

**ALOCAÇÃO DE PROFESSORES COM FOCO EM  
GANHO DE DESEMPENHO, CONFORME  
CRITÉRIOS AVALIATIVOS DO MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO**



JOAQUIM JOSÉ DA CUNHA JÚNIOR

**ALOCAÇÃO DE PROFESSORES COM FOCO EM  
GANHO DE DESEMPENHO, CONFORME  
CRITÉRIOS AVALIATIVOS DO MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção.

ORIENTADOR: MAURICIO CARDOSO DE SOUZA

Belo Horizonte

Maio de 2017

© 2017, Joaquim José da Cunha Júnior.  
Todos os direitos reservados.

da Cunha Júnior, Joaquim José

XXXXX Alocação de professores com foco em ganho de desempenho, conforme critérios avaliativos do Ministério da Educação / Joaquim José da Cunha Júnior. — Belo Horizonte, 2017  
xxxvii, 253 f. : il. ; 29cm

Tese (doutorado) — Universidade Federal de Minas Gerais

Orientador: Mauricio Cardoso de Souza

1. Pesquisa Operacional — Teses. 2. Engenharia de Produção — Teses. I. Orientador. II. Título.

CDU 000.0\*00.00



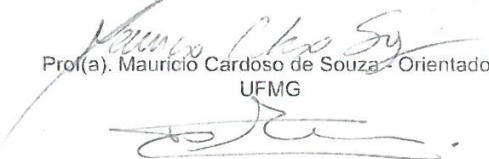
FOLHA DE APROVAÇÃO

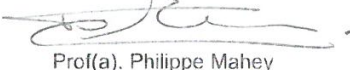
**Alocação de professores com foco em ganho de desempenho conforme critérios avaliativos do ministério da educação**

**JOAQUIM JOSÉ DA CUNHA JUNIOR**

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Doutor em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, área de concentração PESQUISA OPERACIONAL E ENGENHARIA DE MANUFATURA, linha de pesquisa Mod. e Algorit. de Optimiz. para Sistemas em Redes e de Prod..

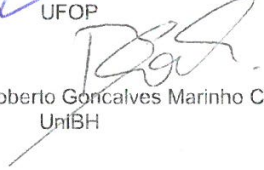
Aprovada em 02 de junho de 2017, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a). Mauricio Cardoso de Souza - Orientador  
UFMG

  
Prof(a). Philippe Mahey  
Université Blaise Pascal

  
Prof(a). Ricardo Poley Martins Ferreira  
UFMG

  
Prof(a). Alexandre Xavier Martins  
UFOP

  
Prof(a). Bráulio Roberto Gonçalves Marinho Couto  
UnIBH

Belo Horizonte, 2 de junho de 2017.



*Aos meus filhos, Clara e Lucas. À Ana, meu amor. Aos meus pais e à Ju.*





# Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, por tudo! Agradeço também ao professor Mauricio pelos ensinamentos de tantos anos, por toda compreensão e colaboração sem os quais nada seria possível. Aos professores Alexandre Martins, Braulio Couto, Philippe Mahey e Ricardo Poley pela compreensão, disponibilidade e contribuições. Aos colegas do UniBH, em especial, meus amigos Ana Paula e Rafael pela convivência, companhia e aconselhamentos diários. A Mariana, excelente aluna e engenheira de produção, pela inestimável colaboração. Aos meus pais e a Ju, por todo suporte e apoio incondicionais. A Ana, pela paciência, companhia, colaboração e amor. Aos meus amados filhos, Clara e Lucas, pela inspiração e motivação.



*“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”*  
(Isaac Newton)



# Resumo

Em instituições de ensino superior, a gestão do corpo docente é fundamental para a garantia da qualidade dos cursos e para a obtenção de bons índices de desempenho frente ao Ministério da Educação (MEC). No caso particular das instituições privadas, a maior flexibilidade dos quadros docentes impõe, a cada período letivo, o desafio de designar professores adequados para cada turma considerando o impacto de cada decisão na qualidade e da instituição frente aos critérios avaliativos do MEC. Com a escassez de professores com boa titulação e sua baixa disponibilidade para ocupar cargos com dedicação parcial ou integral, a escolha do corpo docente para cada curso pode tornar-se muito complexa de acordo com o porte da instituição e a quantidade de cursos envolvidos. Com base nas características do problema de alocação docente, propomos uma formulação não linear em variáveis inteiras. Essa formulação tem por objetivo maximizar a parcela do índice geral de cursos (IGC) vinculada ao corpo docente. Entretanto, os custos computacionais para resolver problemas reais podem inviabilizar a sua utilização no contexto prático.

Assim, propomos estratégias de linearização baseadas na utilização de parâmetros de ganho pela inclusão de professores com base na sua titulação e regime de trabalho (características avaliadas pelo MEC). A partir dessas estratégias, apresentamos uma formulação linear inteira capaz de resolver o problema de alocação docente melhorando os indicadores de desempenho avaliados pelo MEC.

O desempenho das duas formulações foi comparado a partir de testes computacionais realizados em instâncias geradas aleatoriamente. A formulação não linear em variáveis inteiras não foi capaz de apresentar soluções ótimas para os problemas, mesmo após 2 horas de processamento e apenas resolveu instâncias com até 16 cursos. A formulação linearizada apresentou, em média, resultados melhores com tempos computacionais sempre menores ou iguais a 5 segundos. Outros testes computacionais foram realizados com instâncias obtidas a partir de dados reais de uma instituição de ensino privada onde o estudo foi conduzido e também com instâncias aleatórias de maior porte (até 105 cursos). Em todos os casos, os resultados demonstram a aplica-

bilidade da formulação linearizada para resolver o problema de alocação docente com foco em melhoria dos indicadores de qualidade de instituições de ensino superior sendo capaz de tratar de forma eficiente os maiores casos encontrados no Brasil.

**Palavras-chave:** Problema de Alocação de Professores, Modelagem em Programação Linear Inteira, Modelagem em Programação Não Linear Inteira, Pesquisa Operacional na Educação.

# Abstract

In higher education institutions, the management of faculty is a fundamental issue to ensure the quality of the courses and to grant positive figures against the Education Ministry (MEC). In the particular case of private institutions, a higher flexibility to define the composition of faculty enforces the challenge of assigning the appropriated instructors to each course for each class, considering that every decision will impact in the quality of the institution against the MEC evaluation criteria. Nowadays, we have a shortage of master and doctor teachers, besides it they are not available to occupy full or partial time positions, which lets choice of academic staff much more complex, considering the size of the institution and the quantity of courses involved. Based on the characteristics of the teacher allocation problem, we propose a nolinear formulation with integer variables. This formulation aims to maximize the courses general index (IGC) which is linked to faculty. However, the computational costs to solve real problems may exclude the application of this formulation in a practical context.

Although, we present strategies of linearization based on the use of parameters by the inclusion of teachers according to their academic background and work regime (characteristics valued by MEC). Through the use of these strategies, we introduce an integer linear formulation able to solving the teacher allocation problem, increasing the performance indicators valued by MEC.

The performance of these two formulations were tested and compared through computational experiments using instances randomly generated and obtained from the real context. The nonlinearized formulation with integer variables was not able to presenting optimal solutions to the problems, even after two hours of processing and only returned integer solutions for instances with up to 16 courses. The linearized formulation presented, on average, better results with computational times always less than or equal to 5 seconds. Other computational tests were performed with instances obtained from real data from a private educational institution where the study was conducted and also with larger random instances (up to 105 courses). In all cases, the results demonstrate the applicability of the linearized formulation to solve the

teacher allocation problem focusing on improving quality indicators of higher education institutions.

**Keywords:** Teacher Allocation Problem, Modeling In integer Linear Programming , Modeling in Integer Nonlinear Programming, Operational Research in Education.



# Lista de Figuras

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1  | Evolução do número de ingressos no ensino superior no Brasil de 1991 a 2015.   | 8  |
| 2.2  | Evolução da participação percentual dos ingressantes em instituições públicas e privadas de 1991 a 2015. . . . .                 | 8  |
| 2.3  | Evolução no número total de matrículas na graduação presencial por categoria administrativa de 1991 - 2015. . . . .              | 9  |
| 2.4  | Evolução no número de Instituições de Ensino Superior por categoria administrativa de 1991 a 2012. . . . .                       | 10 |
| 2.5  | Evolução do total de funções docentes em exercício por tipo de IES de 1991 a 2015. . . . .                                       | 11 |
| 2.6  | Composição do corpo docente por titulação de 1991 a 2015. . . . .  | 12 |
| 2.7  | Evolução do Número de Funções Docentes em Exercício, por Grau de Formação de 1991 a 2015. . . . .                                | 13 |
| 2.8  | Composição percentual das funções conforme titulação em instituições públicas e privadas em 2015. . . . .                        | 13 |
| 2.9  | Composição percentual das funções conforme titulação em instituições públicas e privadas em 2015. . . . .                        | 14 |
| 2.10 | Composição percentual das funções conforme regime de trabalho em instituições públicas e privadas em 2015. . . . .               | 15 |
| 2.11 | Evolução da relação entre a matrículas e funções docentes entre 1991 e 2015 no Brasil. . . . .                                   | 16 |
| 2.12 | Tabela da composição do CPC e pesos das suas dimensões e componentes - (BRASIL [2015a]) . . . . .                                | 19 |
| 3.1  | Fluxograma das principais atividades envolvidas no processo de planejamento acadêmico que ocorre a cada período letivo . . . . . | 36 |
| 3.2  | Exemplos de estruturas curriculares seriada e modular. . . . .   | 38 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.1 | Valores médios de IGCs docentes por grupo de instâncias artificiais considerando as solução artificial prática e os resultados obtidos com a implementação do modelo linearizado e os conjuntos de parâmetros <i>RLM</i> , <i>RLS</i> e <i>FM</i> . . . . .   | 56 |
| 5.2 | Valores médios dos ganhos percentuais nos valores de IGCs Docentes por grupo de instâncias artificiais considerando as solução artificial prática e os resultados obtidos com a implementação do modelo linearizado e os conjuntos de parâmetros <i>RLM</i> , <i>RLS</i> e <i>FM</i> . . . . .  | 57 |
| 5.3 | Comparação entre os ganhos médios obtidos através dos experimentos computacionais com a formulação linearizada e cada conjunto de parâmetros ( <i>RLM</i> , <i>RLS</i> e <i>FM</i> ), considerando todas as instâncias artificiais geradas. . . . .   | 58 |
| 5.4 | Varição média verificada no número total de professores na <i>IES</i> (Var. P), no percentual de professores doutores (Var. % Doc), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> (Var. % MSc) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (Var. % RT) com a formulação linearizada e o conjunto de parâmetros obtidos pelas faixas médias (parâmetros <i>FM</i> ) . . . . .  | 59 |
| 5.5 | Varição média verificada no número total de professores na <i>IES</i> (Var. P), no percentual de professores doutores (Var. % Doc), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> (Var. % MSc) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (Var. % RT) com a formulação linearizada e o conjunto de parâmetros obtidos pelas faixas médias (parâmetros <i>RLM</i> ) . . . . . | 60 |
| 5.6 | Varição média verificada no número total de professores na <i>IES</i> (Var. P), no percentual de professores doutores (Var. % Doc), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> (Var. % MSc) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (Var. % RT) com a formulação linearizada e o conjunto de parâmetros obtidos pelas faixas médias (parâmetros <i>RLS</i> ) . . . . . | 61 |
| 5.7 | Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo X) e a redução no número total de professores (eixo Y), considerando as instâncias geradas aleatoriamente e os três conjuntos de parâmetros . . . . .  | 62 |
| 5.8 | Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo X) e o aumento no percentual de doutores (eixo Y), considerando as instâncias geradas aleatoriamente e os três conjuntos de parâmetros . . . . .   | 63 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 5.9  | Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo X) e o aumento no percentual de mestres e doutores (eixo Y), considerando as instâncias geradas aleatoriamente e os três conjuntos de parâmetros . . . . .  | 64 |
| 5.10 | Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo Y) e o aumento no percentual professores em tempo integral (eixo X), considerando todas as instâncias (2012-1 a 2016-2) e os três conjuntos de parâmetros . . . . .   | 65 |
| 5.11 | Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo Y) e o aumento no percentual professores em tempo parcial (eixo X), considerando todas as instâncias (2012-1 a 2016-2) e os três conjuntos de parâmetros . . . . .  | 66 |
| 5.12 | Comparação em os valores de função objetivo para instâncias aleatórias entre 5 e 16 cursos utilizando a formulação não linear inteira e variações de tempo entre 600 18000 segundos. . . . .   | 67 |
| 5.13 | Ganho percentual por teste realizado com as formulações não linear e pela formulação linearizada por número de cursos. . . . .   | 68 |
| 5.14 | Ganho percentual médio por grupo de instâncias com as formulações não linear e pela formulação linearizada. . . . .  | 69 |
| 5.15 | Ganhos percentuais médios nos valores dos IGCs Docentes para cada conjunto de parâmetros ( <i>RLM</i> , <i>RLS</i> e <i>FM</i> ) obtidos com os experimentos computacionais utilizando a formulação linearizada para os semestres de 2012-1 a 2016-2 . . . . .   | 70 |
| 5.17 | Evolução nos valores de IGC Docente ( $\mathcal{I}$ ) para os semestres de 2012-1 a 2016-2, considerando o resultado verificado na prática e os resultados obtidos através dos experimentos computacionais para cada conjunto de parâmetros ( <i>RLM</i> , <i>RLS</i> e <i>FM</i> ) e com o modelo linearizado . . . . .   | 70 |
| 5.16 | Comparação entre os ganhos médios obtidos através dos experimentos computacionais com a formulação linearizada para cada conjunto de parâmetros ( <i>RLM</i> , <i>RLS</i> e <i>FM</i> ), considerando as instâncias geradas com dados reais relativos às indicações docentes dos semestres de 2012-1 a 2016-2 . . . . .  | 71 |
| 5.18 | Variação média verificada no número total de professores na <i>IES</i> ( $\Delta P$ ), no percentual de professores doutores ( $\Delta \% \text{ Doc}$ ), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> ( $\Delta \% \text{ MSc}$ ) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral ( $\Delta \% \text{ RT}$ ) . . . . . | 73 |

|  |    |
|--|----|
| 5.19 Tempo computacional médio em segundos verificado nos experimentos computacionais com instâncias de 60 a 105 cursos. . . . . | 74 |
|--|----|

# Lista de Tabelas

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | Tabela de conversão de notas contínuas para notas discretas (faixas) . . . .  | 18 |
| 2.2 | Tabela com exemplo de uma instituição de ensino com 8 cursos de graduação e os respectivos anos de referência do cálculo do CPC, número de alunos e nota contínua para o conceito preliminar de curso . . . . . | 27 |
| 2.3 | Tabela com exemplo de uma instituição de ensino com 6 cursos de pós-graduação <i>stricto sensu</i> e os respectivos números de alunos e conceitos CAPES   | 27 |
| 2.4 | Proporção de alunos nos cursos de graduação ( $\gamma_j$ ) . . . . .  | 28 |
| 2.5 | Proporção de alunos nos cursos de mestrado ( $\theta_j$ ) e valores para $M_j$ . . . .  | 28 |
| 2.6 | Proporção de alunos nos cursos de mestrado ( $\lambda_j$ ) e valores para $D_j$ . . . .   | 28 |
| 5.1 | Valores médios por conjunto de instâncias geradas artificialmente . . . . .   | 54 |
| 5.2 | Valores médios dos resultados obtidos nos experimentos computacionais com o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> . . . . .   | 55 |
| 5.3 | Valores médios dos resultados obtidos nos experimentos computacionais com o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> . . . . .   | 55 |
| 5.4 | Valores médios dos resultados obtidos nos experimentos computacionais com o conjunto de parâmetros <i>FM</i> . . . . .  | 56 |
| 5.5 | Síntese dos resultados obtidos com as formulações não lineares (inteira e relaxada) e linearizada para instâncias aleatórias de 5 até 10 cursos . . . .   | 75 |
| 5.6 | Síntese dos resultados obtidos com as formulações não lineares (inteira e relaxada) e linearizada para instâncias aleatórias de 11 até 16 cursos . . . .  | 76 |
| 5.7 | Características dos cenários reais a partir dos quais foram coletados os dados para realização dos testes computacionais . . . . .  | 77 |
| 5.8 | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> . . . . .   | 77 |
| 5.9 | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> . . . . .   | 77 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 5.10 | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> . . . . .  | 78 |
| 5.11 | Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e <i>gaps</i> das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i>   | 78 |
| 5.12 | Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e <i>gaps</i> das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i>   | 79 |
| 5.13 | Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e <i>gaps</i> das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> .  | 79 |
| 5.14 | Valores médios por conjunto de instâncias geradas artificialmente de acordo com a quantidade de cursos ( <i>C</i> ), para o número de professores ( <i>P</i> ), percentual de professores doutores (% Doc), percentual de professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> (%MSc), percentual de professores em regime de tempo parcial (%TP) e percentual de professores em regime de tempo integral (%TI) . . . . .  | 80 |
| 5.15 | Valores médios dos resultados obtidos de acordo com a quantidade de cursos ( <i>C</i> ), para o número de professores ( <i>P</i> ) e respectiva variação ( $\Delta P$ ), percentual de professores doutores (% Doc) e respectiva variação ( $\Delta \text{Doc}$ ), percentual de professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> (%MSc) e respectiva variação ( $\Delta \text{MSc}$ ), percentual de professores em regime de tempo parcial (%TP) e respectiva variação ( $\Delta \text{TP}$ ) e percentual de professores em regime de tempo integral (%TI) e respectiva variação ( $\Delta \text{TI}$ ) . . | 80 |
| 5.16 | Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e <i>gaps</i> das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado . . . . .   | 81 |
| A.1  | Médias nacionais ( $MSc_{med}$ ), desvios-padrão ( $MSc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $MSc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $MSc_{apmin}$ ) para o quesito professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> por cursos - Parte 1 . . . . .  | 90 |
| A.2  | Médias nacionais ( $MSc_{med}$ ), desvios-padrão ( $MSc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $MSc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $MSc_{apmin}$ ) para o quesito professores formados em programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> por cursos - Parte 2 . . . . .  | 91 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| A.3 | Médias nacionais ( $Doc_{med}$ ), desvios-padrão ( $Doc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $Doc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $Doc_{apmin}$ ) para o quesito professores doutores <i>strictu senso</i> por cursos - Parte 1 . . . . .   | 92  |
| A.4 | Médias nacionais ( $Doc_{med}$ ), desvios-padrão ( $Doc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $Doc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $Doc_{apmin}$ ) para o quesito professores doutores <i>strictu senso</i> por cursos - Parte 2 . . . . .   | 93  |
| A.5 | Médias nacionais ( $RT_{med}$ ), desvios-padrão ( $RT_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $RT_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $RT_{apmin}$ ) para o quesito professores em regime de tempo parcial ou integral <i>strictu senso</i> por cursos - Parte 1 . . . . .   | 94  |
| A.6 | Médias nacionais ( $RT_{med}$ ), desvios-padrão ( $RT_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $RT_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $RT_{apmin}$ ) para o quesito professores em regime de tempo parcial ou integral <i>strictu senso</i> por cursos - Parte 2 . . . . .   | 95  |
| B.1 | Modelos de regressão linear múltipla considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ) - Parte 1 . . . . .                     | 99  |
| B.2 | Modelos de regressão linear múltipla considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ) - Parte 2 . . . . .                     | 100 |
| B.3 | Modelos de regressão linear múltipla considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ) - Parte 3 . . . . .                     | 101 |
| B.4 | Modelos de regressão linear simples considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, para cada regressão, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Omega_1$ ), o percentual de doutores ( $\Omega_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Omega_3$ ) - Parte 1 . . . . . | 102 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| B.5  | Modelos de regressão linear simples considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, para cada regressão, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Omega_1$ ), o percentual de doutores ( $\Omega_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Omega_3$ ) - Parte 2 . . . . . | 103 |
| B.6  | Modelos de regressão linear simples considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, para cada regressão, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Omega_1$ ), o percentual de doutores ( $\Omega_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Omega_3$ ) - Parte 3 . . . . . | 104 |
| B.7  | Parâmetros Faixa Média obtidos através do cálculo dos percentuais necessário de professores com titulação mínima mestrado ( $\Pi_1$ ), de professores com titulação mínima de doutorado ( $\Pi_2$ ) e de professores com regime de trabalho de tempo parcial ou integral ( $\Pi_3$ ) - Parte 1 . . . . .   | 105 |
| B.8  | Parâmetros Faixa Média obtidos através do cálculo dos percentuais necessário de professores com titulação mínima mestrado ( $\Pi_1$ ), de professores com titulação mínima de doutorado ( $\Pi_2$ ) e de professores com regime de trabalho de tempo parcial ou integral ( $\Pi_3$ ) - Parte 2 . . . . .   | 106 |
| C.1  | Características da indicação docente por curso em 2012-1 . . . . .   | 108 |
| C.2  | Características da indicação docente por curso em 2012-2 . . . . .   | 109 |
| C.3  | Características da indicação docente por curso em 2013-1 . . . . .   | 110 |
| C.4  | Características da indicação docente por curso em 2013-2 . . . . .   | 111 |
| C.5  | Características da indicação docente por curso em 2014-1 . . . . .   | 112 |
| C.6  | Características da indicação docente por curso em 2014-2 . . . . .   | 113 |
| C.7  | Características da indicação docente por curso em 2015-1 . . . . .   | 114 |
| C.8  | Características da indicação docente por curso em 2015-2 . . . . .   | 115 |
| C.9  | Características da indicação docente por curso em 2016-1 . . . . .   | 116 |
| C.10 | Características da indicação docente por curso em 2016-2 . . . . .   | 117 |
| D.1  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . .  | 120 |
| D.2  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . .  | 121 |
| D.3  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . .  | 122 |



|      |   |     |
|------|---|-----|
| D.4  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 123 |
| D.5  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 124 |
| D.6  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 125 |
| D.7  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 126 |
| D.8  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 127 |
| D.9  | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 128 |
| D.10 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 129 |
| D.11 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 130 |
| D.12 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 131 |
| D.13 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 132 |
| D.14 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 133 |
| D.15 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 134 |
| D.16 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 135 |
| D.17 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 136 |
| D.18 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 137 |
| D.19 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 138 |
| D.20 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 139 |
| D.21 | Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 140 |

|  |     |
|--|-----|
| D.22 Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 141 |
| D.23 Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 142 |
| D.24 Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 143 |
| D.25 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 144 |
| D.26 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 145 |
| D.27 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 146 |
| D.28 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 147 |
| D.29 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 148 |
| D.30 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 149 |
| D.31 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 150 |
| D.32 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 151 |
| D.33 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 152 |
| D.34 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 153 |
| D.35 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 154 |
| D.36 Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 155 |
| D.37 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 156 |
| D.38 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 157 |
| D.39 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 158 |

|  |     |
|--|-----|
| D.40 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 159 |
| D.41 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 160 |
| D.42 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 161 |
| D.43 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 162 |
| D.44 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 163 |
| D.45 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 164 |
| D.46 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 165 |
| D.47 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 166 |
| D.48 Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 167 |
| D.49 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 168 |
| D.50 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 169 |
| D.51 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 170 |
| D.52 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . . | 171 |
| D.53 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .  | 172 |
| D.54 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .  | 173 |
| D.55 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1 . . . . . | 174 |
| D.56 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2 . . . . . | 175 |
| D.57 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1 . . . . . | 176 |

|   |     |
|---|-----|
| D.58 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2 . . . . .                              | 177 |
| D.59 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1 . . . . .                               | 178 |
| D.60 Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2 . . . . .                               | 179 |
| E.1 Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 5 e 10 cursos . . . . .   | 182 |
| E.2 Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 5 e 10 cursos . . . . .   | 183 |
| E.3 Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 25 e 30 cursos . . . . .  | 184 |
| E.4 Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 35 e 40 cursos . . . . .  | 185 |
| E.5 Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 45 e 50 cursos . . . . .  | 186 |
| E.6 Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 5 e 10 cursos . . . . .          | 187 |
| E.7 Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 15 e 20 cursos . . . . .         | 188 |
| E.9 Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 35 e 40 cursos . . . . .         | 189 |
| E.10 Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 45 e 50 cursos . . . . . | 190 |
| E.11 Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 5 e 10 cursos . . . . .  | 191 |
| E.12 Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 15 e 20 cursos . . . . . | 192 |
| E.13 Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 25 e 30 cursos . . . . . | 193 |
| E.14 Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 35 e 40 cursos . . . . .        | 194 |
| E.15 Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLS</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 45 e 50 cursos . . . . .        | 195 |
| E.16 Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 5 e 10 cursos . . . . .   | 196 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| E.17 | Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 15 e 20 cursos . . . . . | 197 |
| E.18 | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 25 e 30 cursos . . . . .        | 198 |
| E.19 | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 35 e 40 cursos . . . . .        | 199 |
| E.20 | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>FM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 45 e 50 cursos . . . . .        | 200 |
| E.8  | Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros <i>RLM</i> para instâncias geradas aleatoriamente com 25 e 30 cursos . . . . .       | 201 |
| F.1  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 5 até 7 cursos. . . . .                                      | 204 |
| F.2  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 8 até 10 cursos. . . . .                                     | 205 |
| F.3  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 11 até 13 cursos. . . . .                                    | 206 |
| F.4  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 14 até 16 cursos. . . . .                                    | 207 |
| F.5  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C1 . . . . .  | 207 |
| F.6  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C2 . . . . .  | 208 |
| F.7  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C3 . . . . .  | 208 |
| F.8  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C4 . . . . .  | 208 |
| F.9  | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C5 . . . . .  | 208 |
| F.10 | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C6 . . . . .  | 209 |
| F.11 | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C7 . . . . .  | 209 |
| F.12 | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C1 . . . . .  | 209 |
| F.13 | Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C2 . . . . .  | 209 |

|   |     |
|---|-----|
| F.14 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C3 . . . . . | 210 |
| F.15 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C4 . . . . . | 210 |
| F.16 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C5 . . . . . | 210 |
| F.17 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C6 . . . . . | 211 |
| F.18 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C7 . . . . . | 211 |
| F.19 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C1 . . . . . | 211 |
| F.20 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C2 . . . . . | 212 |
| F.21 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C3 . . . . . | 212 |
| F.22 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C4 . . . . . | 212 |
| F.23 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C5 . . . . . | 213 |
| F.24 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C6 . . . . . | 213 |
| F.25 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C7 . . . . . | 213 |
| F.26 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C1 . . . . . | 214 |
| F.27 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C2 . . . . . | 214 |
| F.28 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C3 . . . . . | 214 |
| F.29 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C4 . . . . . | 215 |
| F.30 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C5 . . . . . | 215 |
| F.31 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C6 . . . . . | 215 |

|  |     |
|--|-----|
| F.32 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C7 . . . . .  | 216 |
| F.33 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C1 . . . . .  | 216 |
| F.34 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C2 . . . . .  | 216 |
| F.35 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C3 . . . . .  | 217 |
| F.36 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C4 . . . . .  | 217 |
| F.37 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C5 . . . . .  | 217 |
| F.38 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C6 . . . . .  | 218 |
| F.39 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C7 . . . . .  | 218 |
| F.40 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C1 . . . . . | 218 |
| F.41 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C2 . . . . . | 219 |
| F.42 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C3 . . . . . | 219 |
| F.43 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C4 . . . . . | 220 |
| F.44 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C5 . . . . . | 220 |
| F.45 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C6 . . . . . | 221 |
| F.46 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C7 . . . . . | 221 |
| F.47 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C1 . . . . . | 222 |
| F.48 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C2 . . . . . | 222 |
| F.49 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C3 . . . . . | 223 |

|  |     |
|--|-----|
| F.50 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C4 . . . . . | 223 |
| F.51 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C5 . . . . . | 224 |
| F.52 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C6 . . . . . | 224 |
| F.53 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C7 . . . . . | 225 |
| F.54 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C1 . . . . . | 225 |
| F.55 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C2 . . . . . | 226 |
| F.56 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C3 . . . . . | 226 |
| F.57 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C4 . . . . . | 227 |
| F.58 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C5 . . . . . | 227 |
| F.59 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C6 . . . . . | 228 |
| F.60 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C7 . . . . . | 228 |
| F.61 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C1 . . . . . | 229 |
| F.62 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C2 . . . . . | 229 |
| F.63 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C3 . . . . . | 230 |
| F.64 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C4 . . . . . | 230 |
| F.65 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C5 . . . . . | 231 |
| F.66 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C6 . . . . . | 231 |
| F.67 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C7 . . . . . | 232 |



|  |     |
|--|-----|
| F.68 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C1 . . . . . | 232 |
| F.69 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C2 . . . . . | 233 |
| F.70 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C3 . . . . . | 233 |
| F.71 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C4 . . . . . | 234 |
| F.72 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C5 . . . . . | 234 |
| F.73 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C6 . . . . . | 235 |
| F.74 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C7 . . . . . | 235 |
| F.75 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C1 . . . . . | 236 |
| F.76 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C2 . . . . . | 236 |
| F.77 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C3 . . . . . | 237 |
| F.78 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C4 . . . . . | 237 |
| F.79 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C5 . . . . . | 238 |
| F.80 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C6 . . . . . | 238 |
| F.81 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C7 . . . . . | 239 |
| F.82 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C1 . . . . . | 239 |
| F.83 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C2 . . . . . | 240 |
| F.84 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C3 . . . . . | 240 |
| F.85 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C4 . . . . . | 241 |

|  |     |
|--|-----|
| F.86 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C5 . . . . .                       | 241 |
| F.87 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C6 . . . . .                       | 242 |
| F.88 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C7 . . . . .                       | 242 |
| F.89 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C1 . . . . .                       | 243 |
| F.90 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C2 . . . . .                       | 243 |
| F.91 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C3 . . . . .                       | 244 |
| F.92 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C4 . . . . .                       | 244 |
| F.93 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C5 . . . . .                       | 245 |
| F.94 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C6 . . . . .                       | 245 |
| F.95 Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C7 . . . . .                       | 246 |
|  |     |
| G.1 Síntese das características da indicação docente das instâncias geradas aleatoriamente com 60, 65, 70 e 75 cursos . . . . .      | 248 |
| G.2 Síntese das características da indicação docente das instâncias geradas aleatoriamente com 80, 85, 90 e 95 cursos . . . . .      | 249 |
| G.3 Síntese das características da indicação docente das instâncias geradas aleatoriamente com 100 e 105 cursos . . . . .            | 250 |
| G.4 Resultados obtidos com o modelo linearizado inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 60, 65, 70 e 75 cursos . . . . . | 251 |
| G.5 Resultados obtidos com o modelo linearizado inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 80, 85, 90 e 95 cursos. . . . .  | 252 |
| G.6 Resultados obtidos com o modelo linearizado inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 100 e 105 cursos. . . . .        | 253 |

# Sumário

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Agradecimentos</b>   | <b>ix</b>   |
| <b>Resumo</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>Abstract</b>   | <b>xv</b>   |
| <b>Lista de Figuras</b>   | <b>xvii</b> |
| <b>Lista de Tabelas</b>   | <b>xxi</b>  |
| <b>1 Introdução</b>   | <b>1</b>    |
| <b>2 Panorama do ensino superior no Brasil</b>                              | <b>7</b>    |
| 2.1 A evolução do sistema de ensino superior entre os anos de 1991 e 2015 . | 7           |
| 2.2 Indicadores de desempenho do Ministério da Educação . . . . .           | 15          |
| 2.2.1 Conceito ENADE . . . . .  | 18          |
| 2.2.2 Conceito Preliminar de Curso - CPC . . . . .                          | 18          |
| 2.2.3 Índice Geral de Cursos - IGC . . . . .                                | 21          |
| 2.2.4 Categorização das instituições e ensino superior . . . . .            | 30          |
| <b>3 O problema de alocação de professores</b>                              | <b>31</b>   |
| 3.1 <i>Universtity Course Timetabling Problem</i> . . . . .                 | 31          |
| 3.2 Planejamento acadêmico na IES estudada . . . . .                        | 35          |
| 3.2.1 Cadastro de disponibilidades e disciplinas . . . . .                  | 35          |
| 3.2.2 Planejamento de turmas . . . . .                                      | 36          |
| 3.2.3 Indicação docente - Alocação de Professores . . . . .                 | 39          |
| 3.2.4 Elaboração do horário . . . . .                                       | 40          |
| 3.2.5 Atribuição dos espaços acadêmicos . . . . .                           | 40          |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>4</b> | <b>Modelagem do problema de alocação de professores com foco em melhoria do IGC</b>   | <b>41</b>  |
| 4.1      | Modelo não linear de alocação de professores com foco em melhoria do IGC . . . . .  | 41         |
| 4.2      | Estratégias de linearização para o problema de alocação de professores .  | 46         |
| 4.2.1    | Parâmetros para inclusão de professores na alocação docente . .   | 47         |
| 4.2.2    | Parâmetros para inclusão de professores baseados em regressão linear simples . . . . .  | 50         |
| 4.2.3    | Parâmetros para inclusão de professores baseados no percentual de professores para obtenção de conceito médio em cada curso .   | 51         |
| 4.3      | Modelo linearizado de alocação de professores com foco em ganhos de desempenho no IGC . . . . .   | 51         |
| <b>5</b> | <b>Resultados computacionais</b>  | <b>53</b>  |
| 5.1      | Comparação entre as estratégias de linearização . . . . .   | 53         |
| 5.2      | Comparação entre a formulação não linear e a formulação linearizada .   | 59         |
| 5.3      | Análise da formulação linearizada em instâncias reais . . . . .   | 64         |
| 5.4      | Análise da formulação linearizada em instâncias de grande porte . . . .   | 71         |
| <b>6</b> | <b>Conclusões e trabalhos futuros</b>   | <b>83</b>  |
|          | <b>Referências Bibliográficas</b>   | <b>85</b>  |
|          | <b>Apêndice A Informações relativas ao corpo docente dos cursos avaliados nos ciclos de 2012, 2013 e 2014</b>   | <b>89</b>  |
|          | <b>Apêndice B Apresentação analítica dos parâmetros calculados com as abordagens <i>RLM</i>, <i>RLS</i> e <i>FM</i> para realização dos experimentos computacionais utilizando a formulação <i>MAPIGC</i></b>     | <b>98</b>  |
|          | <b>Apêndice C Dados relativos às indicações docentes entre o primeiro semestre de 2012 e o primeiro semestre de 2016 a partir das quais foram geradas as instâncias para realização dos testes computacionais</b> | <b>107</b> |
|          | <b>Apêndice D Apresentação analítica dos resultados obtidos com os experimentos computacionais utilizando a formulação linearizada e os parâmetros <i>RLM</i>, <i>RLS</i> e <i>FM</i>.</b>                        | <b>119</b> |

|  |     |
|--|-----|
| Apêndice E Apresentação analítica dos dados relativos às instâncias geradas aleatoriamente de 5 a 50 cursos e dos resultados obtidos nos experimentos computacionais | 181 |
| Apêndice F Apresentação Analítica dos Experimentos Computacionais com a Formulação Não Linear Inteira  | 204 |
| Apêndice G Apresentação analítica dos dados relativos às instâncias geradas aleatoriamente de 5 a 50 cursos e dos resultados obtidos nos experimentos computacionais | 247 |



# Capítulo 1

## Introdução

O ensino superior no Brasil reflete o desenvolvimento econômico e social do país. Nas últimas décadas houve considerável expansão do ingresso de estudantes na educação superior. O programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), do governo federal, aumentou o número de vagas no ensino superior em instituições públicas federais.

Além disso, o aumento da renda populacional e os mecanismos de incentivo do governo, sobretudo o Programa de Financiamento Estudantil (FIES) e o Programa Universidade para Todos (Prouni), possibilitaram o acesso de parte relevante da população às instituições de ensino superior privadas.

Todas essas questões alteraram consideravelmente o cenário do ensino superior no país. A rede de ensino superior privado, em particular, viu um aumento considerável no número de alunos, o surgimento de novas instituições e a formação de grupos de educação, alguns com centenas de milhares de alunos em vários estados da federação.

Mais recentemente, o SISU (Sistema de Seleção Unificado do Ministério da Educação) permitiu maior mobilidade para os ingressantes do ensino superior. Com ele, os candidatos são submetidos a um exame único de abrangência nacional o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e podem concorrer a vagas em diversas instituições públicas espalhadas pelo vasto território nacional.

Além disso, através do ENEM, os alunos podem concorrer a bolsas de até 100% no ensino superior privado através programa Universidade para Todos (Prouni), e ao financiamento estudantil subsidiado pelo programa FIES (Fundo de Financiamento Estudantil), ambos do Ministério da Educação.

O ENEM também vem sendo amplamente utilizado como mecanismo de ingresso em instituições privadas (mesmo para alunos que não conseguiram ou optaram por não utilizar o Prouni ou o FIES). Dessa forma, um candidato ao ensino superior que se

submeteu ao exame nacional do ensino médio, possui várias alternativas de acesso ao ensino superior, tanto em instituições públicas como em privadas.

O mercado da educação superior está claramente dividido entre as instituições públicas e as privadas. Nesse contexto, pode-se notar, claramente, a presença de duas realidades completamente distintas, mas, submetidas aos mesmos critérios avaliativos. Nas instituições públicas, é comum que todos (ou quase todos) os professores sejam doutores e trabalhem em regime de dedicação exclusiva. Nessas instituições é comum que os professores estejam envolvidos em projetos de extensão universitária ou em projetos de pesquisa. Por outro lado, nas instituições privadas, grande parte dos professores dividem suas rotinas de trabalho com outros empregadores (outras instituições de ensino privadas ou outras empresas). A titulação, nesse caso, pode variar muito de instituição para instituição, mas, é, em sua maioria, dada por mestres e especialistas.

A gestão do corpo docente de uma instituição privada pode ser uma tarefa bastante complexa. Além da dificuldade de encontrar bons profissionais com boa titulação, é difícil que os mesmos disponham de tempo para exercer regimes de trabalho parcial ou integral na instituição. Assim, uma gestão eficiente dos docentes disponíveis pode representar um diferencial capaz de elevar a qualidade dos cursos e seu desempenho frente aos critérios de avaliação do Ministério da Educação - MEC.

Com o crescimento do mercado da educação e, em especial, do ensino superior, tem surgido grupos proprietários de Instituições de Ensino Superior (IES) que chegam a ter centenas de milhares de alunos. Alguns desses grupos possuem ações negociadas na bolsa e representam alternativas de investimento no mercado de capitais. Sendo assim, embora nem todos pratiquem as mesmas estratégias, seu desempenho é frequentemente comparado e isso pode significar sua valorização, ou não, no mercado.

Os diversos *players* utilizam estratégias distintas para conseguir diferenciais competitivos. Algumas instituições de ensino privadas se destacam por oferecer cursos superiores com custos muito baixos em busca de ingressantes muito sensíveis ao preço. Outras, optam por trabalhar a marca focadas em um público muito preocupado com o “status” da sua escolha e pouco sensível ao preço. São alunos dispostos a pagar mensalidades mais elevadas para estudar em determinada escola.

Em meio aos dois extremos, de um lado a escolha pelo menor preço e de outro a busca pela marca de maior status (que, eventualmente, significa maior preço) algumas instituições de ensino utilizam como estratégia de atuação a oferta de ensino de qualidade com preços intermediários. Essas instituições objetivam captar alunos preocupados com a qualidade do ensino que estão contratando, mas, que são sensíveis ao preço. Esses alunos não aceitam estudar em qualquer instituição simplesmente pelo preço praticado, mas, não estão dispostos a pagar mensalidades muito elevadas



praticadas em instituições cuja marca confere status.

Uma das formas de avaliação e comparação da qualidade acadêmica são os critérios de desempenho do MEC. Esses critérios determinam notas para cada curso oferecido pela IES e o índice geral de cursos ou, simplesmente, IGC. Assim, em teoria, uma IES cujo IGC é mais elevado, entrega uma qualidade superior aos seus alunos e, conseqüentemente, pode estar mais valorizada no mercado.

De fato, as instituições de ensino superior privadas, independentemente da estratégia adotada, precisam de modelos de gestão capazes de atender as exigências do Ministério da Educação e ainda permitir que atuem de maneira competitiva no mercado do ensino superior. Uma questão central na gestão acadêmica é a gestão docente. O aumento de vagas, ingressantes e matriculados no ensino superior nas últimas décadas não foi proporcionalmente acompanhado pelo número de docentes em exercício. Com isso, o processo de indicação docente (escolha de quais professores assumirão quais turmas) vem ficando cada vez mais complexo.

O corpo docente de um curso de graduação em uma instituição de ensino superior é parte importante nos seus processos de autorização, reconhecimento e avaliação de desempenho. Esses processos são condicionantes para que um curso de graduação exista e alunos possam ser matriculados. Além disso, são cruciais para instituições que buscam a qualidade acadêmica como diferencial competitivo, pois, permitem ao candidato avaliar a qualidade de determinado curso através da nota resultante. Nota essa que pode, inclusive, ser comparada a de outros cursos num contexto local, regional ou, até, nacional.

O conceito preliminar de curso ou, simplesmente, CPC, atribui notas de 1 a 5 para cada curso e é utilizado no cálculo do IGC. Uma importante parcela no cálculo do CPC de um curso é dada pela composição do corpo docente. Basicamente, para cada curso, avalia-se a proporção de professores doutores, a proporção de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestrados ou doutorados) e a proporção de professores que trabalham em regime de tempo integral ou parcial. A nota relativa ao percentual de professores doutores corresponde a 15% do CPC, enquanto a nota relativa ao percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* corresponde a 7,5%, bem como a nota para o percentual de professores com regime de trabalho de tempo parcial ou integral. Assim, 30% do CPC é correspondente às notas obtidas através do corpo docente.

A alocação de professores doutores em um curso contribui diretamente para a nota obtida no percentual de doutores e de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu*. Assim, como a carga horária que o professor possui em cada curso não é considerada no cálculo do CPC, é interessante que um professor doutor atue

em vários cursos (respeitando-se seu limite de carga horária disponível e sua formação técnica), pois, desta forma, estará contribuindo com as notas para o percentual de doutores e para o percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu*.

Por exemplo, considerando um instituto de engenharia pertencente a uma IES. Neste instituto, um professor doutor em matemática tem disponibilidade para assumir uma carga horária semanal de 20 horas. Ele pode ser alocado apenas em um dos cursos com 5 turmas com diferentes disciplinas de 4 horas semanais cada (Cálculo 1, Cálculo 2, Cálculo 3, Geometria Analítica e Algebra Linear e Equações Diferenciais, por exemplo). Assim, estaria contribuindo para o CPC daquele único curso. Por outro lado, ele poderia também ser indicado em 5 turmas de cursos diferentes (considerando ainda as disciplinas com 4 horas semanais cada) e contribuiria para as notas relativas ao percentual de doutores e de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* de todos esses cursos.

Dependendo do porte da organização, da quantidade de turmas ofertadas, número de alunos, professores, cursos e etc. o trabalho de indicação docente pode se tornar muito complexo. Oportunidades de ganho de desempenho podem ser desperdiçadas pela falta de um processo capaz de observar as necessidades de cada curso garantindo sua qualidade e desempenho e contribuindo da melhor maneira para o desempenho da instituição de ensino. Um índice alto de doutores não garante uma boa nota no global para a instituição (IGC), pois, os conceitos de cada curso são estabelecidos através das médias nacionais para cada quesito. Assim, uma vez atingido o percentual de um determinado quesito em um curso, por exemplo, percentual de doutores no curso de Administração, que garante a nota máxima (5,0), a inclusão de novos professores doutores não contribuirá para o seu CPC podendo ainda, caso esses professores não atuem em regime de trabalho de tempo parcial ou integral, piorar a nota para esse quesito, pois, aumenta o número de professores no curso reduzindo o percentual de professores em regime de trabalho de tempo integral ou parcial.

O IGC é uma média ponderada de todos os CPCs da instituição considerando o número de alunos matriculados em cada curso somado às notas dos seus cursos de pós-graduação *stricto sensu*. Assim, se os doutores estiverem concentrados em um grupo pequeno de cursos e estes cursos tiverem poucos alunos, a contribuição dos CPCs destes cursos para o IGC, principalmente considerando os quesitos vinculados ao corpo docente, pode ser insatisfatória. Porém, uma boa gestão do corpo docente, com critérios de indicação focados na qualidade e no desempenho pode implantar uma indicação docente capaz de elevar o IGC de uma instituição sem, necessariamente, precisar alterar o grupo de professores. O mesmo vale para os professores cujo regime

de trabalho é de tempo parcial ou integral.

A Pesquisa Operacional pode ser utilizada como técnica de suporte a decisão para tratar o problema de indicação docente. A utilização de modelagem matemática, por exemplo, pode auxiliar o decisor a encontrar soluções de boa qualidade para o problema.

O objetivo desse trabalho é apresentar um método capaz de solucionar o problema da indicação docente em instituições de ensino superior que forneça bons resultados frente aos mecanismos de avaliação do Ministério da Educação. Para tanto, após essa breve introdução, serão apresentados no capítulo 2 um panorama do Ensino Superior no Brasil considerando sua evolução em números entre 1991 e 2015 e os indicadores de desempenho do Ministério da Educação. No capítulo 3, o problema de alocação de professores é caracterizado com suas principais particularidades. No capítulo 4, a modelagem do problema de alocação de professores com foco em melhoria do IGC. Os experimentos computacionais para instâncias reais e instâncias geradas aleatoriamente considerando as formulações não linear e linearizada são apresentados no capítulo 5. As conclusões e proposições para trabalhos futuros são apresentados no Capítulo 6.



## Capítulo 2

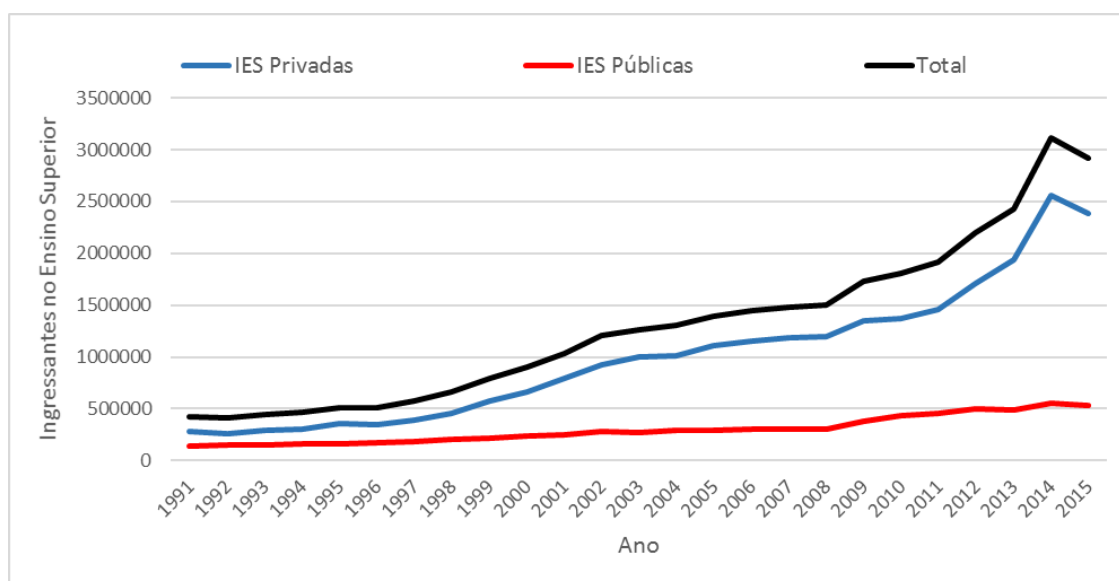
# Panorama do ensino superior no Brasil

### 2.1 A evolução do sistema de ensino superior entre os anos de 1991 e 2015

O número de ingressantes no ensino superior cresceu substancialmente entre os anos de 1992, quando 410.910 estudantes se matricularam em cursos de graduação e 2014, quando 3.110.848 alunos ingressaram no ensino superior. Ao longo dos últimos 20 anos, entre 1995 e 2005 esse número cresceu mais de cinco vezes, embora, em 2015, após uma sequência de 22 anos de crescimento, houve redução no número de ingressantes com a marca de 2.920.222 novos estudantes (ver Figura 2.1).

Grande parte do crescimento no número de ingressantes no ensino superior é devida ao ingresso de alunos em instituições privadas. No gráfico apresentado pelas Figuras 2.1 e 2.2 verificamos que a maior parte dos alunos do ensino superior se matricula em instituições privadas. Em 1991, 33,49% dos ingressos se matricularam em instituições públicas, o restante, 66,51%, se matricularam em instituições privadas. Isso significa dizer que de cada 3 alunos ingressantes no ensino superior em 1991, dois entraram em instituições privadas e apenas um em uma instituição pública.

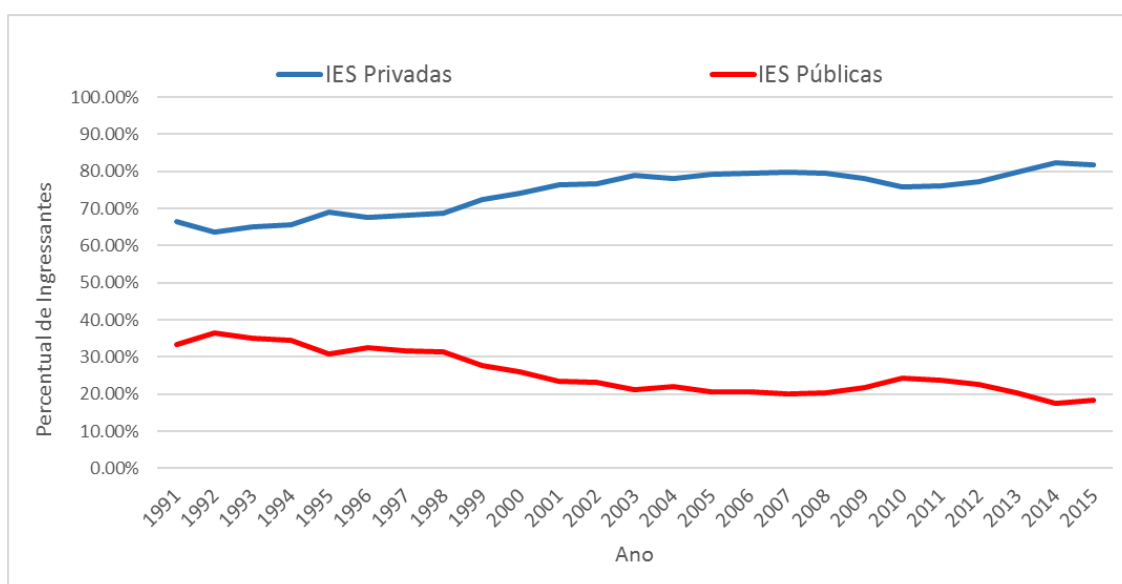
A partir de 1998 número de ingressantes passou a crescer de maneira mais acentuada. Embora entre os anos de 2007 a 2010 o percentual de ingressantes em instituições públicas tenha crescido passando de 20,14% em 2007 para 24,18% em 2010, a participação dos ingressantes em instituições privadas voltou a crescer nos anos seguintes. Em 2014, o percentual de alunos ingressantes em instituições privadas de ensino atingiu o maior índice, 82,4%, quando menos de um quinto dos alunos ingressantes se matriculou



**Figura 2.1.** Evolução do número de ingressos no ensino superior no Brasil de 1991 a 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

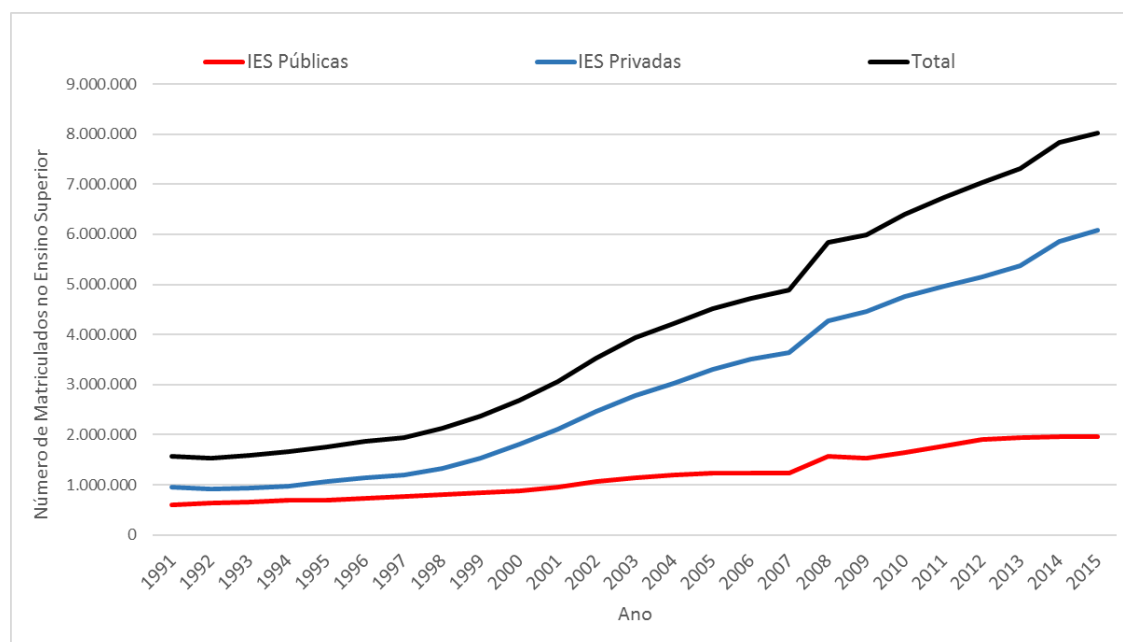
em instituições públicas. No ano seguinte, em 2015, houve uma suave redução da participação dos ingressantes em instituições privadas com a marca 81,70%. A evolução da participação percentual dos ingressantes em instituições públicas e privadas pode ser vista na Figura 2.2.



**Figura 2.2.** Evolução da participação percentual dos ingressantes em instituições públicas e privadas de 1991 a 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

Um dos reflexos do considerável crescimento no número de ingressos no ensino superior é o crescimento análogo no número total de alunos matriculados. Seguindo o comportamento verificado no total de ingressos, desde 1998 verifica-se crescimento mais acentuado no total de matrículas em cursos de graduação. Em 1991 o total de matrículas era de 1.565.056 sendo 605.736 (38,70%) em instituições públicas e 959.320 (61,30%) em instituições privadas. Após uma pequena queda em 1992 de 1,87%, o número total de matriculados cresceu ano a ano. A partir de 1998 o crescimento acentuou-se e o total de matriculados saltou de 2.125.958 para 8.027.297 em 2015. O ano de maior crescimento foi 2008, quando o número de matriculados em cursos de graduação presencial saltou de 4.885.216 para 5.837.240 registrando um crescimento de 19,5%. Em 2015, 75,7% dos estudantes do ensino superior, o que corresponde a 6.075.152 de alunos, estava em instituições privadas enquanto 24,3%, ou 1.952.154 estudantes estava em instituições públicas. Observando a Figura 2.3 é possível verificar que a curva que expressa a evolução no total de matrículas no ensino superior (em instituições públicas e privadas) no Brasil descreve um comportamento altamente correlacionado com a curva de evolução do número de matriculados em instituições privadas.

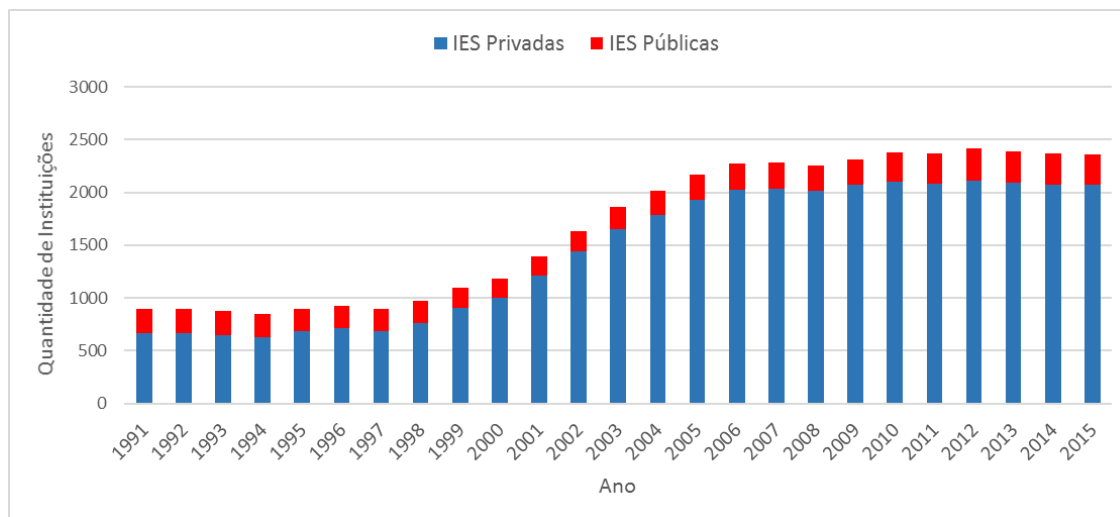


**Figura 2.3.** Evolução no número total de matrículas na graduação presencial por categoria administrativa de 1991 - 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

O número de instituições de ensino superior no Brasil também é marcado por um considerável crescimento entre os anos de 1998 e 2007. Nesse período, o total de instituições saltou de 973, das quais 764 (78,52%) eram privadas e 209 (21,48%)

públicas para 2.281 em 2007, das quais 2.032 (89,07%) eram privadas e 249 (10,92%) eram públicas. Em 2015, havia no Brasil 2364 instituições de ensino superior, das quais 87,5%, ou, 2.069 eram privadas e 12,5%, ou, 295 eram públicas. (Ver Figura 2.4).



**Figura 2.4.** Evolução no número de Instituições de Ensino Superior por categoria administrativa de 1991 a 2012.

Fonte: portal.inep.gov.br

O aumento no número de Instituições de Ensino Superior foi acompanhado pela elevação no número de funções docentes. Uma função docente é um vínculo de um professor a uma IES, isso significa dizer que um professor pode ter mais de uma função docente, desde que esteja vinculado a mais de uma instituição. Em instituições públicas, a maioria dos professores atua em regime de dedicação exclusiva, ou seja, nestes casos os professores possuem apenas uma função docente. Já no mercado privado de ensino superior, é comum que professores atuem em diferentes instituições, computando uma função docente para cada instituição a qual está vinculado.

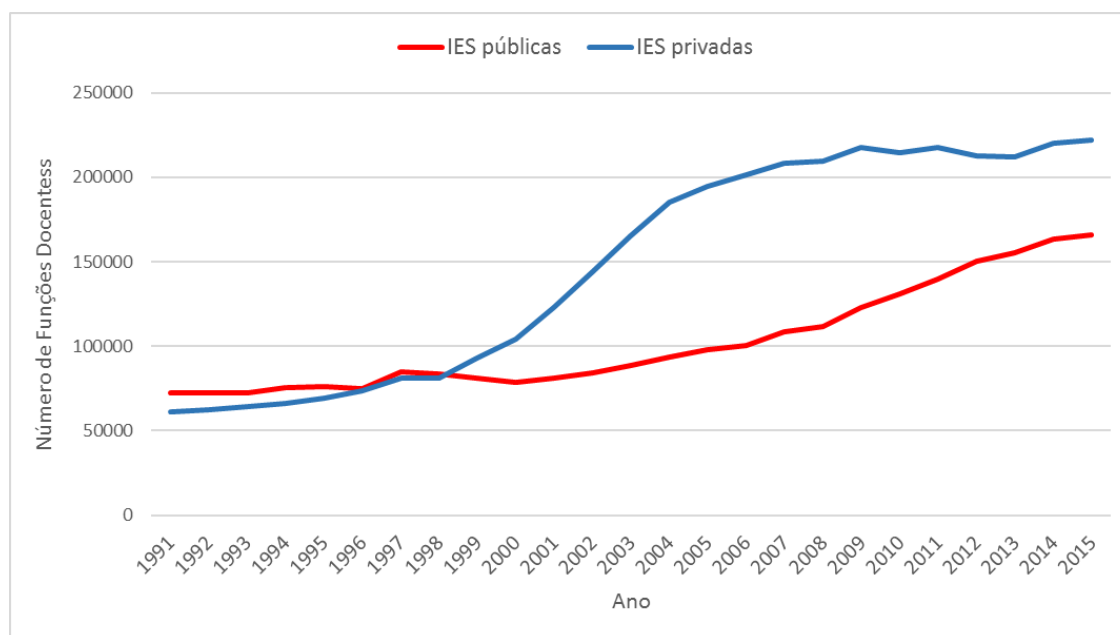
Em 1991 havia no Brasil 133.135 funções docentes das quais 86.377 (64,88%) possuíam titulação menor ou igual a especialização, 29.046 (21,82%) eram mestres e apenas 17.712 (13,30%) eram doutores. Desse total de funções docentes, 54,17% eram vinculadas a instituições públicas (72.123 funções docentes), enquanto 45,83% (61.012 funções docentes) eram vinculadas a instituições privadas.

Entre 1991 e 1998 o número de funções docentes cresceu suavemente, puxado, principalmente, pela pequena elevação no número de funções docentes exercidas por professores mestres e doutores. Em 1998 havia 165.122 funções docentes, número 24,03% maior que o número registrado em 1991. Dessas funções, 18,82%, ou, 31.073 eram exercidas por professores doutores, 27,54%, ou, 45.482 eram exercidas por pro-



fessores mestres e o restante (53,64%, ou 88.567 funções) por professores com titulação igual ou inferior a especialização. Das funções docentes verificadas em 1998, 50,71% eram vinculadas a instituições de ensino públicas e 49,29% eram vinculadas a instituições privadas. A Figura 2.5 mostra a evolução do total de funções docentes por tipo de IES entre os anos de 1991 e 2015.

A partir de 1999 o número de funções docentes em instituições privadas ultrapassou o número em instituições públicas. Seguindo o comportamento verificado na evolução do número de instituições privadas no país no mesmo período, entre os anos de 1998 e 2009 houve um considerável crescimento no número de funções docentes em instituições privadas. Esse número saltou de 81.384 funções docentes em 1998 para 217.840 em 2009, marcando um crescimento de 167,67%, enquanto que, nas instituições públicas, saiu de 83.738 funções docentes em 1998 para 122.977 em 2009, marcando um crescimento de 46,86%. Em 2009, 63,92% das funções docentes eram vinculadas a instituições privadas contra apenas 36,08% das funções vinculadas a instituições públicas. Esse número atingiu seu ápice em 2006, quando 66,65% das funções docentes eram exercidas em instituições privadas (ver Figura 2.5).

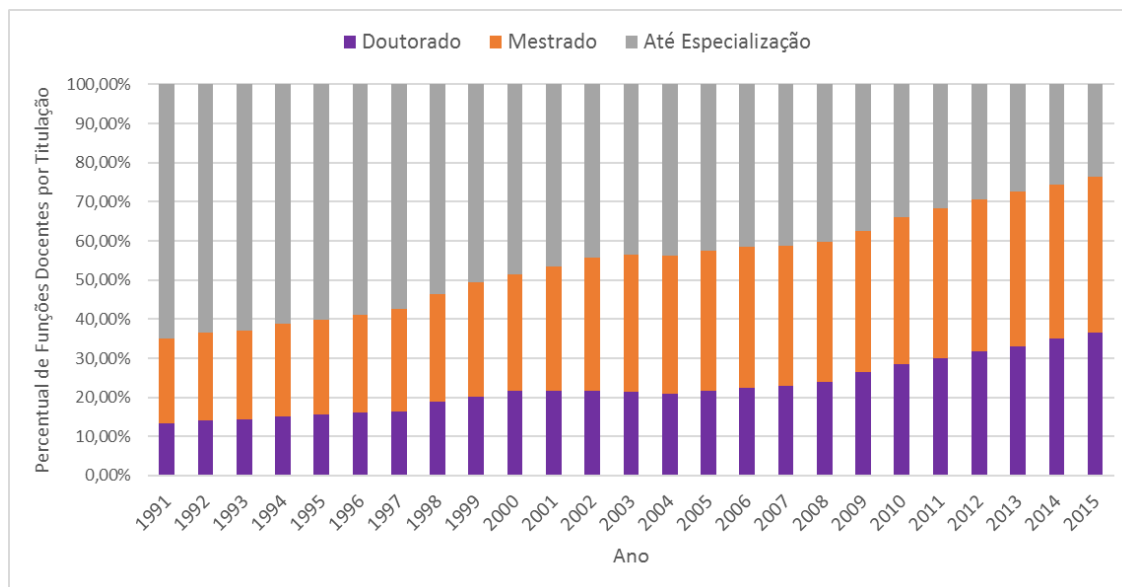


**Figura 2.5.** Evolução do total de funções docentes em exercício por tipo de IES de 1991 a 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

Entre os anos de 2009 e 2012 o crescimento no número total de funções docentes foi ocasionado, principalmente, pelo crescimento nas funções atribuídas a instituições públicas, pois, esse mesmo número em instituições privadas recuou suavemente. Em

2015 as funções docentes somavam 388.004 em todo o país, tanto em instituições públicas, como em privadas. Desse total, 42,7% foi verificado em instituições públicas e 57,3% em instituições privadas. Enquanto o total de funções em instituições públicas cresceu 34,8% em relação a 2009 e atingiu 165.722, em instituições privadas ele cresceu apenas 2% no mesmo período e chegou a 222.282.

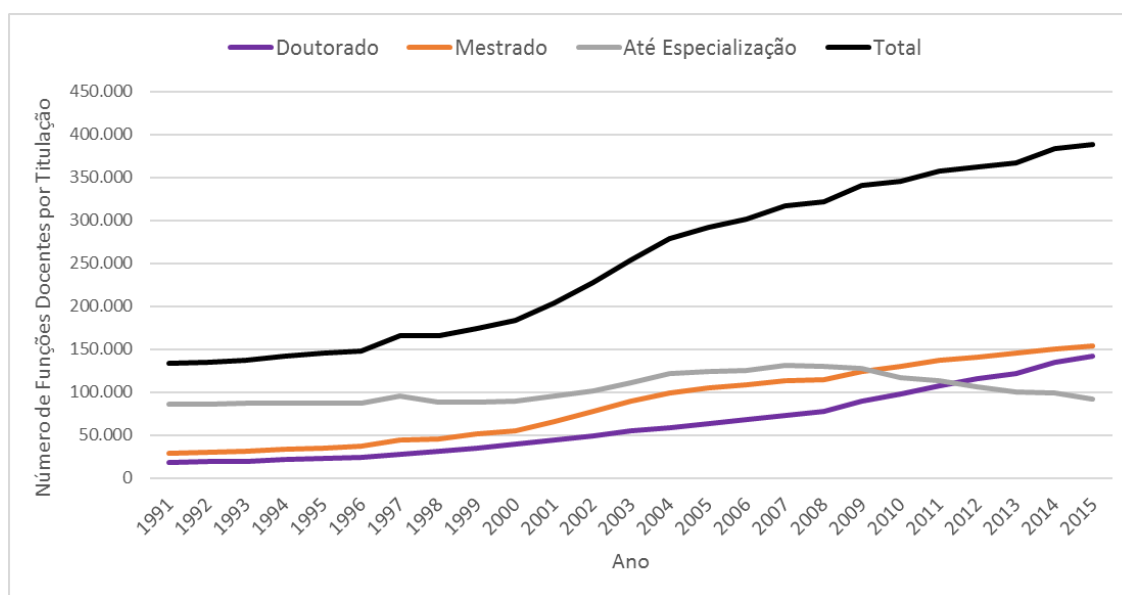


**Figura 2.6.** Composição do corpo docente por titulação de 1991 a 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

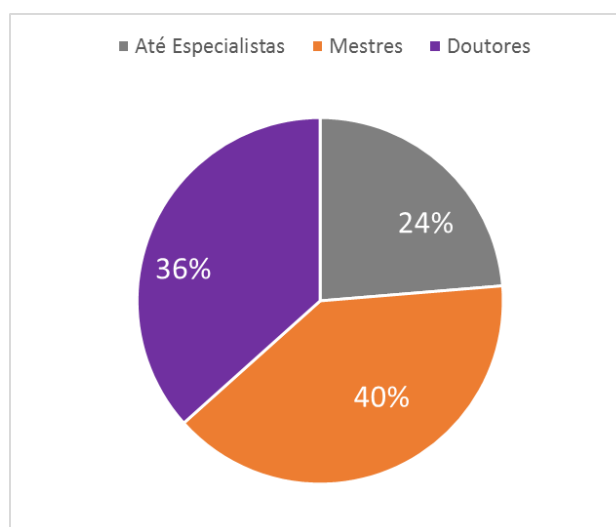
A proporção entre as titulações das funções docentes também mudou muito nos últimos anos. (Ver Figura 2.6). O percentual de funções docentes exercidas por professores com titulação igual ou menor que especialização vem caindo a cada ano. Esse percentual saiu de 64,88% em 1991 e reduziu até 23,69% em 2015. Embora o número de funções docentes realizadas por professores com titulação até especialista tenha crescido nesse período, esse crescimento foi inferior ao avanço no número de funções exercidas por mestres e doutores. O total de funções docentes atribuídas a doutores passou de 17.712 em 1991 para 142.078 em 2015, registrando um considerável crescimento de 702%. O número de funções docentes realizadas por professores mestres cresceu 430% nesse mesmo período e passou de 29.046 para 154.012 (ver Figura 2.7).

Em 2015, considerando todas as funções docentes em instituições públicas e privadas, havia 36% de doutores, 40% de mestres e 24% de professores com titulação máxima de especialista (ver Figura 2.8).



**Figura 2.7.** Evolução do Número de Funções Docentes em Exercício, por Grau de Formação de 1991 a 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

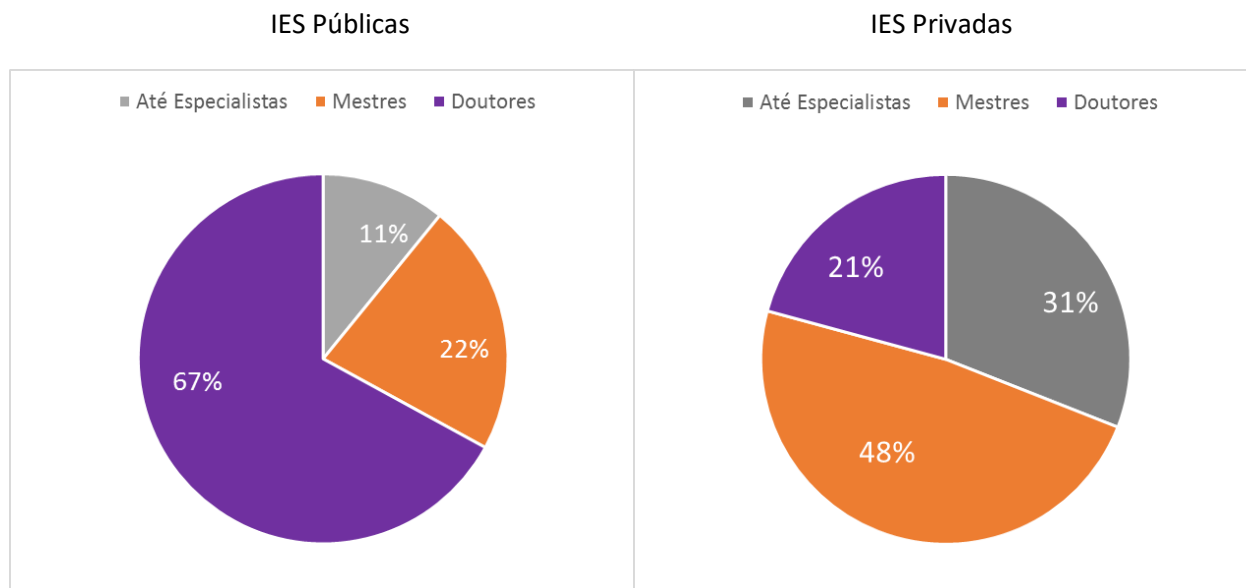


**Figura 2.8.** Composição percentual das funções conforme titulação em instituições públicas e privadas em 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

Entretanto, se analisamos a composição percentual das funções docentes conforme sua titulação nas instituições públicas e privadas separadamente, temos dois cenários bastante distintos. Em 2015, nas instituições públicas, 67% das funções docentes foram exercidas por doutores, 22% por mestres e 11% por professores com titulação máxima de especialistas. Nas instituições privadas, os doutores representaram 21% das funções

docentes, os mestres 48% e professores com titulação máxima de especialistas foram 31% (ver figura 2.9).

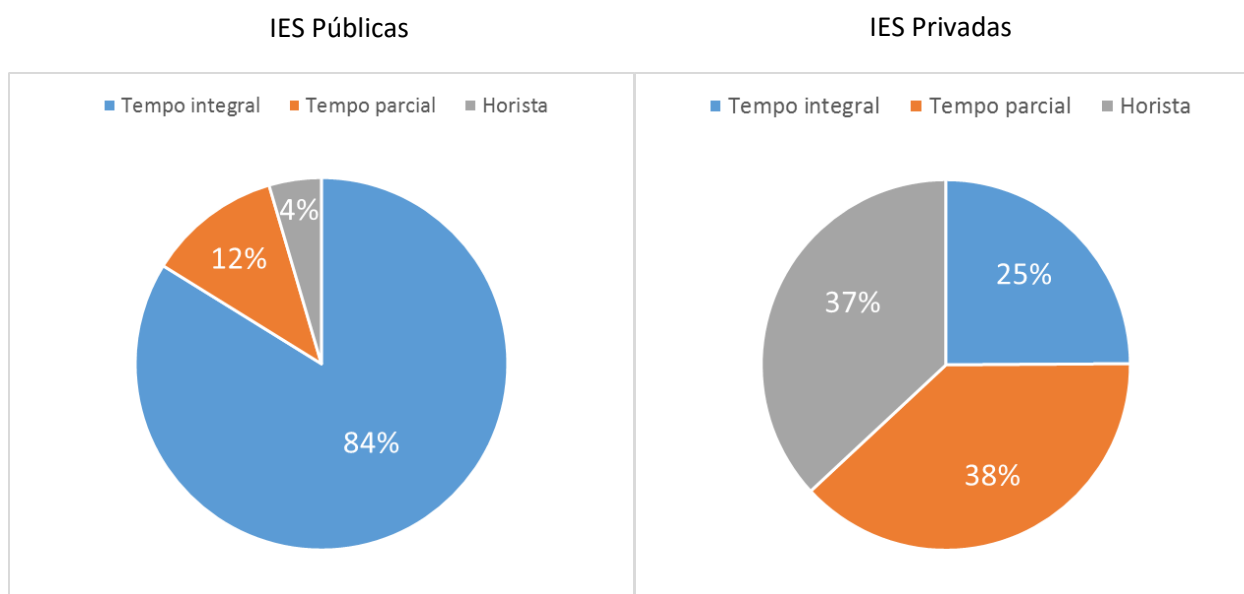


**Figura 2.9.** Composição percentual das funções conforme titulação em instituições públicas e privadas em 2015.

Fonte: portal.inep.gov.br

No que diz respeito ao regime de trabalho, considerando todas as funções docentes em instituições públicas e privadas em 2015, 50% das funções docentes tinham regime de trabalho de tempo integral, 27% tinham regime de tempo parcial e 23% trabalhavam como horistas. No caso do regime de trabalho também existe muita diferença entre as composições percentuais das funções docentes em instituições públicas e privadas. Conforme dados de 2015, na instituições públicas 84% das funções docentes trabalhavam em regime de tempo integral, 12% em regime de tempo parcial e apenas 4% como horistas. Nas instituições privadas, por sua vez, 25% das funções eram ocupadas por professores em tempo integral, 38% em tempo parcial e 37% por horistas (ver Figura 2.10).

Pela Figura 2.11 pode-se notar que, embora o número de funções docentes tenha crescido de maneira expressiva nos últimos anos, o crescimento no número de ingressantes no ensino superior e, conseqüentemente, no número de matrículas, fez aumentar a relação de matrículas por função docente. Essa é uma informação muito relevante, pois, indica, em média, quantas matrículas são atendidas por cada função docente. O aumento nesse fator também aponta para um possível aumento na complexidade do processo de indicação docente, uma vez que é possível que professores estejam assu-



**Figura 2.10.** Composição percentual das funções conforme regime de trabalho em instituições públicas e privadas em 2015.

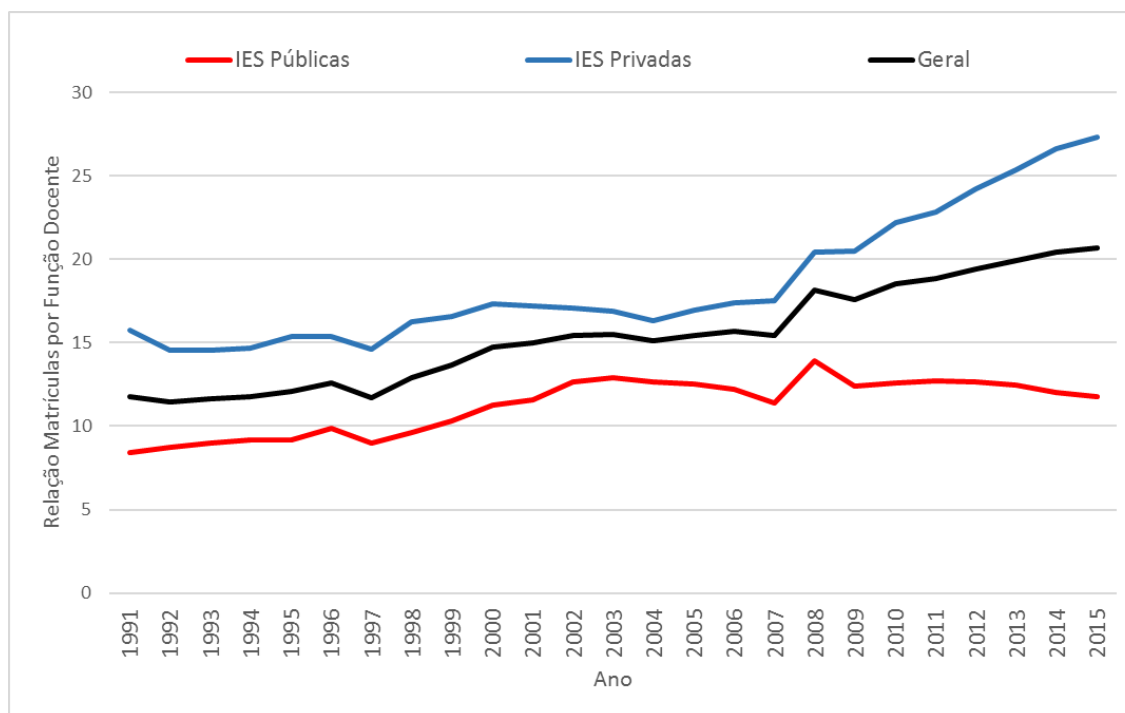
Fonte: portal.inep.gov.br

mindando um número maior de turmas, ou um número maior de funções docentes, ou ambos.

Essa relação sempre foi consideravelmente maior nas instituições privadas. Em 1991, de um modo geral (incluindo instituições públicas e privadas) a relação de matrículas por função docente era de 11,76. Considerando apenas as funções docentes em instituições públicas, a relação era de 8,40 funções docentes por matrícula e, considerando apenas as privadas era de 15,72 funções docentes por matrícula. Esses valores cresceram consideravelmente nos últimos anos até chegar em 20,69 matrículas por função docente em 2015 levando em conta as matrículas e funções docentes tanto de instituições públicas como de privadas. Em instituições públicas, a relação em 2012 foi de 11,77 matrículas por função docente e, em instituições privadas, foi de 27,33. (Ver Figura 2.11).

## 2.2 Indicadores de desempenho do Ministério da Educação

O INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, órgão associado ao Ministério da Educação (MEC), é responsável pelos critérios



**Figura 2.11.** Evolução da relação entre a matrículas e funções docentes entre 1991 e 2015 no Brasil.

Fonte: portal.inep.gov.br

de avaliação dos cursos superiores com o intuito de controlar a evolução da qualidade dos mesmos e das instituições de ensino superior. A avaliação dos cursos baseia-se na análise das características de ensino, principalmente as relacionadas ao corpo docente, infraestrutura, projeto pedagógico e ao desempenho dos graduandos no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes – ENADE.

Três índices são muito importantes: o conceito ENADE, o Conceito Preliminar de Curso (CPC) e o Índice Geral de Cursos (IGC). O conceito ENADE é calculado para cada curso de uma IES (em cada unidade) com base no desempenho dos alunos concluintes em uma prova. Ele é utilizado no cálculo do CPC, que também leva em consideração outros aspectos como o desenvolvimento discente, o corpo docente e a percepção dos alunos sobre as condições do processo formativo. O IGC, por sua vez, é calculado com base nos CPCs dos cursos da IES e nas notas de seus cursos de pós-graduação *stricto sensu*.

As notas do conceito ENADE, CPC e IGC podem variar entre 1 e 5 (numa escala discreta). Estas notas discretas, também denominadas de faixas, são obtidas através da conversão de notas contínuas que são calculadas utilizando notas padronizadas obtidas através do afastamento padronizado (ver Bussab & Morettin [2004]) e variam entre 0 e 5 numa escala contínua crescente de qualidade. O afastamento padronizado de

um determinado quesito  $x$  em determinado curso  $c$  (por exemplo, nota média nos componentes específicos do ENADE em um determinado curso) é calculado através da diferença entre o valor obtido nesse quesito pela IES e a média nacional, dividida pelo desvio padrão, conforme equação 2.1.

$$\alpha_c^x = \frac{X_c^x - \bar{X}_c^x}{\sigma_c^x} \quad (2.1)$$

em que:

$\alpha_c^x$  é o afastamento padronizado do quesito  $x$  no curso  $c$ ;

$X_c^x$  é o percentual do quesito  $x$  no curso  $c$ ;

$\bar{X}_c^x$  é a média dos percentuais do quesito  $x$  no curso  $c$  em nível nacional;

$\sigma_c^x$  é o desvio padrão do quesito  $x$  no curso  $c$  em nível nacional.

As notas padronizadas ( $\mathcal{N}_c^x$ ), por sua vez, são calculadas pela diferença entre o afastamento padronizado do quesito e o menor afastamento padronizado para aquele quesito em todo o país, dividida pela diferença entre o maior afastamento padronizado e o menor afastamento padronizado no país. Os afastamentos padronizados menores que -3,0 e maiores que 3,0 são desconsiderados (e as notas padronizadas, nestes casos, serão 0 e 5, respectivamente). O resultado desta divisão é multiplicado por 5 para se obter a nota padronizada (contínua), conforme equação 2.2.

$$\mathcal{N}_c^x = 5 \cdot \frac{\alpha_c^x - \underline{\alpha}_c^x}{\hat{\alpha}_c^x - \underline{\alpha}_c^x} \quad (2.2)$$

em que:

$\mathcal{N}_c^x$  é a nota padronizada do quesito  $x$  no curso  $c$ ;

$\alpha_c^x$  é o afastamento padronizado do quesito  $x$  no curso  $c$  (calculada conforme equação 2.1);

$\underline{\alpha}_c^x$  é o menor afastamento padronizado para o quesito  $x$  no curso  $c$  em nível nacional

$\hat{\alpha}_c^x$  é o maior afastamento padronizado para o quesito  $x$  no curso  $c$  em nível nacional.

A nota contínua ( $\mathcal{N}_c^x$ ) é então convertida em uma nota discreta (faixa) conforme Tabela 2.1.

**Tabela 2.1.** Tabela de conversão de notas contínuas para notas discretas (faixas)

| Faixa (Nota Discreta) | Nota Contínua                        |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 1                     | $0 \leq \mathcal{N}_c^x < 0.945$     |
| 2                     | $0.945 \leq \mathcal{N}_c^x < 1.945$ |
| 3                     | $1.945 \leq \mathcal{N}_c^x < 2.945$ |
| 4                     | $2.945 \leq \mathcal{N}_c^x < 3.945$ |
| 5                     | $3.945 \leq \mathcal{N}_c^x \leq 5$  |

### 2.2.1 Conceito ENADE

O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes - ENADE é parte do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes). Trata-se de um exame aplicado aos alunos concluintes dos cursos de graduação com objetivo de avaliar suas competências e habilidades frente aos conteúdos previstos nas diretrizes curriculares nacionais. Os cursos são agrupados por áreas e o desempenho de seus concluintes é avaliado a cada três anos. (Ver BRASIL [2014a]).

O conceito ENADE é calculado para cada curso de cada unidade de uma *IES* com base nos resultados dos seus alunos concluintes no ENADE. A nota padronizada contínua é calculada com base nas notas calculadas para o desempenho dos alunos nos itens de formação geral e componentes específicos. Estas notas são calculadas como notas padronizadas (equação 2.2) a partir dos respectivos afastamentos padronizados (equação 2.1). A nota padronizada contínua do ENADE de um curso é composta pela soma de 25% da nota padronizada obtida nos itens de formação geral da prova com 75% da nota padronizada obtida nos itens de conhecimentos específicos.

O conceito ENADE, por sua vez, é um indicador de qualidade expresso por uma nota discreta que varia entre 1 (pior nota) e 5 (melhor nota) através da conversão da nota padronizada contínua utilizando as faixas apresentadas na Tabela 2.1.

### 2.2.2 Conceito Preliminar de Curso - CPC

O conceito preliminar de curso, ou, simplesmente CPC, é o indicador de avaliação de qualidade dos cursos de graduação. Ele é calculado a cada três anos (no ano seguinte ao ano de realização do ENADE de cada curso com base nas informações obtidas no ciclo avaliativo) e leva em consideração três dimensões: desempenho dos estudantes, corpo docente e percepção discente sobre as condições do processo formativo. As três dimensões são subdivididas em métricas de qualidade que totalizam oito componentes no cálculo do CPC (Ver Figura 2.12).



| DIMENSÃO  | COMPONENTES  | PESOS |       |
|---|--|-------|-------|
| Desempenho dos Estudantes                                   | Nota dos Concluintes no Enade (NC)   | 20,0% | 55,0% |
|   | Nota do Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (NIDD)        | 35,0% |       |
| Corpo Docente   | Nota de Proporção de Mestres (NM)  | 7,5%  | 30,0% |
|   | Nota de Proporção de Doutores (ND)   | 15,0% |       |
|   | Nota de Regime de Trabalho (NR)  | 7,5%  |       |
| Percepção Discente sobre as Condições do Processo Formativo | Nota referente à organização didático-pedagógica (NO)                                  | 7,5%  | 15,0% |
|   | Nota referente à infraestrutura e instalações físicas (NF)                             | 5,0%  |       |
|   | Nota referente às oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional (NA) | 2,5%  |       |

**Figura 2.12.** Tabela da composição do CPC e pesos das suas dimensões e componentes - (BRASIL [2015a])

No cálculo do CPC são utilizadas notas padronizadas com valores entre 0 e 5 numa escala crescente de qualidade. O cálculo das notas padronizadas (conforme equação 2.2) é feito através do afastamento padronizado (conforme equação 2.1). Esse afastamento é obtido através da diferença entre o percentual de quesito para o curso em relação a média nacional daquele quesito (por exemplo: diferença entre a média de doutores no curso e a média nacional de doutores para aquele curso) dividido pelo desvio padrão do quesito em nível nacional.

A partir do afastamento padronizado e para que todas os cursos tenham notas entre 0 e 5, soma-se ao afastamento padronizado do curso para o quesito o valor absoluto do menor afastamento padronizado para aquele quesito em nível nacional (desconsiderando valores menores que -3,0, pois, são tidos como valores extremos). O resultado é então dividido pela soma do maior afastamento para o quesito em nível nacional (desconsiderando valores maiores 3,0, também considerados *outliers*) com o valor absoluto do menor afastamento padronizado também em nível nacional (desconsiderando

valores menores que -3,0), o resultado dessa divisão é então multiplicado por 5.

O CPC é expresso por uma nota discreta que varia entre 1 (pior nota) e 5 (melhor nota). Primeiramente, calcula-se uma nota contínua (*NCPC*) que depois é convertida no CPC (conforme Tabela 2.1). No cálculo dessa nota contínua, são utilizadas as notas padronizadas obtidas em cada um dos oito quesitos, subdivididos nas três dimensões do CPC: desempenho dos estudantes, que equivale a 55% do *NCPC*, corpo docente, que equivale a 30% do *NCPC* e percepção discente sobre as condições do processo formativo que equivale a 15% do *NCPC*. Os pesos dos oito quesitos avaliados em cada curso e a distribuição destes quesitos nas três dimensões são apresentados na Figura 2.12.

A nota dada à dimensão desempenho dos estudantes é composta por 20% da nota dos concluintes no ENADE e por 35% da nota do indicador de diferença entre os desempenhos observado e esperado.

A nota dada a dimensão percepção discente sobre as condições do processo formativo (ver BRASIL [2015a]) é composta por 7,5% da nota referente à organização didático-pedagógica, 5,0% a nota referente à infraestrutura e instalações físicas e 2,5% a nota referente às oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional.

A nota dada a dimensão corpo docente é composta por 15% da nota padronizada atribuída ao percentual de doutores, 7,5% da nota padronizada atribuída ao percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestres e doutores) e 7,5% da nota padronizada atribuída ao percentual de professores que atuam na instituição em regime de tempo integral ou parcial.

O regime de trabalho dos docentes de um curso também é considerado no cálculo do CPC. Segundo o MEC, a classificação do regime é feita da seguinte maneira:

- (i) Tempo Integral: quando o docente tem dedicação exclusiva à Instituição, sendo contratado com 40 horas semanais, sendo que, dessas, 20 horas devem ser dedicadas a estudos, pesquisas, trabalhos de extensão, planejamento pedagógico, avaliação e orientação de estudantes.
- (ii) Tempo Parcial: quando o docente atua em 12 ou mais horas semanais em uma mesma instituição, devendo reservar pelo menos 25% do tempo para estudos, planejamento pedagógico, avaliação e orientação de estudantes.
- (iii) Horista: quando o docente é contratado pela instituição estritamente para ministrar aulas, independentemente da carga horária contratada, ou casos que não possam ser classificados em nenhuma das categorias acima.

Assim, instituições que possuem um grande número de docentes doutores e com regime de trabalho em tempo integral ou parcial, tendem a apresentar notas maiores nesses quesitos e, conseqüentemente, podem ter as notas do CPC e do IGC aumentadas. (Ver BRASIL [2015b]).

Como este trabalho está focado no processo de indicação docente, consideraremos, para fins de interpretação e análise dos resultados em testes computacionais, a nota padronizada obtida na dimensão corpo docente do CPC. Esta nota será denominada  $\mathcal{B}$ .

Como os itens proporção de doutores, proporção de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e proporção de professores em regime de trabalho integral ou parcial correspondem a, respectivamente, 15%, 7,5% e 7,5% da nota do CPC, consideraremos que correspondem a 50%, 25% e 25% da dimensão docente do CPC ( $\mathcal{B}$ ).

Assim, diremos que a dimensão docente do CPC de um curso  $c$ , ou, simplesmente  $\mathcal{B}_c$  pode ser calculado pela equação:

$$\mathcal{B}_c = 0,25 * \mathcal{M}_c + 0,50 * \mathcal{D}_c + 0,25 * \mathcal{T}_c \quad (2.3)$$

em que:

$\mathcal{B}_c$  é conceito preliminar de curso do corpo docente do curso  $c$

$\mathcal{M}_c$  é a nota padronizada para o percentual de mestres e doutores do curso  $c$

$\mathcal{D}_c$  é a nota padronizada para o percentual de doutores do curso  $c$

$\mathcal{T}_c$  é a nota padronizada para o percentual de professores em regime integral e parcial do curso  $c$ .

## 2.2.3 Índice Geral de Cursos - IGC

### 2.2.3.1 Procedimento de cálculo do IGC

Um dos indicadores de qualidade mais importantes é o Índice Geral de Cursos – IGC, utilizado para avaliar as instituições de ensino superior. O IGC de uma instituição é calculado a partir da média dos últimos conceitos preliminares de cursos (CPC) ponderada pela proporção de alunos matriculados nesses cursos e da média dos conceitos de avaliação dos programas de pós-graduação *stricto sensu* também ponderada pelas proporções de alunos nesses cursos quando a IES possui programas de pós-graduação *stricto sensu*. (Ver BRASIL [2014b]). Esse índice refere-se ao último triênio e, no seu

cálculo, são utilizadas as informações dos cursos nos seus ciclos de avaliação. Assim, por exemplo, o IGC mais atual, divulgado pelo MEC em março de 2017, refere-se ao triênio: 2013, 2014 e 2015. O cálculo é feito com base nos CPCs e números de alunos matriculados nos respectivos anos de cálculo, pois, o CPC de um curso é atualizado a cada triênio.

A exemplo do Conceito ENADE e do CPC, o IGC também é uma medida de qualidade expressa por notas discretas (faixas) que variam de 1 (pior nota) até 5 (melhor nota). No seu cálculo são utilizadas as notas contínuas de CPC dos cursos de graduação envolvidos e os conceitos médios dos cursos de mestrado e doutorado, quando aplicável, para gerar uma nota contínua. A nota contínua depois é convertida em um valor discreto (conforme Tabela 2.1).

Tomando como exemplo a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, com base nos dados divulgados pelo MEC através do portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (<http://portal.inep.gov.br/>), a nota contínua do IGC relativo ao triênio 2013, 2014 e 2015 foi 4,2079 o que corresponde a um IGC faixa 5 (nota máxima).

Para se calcular o IGC utiliza-se o conceito médio dos cursos de graduação da instituição ( $G$ ), o conceito médio dos cursos de mestrado ( $M$ ) e o conceito médio dos cursos de doutorado ( $D$ ).

O conceito médio dos cursos de graduação é calculado através da média dos CPCs ponderada pela proporção de alunos em cada curso.

$$G = \sum_{c=1}^n CPC_c * \gamma_j \quad (2.4)$$

em que:

$G$  é o conceito médio dos cursos de graduação

$n$  é o número de cursos que possuem CPC

$CPC_c$  é a nota contínua do CPC do curso  $c$ ;

$\gamma_c$  é a proporção de alunos no curso  $c$  (total de alunos matriculados no curso  $c$  dividido pelo total de alunos matriculados em cursos de graduação com CPC).

Ainda com base nas informações da UFMG, no triênio de 2013, 2014 e 2015 foram avaliados 58 cursos de graduação, que obtiveram conceito médio  $G$  igual a 3,3889.

O conceito médio dos cursos de mestrado é calculado através da média dos conceitos CAPES destes cursos ponderada pela proporção de alunos nestes cursos (apenas cursos com conceito CAPES maior que 2 entram no cálculo).

$$M = \sum_{j=1}^m M_j * \theta_j \quad (2.5)$$

em que:

$M$  é o conceito médio dos cursos de mestrado

$m$  é o número de cursos de mestrado que possuem conceito CAPES maior que 2

$M_j$  é o conceito CAPES do curso de mestrado  $j$ , sendo que, cursos com conceito CAPES inferior a 3 são desconsiderados e cursos com conceitos maiores que 5 recebem 5 como nota ( $M = 5$ );

$\theta_j$  é a proporção de alunos no curso de mestrado  $j$  (total alunos matriculados no curso  $j$  dividido pelo total de alunos matriculados em cursos de mestrado com conceito CAPES maior que 2).

O conceito médio dos cursos de mestrado ( $M$ ) da UFMG foi igual a 4,8475.

O conceito médio dos cursos de doutorado é calculado através da média dos conceitos CAPES destes cursos ponderada pela proporção de alunos nestes cursos (apenas cursos com conceito CAPES maior que 2 entram no cálculo).

$$D = \sum_{j=1}^h D_j * \lambda_j \quad (2.6)$$

em que:

$D$  é o conceito médio dos cursos de doutorado

$h$  é o número de cursos de doutorado que possuem conceito CAPES maior que 2

$D_j$  é o conceito CAPES subtraída de 2 ( $D_j = CAPES_j - 2$ ) do curso de doutorado  $j$ , sendo que, cursos com conceito CAPES inferior a 3 são desconsiderados;

$\lambda_j$  é a proporção de alunos no curso de doutorado  $j$  (total de alunos matriculados no curso  $j$  dividido pelo total de alunos matriculados em cursos de doutorado com conceito CAPES maior que 2).

O conceito médio dos cursos de doutorado ( $D$ ) da UFMG foi igual a 4,9382.

Para calcular o IGC é necessário calcular o número de alunos matriculados em programas de mestrado e doutorado em termos de matriculados em cursos de graduação equivalentes. Basicamente, para o caso dos cursos de mestrado, cada aluno (mestrando)

matriculado em cursos com nota CAPES 3 equivale a 1 de graduação, cada aluno matriculado em um curso com nota CAPES 4 equivale a 2 alunos de graduação e cada aluno com nota CAPES 5 equivale a 3 alunos de graduação.

$$T_{msc} = \sum_{j=1}^m m_j * (M_j - 2) \quad (2.7)$$

em que:

$T_{msc}$  é número de mestrados em termos de matriculados em cursos de graduação equivalentes

$m$  é o número de cursos de mestrado com conceito CAPES maior que 2.

$m_j$  é o número de matriculados no curso de mestrado  $j$

$M_j$  é o conceito CAPES do curso de mestrado  $j$ , sendo que, cursos com conceito CAPES inferior a 3 são desconsiderados e cursos com conceitos maiores que 5 recebem 5 como nota ( $M = 5$ );

Analogamente, é necessário calcular o número de alunos matriculados em programas de doutorado em termos de alunos matriculados em cursos de graduação equivalentes. Cada aluno matriculado em cursos de doutorado com conceito 3 equivale a 1 aluno de graduação, em conceito 4 equivale a 2 alunos de graduação, em conceito 5 equivale a 3 alunos de graduação, em conceito 6 equivale a 4 alunos de graduação e em conceito 7 equivale a 5 alunos de graduação.

$$T_{doc} = \sum_{j=1}^h h_j * D_j \quad (2.8)$$

em que:

$T_{doc}$  é número de doutorandos em termos de matriculados em cursos de graduação equivalentes

$h$  é o número de cursos de doutorado com conceito CAPES maior que 2.

$m_j$  é o número de matriculados no curso de doutorado  $j$

$D_j$  é o conceito CAPES subtraída de 2 ( $D_j = CAPES_j - 2$ ) do curso de doutorado  $j$ , sendo que, cursos com conceito CAPES inferior a 3 são desconsiderados;

Com base nos valores de  $T_{msc}$ ,  $T_{doc}$  e  $T_{grad}$  (este último que é o total de alunos matriculados em cursos de graduação com CPC) é possível calcular a proporção de alunos na graduação ( $\alpha$ ) e a proporção de alunos no mestrado ( $\beta$ ).

$$\alpha = \frac{T_{grad}}{T_{grad} + T_{msc} + T_{doc}} \quad (2.9)$$

$$\beta = \frac{T_{msc}}{T_{msc} + T_{doc}} \quad (2.10)$$

No caso da UFMG, com base nos dados divulgados no último triênio temos que a proporções equivalentes de alunos nos cursos de graduação e mestrado são, respectivamente,  $\alpha = 0,4580$  e  $\beta = 0,2289$ .

O IGC, por sua vez, é calculado utilizando a proporção de alunos em cursos de graduação e a proporção de alunos em cursos de mestrado e os conceitos médios dos cursos de graduação, mestrado e doutorado.

$$IGC = \alpha * G + \frac{(1 - \alpha) * \beta}{2} * (M + 5) + \frac{(1 - \alpha) * (1 - \beta)}{3} * (D + 10) \quad (2.11)$$

em que:

$IGC$  é o Índice geral de cursos de uma IES

$\alpha$  é a proporção de alunos em cursos de graduação da IES

$G$  é o conceito medio obtido nos cursos de graduação da IES

$\beta$  é a proporção de alunos em cursos de mestrado da IES

$M$  é o conceito médio dos cursos de mestrado da IES

$D$  é o conceito medio dos cursos de doutorado da IES

Analogamente ao conceito preliminar de curso relativo a dimensão docente,  $\mathcal{B}$ , que é uma nota padronizada para o CPC considerando apenas os quesitos ligados ao corpo docente, é possível calcular a componente do IGC docente de uma instituição (que será dado por  $\mathcal{I}$ ) que diz respeito ao corpo docente e que será calculado com base nos valores de  $\mathcal{B}$  de cada curso. Como o estudo é voltado a alocação docente dos cursos de graduação e os testes computacionais foram conduzidos em um centro universitário

que não oferece cursos de pós-graduação *stricto sensu*, as parcelas do cálculo do IGC que se referem a estes cursos (ver equação 2.11), serão desconsideradas, ou seja, o  $\mathcal{B}$  será dado por  $G$ .

Além disso, o IGC é calculado anualmente, mas, corresponde ao último triênio. Sendo assim, apenas os CPCs e quantidades de alunos de cursos que estão em seu ciclo avaliativo são renovados na cálculo. Os valores dos CPCs e quantidades de alunos de cursos que não estão em ciclo de avaliação são mantidos com base nos últimos ciclos de avaliação. Isso significa dizer que, a alocação docente de um determinado ano tem impacto apenas nas notas do cursos que estão em ciclo avaliativo.

Assim, a parcela do IGC relativa ao corpo docente, ou, simplesmente,  $\mathcal{I}$  será calculada conforme a equação:

$$\mathcal{I} = \sum_{c \in CA} A_c * \mathcal{B}_c \quad (2.12)$$

em que:

$\mathcal{I}$  é o índice geral de cursos relativo ao corpo docente da IES

$CA$  é o conjunto de cursos avaliados no último triênio que possui dados divulgados

$A_c$  é a proporção de alunos no curso  $c$

$\mathcal{B}_c$  é o conceito preliminar de curso do corpo docente do curso  $c$

Com relação a indicação docente, temos que, dependendo de como os professores são alocados em cada curso, os CPCs podem mudar bem como o IGC da instituição. Com isso, pode ser possível obter ganhos de desempenho expressos pela elevação do IGC apenas fazendo a alocação dos professores de maneira mais assertiva (sem, necessariamente, alterar o corpo docente com contratações ou demissões). Como, geralmente, o problema é de grande porte, pois, as instituições de ensino podem ter centenas de turmas, professores e disciplinas, a criação de um modelo matemático pode auxiliar consideravelmente no processo de alocação dos professores.

### 2.2.3.2 Exemplo detalhado de cálculo do IGC

Para exemplificar de forma detalhada todas as etapas envolvidas no cálculo do IGC de uma IES, um exemplo numérico será apresentamos a seguir:

A Tabela 2.2 apresenta dados fictícios de uma instituição com 8 cursos de graduação. Os cursos de engenharia (Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Engenharia Química) foram avaliados com base nos dados de 2014. Os cursos de Administração,



**Tabela 2.2.** Tabela com exemplo de uma instituição de ensino com 8 cursos de graduação e os respectivos anos de referência do cálculo do CPC, número de alunos e nota contínua para o conceito preliminar de curso

| Ciclo Avaliativo | Curso                  | Matriculados | CPC Contínuo |
|------------------|------------------------|--------------|--------------|
| 2013             | Fisioterapia           | 250          | 1.98         |
| 2013             | Nutrição               | 100          | 2.45         |
| 2014             | Engenharia Civil       | 400          | 2.35         |
| 2014             | Engenharia de Produção | 300          | 3.97         |
| 2014             | Engenharia Química     | 250          | 1.65         |
| 2015             | Administração          | 350          | 2.75         |
| 2015             | Direito                | 300          | 3.25         |
| 2015             | Psicologia             | 150          | 3.45         |

Direito e Psicologia foram avaliados com base em dados de 2015 e os cursos de Fisioterapia e Nutrição foram avaliados com base em dados de 2013. Embora os cursos da área da saúde já tenham feito ENADE em 2016 e os dados relativos ao censo de 2016 possam ser diferentes, os CPCs (e demais dados) desses cursos só são atualizados quando os resultados são publicados, geralmente um ano após o ciclo de avaliação, embora os dados relativos ao ciclo avaliativo de 2015 tenham sido divulgados em março de 2017. No caso dos resultados relativos aos cursos da área da saúde, a previsão é que os dados sejam divulgados entre dezembro de 2017 e março de 2018. Assim, tanto para o cálculo do CPC como do IGC, são considerados os dados mais atuais do ciclo de avaliação dos cursos.

**Tabela 2.3.** Tabela com exemplo de uma instituição de ensino com 6 cursos de pós-graduação *stricto sensu* e os respectivos números de alunos e conceitos CAPES

| Curso       | Conceito CAPES | Matriculados |
|-------------|----------------|--------------|
| Mestrado 1  | 7              | 40           |
| Mestrado 2  | 6              | 50           |
| Mestrado 3  | 4              | 30           |
| Mestrado 4  | 2              | 25           |
| Doutorado 1 | 6              | 35           |
| Doutorado 2 | 4              | 20           |

Consideraremos que a instituição fictícia representada pela Tabela 2.2 tenha ainda 6 cursos de pós-graduação *stricto sensu*, sendo 4 mestrados e 2 doutorados conforme Tabela 2.3.

Com os dados disponíveis, é possível calcular o ICG da instituição.

**Tabela 2.4.** Proporção de alunos nos cursos de graduação ( $\gamma_j$ )

| Curso                  | Matriculados | CPC Contínuo | $\gamma_j$ |
|------------------------|--------------|--------------|------------|
| Engenharia Civil       | 400          | 2.35         | 0.19       |
| Engenharia de Produção | 300          | 3.97         | 0.14       |
| Engenharia Química     | 250          | 1.65         | 0.12       |
| Administração          | 350          | 2.75         | 0.17       |
| Direito                | 300          | 3.25         | 0.14       |
| Psicologia             | 150          | 3.45         | 0.07       |
| Fisioterapia           | 250          | 1.98         | 0.12       |
| Nutrição               | 100          | 2.45         | 0.05       |

O conceito médio dos cursos de graduação ( $G$ ), com base nos dados da tabela 2.4, é calculado como segue:

$$G = 2.35 * 0.19 + 3,97 * 0.14 + 1.65 * 0.12 + 2.75 * 0.17 + 3.25 * 0.14 + 3.45 * 0.07 + 1.98 * 0.12 + 2.45 * 0.05$$

$$G = 2.73$$

**Tabela 2.5.** Proporção de alunos nos cursos de mestrado ( $\theta_j$ ) e valores para  $M_j$ 

| Curso      | Conc. CAPES | Alunos | $M_j$ | $\theta_j$ |
|------------|-------------|--------|-------|------------|
| Mestrado 1 | 7           | 40     | 5.00  | 0.33       |
| Mestrado 2 | 6           | 50     | 5.00  | 0.42       |
| Mestrado 3 | 5           | 30     | 4.00  | 0.25       |
| Mestrado 4 | 2           | 25     | N/A   | N/A        |

O conceito médio do mestrado ( $M$ ), considerando os dados da tabela 2.5, é calculado sem considerar o curso Mestrado 4, pois, este curso possui nota menor que 3.

$$M = 5 * 0.33 + 5 + 0.42 + 4 * 0.25$$

$$M = 4.75$$

**Tabela 2.6.** Proporção de alunos nos cursos de mestrado ( $\lambda_j$ ) e valores para  $D_j$ 

| Curso       | Conc. CAPES | Alunos | $M_j$ | $\theta_j$ |
|-------------|-------------|--------|-------|------------|
| Doutorado 1 | 6           | 35     | 4.00  | 0.64       |
| Doutorado 2 | 4           | 20     | 2.00  | 0.36       |

O conceito médio do doutorado ( $D$ ) pode ser calculado com base nas informações da Tabela 2.6.

$$D = 4 * 0.64 + 2 + 0.36 \qquad D = 3.27$$

O número de mestrandos e doutorandos em termos de matriculados em cursos de graduação equivalentes ( $T_{grad}$  e  $T_{doc}$ , respectivamente) e as proporções de alunos em cursos de graduação e mestrado ( $\alpha$  e  $\beta$ , respectivamente) são calculados conforme segue:

$$T_{grad} = 400 + 300 + 250 + 350 + 300 + 150 + 250 + 100$$

$$T_{grad} = 2100$$

$$T_{msc} = 40 * (5 - 2) + 50 * (5 - 2) + 30 * (4 - 2)$$

$$T_{msc} = 330$$

$$T_{doc} = 35 * 4 + 20 * 2$$

$$T_{doc} = 180$$

$$\alpha = \frac{2100}{2100+330+180}$$

$$\alpha = 0.80$$

$$\beta = \frac{330}{330+180}$$

$$\beta = 0.65$$

Assim, com base nos dados, é possível calcular o IGC da IES conforme segue:

$$ICG = 0.80 * 2.73 + \frac{(1-0.80)*0.65}{2} * (4.75 + 5) + \frac{(1-0.80)*(1-0.65)}{3} * (3.27 + 10)$$

$$ICG = 3.13$$

Como o IGC é definido em uma escala de números inteiros com valores que variam entre 1 e 5, é possível, através da Tabela apresentada na Tabela 2.1, transformar a nota contínua para o  $IGC_{faixa}$  que, nesse caso, seria 4 ( $2.945 \leq ICG < 3.945$ ).

Assim, tanto o IGC como o CPC podem ser utilizados como critérios de escolha da instituição por estudantes e de escolha do profissional graduado, por parte do empregador. Ao apresentar bons índices de avaliação da qualidade, as instituições de ensino superior privadas podem atrair não somente um número maior de alunos, mas também investidores, aumentando a valorização das mesmas.

O IGC de instituições de ensino superior que não possuem programas de pós-graduação *stricto sensu* é dado pela média dos CPCs ponderada pelo total de alunos matriculados em cada curso ( $NCPC = G$ ).

Se voltarmos ao caso da instituição fictícia apresentada para cálculo do IGC e considerarmos que ela não possui cursos de pós-graduação *stricto sensu*, seu IGC contínuo seria 2.73 e o  $IGC_{faixa}$  seria 3 (ver Tabela 2.1)

No exemplo, quando forem divulgados os dados relativos ao ciclo avaliativo de 2016, apenas os cursos da área da saúde (que fizeram ENADE em 2016) terão seus dados atualizados para o cálculo do novo IGC, relativo ao triênio 2016, 2015 e 2014.

#### 2.2.4 Categorização das instituições e ensino superior

Existem três categorias de instituições de ensino superior: faculdades, centros universitários e universidades.

As faculdades são instituições de ensino superior que devem cumprir com menos exigências. Basicamente, é exigido que seu corpo docente seja composto por profissionais com, no mínimo, pós-graduação em programas *lato sensu*. Essas instituições não têm autonomia para abrir novos cursos, tendo que cumprir com um procedimento de autorização do MEC que, nesses casos, inclui uma visita *in loco*.

Os centros universitários, por sua vez, têm autonomia para abrir novos cursos de graduação. Assim como no caso das faculdades, os requisitos que qualificam uma IES como centro universitário, estão centrados no seu corpo docente. Para ser enquadrado como centro universitário é necessário que seu corpo docente seja composto por profissionais com, no mínimo, pós-graduação em programas *lato sensu*, mas, também é necessário ter, pelo menos, um terço dos professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu*, ou seja, mestres e doutores. Além disso, pelo menos um quinto dos professores devem ser contratados em regime integral.

As universidades, assim como os centros universitários, tem autonomia para abrir novos cursos de graduação. Elas precisam cumprir com as mesmas exigências dos centros universitários apenas com diferença no percentual mínimo de professores contratados em regime integral que, nesse caso, é de um terço. Além disso, as universidades precisam ter, pelo menos, quatro programas de pós-graduação *stricto sensu* sendo que, pelo menos um deles, deve ser de doutorado.

# Capítulo 3

## O problema de alocação de professores

### 3.1 *Universtity Course Timetabling Problem*

Problemas de *timetabling* são caracterizados pela busca de uma solução para a realização de um conjunto de eventos, em intervalos de tempos utilizando recursos (Babaei et al. [2015] e Werra [1985]). Inicialmente, os problemas de *timetabling* foram estudados para auxiliar na construção de horários semanais de aulas no contexto escolar. Segundo Dempster et al. [1975] o processo de criação desses horários é composto por duas fases: inicialmente são definidas as disciplinas para cada turma ou grupo de alunos e quais os recursos necessários, em seguida é feita a alocação dos recursos às turmas (ou grupos de alunos) seguindo um conjunto de restrições.

O *University Course Timetabling Problem* - *UCTP* é um tipo específico de problema de *timetabling* frequentemente encontrado em instituições de ensino superior do Brasil e do mundo quando, para um conjunto pré-definido de turmas, é preciso definir quem será o professor (dentre um grupo também pré-definido), em qual sala aquela turma será alocada (de acordo com a disponibilidade de infraestrutura da instituição) e em qual horário a aula ocorrerá. Segundo Babaei et al. [2015] esse problema foi descrito pela primeira vez por Gotlib [1963] e, posteriormente, foi resolvido através de coloração de grafos por Welsh & Powell [1967].

O *UCTP* vem sendo estudado na literatura (ver trabalhos de Werra [1985], Hulteberg & Cardoso [1997], Gunawan et al. [2007], Fong et al. [2014], Soria-Alcaraz et al. [2014], Babaei et al. [2015], Landa-Silva & Obit [2008], Santos et al. [2012] e Fonseca

et al. [2016]) com abordagens adaptadas às particularidades da IES em questão.

O objetivo principal do *UCTP* é alocar um conjunto de aulas em janelas de tempo e salas pré-definidas. As aulas tem características específicas como volumes de alunos, professores possíveis e demandas de infraestrutura (laboratórios, auditórios e etc.) (Babaei et al. [2015]). Sua implementação em situações reais pode ser muito dispendiosa, pois, geralmente o volume de aulas, salas e professores é elevado.

Werra [1985] apresenta modelos voltados a solução de problemas de *timetabling* com ênfase para abordagens baseadas em grafos. Ele subdividiu os modelos orientados a tratar problemas de *timetabling* de dois tipos: problemas *class-teacher* e problemas *course scheduling*. Problemas *class-teacher* ou, simplesmente, problemas de alocação de professores consistem em atribuir, para cada turma, um professor de acordo com as disciplinas e formação dos professores. Os problemas *course scheduling* consistem em elaborar uma grade semanal de horários para cada turma de forma que nenhum aluno (ou professor) precise estar presente em mais de uma aula em um mesmo momento.

Santos et al. [2012] propuseram a aplicação de geração de colunas e cortes para a obtenção de *bounds* de boa qualidade. Os autores apresentam duas formulações, uma compacta e uma estendida. A formulação estendida, embora apresente melhores *gaps* de relaxação linear, possui um número extenso de variáveis o que pode tornar sua aplicação direta intratável. Os experimentos computacionais foram realizados em instâncias de teste cujos números de professores variavam entre 8 e 33 e os números de turmas entre 3 e 20. Os resultados com a aplicação do algoritmo de geração de colunas e de cortes apontaram para a obtenção de *lower bounds* de boa qualidade em tempo computacional aceitável.

Babaei et al. [2015] em seu trabalho, definem que, das várias abordagens possíveis para o tratamento do *UCTP*, aquelas baseadas métodos exatos, através de programação linear inteira mista (as quais, por curiosidade, os autores se referem como métodos de pesquisa operacional) não apresentam boa eficiência para instâncias de grande porte, embora sejam de implementação mais trivial. Isto ocorre porque o problema é do tipo *NP-hard* e o tempo demandado para resolvê-lo cresce exponencialmente com o aumento do número de alunos, cursos e turmas. Ainda segundo os autores, as técnicas híbridas que combinam metaheurísticas podem ser mais efetivas no tratamento do problema, mas, não podem ser tidas como as melhores sempre, pois, sua eficiência depende das características dos conjuntos de dados.

Fonseca et al. [2016] apresentam um *solver* baseado em um método híbrido de busca local desenvolvido pelo *GOAL - Group of Optimization and Algorithms*, grupo de pesquisa do Departamento de Computação da Universidade Federal de Ouro Preto. O algoritmo utilizado combina uma metaheurística baseada em *Simulated Annealing*

e *Iterated Local Search* e foi o ganhador da Terceira Competição Internacional de Timetabling (*Third International Timetabling Competition - ITC*) em 2011 produzindo os melhores resultados já conhecidos para todas as instâncias. Segundo os autores, o sucesso do *solver* se deve, principalmente, a três fatores: a rapidez na geração da solução inicial, a diversidade dos movimentos de busca local que permite ampla exploração do espaço de viabilidade e a aplicação controlada dos movimentos de busca na implementação dos algoritmos de *Simulated Annealing* e *Iterated Local Search*.

Landa-Silva & Obit [2008] limitaram a definição *UCTP* ao processo de alocar um conjunto de turmas a um número restrito de salas em determinados intervalos de tempo (horários). Esse processo também é conhecido na literatura como o problema de alocação de salas de aula, ou, *classroom assignment* (ver de Andrade et al. [2013]). Os autores propuseram a utilização de um algoritmo não linear do grande dilúvio (*non-linear great deluge*) proposto originalmente por Dueck [1993] e cuja abordagem é muito similar ao *simulated annealing* (Arts & Korts [1998]). Os resultados obtidos com a abordagem não linear do algoritmo do grande dilúvio foram consideravelmente melhores que os resultados obtidos pela abordagem linear (proposta para esse fim por Burke et al. [2003]).

O problema de alocação de professores (*PAP*) ou *Teacher Assignment Problem - TAP*, como pode ser encontrado na literatura, é um sub-problema do *UCTP*, pois, consiste em definir, segundo um conjunto de critérios, quais professores assumirão quais turmas. Nesse tipo específico de problema, a atribuição dos espaços acadêmicos (criação dos mapas de salas) e a definição dos horários de aula não são tratados. A cada período letivo, de acordo com as turmas que serão ofertadas e com o corpo docente da instituição, um novo cenário é criado e o problema precisa ser resolvido.

O *PAP* é apenas uma das etapas envolvidas no planejamento acadêmico sendo um subproblema do *University Course Timetabling Problem - UCTP*.

Gunawan et al. [2007] dividiram o *UCTP* em cinco subproblemas distintos: alocação de professores, planejamento de turmas, horário de turmas e professores, planejamento de estudantes e alocação de salas de aulas. Em seu trabalho eles trataram os problemas de alocação de professores e planejamento de turmas simultaneamente através de um algoritmo híbrido. Eles propuseram um modelo matemático de programação inteira mista cujo objetivo é maximizar uma função de preferências dividida em duas parcelas de mesmo peso: as preferências de alocar cada professor a cada turma e as preferências de alocar cada turma em um determinado horário de um determinado dia da semana. Seu algoritmo híbrido combina o modelo de programação inteira mista com uma heurística gulosa e um algoritmo de *simulated annealing* (ver Arts & Korts [1998]) e é dividido em três fases: pré-processamento, construção e melhoria. Os ex-

perimentos computacionais foram realizados com instâncias com total de professores variando entre 10 e 30 e o número de turmas entre 20 e 60. Os resultados apontaram para a capacidade do algoritmo híbrido em resolver instâncias maiores com custo computacional aceitável, uma limitação do modelo de programação inteira mista.

Hulteberg & Cardoso [1997] trataram o problema de alocação de professores como um caso particular do problema de transporte com custos fixos. A partir de um modelo de programação inteira mista cujo objetivo é minimizar a média de turmas atribuídas a cada professor, eles propuseram um algoritmo exato de *branch and bound* baseado nas analogias com o problema do transporte com custos fixos. Em seus experimentos os resultados do algoritmo exato foram comparados com desempenho do CPLEX para instâncias com número de turmas variando entre 5 e 16 e o número de professores entre 4 e 24. O algoritmo proposto resolveu todas as instâncias em menos de meio segundo enquanto o CPLEX com configurações padrão e árvore de memória limitada a 10 megabytes levou, em média, 385 segundos. Apenas a instância com 5 turmas e 4 professores foi resolvida com resultado ótimo pelo CPLEX (em 0,3 segundos) enquanto que, em todas as outras, o limite de memória foi alcançada obrigando-o a abortar a solução do problema apenas com uma solução inteira viável. Dos 10 testes realizados, as soluções obtidas pelo algoritmo exato tiveram melhor valor de função objetivo em 8 quando comparadas ao CPLEX.

de la Torre et al. [2016] em seu trabalho propoem um modelo de programação linear inteira mista para o tratamento do problema de alocação de professores em universidades públicas. Sua formulação é genérica e, portanto, pode ser utilizada para o tratamento do problemas de alocação de professores em instituições com diferentes características a partir de pequenas adequações no modelo. O modelo proposto visa minimizar os custos associados a alocação docente para o longo prazo considerando restrições associadas ao nível de serviço e as preferências relacionadas à composição do corpo docente.

O problema de alocação de professores também foi tratado por Domenech & Lusa [2016]. Em seu trabalho os autores apresentam uma formulação por programação linear inteira mista para o problema com foco em balancear a carga horária lecionada pelos professores e maximizar a alocação conforme as preferências dos próprios professores.

Neste trabalho, tratamos o problema de alocação de professores (*PAP*), que se destina a resolver uma parte das decisões abordadas no *UCTP*. Como a alocação de professores tem impacto direto nos critérios avaliativos do MEC, o objetivo principal é definir quais professores assumirão cada turma com foco em melhorar o Índice Geral de Cursos (IGC) da IES. A definição dos espaços acadêmicos (salas laboratórios e etc.) e a criação dos horários de aula não serão abordados, pois, são problemas posteriores



a alocação dos professores cujo principal objetivo é viabilizar sua implantação não gerando ganhos ou perdas frente aos indicadores de qualidade do MEC. Segundo o exame da literatura realizado, não há registros de outros autores tratando o problema de alocação de professores com foco em ganhos de desempenho frente aos critérios avaliativos de qualidade. Com relação aos trabalhos de de la Torre et al. [2016] e Domenech & Lusa [2016] que, com base no exame de literatura, mais se assemelham a este trabalho, a principal diferença é que ambos não realizam a alocação de professores com foco em aumentar o desempenho frente a indicadores de qualidade formais. No caso do trabalho de Domenech & Lusa [2016], os autores abordam alocação de professores em apenas um curso objetivando balancear a carga horária docente e maximizar as preferências de cada professor. Os experimentos computacionais apresentaram bom desempenho para instâncias com até 40 professores e 120 turmas. No caso do trabalho de de la Torre et al. [2016], o regime de trabalho dos professores e seu respectivo custo são os critérios de otimização do modelo de programação linear inteira mista. Os autores não levam em consideração a titulação do corpo docente e abordam o problema considerando um horizonte de planejamento de longo prazo.

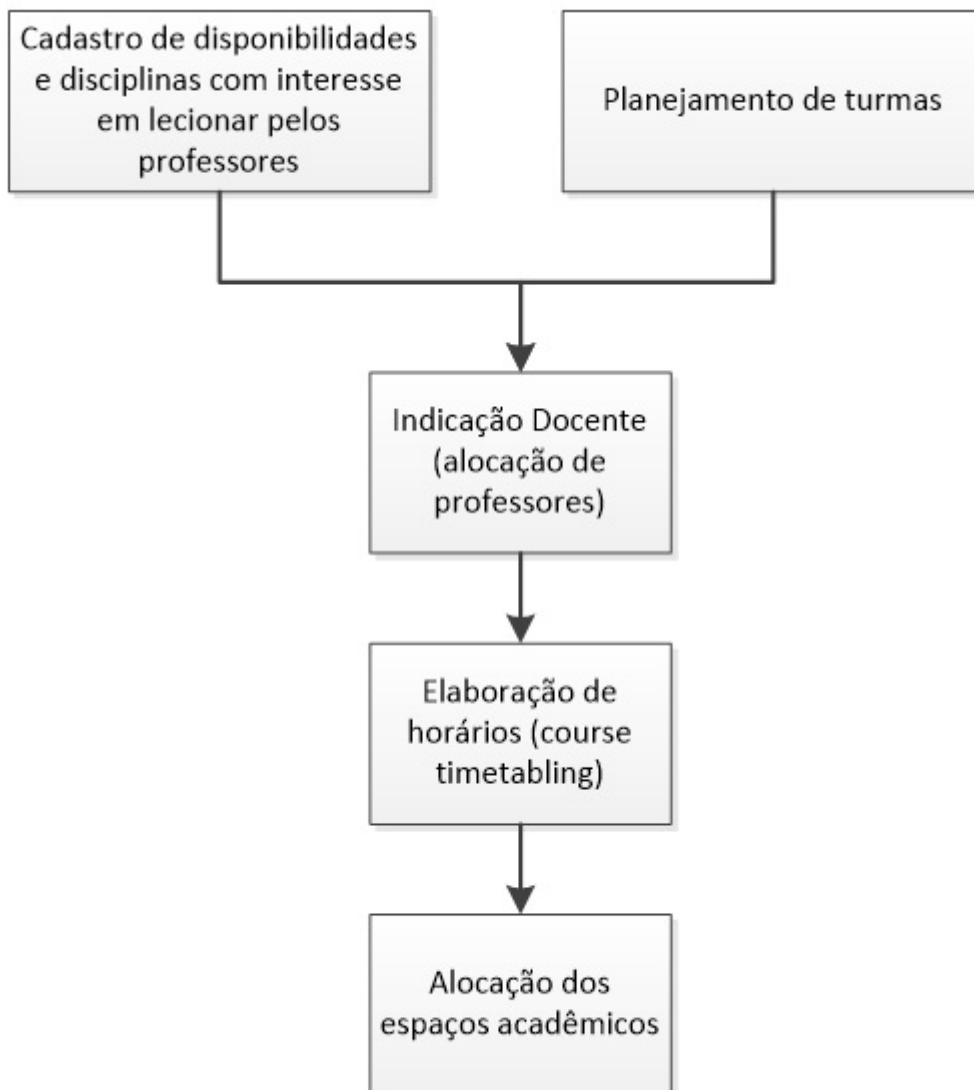
## 3.2 Planejamento acadêmico na IES estudada

O planejamento acadêmico é o conjunto de atividades necessárias para que, a cada semestre letivo, as turmas necessárias sejam ofertadas, com professores adequados alocados, em espaços acadêmicos corretos e em horários viáveis.

O fluxo das atividades envolvidas no planejamento acadêmico pode variar consideravelmente entre instituições de ensino diferentes, principalmente em função do seu porte, categoria administrativa e etc. Na Figura 3.1 são apresentadas algumas das principais atividades envolvidas no planejamento acadêmico de uma instituição de ensino superior privada.

### 3.2.1 Cadastro de disponibilidades e disciplinas

Antes que a indicação docente ocorra, a cada período letivo, os professores precisam cadastrar sua disponibilidade para assumir turmas na IES. Os professores precisam informar a carga horária semanal disponível em cada turno e a carga horária semanal máxima que estão dispostos a assumir no próximo período letivo. Nessa etapa, o professor indica também, dentre as disciplinas ofertadas na IES, aquelas que está apto e tem interesse em ministrar.



**Figura 3.1.** Fluxograma das principais atividades envolvidas no processo de planejamento acadêmico que ocorre a cada período letivo

O cadastro de disponibilidade é muito importante, pois, define as capacidades de cada professor e termos da quantidade de turmas que poderão assumir no próximos semestres.

### 3.2.2 Planejamento de turmas

Basicamente, para que a alocação de professores aconteça, é preciso realizar o planejamento das turmas que serão ofertadas. Esse planejamento pode variar muito entre instituições de ensino diferentes de acordo com suas estratégias de operação e

com os projetos pedagógicos de seus cursos.

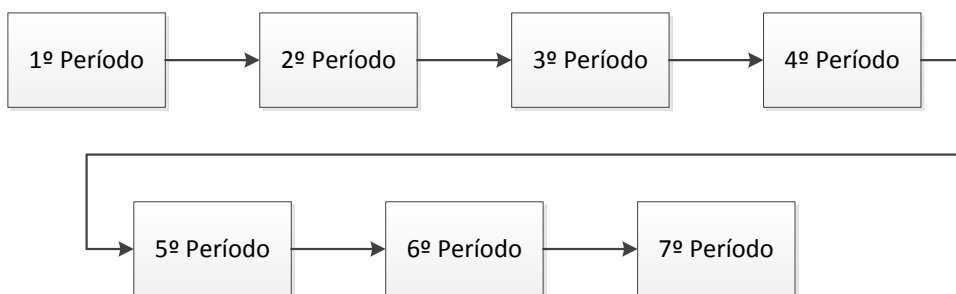
Em cursos superiores que possuem estrutura curricular seriada, o aluno cursa períodos consecutivos (primeiro, segundo, terceiro, etc...). Nessa estrutura é possível que existam pré-requisitos entre dois períodos consecutivos e o aluno precisa cursá-los em ordem, o que simplifica o planejamento das turmas, pois, se existe uma turma de um curso de graduação cursando as disciplinas do primeiro período, certamente, no próximo período letivo, haverá uma turma (composta pelos alunos aprovados nas disciplinas do período anterior) cursando o segundo período daquele curso.

Por outro lado, existem cursos que optam por uma estrutura curricular modular. Nesses casos o aluno cursa ciclos consecutivos, mas, cada ciclo está composto por um ou mais módulos. Podem existir pré-requisitos entre os ciclos, o que obriga aos alunos que apenas avancem de ciclo tendo cursado todos os módulos de um ciclo anterior. Nessa estrutura não existem pré-requisitos entre os módulos que compõem um mesmo ciclo, o que permite aos alunos cursá-los em qualquer ordem. Dessa forma, dependendo de como a árvore curricular está desenhada, uma mesma turma de alunos pode ter várias opções de disciplinas para se matricular.

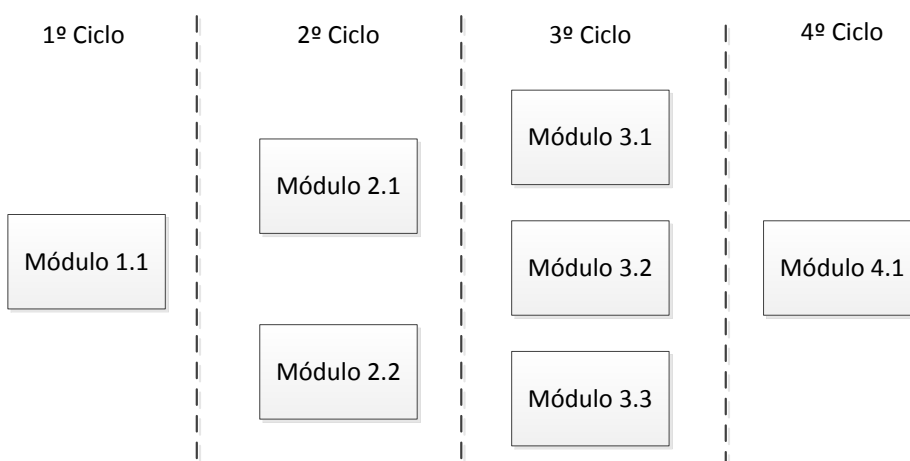
A Figura 3.2 ilustra as estruturas curriculares. A primeira é uma estrutura seriada composta por sete períodos letivos (sete semestres, por exemplo). Um aluno que estuda em um curso com uma estrutura desse tipo, deverá cursar os períodos exatamente na ordem como estão apresentados, ou seja, ele começa seu curso obrigatoriamente pelo primeiro período, em seguida deve cursar o segundo período, depois o terceiro e assim sucessivamente até finalizar o sétimo e se formar. Nesse caso, se considerarmos um cenário em que o curso já esteja integralizado (tenha turmas em todos os seus períodos) e tenha entradas de alunos em todos os períodos letivos, é fácil imaginar que o planejamento de turmas (para esse curso) será a oferta de, pelo menos, uma turma para cada disciplina de cada período.

A segunda estrutura apresentada na Figura 3.2 ilustra uma estrutura curricular modular com quatro ciclos e sete módulos. Nesse caso, como o primeiro ciclo possui apenas um módulo, os alunos entrantes deverão, obrigatoriamente cursá-lo em seu primeiro semestre letivo. O segundo ciclo, por sua vez, possui dois módulos, nesse caso, o aluno pode, sem nenhuma perda acadêmica, cursar o módulo 2.1 e depois o módulo 2.2 ou o contrário, cursar o módulo 2.2 e depois o módulo 2.1. O terceiro ciclo possui três módulos. Da mesma forma, o aluno pode cursá-los em qualquer ordem, desde que tenha cursado todos os módulos do ciclo anterior (segundo ciclo). O quarto ciclo, nessa estrutura, possui apenas um módulo que apenas pode ser cursado pelo aluno depois que tenha cursado todos os módulos do ciclo anterior. O planejamento de turmas, nesse caso, é mais complexo, pois, ainda que o curso esteja integralizado e

Exemplo de Estrutura Curricular Seriada:



Exemplo de Estrutura Curricular Modular:



**Figura 3.2.** Exemplos de estruturas curriculares seriada e modular.

tenha entrada de alunos ingressantes em todos os períodos letivos, não necessariamente, todos os módulos deverão ser ofertados. Nesse caso, o módulo 1.1 deverá ser ofertado em todos os períodos letivos para receber os alunos entrantes. No segundo ciclo, o módulo 2.1 pode receber alunos provenientes do primeiro ciclo e também do módulo 2.2 (alunos que já cursaram o primeiro ciclo e, em seguida, cursaram o módulo 2.2). Caso existam alunos desses dois tipos, o módulo 2.1 deverá, obrigatoriamente, ser ofertado, caso contrário a sua oferta é facultativa. Esse raciocínio se aplica para todos os módulos pertencentes a ciclos com mais de um módulo. No terceiro ciclo, por exemplo, existem três módulos. Nesse caso, o módulo 3.1 pode receber alunos que acabaram de finalizar o segundo ciclo, alunos que já finalizaram o segundo ciclo e cursaram também o módulo 3.2, alunos que finalizaram o segundo ciclo e cursaram também 3.3 e alunos que finalizaram o segundo ciclo e cursaram os módulos 3.2 e

3.3. Caso existam alunos em todas as quatro situações descritas, o módulo 3.1 deverá ser ofertado, caso contrário, sua oferta também será facultativa. No caso do quarto ciclo, como existe apenas um módulo e considerando que ocorrem entradas em todos os semestres letivos (e que existem alunos aptos a cursá-lo, ou seja, regulares) a oferta de turmas com as disciplinas desse módulo é obrigatória a cada período letivo.

É comum que em uma mesma instituição existam cursos com estruturas curriculares seriadas e modulares. Assim, o planejamento de turmas pode se tornar uma atividade bastante complexa de acordo com o volume de alunos e de cursos envolvidos. Ocorre ainda que, como cursos distintos podem ter disciplinas iguais, em alguns casos, uma turma é prevista para atender a alunos de mais de um curso. Por outro lado, em alguns casos, são necessárias algumas turmas para atender a demanda de alunos de um determinado curso por uma determinada disciplina.

O resultado do planejamento é uma lista de turmas que precisam receber a indicação docente. Cada turma é vinculada a um curso de graduação e possui uma disciplina. Assim o número de turmas é sempre maior ou igual ao número de disciplinas. A carga horária semanal de cada turma é definida pela carga horária da disciplina atribuída a ela.

### **3.2.3 Indicação docente - Alocação de Professores**

De posse das informações acerca da disponibilidade de cada professor, das disciplinas que ele está apto a ministrar e do planejamento de turmas, cabe ao gestor acadêmico fazer a indicação docente. A indicação consiste em atribuir um professor para cada turma respeitando sua carga horária semanal (total e por turno) e sua aptidão em ministrar a disciplina correspondente. Esse trabalho, geralmente, é executado pelo coordenador de curso que o executa com foco em obter o melhor resultado para o seu próprio curso. Em outras palavras, dificilmente os coordenadores de cursos serão capazes de tomar decisões com foco no ganho global da instituição. Isso porque, de acordo com a quantidade de turmas, professores e cursos envolvidos no processo de indicação docente o problema pode se tornar altamente complexo.

O objetivo deste trabalho é criar um método capaz de resolver o problema de indicação docente com foco em ganhos de desempenho para a IES de uma maneira global trazendo melhorias em um dos indicadores de qualidade mais importantes das instituições de ensino superior que é o ICG. Além disso, este método pode auxiliar no trabalho dos coordenadores de curso, geralmente os responsáveis pela indicação docente. Trabalho este que pode ser muito dispendioso dependendo do volume de turmas e professores do curso.

### 3.2.4 Elaboração do horário

O horário é elaborado com base nas disponibilidades de carga horária de cada professor em cada dia da semana e em cada turno. Assim, as turmas precisam ser alocadas em intervalos de tempos (horários) de maneira a respeitar as disponibilidades cadastradas de cada professor. Em alguns casos, a solução obtida durante o processo de indicação docente pode não possibilitar uma solução viável durante a elaboração de horários. Nesse caso, é preciso ajustar a alocação docente de maneira a permitir a elaboração dos horários.

Durante a elaboração dos horários alguns aspectos legais também precisam ser observados, como, por exemplo, o deslocamento e a interjornada. O deslocamento é proibido e ocorre quando um mesmo professor possui turmas alocadas em um mesmo turno de um mesmo dia da semana em unidades diferentes (de uma mesma IES) e precisa se locomover entre elas no intervalo. A interjornada, que também é proibida, ocorre quando o intervalo entre duas jornadas de trabalho (dois dias da semana) é inferior a 11 horas. Isso impede, por exemplo, que duas turmas alocadas a um mesmo professor sejam alocadas em dias subsequentes sendo uma no último horário da noite e outra no primeiro da manhã, pois, nesse caso, o repouso de 11 horas não seria respeitado.

### 3.2.5 Atribuição dos espaços acadêmicos

A alocação dos espaços acadêmicos consiste em, de acordo com a disciplina de cada turma, escolher um local adequado para a realização das aulas. Esses espaços acadêmicos podem ser salas de aula, laboratórios, auditórios e etc. Durante a alocação dos espaços acadêmicos é preciso observar algumas restrições. É obrigatório que a capacidade de cada local seja maior ou igual ao volume de alunos previstos para cada turma. Podem existir também restrições de movimentação, principalmente em unidades maiores. Nesse caso, alunos e professores não podem se deslocar acima de uma determinada distância em um mesmo turno de uma mesmo dia.

Eventualmente, a solução obtida na elaboração do horário pode não possibilitar uma solução viável durante a alocação dos espaços acadêmicos. Nesses casos, é preciso revisar o horário das turmas (e, possivelmente, a indicação docente) para que seja possível fazer uma alocação de espaços acadêmicos viável.

## Capítulo 4

# Modelagem do problema de alocação de professores com foco em melhoria do IGC

As características do problema de alocação de professores o levam a ser tratado por uma abordagem não linear em variáveis inteiras. Isto se deve, principalmente, porque as notas relativas ao corpo docente são calculadas com base nos percentuais de cada tipo de professor com relação ao total de professores em cada curso. Como tanto a quantidade de cada tipo de docente alocado e o total de professores em cada curso e na IES são variáveis, o problema é não linear inteiro. Nesse capítulo apresentamos uma formulação não linear inteira para o problema de alocação de professores com foco em melhoria do IGC e uma estratégia de linearização com objetivo de viabilizar sua implementação no contexto prático.

### 4.1 Modelo não linear de alocação de professores com foco em melhoria do IGC

Nesta formulação consideramos que a IES possui um conjunto  $P$  de professores, um conjunto  $C$  de cursos, um conjunto  $T$  de turmas e um conjunto  $U$  de turnos.

Cada turma  $t$  possui uma, e apenas uma, disciplina e sua carga horária é dada por  $\delta_t$ . O conjunto  $T_u \subseteq T$  é composto pelas turmas pertencentes ao turno  $u \in U$  e o conjunto  $T_c \subseteq T$  é composto pelas turmas pertencentes ao curso  $c \in C$ . O conjunto  $T_p \subseteq T$  é composto pelas turmas que podem ser assumidas pelo professor  $p \in P$  e o

conjunto  $P_t \subseteq P$  é composto pelos professores que podem assumir a turma  $t \in T$ .

Cada professor possui um limite de horas em cada turno que é dado por  $\pi_{pu}$  e um limite de horas totais (em todos os os turnos)  $\kappa_p$ .

O regime de trabalho do professor é dividido em dois tipos principais: horista ou não, sendo que o professor que não é horista pode ter como regime de trabalho tempo integral ou parcial. O conjunto  $I \subseteq P$  é composto pelos professores que atuam em regime de trabalho de tempo integral e o conjunto  $H \subseteq P$  é composto pelos professores candidatos a atuarem em tempo parcial, caso isto seja interessante na otimização do problema. Para ser considerado com professor de tempo parcial é necessário lecionar pelo menos 12 horas e realizar outras atividades docentes em, pelos menos, 25% desse tempo. Assim, os professores que compõem o conjunto  $H$  são professores que atuaram na prática, mas que, só serão considerados desta categoria após a solução do problema caso ainda possuam carga horária docente de pelo menos 12 horas. Embora não haja diferenças entre o regime em tempo integral ou parcial para fins de cálculo do CPC, as duas categorias são tratadas em conjuntos separados. Isso ocorre para garantir que os professores só sejam considerados em regime de tempo parcial caso efetivamente sejam alocados para uma carga horário de aulas maior ou igual a 12 horas semanais.

Os professores podem ser especialistas, mestres ou doutores. Apenas o percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e o percentual de doutores contribuem para o cálculo do CPC. Assim, a informação acerca da titulação é dada pelos conjuntos  $G \subseteq P$  e  $D \subseteq G$ . O conjunto  $G$  é composto pelos professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu*. O conjunto  $D$  é formado pelos professores doutores. Quando um professor  $p$  é doutor, ele pertence aos conjuntos  $D$  e  $G$ , mesmo que ele não tenha título de mestre, pois, o critério do MEC, para pertencer ao conjunto  $G$  é necessário que o professor tenha formação em um programa de pós-graduação *stricto sensu*, logo, mestrados ou doutorados.

Por simplificação, consideraremos como conceito preliminar de um curso o conceito obtido apenas com as notas relativas ao corpo docente, o  $\mathcal{B}$  (já que, a alocação de professores não tem impacto direto nas outras componentes do CPC). A média dos percentuais dos quesitos (percentual de doutores, de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e regime de trabalho integral ou parcial) e o desvio padrão, ambos em nível nacional, embora, em teoria, dependam a alocação de todos os cursos para serem calculados, serão considerados constantes. Isto porque, como esse cálculo considera todos os cursos de um mesmo tipo no Brasil, as alterações do percentual do quesito no curso cuja alocação docente está sendo resolvida tende a ter baixíssimo impacto nas médias nacionais. Assim, é possível dizer que, as únicas variáveis no cálculo das notas padronizadas serão as proporções de cada tipo de professor



em cada curso.

As variáveis utilizadas na formulação são:  $x_{pt}$ ,  $y_{pc}$ ,  $w_p$ ,  $q_{pc}$ ,  $z_p$  conforme definições a seguir:

$x_{pt}$ , variável binária que informa se o professor  $p$  foi alocado na turma  $t$ ;

$y_{pc}$ , variável que informa se o professor  $p$  foi alocado em pelo menos uma turma do curso  $c$ ;

$w_p$ , variável binária que informa se o professor  $p$  pertencente ao conjunto de professores candidatos ao regime de tempo parcial ( $p \in H$ ) que atuará efetivamente em regime de tempo parcial após a indicação docente;

$q_{pc}$ , variável que informa se o professor  $p$  atua em regime parcial ( $w_p = 1$ ) e está alocado no curso  $c$  ( $y_{pc} = 1$ ).

$z_p$ , variável que informa se o professor  $p$  foi alocado em pelo uma turma da instituição de ensino.

Para cálculo das notas padronizadas (equação 2.2) em cada quesito (percentual de doutores, por exemplo) utiliza-se o valor do afastamento padronizado (equação 2.1) naquele quesito. Utilizando a variável  $y_{pc}$  que indica se o professor  $p$ , doutor,  $p \subseteq D$  foi alocado no curso  $c$ , para ilustrar o cálculo do afastamento padronizado do percentual de doutores no curso  $c$ , temos:

$$\beta_c^d = \frac{\sum_{p \in D} y_{pc}}{\sum_{p \in P} y_{pc}} \quad (4.1)$$

$$\alpha_c^d = \frac{\beta_c^d - \bar{X}_c^d}{\sigma_c^d} \quad (4.2)$$

A nota padronizada (conforme equação 2.2), por sua vez, eliminando as constantes, será dada por:

$$\mathcal{N}_c^d = \frac{5 * \beta_c^d}{\sigma_c^d * (\hat{\alpha}_c^d - \underline{\alpha}_c^d)} \quad (4.3)$$

Para fins de cálculo do CPC relativo aos quesitos docentes ( $\mathcal{B}$ ) as notas padronizadas em cada quesito são multiplicadas pelo seu peso na composição da nota (conforme equação 2.3). As proporções são: 0,50 para a nota padronizada no quesito percentual de professores doutores, 0,25 para a nota padronizada no quesito percentual de professores com formação em programas de pós-graduação *stricto sensu* e 0,25 para

a nota padronizada no quesito percentual de professores que trabalham em regime de tempo integral ou parcial. Como, no cálculo do IGC docente ( $\mathcal{I}$ ) utilizaremos o CPC docente ( $\mathcal{B}$ ), podemos aplicar a multiplicação pela proporção do respectivo quesito.

Assim, o coeficiente para o percentual de doutores atribuídos a um curso  $c$  é dado por:

$$\phi_c^D = \frac{0,5 * 5}{\sigma_c^d * (\hat{\alpha}_c^d - \underline{\alpha}_c^d)} \quad (4.4)$$

De maneira análoga, calcula-se  $\phi_c^G$  e  $\phi_c^I$  para os percentuais de professores com pós-graduação *stricto sensu* e tempo parcial ou integral, respectivamente, utilizando-se 0,25. Assim, o CPC docente de um curso  $c$  ( $\mathcal{B}_c$ ) pode ser calculado da seguinte forma:

$$\mathcal{B}_c = \left( \frac{\sum_{p \in D} y_{pc}}{\sum_{p \in P} y_{pc}} \right) * \phi_c^D + \left( \frac{\sum_{p \in G} y_{pc}}{\sum_{p \in P} y_{pc}} \right) * \phi_c^G + \left( \frac{\sum_{p \in I} y_{pc} + \sum_{p \in H} q_{pc}}{\sum_{p \in P} y_{pc}} \right) * \phi_c^I \quad (4.5)$$

Como o IGC é uma média dos CPCs ponderada pelas proporções de alunos ( $\rho_c$ ) nos respectivos cursos, podemos dizer que ele é dado pela dos CPCs multiplicados pelos respectivos  $\rho_c$ . Assim, o modelo não linear de alocação de professores com foco em melhorias no IGC é dado por:

$$\max \sum_{c \in C} \rho_c * \left( \frac{\phi_c^D * \sum_{p \in D} y_{pc} + \phi_c^G * \sum_{p \in G} y_{pc} + \phi_c^I * \sum_{p \in I} y_{pc} + \phi_c^I * \sum_{p \in H} q_{pc}}{\sum_{p \in P} y_{pc}} \right) \quad (4.6)$$

$$\sum_{p \in P_t} x_{pt} = 1 \quad \forall t \in T \quad (4.7)$$

$$\sum_{t \in T_p} \delta_t x_{pt} \leq \kappa_p \quad \forall p \in P \quad (4.8)$$

$$\sum_{t \in T_u \cap T_p} \delta_t x_{pt} \leq \pi_{pu} \quad \forall p \in P, \forall u \in U \quad (4.9)$$

$$y_{pc} - \sum_{t \in T_c \cap T_p} x_{pt} \leq 0 \quad \forall p \in P, \forall c \in C \quad (4.10)$$

$$y_{pc} \leq 1 \quad \forall p \in P, \forall c \in C \quad (4.11)$$

$$y_{pc} - x_{pt} \geq 0 \quad \forall p \in P, \forall c \in C, \forall t \in T_c \cap T_p \quad (4.12)$$

$$z_p - \sum_{c \in C} y_{pc} \leq 0 \quad \forall p \in P \quad (4.13)$$

$$z_p \leq 1 \quad \forall p \in P \quad (4.14)$$

$$z_p - y_{pc} \geq 0 \quad \forall p \in P, \forall c \in C \quad (4.15)$$

$$\sum_{p \in G} z_p - \nu \sum_{p \in P} z_p \geq 0 \quad (4.16)$$

$$\sum_{p \in I} z_p - \tau \sum_{p \in P} z_p \geq 0 \quad (4.17)$$

$$w_p - z_p \leq 0 \quad \forall p \in H \quad (4.18)$$

$$\sum_{t \in T_p} \delta_t x_{pt} - 12w_p \geq 0 \quad \forall p \in H \quad (4.19)$$

$$q_{pc} - w_p \leq 0 \quad \forall p \in H, \forall c \in C \quad (4.20)$$

$$q_{pc} - y_{pc} \leq 0 \quad \forall p \in H, \forall c \in C \quad (4.21)$$

$$x_{pt} \in \{0, 1\} \quad \forall p \in P, \forall t \in T_p \quad (4.22)$$

$$w_p \in \{0, 1\} \quad \forall p \in H \quad (4.23)$$

$$y_{pc} \geq 0 \quad \forall p \in P, \forall c \in C \quad (4.24)$$

$$q_{pc} \geq 0 \quad \forall p \in H, \forall c \in C \quad (4.25)$$

$$z_p \geq 0 \quad \forall p \in P \quad (4.26)$$

A função objetivo (4.6) maximiza a contribuição da alocação de professores em cada curso levando em consideração as proporções de alunos  $\rho_c$  em cada curso  $c$ . As restrições (4.7) garantem que, para cada turma, um (e apenas um) professor pertencente ao conjunto dos professores que pode assumi-la ( $P_t$ ) será alocado. As restrições expressas em (4.8) garantem que a disponibilidade total de um professor ( $\kappa_p$ ) em horas (em todos os turnos) não será excedida. O conjunto de restrições dado pela expressão (4.9) garante que a disponibilidade de um professor em horas em cada turno ( $\pi_{pu}$ ) não será excedida.

As restrições (4.10) garantem que, se um professor  $p$  não foi alocado em nenhuma das turmas pertencentes ao curso  $c$ , o valor de  $y_{pc}$  deverá ser igual a zero. As restrições (4.11) garantem que, se um professor  $p$  foi alocado em pelo menos uma das turmas pertencentes ao curso  $c$ , o valor de  $y_{pc}$  não poderá ser zero. As restrições (4.12) impedem que as variáveis  $y_{pc}$  assumam valores maiores que 1, o que poderia ocorrer caso um professor fosse alocado em mais de uma turma de um mesmo curso. As restrições (4.10, 4.11 e 4.12) em conjunto garante que um professor seja alocado em um curso ( $y_{pc} = 1$ ) se, e somente se, ele foi alocado em pelos menos uma turma desse curso. É importante notar que um professor horista especialista ( $p \in H \setminus G$ ) não contribui para o CPC de um curso e, caso seja alocado, eleva o denominador da função objetivo (4.6). Assim, as restrições (4.12) impedem que um professor seja alocado em uma turma  $t \in T_c$ ,  $x_{pt} = 1$ , mas, não seja alocado ao curso  $c$ ,  $y_{pc} = 0$ , o que seria vantajoso em

relação a função objetivo.

As restrições (4.13) garantem que se um professor  $p$  não foi utilizado em nenhum curso, o valor de  $z_p$  será igual a zero. As restrições (4.14) garantem que o valor de  $z_p$  não seja maior que 1. As restrições (4.15) garantem que, caso um professor tenha sido alocado em pelo menos um curso, o valor de  $z_p$  será igual a 1. As restrições (4.13, 4.14 e 4.15), conjuntamente, garantem que um professor  $p$  apenas componha o corpo docente da instituição caso tenha sido alocado em, pelo menos, um curso.

A restrição (4.16) garante que o percentual mínimo de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* ( $v$ ) seja respeitado. Esse percentual depende da categoria da IES. Em universidades e centros universitários o valor de  $v$  é  $\frac{1}{3}$  e em faculdades, como não há essa exigência o valor de  $v$  é zero. Analogamente, a restrição (4.17) garante que o percentual mínimo de professores atuando em regime de tempo integral ( $\tau$ ) seja respeitado. Em faculdades não há essa exigência ( $\tau = 0$ ), em centros universitários  $\tau$  é igual a  $\frac{1}{5}$  e em universidades  $\tau$  é igual a  $\frac{1}{3}$ .

As restrições (4.18) garantem que um professor apenas poderá ser considerado em regime de tempo parcial ( $w_p = 1$ ) caso tenha sido alocado em pelo menos uma turma ( $z_p = 1$ ); As restrições (4.19) impedem que um professor que tenha sido alocado para uma carga horária inferior a 12 horas semanais seja considerado como em regime de tempo parcial ( $w_p = 1$ ); As restrições (4.20) e (4.21) garantem que um professor  $p$  só será considerado com em tempo parcial e alocado no curso  $c$  ( $q_{pc} = 1$ ) caso atue no curso  $c$  ( $y_{pc} = 1$ ) e em regime parcial ( $w_p = 1$ ); As restrições (4.22), (4.23), (4.24), (4.25) e (4.26) impõem os domínios das variáveis  $x_{pt}$ ,  $w_p$ ,  $y_{pc}$ ,  $q_{pc}$  e  $z_p$ , respectivamente.

## 4.2 Estratégias de linearização para o problema de alocação de professores

A solução do problema de alocação de professores possui dois elementos dificultadores.

O primeiro deles é que sua formulação através de uma abordagem não linear em variáveis inteiras pode tornar sua implementação complexa, sobretudo para problemas de grande porte (o que é comum considerando o porte das organizações, quantidade de turmas, cursos e professores). Além disso, como segundo dificultador, não é possível conhecer *a priori* os valores das médias e desvios padrões de cada tipo de professor em cada curso. O MEC calcula as notas padronizadas com base nas médias e desvios-padrão de cada quesito de cada curso em escala nacional. Em cada ciclo avaliativo, a

nota padronizada de um determinado quesito (percentual de doutores, por exemplo) em cada curso é calculada com base na média e no desvio-padrão daquele quesito considerando as informações relativas a todos os cursos de países participantes da avaliação. Assim, não é possível saber *a priori* qual o peso de cada tipo de professor (mestre, doutor, de tempo integral ou parcial) no cálculo do CPC de um curso e, respectivamente, no IGC da instituição.

Propomos um modelo de programação linear inteira mista para a alocação dos professores às turmas disponíveis com foco na melhoria do índice geral de cursos - IGC. A formulação não linear, embora tenha função objetivo expressa por uma equação não linear, apresenta todas as restrições lineares. Assim, a criação de uma função objetivo linear que direcione a solução do problema no sentido de aumentar o IGC da instituição sujeita as mesmas restrições pode gerar bons resultados.

#### 4.2.1 Parâmetros para inclusão de professores na alocação docente

Para que o problema de alocação docente com foco em ganhos de desempenho no IGC seja formulado por programação linear inteira mista, é preciso criar um conjunto de parâmetros que atribuam pesos para a inclusão ou não de um professor em um determinado curso tornando a função objetivo linear. Isto ocorre por dois motivos:

Sugerimos a criação de três conjuntos de parâmetros distintos para a alocação de professores de cada tipo em cada curso. Duas abordagens são baseadas em regressões lineares, nas quais, com base nas informações disponíveis de todos os cursos avaliados nos ciclos de 2012, 2013 e 2014, verificou-se para cada curso, qual o impacto de cada quesito isoladamente (regressão linear simples) e conjuntamente (regressão linear múltipla) no valor do CPC, que foi utilizado com desfecho das regressões. Assim, os coeficientes das regressões foram utilizados para calcular os parâmetros para inclusão de um professor de cada tipo em cada curso.

Uma terceira abordagem utiliza as faixas percentuais necessárias para a obtenção dos conceitos médios (nota 3) em cada um dos quesitos ligados ao corpo docente (percentual de doutores, percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e percentual de professores com regime de trabalho em tempo integral ou parcial). Assim, com base nos últimos dados disponíveis para cada curso avaliado, calculou-se a média e desvio-padrão de cada quesito ligado ao corpo docente como forma de calcular os afastamentos padronizados e a média necessária para a obtenção do conceito 3 naquele quesito.

Nem todos os cursos são avaliados pelo MEC através do CPC. Isto ocorre porque, a cada ano, o ministério da educação divulga a lista dos cursos que participarão do ENADE naquele ano e, conseqüentemente, terão conceito ENADE e CPC. Além disso, para que um curso tenha CPC é necessário que ele tenha alunos concluintes (pelo menos 2) participantes no ENADE no ano de seu ciclo de avaliação, que ocorre a cada três anos.

Assim, os três conjuntos de parâmetros foram calculados tomando como base os dados mais atuais divulgados pelo MEC até então. Estes dados são relativos aos ciclos avaliativos de 2012 (basicamente cursos da área da gestão) e 2013 (basicamente cursos da área das ciências biológicas e da saúde) e 2014 (engenharias e licenciaturas, basicamente).

O CPC de um curso só é calculado no seu ciclo avaliativo, depois, o curso se matem com este CPC durante os próximo três anos. Caso no próximo ciclo avaliativo daquele curso ele não esteja na lista de cursos avaliados pelo MEC (o que ocorre, geralmente, com cursos que tem pouca oferta no País) ele passará a não ter CPC e, possivelmente, passará por uma visita *in loco*.

O IGC é atualizado anualmente com a inclusão dos novos CPCs calculados no ciclo avaliativo daquele ano e mantendo os CPCs dos cursos avaliados nos dois ciclos avaliativos anteriores. As informações de cada curso só são atualizadas em seu ciclo avaliativo, assim, o número de alunos matriculados em um curso permanece inalterado por três anos. Por outro lado, a cada ano, a atualização dos números de matriculados em cursos que estão em seu ciclo avaliativo pode alterar o total de alunos matriculados em cursos com CPC da IES e, conseqüentemente, as proporções de alunos em cada curso. Como IGC é uma média ponderada dos CPCs utilizando as proporções de alunos em cada curso e, a cada ano o total de alunos pode mudar, caso isto ocorra, é necessário atualizar as proporções a alunos (alunos matriculados naquele curso sobre o total de alunos) de todos os cursos, mesmo daqueles que não estão em seu ciclo avaliativo.

Como nem todos os cursos de uma IES possuem CPC e, conseqüentemente, não contribuem para o IGC, os parâmetros utilizados para a inclusão de professores nestes cursos são estabelecidos como iguais a zero. Assim, os cursos participam da indicação docente, pois, precisam que professores sejam indicados para as turmas, mas, não contribuem positivamente na função objetivo.

Outra definição importante é que, embora apenas os cursos que estão em seu ciclo avaliativo tenham os dados relativos ao corpo docente atualizados naquele ano para o cálculo do CPC (e, conseqüentemente, do IGC da IES), todos os cursos que tem CPC (mesmo os que não estão em ciclo avaliativo) possuem parâmetros para inclusão

de professores diferentes de zero com base nos cálculos para definição dos parâmetros tomando como base os dados de seu último ciclo avaliativo. Isto foi definido para que se tenha uma constância na composição do corpo docente daqueles cursos evitando que a qualidade do seu corpo docente seja observada apenas nos respectivos anos dos seus ciclos avaliativos. Assim, é como se considerássemos que todos os cursos tem seus CPC calculados e avaliados a cada ano, para garantir estabilidade na alocação docente dos cursos.

#### 4.2.1.1 Parâmetros para inclusão de professores baseados em regressão linear múltipla

Os parâmetros para inclusão de professores em cada curso com base em regressão linear múltipla foram propostos em da Cunha Jr. et al. [2015].

Como o peso pela alocação de um professor de acordo com sua titulação e regime de trabalho pode variar de um curso para outro, foram criados os parâmetros  $\Psi_c$  e  $\Phi_c$  que estabelecem o peso da alocação de um professor doutor ou formado em programas de pós-graduação *stricto sensu* no curso  $c$ , respetivamente. Com relação ao regime de trabalho, foi criado o parâmetro  $\Gamma_c$  que atribui peso ao professor cujo regime de trabalho é parcial ou integral no curso  $c$ .

Para a definição dos fatores para percentual de mestres, doutores e regime de trabalho, foi realizada regressão linear múltipla (Field [2009]), gerando um modelo para cada curso. Em cada regressão, foi considerado, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ), avaliados em cada curso.

Os dados para a modelagem foram obtidos no site do INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, por meio de planilhas disponibilizadas no link <http://portal.inep.gov.br/enade/resultados>, com resultados do ENADE de 2004 a 2012. Em cada modelo, foram estimados os coeficientes de regressão para cada variável independente ( $\Delta_1, \Delta_2$  e  $\Delta_3$ ) de cada curso, além da constante do modelo de previsão do CPC e o respectivo coeficiente de determinação (Tabelas B.1, B.2 e B.3, disponíveis no Apêndice B). O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) mede o quanto a variabilidade nos valores de CPC, de um determinado curso que participa do ENADE, são explicados considerando somente a titulação e o regime de trabalho dos docentes.

Os parâmetros obtidos pela regressão linear múltipla, ou parâmetros *RLM*, não variam entre diferentes IES para um mesmo curso, pois, foram calculados com base nos

dados de cada curso considerando os CPCs e respectivos percentuais de professores de cada tipo de professor em nível nacional. Porém, para se adequar a cada IES é necessário multiplicá-los pela proporção de alunos em cada curso o que é uma particularidade de cada escola.

Os valores de  $\Psi_c$ ,  $\Phi_c$  e  $\Gamma_c$  foram calculados com base no coeficientes da regressão linear múltipla multiplicados pela proporção de alunos no curso em questão. Assim, tomando o curso 1 (ver Tabelas B.1, B.2 e B.3, disponíveis no Apêndice B) que possui 963 alunos de um total de 16708 matriculados em cursos de graduação com CPC nessa instituição, temos que a proporção de alunos ( $\gamma_c$ ) no curso 1 é 0.058 ( $\gamma_1 = \frac{963}{16708}$ ).

Assim, os parâmetros de inclusão dos professores, conforme a titulação e o regime de trabalho para o curso  $c$  podem ser calculados como segue:

$$\Psi_c = \gamma_c * \Delta_{1c}$$

$$\Psi_c = 0.000348$$

$$\Phi_c = \gamma_c * \Delta_{2c}$$

$$\Phi_c = 0.001566$$

$$\Gamma_c = \gamma_c * \Delta_{3c}$$

$$\Gamma_c = 0.000232$$

#### 4.2.2 Parâmetros para inclusão de professores baseados em regressão linear simples

Uma outra alternativa para a obtenção de parâmetros para inclusão dos professores é utilizar modelos de regressão linear simples. Os parâmetros denominados *RLS* foram gerados a partir de regressões lineares simples entre os CPCs dos cursos (conforme dados utilizados no cálculo das regressões lineares múltiplas para definição dos parâmetros RLM). Os valores para o triênio 2012, 2013 e 2014 são apresentados nas Tabelas B.4, B.5 e B.6, disponíveis no Apêndice B. A principal diferença entre os dois modelos é que, na regressão simples, cada conjunto de dados é correlacionado individualmente ao CPC de um curso. Assim, por exemplo, para a Engenharia de Produção foram construídas três regressões lineares simples, uma para estimar a correlação entre o percentual de doutores e o CPC, outro para estimar a correlação entre o percentual de professores mestres de doutores e o CPC e, por último, uma para estimar a correlação entre o percentual de professores que trabalham em regime de trabalho em tempo integral ou parcial e o CPC. A exemplo dos parâmetros RLM, os coeficientes



das regressões lineares simples para cada curso foram multiplicados pela proporção de alunos no respectivo curso para definir os parâmetros RLS.

### 4.2.3 Parâmetros para inclusão de professores baseados no percentual de professores para obtenção de conceito médio em cada curso

Como terceira alternativa, propomos os parâmetros denominados *FM*, calculados com base nos percentuais para obtenção de uma nota média (conceito 3) e cada um dos quesitos em cada curso. Como as notas padronizadas são calculadas com base nas médias nacionais, os percentuais necessários para obtenção de uma nota média podem variar consideravelmente entre cursos diferentes. Os parâmetros FM são obtidos através do produto das proporções de alunos no curso e o percentual mínimo para obtenção do conceito 3 no percentual de professores doutores, formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e com regime de trabalho de tempo parcial ou integral.

As tabelas B.7 e B.8 disponíveis no Apêndice B apresentam os percentuais necessários de professores com titulação mínima mestrado ( $\Pi_1$ ), de professores com titulação mínima de doutorado ( $\Pi_2$ ) e de professores com regime de trabalho de tempo parcial ou integral ( $\Pi_3$ ) para obtenção da nota 3 em cada curso avaliado no triênio 2012, 2013 e 2014.

## 4.3 Modelo linearizado de alocação de professores com foco em ganhos de desempenho no IGC

Considerando que o modelo não linear de alocação de professores (equações 4.6 a 4.26) é composto por uma função objetivo não linear e um conjunto de restrições lineares, propomos a substituição da função objetivo por uma equação linear como estratégia de linearização. Considerando as constantes  $\Psi_c$ ,  $\Phi_c$  e  $\Gamma_c$  como os parâmetros de ganhos pela inclusão de professores doutores, formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e que atuam em regime de trabalho de tempo integral ou pracial, respectivamente, já ponderados pelas proporções alunos em cada curso ( $\tau_c$ ), o modelo linearizado é definido como:

$$\max \left( \sum_{c \in C} \sum_{p \in P} y_{pc} * (\Psi_c + \Phi_c) + \sum_{c \in C} \sum_{p \in I} y_{pc} * \Gamma_c + \sum_{c \in C} \sum_{p \in H} q_{pc} * \Gamma_c \right) \quad (4.27)$$

Sujeito às restrições (4.7) a (4.26).

A função objetivo (4.27), apresenta a soma das bonificações incorridas na escolha de cada professor  $p$  para cada curso  $c$  de acordo com sua titulação e regime de trabalho. Assim, sempre que um professor  $p$  é escolhido para, pelo menos, uma turma  $t$  do curso  $c$  ( $x_{pt} = 1$  e  $y_{pc} = 1$ ), há a incidência de uma bonificação de acordo com sua titulação, caso seja mestre ou doutor, e caso seu regime de trabalho seja de tempo parcial ou integral. A primeira parcela refere-se às bonificações em virtude da titulação do professor (mestre ou doutor). A segunda parcela computa as bonificações relativas ao regime de trabalho (tempo integral ou parcial).

Como temos uma função de maximização, o modelo prioriza os professores de acordo com sua titulação e regime de trabalho (para maximizar as bonificações) de acordo com os parâmetros por inclusão de professores de cada tipo em cada curso.

# Capítulo 5

## Resultados computacionais

Neste capítulo são apresentados os resultados computacionais obtidos com os modelos não linear inteiro e linearizado. Primeiramente, as estratégias de linearização são testadas e comparadas. Para isso, a formulação linearizada foi testada com instâncias geradas aleatoriamente e seu desempenho, considerando os parâmetros utilizados, é comparado. Em seguida, a formulação não linear foi implementada e testada também com instâncias geradas aleatoriamente e seu desempenho foi então comparado com o desempenho da formulação linearizada. A formulação linearizada foi testada com instâncias reais cuja formulação não linear não foi capaz de resolver e os resultados obtidos foram comparados aos resultados verificados na prática para comprovar a aplicabilidade da formulação e dos conjuntos de parâmetros. Por fim, foram realizados experimentos computacionais com a formulação linearizada e instâncias aleatórias maiores, com até 105 cursos.

### 5.1 Comparação entre as estratégias de linearização

Como forma de avaliar o desempenho e aplicabilidade da formulação linearizada (equações 4.7 a 4.27) bem como a efetividade dos conjuntos de parâmetros *RLM*, *RLS* e *FM* foram realizados experimentos computacionais com instâncias geradas artificialmente. Foram gerados 10 grupos de instâncias artificiais subdivididas pela quantidade de cursos. O número de cursos variou de cinco em cinco começando com as menores instâncias, com cinco cursos até as maiores, com 50 cursos.

Para a criação das instâncias artificiais foi criada uma aplicação computacional

para gerção automática dos dados. Com base no total de cursos (informada *a priori*) são definidos o total de turmas, de disciplinas e de professores. A forma como as disciplinas estão divididas nos cursos e suas respectivas disciplinas bem como as disponibilidades horárias e técnicas e a titulação e regime de trabalho dos professores são definidas aleatoriamente com base nas características médias das instâncias obtidas a partir de dados reais. Uma solução viável é construída simulando a solução que teria sido aplicada na prática. Para cada número de cursos (entre 5 e 50, variando de cinco em cinco) foram gerados 20 instâncias artificiais diferentes totalizando 200 instâncias que foram resolvidas com a formulação linearizada e os parâmetros *RLM*, *RLS* e *FM*, totalizando 600 testes.

Os testes foram realizados em um computador Intel Xeon X5690 @ 3,47 gigahertz com 24-CPU e memória RAM de 132 gigabytes e sistema operacional Linux e o modelo foi implementado em AMPL e resolvido com o CPLEX 12.6.0.0.

A síntese das características de cada instância gerada artificialmente está apresentada no Apêndice G. A Tabela 5.1 apresenta, de maneira resumida, as principais informações sobre as soluções geradas artificialmente simulando as soluções que teriam sido empregadas na prática. A coluna *C* apresenta o total de cursos por instância pertencente ao grupo (para cada grupo foram geradas 20 instâncias), a coluna *P* apresenta a média do total de professores em cada grupo, a coluna % Doc apresenta a média dos percentuais de professores doutores em cada grupo, a coluna % MSc apresenta a média de professores pelo menos mestres, as colunas % TP e % TI apresentam, respectivamente, as médias dos percentuais de professores em regime de trabalho em tempo parcial e integral e as médias dos IGCs Docentes de cada grupo são apresentadas na coluna  $\bar{\mathcal{I}}$ .

**Tabela 5.1.** Valores médios por conjunto de instâncias geradas artificialmente

| <i>C</i> | <i>P</i> | % Doc | % MSc | % TP  | % TI  | $\bar{\mathcal{I}}$ |
|----------|----------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| 5        | 61       | 15.71 | 82.89 | 25.56 | 25.6  | 2.17                |
| 10       | 133      | 18.55 | 83.76 | 24.79 | 23.39 | 2.25                |
| 15       | 196      | 19.54 | 84.84 | 26.7  | 23.61 | 2.47                |
| 20       | 268      | 18.94 | 83.49 | 23.91 | 24.73 | 2.25                |
| 25       | 322      | 19.11 | 84.17 | 24.57 | 25.63 | 2.23                |
| 30       | 387      | 18.66 | 84.36 | 24.84 | 24.29 | 2.23                |
| 35       | 465      | 18.97 | 84.16 | 25.10 | 24.97 | 2.24                |
| 40       | 504      | 18.77 | 83.95 | 25.07 | 24.02 | 2.22                |
| 45       | 561      | 19.15 | 84.41 | 24.47 | 25.15 | 2.29                |
| 50       | 604      | 19.48 | 83.62 | 24.63 | 25.21 | 2.25                |

Os resultados obtidos nos 600 testes computacionais que foram realizados foram sintetizados nas Tabelas 5.2, 5.3 e 5.4. Elas apresentam, para cada conjunto de parâmetros ( $RLM$ ,  $RLS$  e  $FM$ ), por grupo de instâncias ( $C$ ), a média do total de professores ( $P$ ), a média de professores doutores (% Doc), a média de professores pelo menos mestres (%MSc), as médias de professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (% TP e % TI, respectivamente), o valor médio de IGC Docente ( $\mathcal{I}$ ) e os ganhos percentuais médios em comparação com os IGCs docentes das soluções artificiais (Ganho (%)).

**Tabela 5.2.** Valores médios dos resultados obtidos nos experimentos computacionais com o conjunto de parâmetros  $RLM$

| $C$ | $P$ | % Doc | % MSc | % TP  | % TI  | $\mathcal{I}$ | Ganho (%) |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|---------------|-----------|
| 5   | 58  | 16.63 | 87.29 | 26.78 | 26.94 | 2.72          | 25.55     |
| 10  | 114 | 21.47 | 93.27 | 26.03 | 24.62 | 3.36          | 49.31     |
| 15  | 161 | 23.72 | 93.56 | 29.42 | 26.24 | 3.64          | 47.52     |
| 20  | 209 | 24.19 | 93.60 | 26.73 | 28.93 | 3.43          | 52.90     |
| 25  | 243 | 25.24 | 93.98 | 28.32 | 30.48 | 3.43          | 54.08     |
| 30  | 289 | 24.94 | 94.51 | 28.54 | 29.30 | 3.47          | 56.09     |
| 35  | 342 | 25.69 | 94.42 | 29.42 | 30.10 | 3.55          | 58.53     |
| 40  | 380 | 24.75 | 94.15 | 28.68 | 28.43 | 3.52          | 58.67     |
| 45  | 413 | 25.92 | 94.42 | 28.59 | 29.82 | 3.57          | 56.03     |
| 50  | 448 | 26.26 | 93.87 | 29.13 | 30.16 | 3.60          | 59.89     |

**Tabela 5.3.** Valores médios dos resultados obtidos nos experimentos computacionais com o conjunto de parâmetros  $RLS$

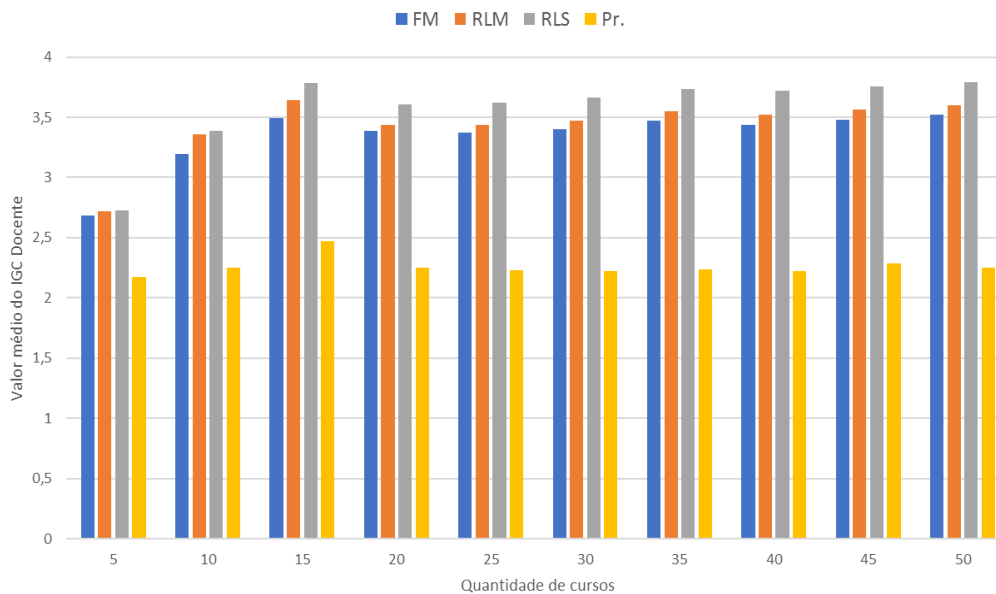
| $C$ | $P$ | % Doc | % MSc | % TP  | % TI  | $\mathcal{I}$ | Ganho (%) |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|---------------|-----------|
| 5   | 58  | 16.55 | 87.00 | 26.76 | 26.85 | 2.72          | 25.98     |
| 10  | 119 | 20.61 | 91.48 | 26.12 | 24.06 | 3.39          | 50.65     |
| 15  | 176 | 21.68 | 90.47 | 29.20 | 24.97 | 3.78          | 53.37     |
| 20  | 227 | 22.27 | 90.45 | 27.30 | 27.15 | 3.61          | 60.61     |
| 25  | 274 | 22.46 | 90.31 | 28.37 | 28.27 | 3.62          | 62.52     |
| 30  | 328 | 21.96 | 90.53 | 28.67 | 27.03 | 3.66          | 64.67     |
| 35  | 389 | 22.63 | 90.28 | 29.63 | 27.85 | 3.74          | 67.02     |
| 40  | 431 | 21.87 | 89.91 | 29.00 | 26.35 | 3.72          | 67.41     |
| 45  | 470 | 22.75 | 90.06 | 28.66 | 27.97 | 3.75          | 64.14     |
| 50  | 512 | 22.99 | 89.65 | 28.84 | 28.02 | 3.79          | 68.53     |

Os experimentos realizados com instâncias artificiais apontaram para um desempenho superior do conjunto de parâmetros gerados pela regressão linear simples

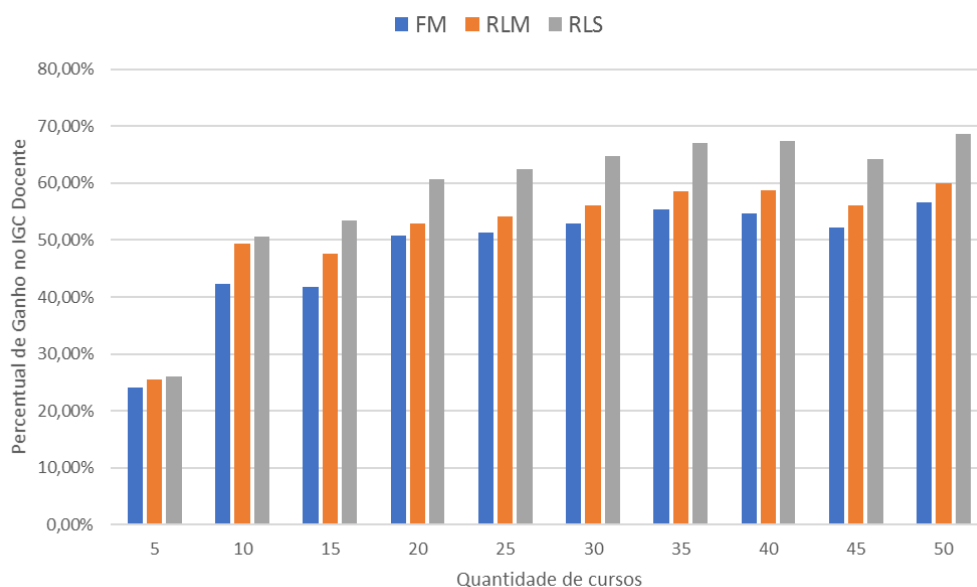
**Tabela 5.4.** Valores médios dos resultados obtidos nos experimentos computacionais com o conjunto de parâmetros *FM*

| $C$ | $P$ | % Doc | % MSc | % TP  | % TI  | $\mathcal{I}$ | Ganho (%) |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|---------------|-----------|
| 5   | 58  | 16.52 | 86.85 | 26.70 | 26.82 | 2.68          | 24.07     |
| 10  | 123 | 20.00 | 89.23 | 26.25 | 24.3  | 3.2           | 42.29     |
| 15  | 182 | 21.03 | 89.34 | 28.63 | 24.98 | 3.49          | 41.70     |
| 20  | 236 | 21.46 | 89.29 | 26.84 | 27.02 | 3.38          | 50.72     |
| 25  | 285 | 21.55 | 89.23 | 27.51 | 27.91 | 3.37          | 51.25     |
| 30  | 338 | 21.30 | 90.17 | 28.02 | 26.69 | 3.4           | 52.97     |
| 35  | 403 | 21.83 | 89.69 | 28.71 | 27.34 | 3.47          | 55.30     |
| 40  | 441 | 21.35 | 89.41 | 28.45 | 26.20 | 3.43          | 54.63     |
| 45  | 485 | 22.08 | 89.75 | 27.99 | 27.64 | 3.48          | 52.18     |
| 50  | 526 | 22.36 | 89.04 | 28.17 | 27.82 | 3.52          | 56.59     |

(Parâmetros *RLS*). O gráfico apresentado na Figura 5.1 demonstra os valores médios de IGC Docente verificados nas soluções artificiais (que simulam a prática) e os valores médios dos IGCs docentes ( $\mathcal{I}$ ) das soluções obtidas através da aplicação do modelo linearizado com cada um dos três conjuntos de parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*). Nele é possível verificar que, em valores médios, há ganhos consideráveis de desempenho no IGC docente em todos os conjuntos de instâncias.



**Figura 5.1.** Valores médios de IGCs docentes por grupo de instâncias artificiais considerando as solução artificial prática e os resultados obtidos com a implementação do modelo linearizado e os conjuntos de parâmetros *RLM*, *RLS* e *FM*.

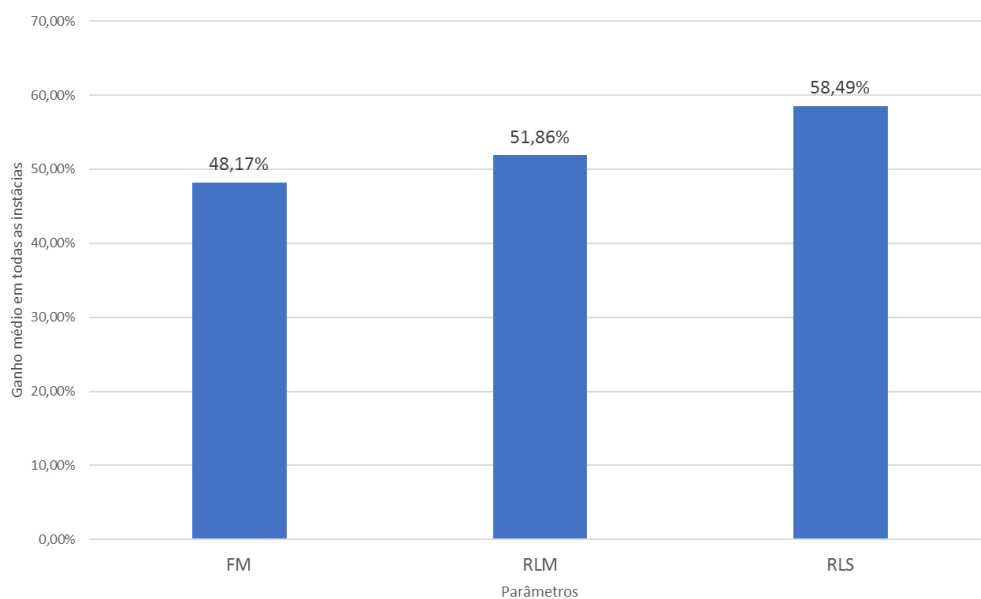


**Figura 5.2.** Valores médios dos ganhos percentuais nos valores de IGCs Docentes por grupo de instâncias artificiais considerando as solução artificial prática e os resultados obtidos com a implementação do modelo linearizado e os conjuntos de parâmetros *RLM*, *RLS* e *FM*.

Os ganhos percentuais com base nos IGCs docentes médios para cada conjunto de instâncias artificiais são ilustrados no gráfico da Figura 5.2. Ele evidencia que o desempenho médio dos resultados obtidos com os conjuntos de parâmetros *RLS* domina, para todos os grupos, os ganhos verificados com os conjuntos de parâmetros *RLM* e *FM*. Considerando todos os testes realizados, os ganhos percentuais apurados com o conjunto de parâmetros *RLS* foram, em média, da ordem de 58% enquanto que os conjuntos de parâmetros *RLM* e *FM* apuraram, respectivamente, ganhos médios de 52% e 48%. A Figura 5.3 apresenta um gráfico que ilustra as diferenças nos percentuais de ganho para cada conjunto de parâmetros.

De modo geral, ao avaliar as características dos resultados obtidos com a formulação linearizada e os três conjuntos de parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*), nota-se uma sistemática redução no número total de professores com aumento nas proporções de doutores, professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e em regime de trabalho de tempo integral ou parcial. Essa redução é benéfica, pois, eleva a carga horária média dos professores e contribui para que mais professores sejam elegíveis aos regimes de trabalho de tempo integral ou parcial. Além disso, a redução do quadro de professores reduz custos fixos associados a cada professor independentemente da sua carga horária como, por exemplo, benefícios como plano saúde.

Os gráficos apresentados na Figuras 5.4, 5.5 e 5.6 demonstra, para cada conjunto



**Figura 5.3.** Comparação entre os ganhos médios obtidos através dos experimentos computacionais com a formulação linearizada e cada conjunto de parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*), considerando todas as instâncias artificiais geradas.

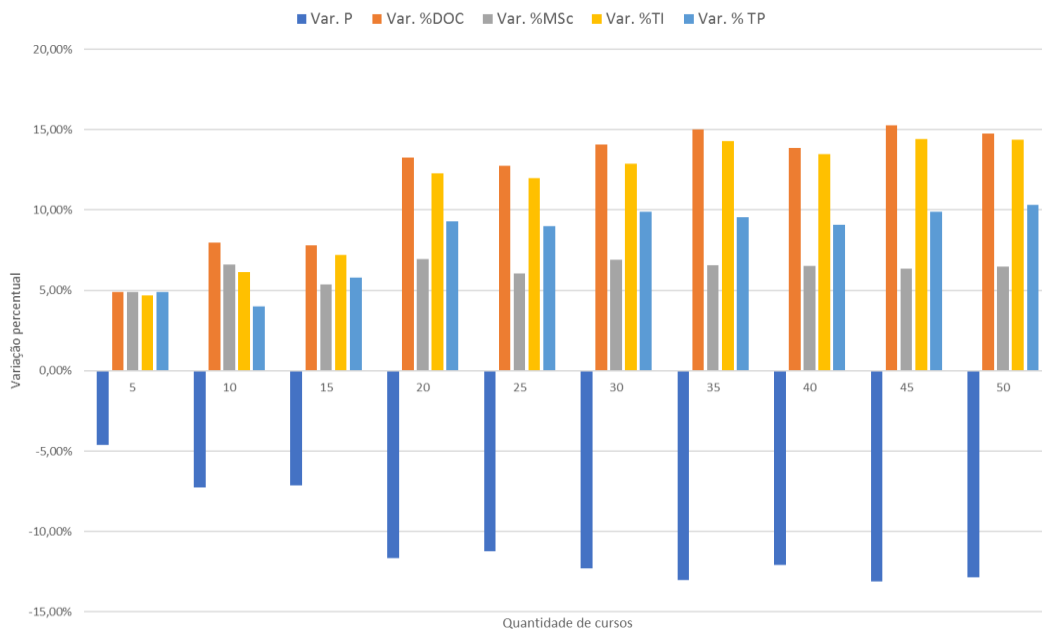
de parâmetros, a cada semestre, há redução no número de professores acompanhada de elevação nos percentuais de doutores, mestres, e professores em regime de trabalho de tempo integral ou parcial.

Com base nos ganhos obtidos nos valores de IGC docente das soluções apresentadas pelos experimentos computacionais foram feitas regressões lineares simples para avaliar a correlação desse comportamento (ganho no IGC docente) com o comportamento do número de professores, percentual de doutores, mestres e doutores, professores em regime de trabalho de tempo integral e professores em regime de trabalho de tempo parcial.

O gráfico apresentados nas Figuras 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 e 5.11 apresentam a dispersões do pontos de correlação entre e o ganho no IGC docente e a variação no número total de professores (Figura 5.7), a variação no percentual de doutores (Figura 5.8), a variação no percentual de mestres e doutores (Figura 5.9), a variação no percentual de professores atuando em regime de trabalho de tempo integral (Figura 5.10) e a variação no percentual de professores atuando em regime de trabalho de tempo parcial (Figura 5.11), além das equações das retas regressoras obtidas e os respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ).

A regressões apontaram para uma correlação mais forte entre os ganhos verificados no IGC docente e o percentual de professores que atuam em tempo integral





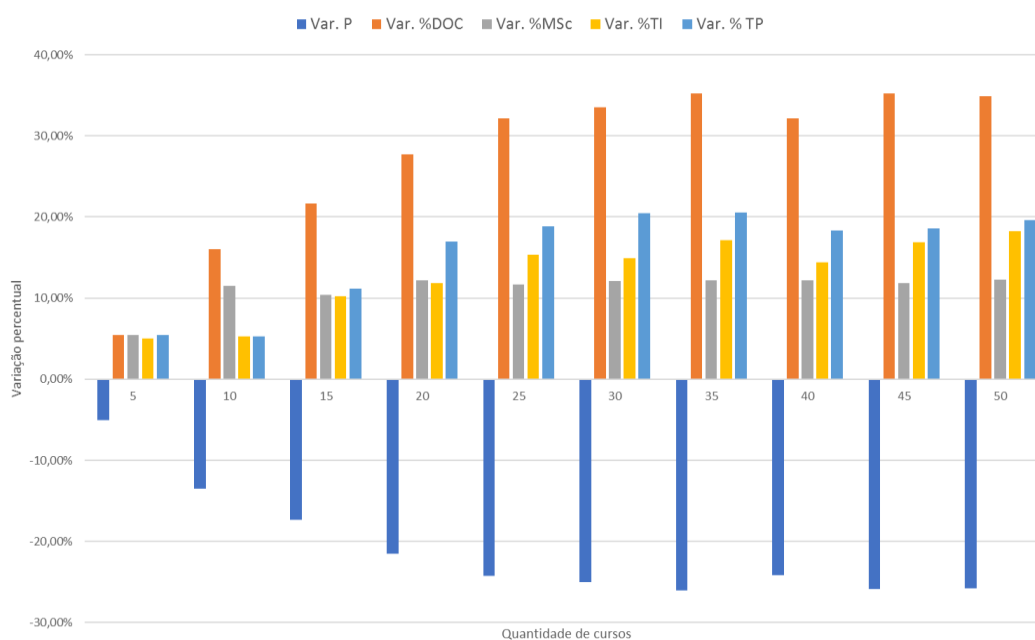
**Figura 5.4.** Variação média verificada no número total de professores na *IES* (Var. P), no percentual de professores doutores (Var. % Doc), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (Var. % MSc) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (Var. % RT) com a formulação linearizada e o conjunto de parâmetros obtidos pelas faixas médias (parâmetros *FM*)

( $r^2 = 0,32$ ), seguido pela redução percentual no número de professores ( $r^2 = 0,25$ ) e pelo aumento no percentual de doutores ( $r^2 = 0,21$ ).

## 5.2 Comparação entre a formulação não linear e a formulação linearizada

Para avaliar o desempenho do modelo não linear (inteiro e relaxado) também foram criadas instâncias artificiais. Essas instâncias foram construídas a partir das mesmas relações existentes entre cursos, professores, turmas e disciplinas verificadas na prática e perturbadas aleatoriamente, a exemplo das instâncias criadas para os testes com a formulação linearizada. Na construção das instâncias são criadas soluções viáveis que são tratadas como sendo uma solução inicial correspondente às soluções verificadas no contexto prático seguindo o mesmo procedimento para geração das instâncias apresentadas na seção anterior.

Foram geradas 147 instâncias aleatórias variando entre 5 e 20 cursos. Essas

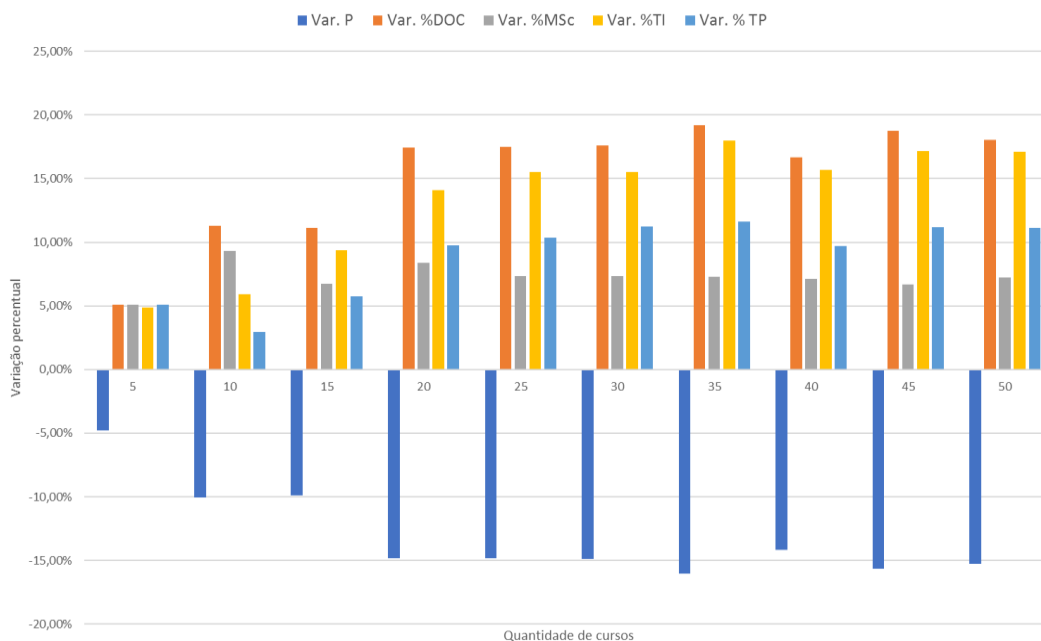


**Figura 5.5.** Variação média verificada no número total de professores na *IES* (Var. P), no percentual de professores doutores (Var. % Doc), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (Var. % MSc) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (Var. % RT) com a formulação linearizada e o conjunto de parâmetros obtidos pelas faixas médias (parâmetros *RLM*)

instâncias foram testadas com os modelos não lineares inteiro e relaxado e os resultados foram então comparados com as soluções práticas simuladas e com os resultados obtidos com a formulação linearizada.

Nos testes realizados com os modelos não lineares (inteiro e relaxado) foi utilizado o *solver* BARON 16.7.29 através do servidor *NEOS Server Version 5.0* cujas configurações são: CPU - 2x Intel Xeon E5-2430 @ 2.2GHz (12 cores) com 64GB de memória RAM (ver Czyzyk et al. [1998], Dolan [2001], Gropp & Moré [1997]). O tempo computacional foi limitado em 7200 segundos com as demais configurações padrão.

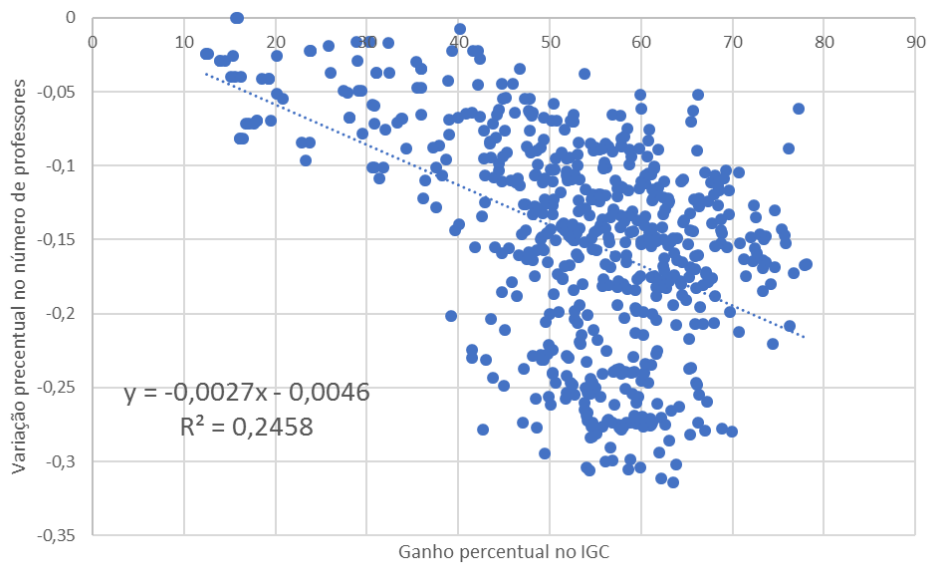
Os experimentos computacionais com o modelo linearizado foram realizados com o conjunto de parâmetros *RLS* (obtidos por regressão linear simples) utilizando o CPLEX 11.1.1 com configurações padrão em um computador Intel (R) Core (TM) i3 CPU 540 @3,07GHz, com 12 GB de RAM, Sistema Operacional Window 10 64 bits. Em todos os testes a formulação linearizada retornou um resultado ótimo com tempo computacional de no máximo 5 segundos. É importante notar que, como a função objetivo do modelo linearizado não retorna o IGC docente, um resultado ótimo não significa, necessariamente, a obtenção do melhor IGC possível.



**Figura 5.6.** Variação média verificada no número total de professores na *IES* (Var. P), no percentual de professores doutores (Var. % Doc), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (Var. % MSc) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral (Var. % RT) com a formulação linearizada e o conjunto de parâmetros obtidos pelas faixas médias (parâmetros *RLS*)

A síntese dos resultados pode ser vista nas Tabelas 5.5 e 5.6 onde, nas primeiras três colunas, há a quantidade de cursos (C), turmas (T) e professores (P), respectivamente, em cada instância. A coluna  $\mathcal{I}_{NL}$  apresenta o valor do IGC docente da solução apresentada pelo modelo não linear ao término do tempo computacional. A coluna  $G_{MNL}(\%)$  apresenta o *gap* da relaxação linear da formulação não linear inteira. A coluna  $\mathcal{I}_{Lin}$  apresenta os valores de IGC docente calculados com base na solução apresentada pelo modelo linearizado utilizando o conjunto de parâmetros *RLS*. A coluna Razão apresenta a relação entre o valor de IGD docente obtido com a formulação não linear inteira ( $\mathcal{I}_{NL}$ ) e com a formulação linearizada ( $\mathcal{I}_{Lin}$ ). Assim, nos casos em que o valor da Razão é maior que 1, os resultados apresentados pela formulação não linear inteira foram melhores que os resultados da formulação linearizada.

Analisando as soluções obtidas pelas formulações linearizada e não linear para as mesmas instâncias notamos que ambas sempre são capazes de melhorar as soluções iniciais. Além disso, dos resultados obtidos com as 84 instâncias geradas aleatoriamente, em apenas 10 instâncias a formulação não linear foi capaz de obter ganhos melhores que a formulação linearizada. Nesses 10 casos, a formulação não linear apresentou

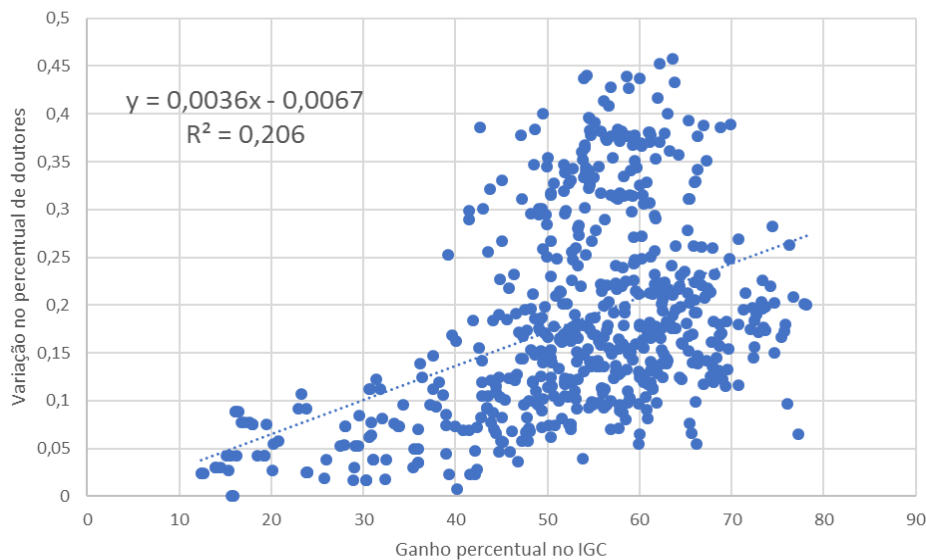


**Figura 5.7.** Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo X) e a redução no número total de professores (eixo Y), considerando as instâncias geradas aleatoriamente e os três conjuntos de parâmetros

resultados, em média, 4,6% melhores. Para as outras 74 instâncias os resultados da formulação linearizada foram melhores com superioridade média de 11,3%. A Figura 5.13 apresenta, através de um gráfico de dispersão, os ganhos percentuais verificados por cada um dos 84 testes realizados para cada uma das duas formulações. Nela é possível notar que a nuvem de pontos alaranjados, que correspondem aos resultados obtidos pela formulação linearizada encontra-se deslocada acima da nuvem de pontos azul, que representa os resultados obtidos pela formulação não linear, comprovando a superioridade nos resultados obtidos com o modelo linearizado.

Em nenhum dos testes com as formulações não lineares (inteira e relaxada) o modelo apresentou solução ótima. No caso das instâncias com 17, 18, 19 e 20 cursos, a formulação não foi capaz de encontrar soluções inteiras dentro de tempo limite computacional. Testes foram realizados com 8 horas de processamento (que é o tempo limite do servidor *NEOS Server*), mas, mesmo assim não houve resultados inteiros viáveis. No caso das instâncias de 5 a 16 cursos, ao término do tempo limite sempre houve solução viável, tanto para o modelo não linear inteiro como para o modelo não linear relaxado.

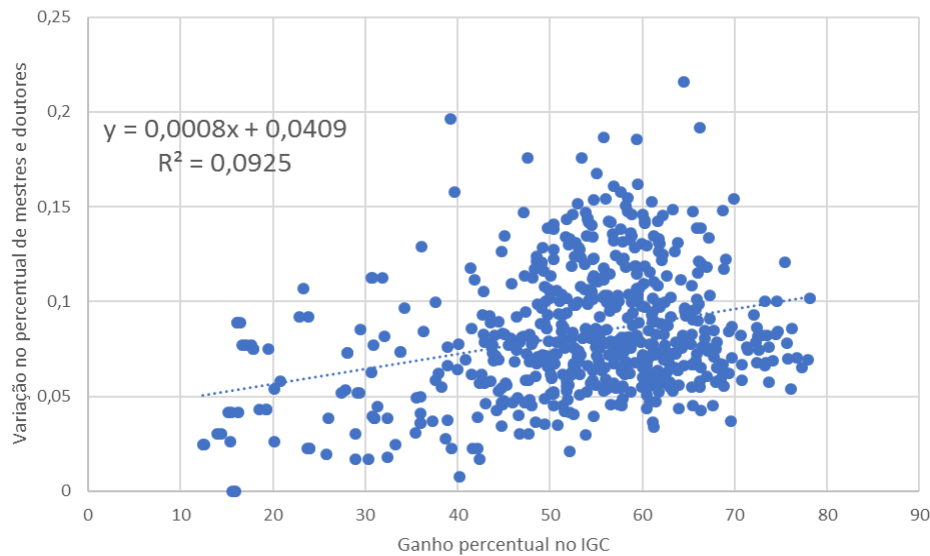
Para avaliar a qualidade da solução obtida com relação ao tempo computacional foram realizados testes computacionais adicionais com diferentes limites de tempo. Para cada grupo de instâncias considerando a quantidade de cursos foi escolhida uma instância aleatoriamente. Essa instância foi resolvida com 10 tempos computacionais



**Figura 5.8.** Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo X) e o aumento no percentual de doutores (eixo Y), considerando as instâncias geradas aleatoriamente e os três conjuntos de parâmetros

que variavam entre 600 e 18.000 segundos, totalizando 160 testes. A síntese dos resultados pode ser vista na Figura (5.12) que apresenta, para cada instância o valor relativo (comparado com a resposta obtida em 600 segundos) com base no tempo computacional. Verificou-se que, em quatro instâncias (com 5, 8, 14 e 15 cursos) não houve melhora na solução, ou seja, tanto a solução obtida com 10 minutos de processamento como com 5 horas tiveram o mesmo valor de função objetivo. Em cinco casos (instâncias com 6,7,9,11 e 13 cursos) houve melhora na qualidade da solução. Nesses casos o ganho médio comparando os resultados obtidos com 10 minutos e com 5 horas foi de 9,3% sendo que o menor ganho foi de 2,2% e o maior de 18,3%. Em três casos (instâncias 10, 12 e 16) os resultados obtidos ao final de 5 horas de processamento foram piores que os resultados obtidos com 10 minutos. Nesses casos, as pioras foram de 0,61% para a instância com 10 cursos, de 0,24% para a instância de 12 cursos e de 0,08% para a instância de 16 cursos.

Outro comportamento interessante verificado nos testes realizados é que existe uma tendência de que os ganhos aumentem na medida em que o número de cursos cresce. A Figura 5.14 apresenta os ganhos médios por grupo de instâncias com o mesmo número de cursos. Considerando as médias de ganho, é possível verificar que a formulação linearizada domina a formulação não linear em todos os grupos e que, em ambos os casos, ocorre uma tendência de crescimento dos ganhos na medida em que o número de cursos aumenta.



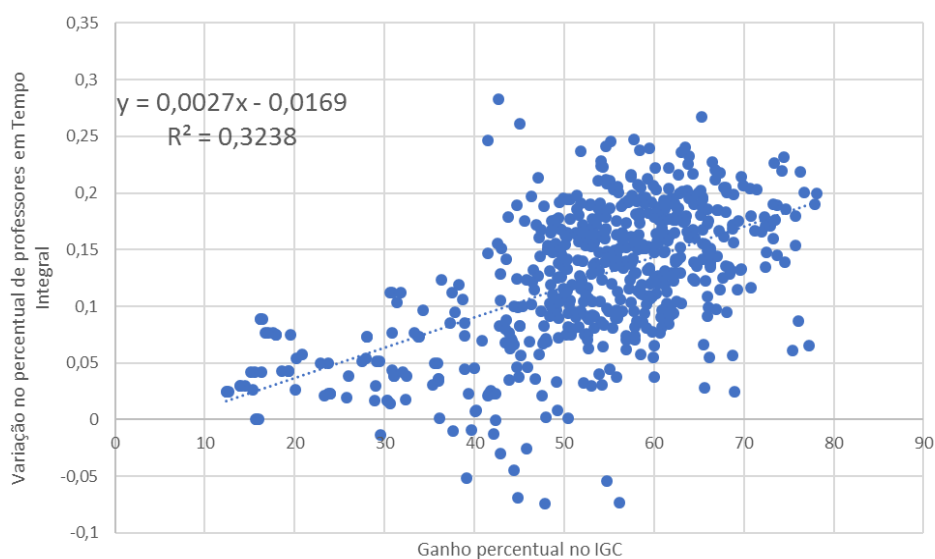
**Figura 5.9.** Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo X) e o aumento no percentual de mestres e doutores (eixo Y), considerando as instâncias geradas aleatoriamente e os três conjuntos de parâmetros

### 5.3 Análise da formulação linearizada em instâncias reais

O modelo linearizado (equações 4.7 a 4.27) foi implementado em AMPL e resolvido com o CPLEX 12.6.0.0 em um Intel Xeon X5690 @ 3,47 gigahertz com 24-CPU e memória RAM de 132 gigabytes e sistema operacional Linux.

As instâncias utilizadas nos testes foram geradas através dos dados reais relativos a indicação docente de dez semestres consecutivos (2012-1 a 2016-2) em uma instituição de ensino superior. Com isso, como, a cada ano, ocorrem duas indicações docentes (uma para cada semestre), foram criadas 10 instâncias relativas às indicações docentes de 2012-1, 2012-2, 2013-2, 2014-1, 2014-2, 2015-1, 2015-2, 2016-1 e 2016-2 para a realização dos testes e comparação dos resultados. Para avaliar a eficácia dos modelos, os resultados obtidos nos experimentos computacionais foram comparados com aqueles verificados na prática. Vale ressaltar que não há uma metodologia clara e padronizada para a escolha dos professores na prática. Basicamente, os coordenadores de curso são cobrados pelo desempenho de seus cursos e, individualmente, buscam alocar o maior número possível de professores com boa titulação e regime de trabalho.

Para cada instância foram realizados três testes, sendo um para cada conjunto de



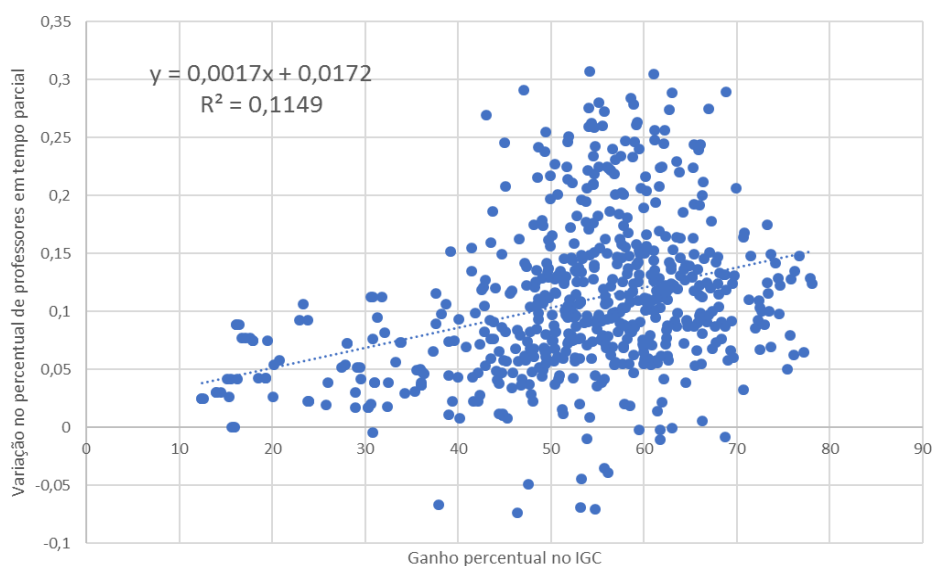
**Figura 5.10.** Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo Y) e o aumento no percentual professores em tempo integral (eixo X), considerando todas as instâncias (2012-1 a 2016-2) e os três conjuntos de parâmetros

parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*).

As informações acerca da disponibilidade de carga horária em cada turno e carga horária desejada foram informadas pelos próprios professores conforme sistema informatizado de gestão docente da organização. Neste sistema os professores também indicam as disciplinas que estão aptos a lecionar.

A Tabela 5.7 apresenta as principais informações acerca dos cenários a partir dos quais os dados foram coletados para realização dos testes computacionais. A primeira coluna traz o nome da instância, fazendo referência ao semestre no qual a indicação foi implementada na prática. As demais colunas apresentam o total de professores na instituição ( $P$ ), o total de turmas ( $T$ ), o total de cursos ( $C$ ), o percentual de professores doutores (%Doc), o percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu*, o percentual de professores que trabalham em regime de tempo integral (%TI), o percentual de professores que trabalham em regime de tempo parcial (%TP) e o IGC docente ( $\mathcal{I}$ ) calculado para o respectivo semestre. O IGC docente ( $\mathcal{I}$ ) corresponde a 30% do IGC da instituição. Ele foi calculado com base nos CPCs docentes de cada curso ( $\mathcal{B}_c$ ). Os CPCs docentes foram calculados com base nos percentuais de professores doutores, formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* e que trabalham em regime de tempo parcial ou integral.

O número de cursos de uma instituição de ensino superior pode oscilar entre diferentes semestres. Novos cursos podem ser abertos, cursos que não haviam sido

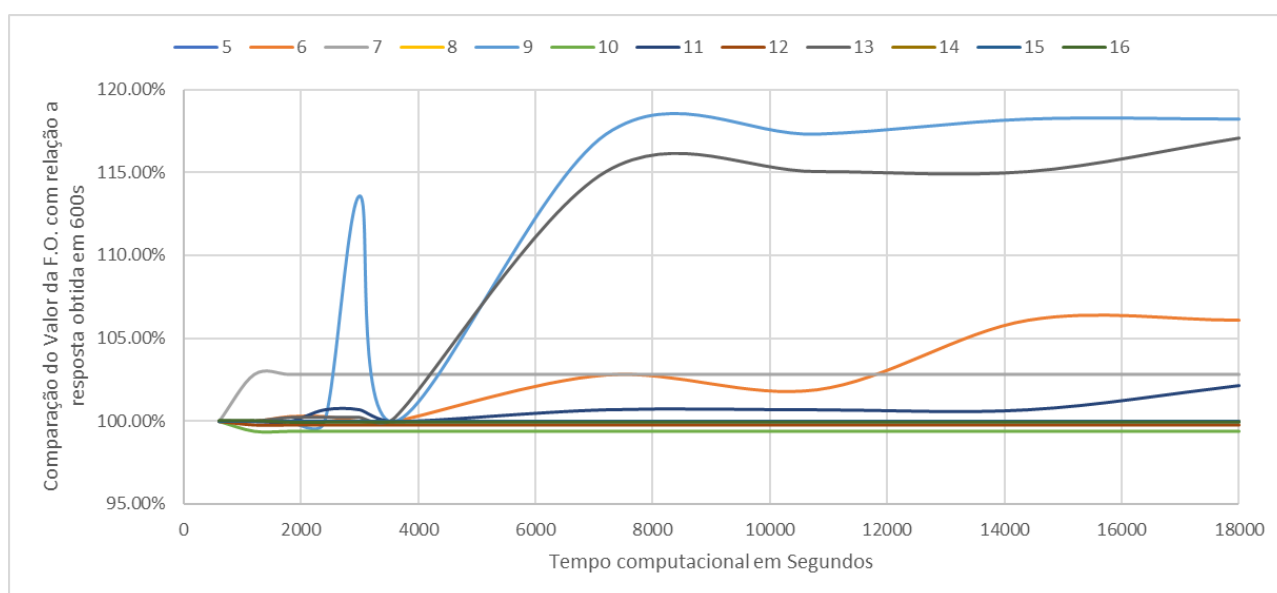


**Figura 5.11.** Correlação entre os ganhos obtidos através dos experimentos computacionais nos IGCs docentes (eixo Y) e o aumento no percentual professores em tempo parcial (eixo X), considerando todas as instâncias (2012-1 a 2016-2) e os três conjuntos de parâmetros

ofertados em semestres anteriores podem ser reabertos e cursos pode ser descontinuados. Além disso, dependendo das características de um determinado curso (número de alunos e turmas, principalmente) ele pode não ter oferta de turmas em um determinado semestre e seus alunos serem alocados em turmas análogas de outros cursos. É possível notar que o número de cursos variou entre 50 e 55 nos semestres a partir dos quais as instâncias foram geradas. As principais características de cada curso como, quantidade de professores (QPC), percentual de doutores (%DOC), percentual de mestres (%MSC), percentual de professores que atuam em regime de trabalho de tempo integral ou parcial (%RT), percentual de professores que atuam em regime de tempo integral (%TI), percentual de professores em regime de tempo parcial (%TP) e o conceito preliminar de curso relativo ao corpo docente ( $\mathcal{B}_c$ ) verificadas em cada semestre podem ser verificadas no Apêndice C nas tabelas C.1, C.2, C.3, C.4, C.5, C.6, C.7, C.8, C.9 e C.10.

As Tabelas 5.8, 5.9 e 5.10 apresentam, de maneira resumida, as principais características dos resultados obtidos com o modelo linearizado e os conjuntos de parâmetros *RLM* (Tabela 5.8), *RLS* (5.9) e *FM* (5.10). Para cada instância obtida a partir de um determinado semestre (coluna Per.) é possível verificar a variação no total de professores ( $\Delta P$ ), os percentuais de doutores (%Doc) e as variações nos percentuais de doutores ( $\Delta \text{Doc}$ ), os percentuais de mestres (%MSc) e as variações nos percentuais de mestres ( $\Delta \text{MSc}$ ), os percentuais de professores em regime de trabalho em tempo



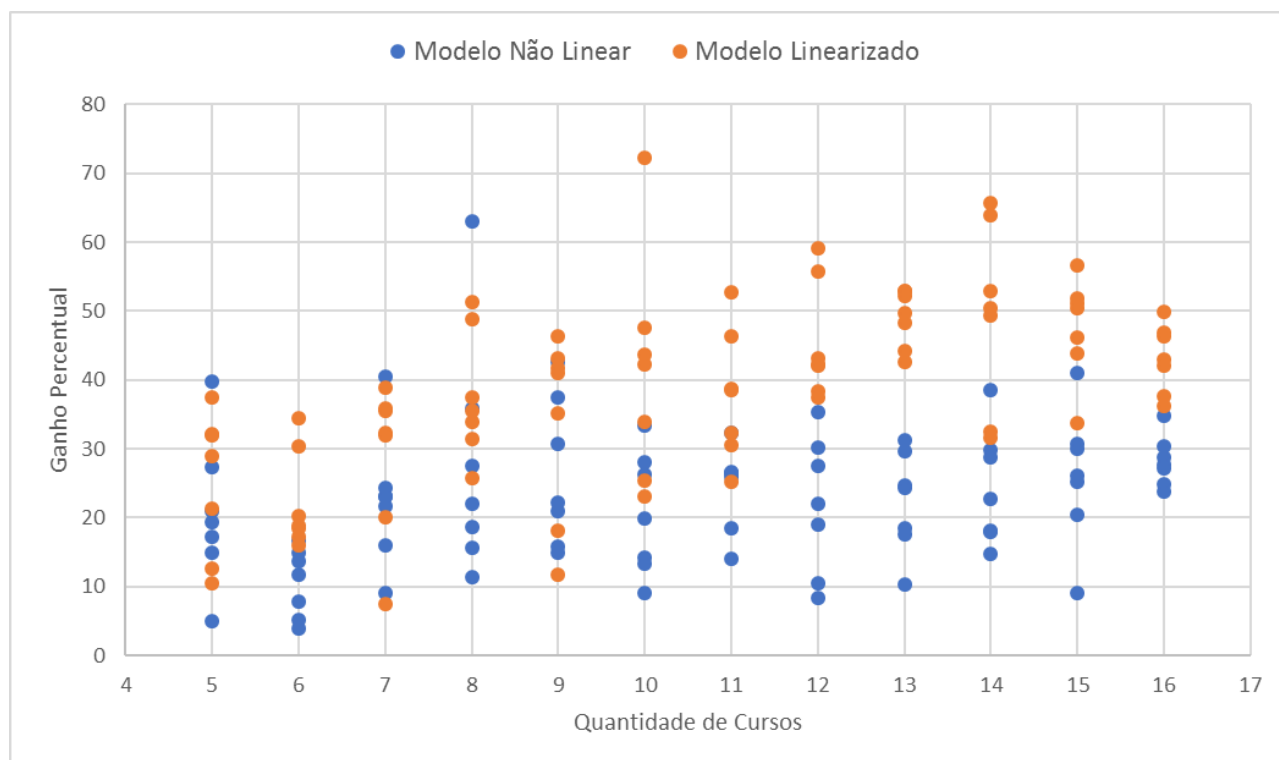


**Figura 5.12.** Comparação em os valores de função objetivo para instâncias aleatórias entre 5 e 16 cursos utilizando a formulação não linear inteira e variações de tempo entre 600 18000 segundos.

parcial (%TP) e as variações nos percentuais desse quesito ( $\Delta TP$ ), os percentuais de professores em regime de trabalho em tempo integral (%TI) e as variações nos percentuais desse quesito ( $\Delta TI$ ). A coluna  $t(s)$  apresenta o tempo computacional demandado para a solução do problema, a coluna  $\mathcal{I}$  apresenta os IGCs docentes calculados com base na solução construída pelo modelo e os ganhos percentuais do IGCs Docentes em relação aos IGCs Docentes verificados na prática são apresentados na coluna  $\Delta \mathcal{I}$ . Como a função objetivo da formulação linearizada não calcula o IGC obtido com a indicação docente, após o resultado de cada teste os percentuais de professores de cada tipo em cada curso foram calculados para que os respectivos  $\mathcal{B}_c$  (notas padronizadas para os CPCs Docentes, conforme equação 2.3) pudessem ser calculados com base nos valores nacionais de média, desvios-padrões e afastamentos padronizados utilizando as equações 2.1 e 2.2.

As tabelas 5.11, 5.12 e 5.13 apresentam, para cada período (na coluna Período), os tempos computacionais demandados em segundos (coluna tempo(s)), os valores das funções objtivos com a formulação linearizada (coluna F.O. Int.) e com sua respectiva relaxação linear (coluna F.O. Relax.) e os *gaps* das relaxações lineares.

Os experimentos computacionais demonstraram que a formulação linearizada é capaz de gerar soluções factíveis com ganhos no IGC da instituição. De maneira geral, os três conjuntos de parâmetros apresentaram ganhos médios muito parecidos e pró-

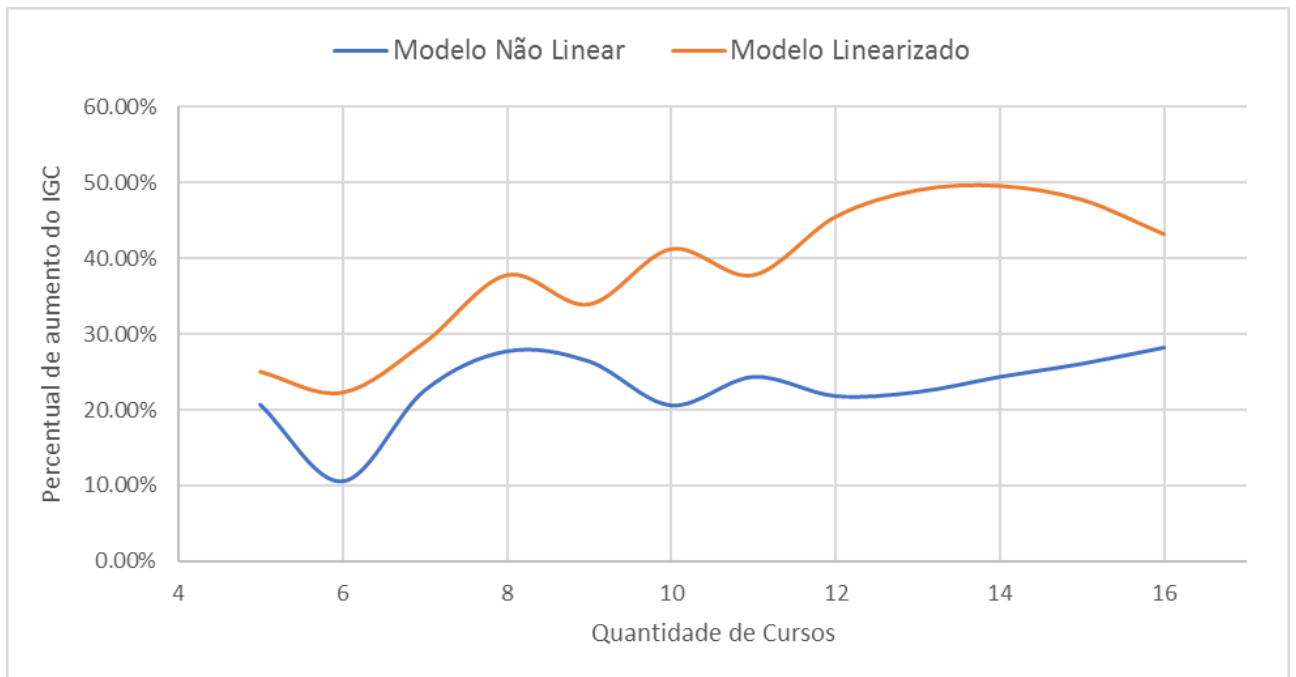


**Figura 5.13.** Ganho percentual por teste realizado com as formulações não linear e pela formulação linearizada por número de cursos.

ximos a 11%. Os conjuntos de parâmetros gerados através da regressão linear simples (parâmetros *RLS*) apresentaram melhores resultados médios para as soluções dos períodos de 2012-1, 2012-2, 2013-1, 2013-2 e 2014-1. Para as instâncias geradas com dados dos semestres de 2014-2, 2015-1, 2015-2, 2016-1 e 2016-2 os parâmetros gerados a partir dos percentuais para obter nota média por quesito (parâmetros *FM*) apresentaram melhores resultados. Os ganhos médios verificados para cada conjunto de parâmetros por período podem ser vistos no gráfico apresentado na Figura 5.15. Os parâmetros obtidos através das regressões lineares múltiplas (parâmetros *RLM*), embora não tenham tido o melhor resultado médio em para nenhum período, apresentaram, em média, para todos os períodos, um resultado médio melhor que os parâmetros *FM*. Em síntese, os ganhos médios verificados por cada conjunto de parâmetros em cada período, podem ser verificados no gráfico apresentado na Figura 5.15.

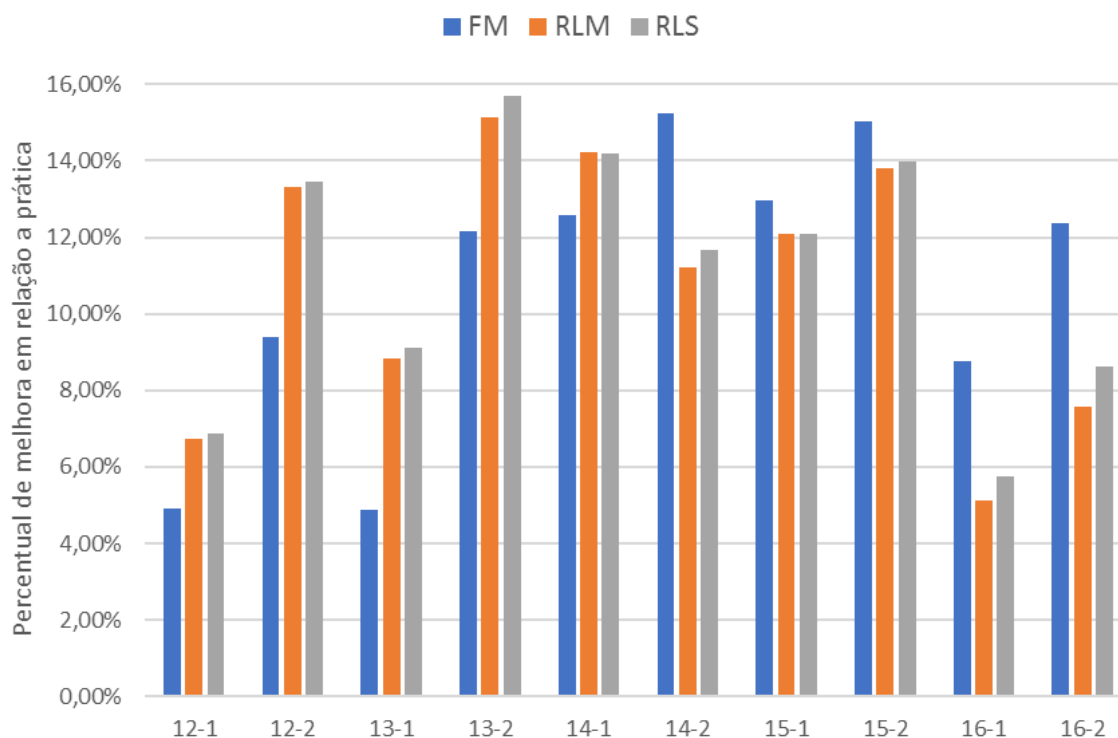
A média de ganho percentual no IGC docente ( $\mathcal{I}$ ) para cada conjunto de parâmetros foi de 10,82% para os parâmetros *FM*, 10,81% para os parâmetros *RLM* e de 11,15% para os parâmetros *RLS* (ver Figura 5.16).

A evolução nos valores de IGC Docente para cada conjunto de parâmetros (*RLM*,

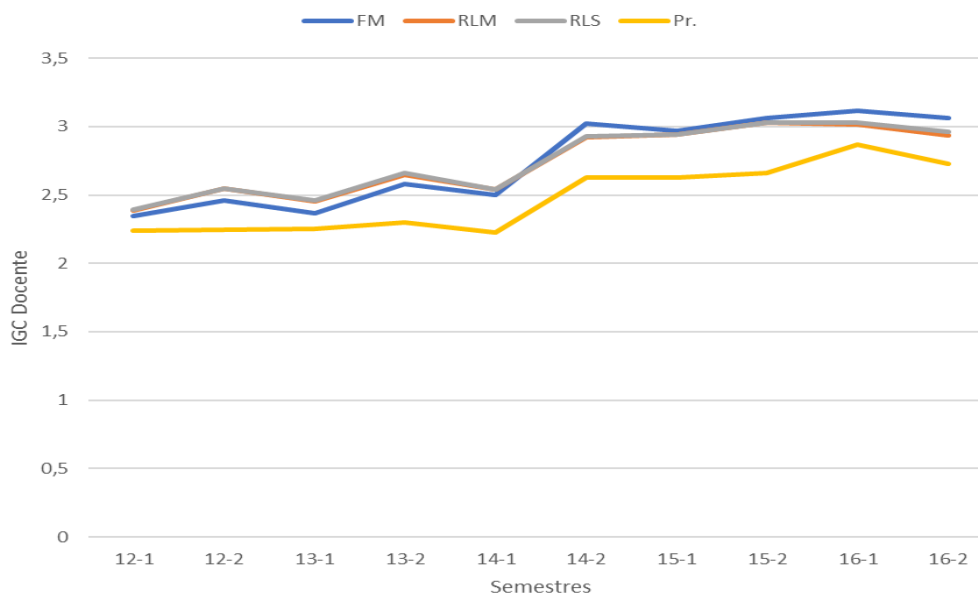


**Figura 5.14.** Ganho percentual médio por grupo de instâncias com as formulações não linear e pela formulação linearizada.

*RLS* e *FM*) ao longos dos semestres obtidos com a implementação da formulação linearizada está ilustrada no gráfico apresentado pela Figura 5.17.

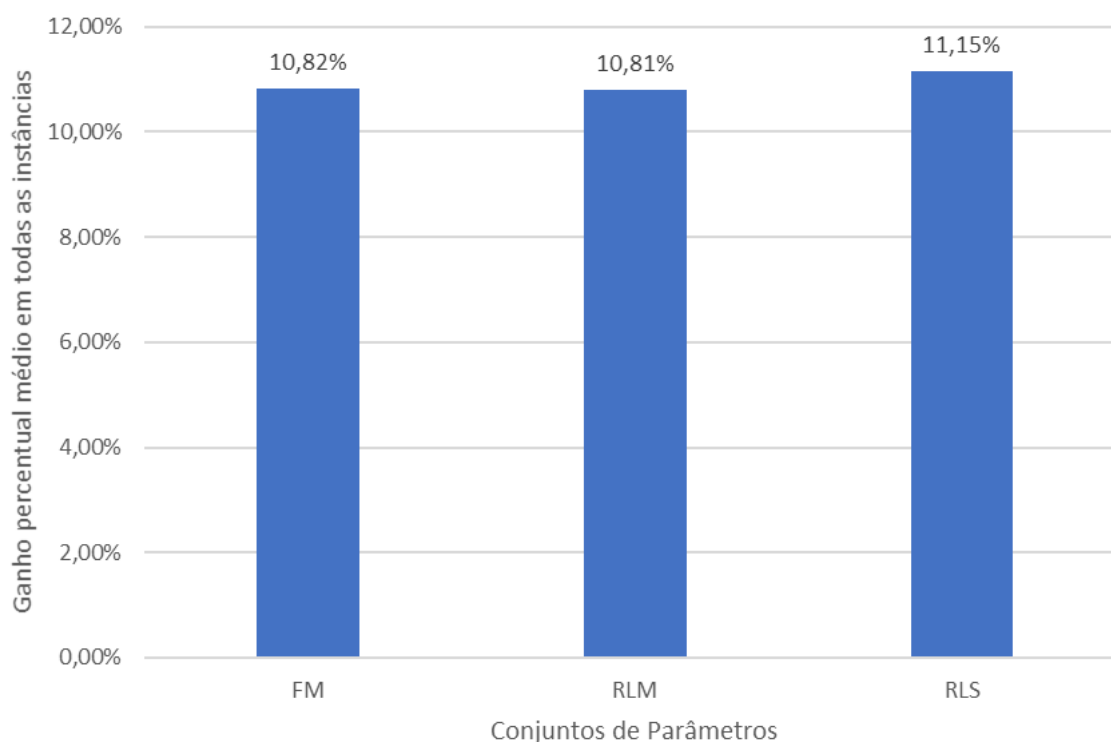


**Figura 5.15.** Ganhos percentuais médios nos valores dos IGCs Docentes para cada conjunto de parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*) obtidos com os experimentos computacionais utilizando a formulação linearizada para os semestres de 2012-1 a 2016-2



**Figura 5.17.** Evolução nos valores de IGC Docente ( $\mathcal{I}$ ) para os semestres de 2012-1 a 2016-2, considerando o resultado verificado na prática e os resultados obtidos através dos experimentos computacionais para cada conjunto de parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*) e com o modelo linearizado

#### 5.4. ANÁLISE DA FORMULAÇÃO LINEARIZADA EM INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE



**Figura 5.16.** Comparação entre os ganhos médios obtidos através dos experimentos computacionais com a formulação linearizada para cada conjunto de parâmetros (*RLM*, *RLS* e *FM*), considerando as instâncias geradas com dados reais relativos às indicações docentes dos semestres de 2012-1 a 2016-2

Os experimentos computacionais apresentaram resultados satisfatórios. As duas formulações apresentaram resultados factíveis que poderiam ser imediatamente aplicados na prática caso tivessem sido utilizadas no processo de indicação docente.

Os parâmetros testados foram eficazes em direcionar a função objetivo para soluções que gerassem ganhos no IGC docente ( $\mathcal{I}$ ). Nesses testes os desempenhos foram muito parecidos e satisfatórios o que aponta para a possibilidade de utilização de qualquer um dos conjuntos. Os parâmetros obtidos através da Regressão Linear Simples - *RLS* apresentaram, de modo geral, os melhores resultados.

### 5.4 Análise da formulação linearizada em instâncias de grande porte

Para avaliar o comportamento e a efetividade da formulação linearizada em problemas com maior número de cursos, professores e turmas, foram realizados testes

computacionais em instâncias de 60 até 105 cursos. Considerando os dados mais atuais acerca da avaliação do cursos de graduação no Brasil (relativos ao triênio 2013,2014 e 2015), divulgados pelo MEC, temos que 2894 instituições foram avaliadas, das quais, apenas 113 (4%) tiveram mais de 105 cursos avaliados. Se considerarmos ainda que os cursos são avaliados de acordo com a sua unidade em cada um município, temos 5200 ocorrências da combinação instituição de ensino e município, das quais, em apenas 37 casos (0,7%), houve instituições com mais de 105 cursos avaliados em um mesmo município. Assim, os experimentos foram realizados com instâncias de porte maior ou igual a mais de 99% das instituições avaliadas no último ciclo no Brasil.

Essas instâncias foram geradas aleatoriamente seguindo os mesmo procedimentos das instâncias aleatórias utilizadas nas seções anteriores. Para a realização dos testes foram geradas 100 instâncias divididas em 10 grupos variando entre 60 e 105 cursos. O modelo linearizado (equações 4.7 a 4.27) foi implementado em AMPL e resolvido com o CPLEX 12.6.0.0 em um Intel Xeon X5690 @ 3,47 gigahertz com 24-CPU e memória RAM de 132 gigabytes e sistema operacional Linux.

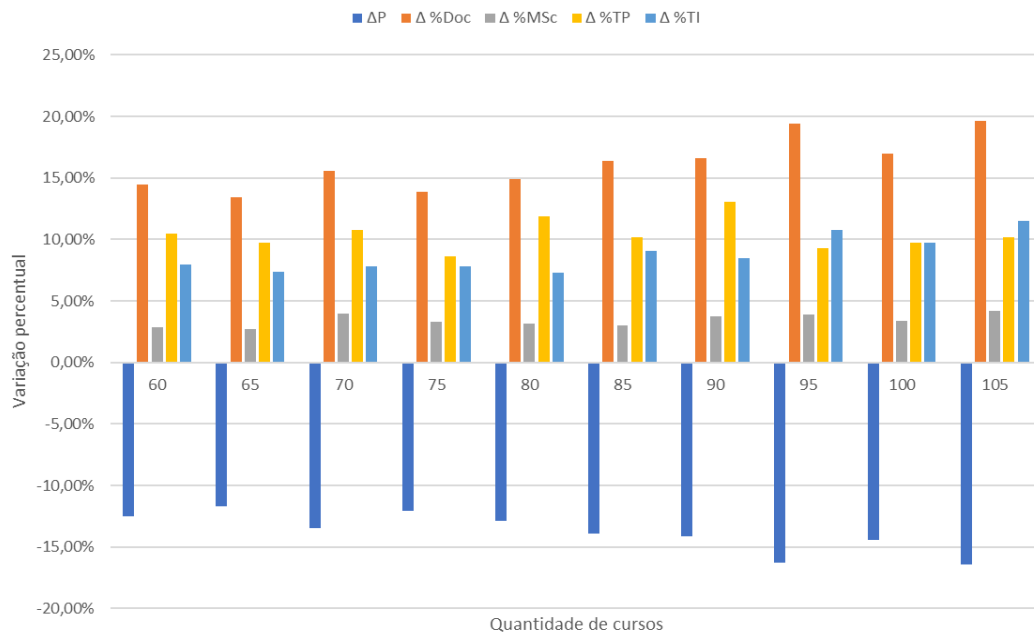
A Tabela 5.14 apresenta os valores médios para cada grupo de instância ( $C$ ), a quantidade de professores ( $P$ ), o percentual de doutores (%Doc), o percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (%MSc) e o percentual de professores atuando em regime de trabalho de tempo parcial (%TP) e em tempo integral (%TI).

A Tabela 5.15 apresenta, de maneira resumida, as principais características dos resultados obtidos com o modelo linearizado e os conjuntos de instâncias com quantidade de cursos variando entre 60 e 105. Para cada grupo de instâncias (coluna C) é possível verificar o número total de professores ( $P$ ) e a respectiva variação ( $\Delta P$ ), os percentuais de doutores (%Doc) e as variações nos percentuais de doutres ( $\Delta$ Doc), os percentuais de mestres (%MSc) e as variações nos percentuais de mestres ( $\Delta$  MSc) , os percentuais de professores em regime de trabalho em tempo parcial (%TP) e as variações nos percentuais desse quesito ( $\Delta$ TP), os percentuais de professores em regime de trabalho em tempo integral (%TI) e as variações nos percentuais desse quesito ( $\Delta$ TI).

É interessante notar que, em média, o quesito que sofre maior alteração com a implementação do modelo linearizado é o percentual de doutores que registrou um aumento médio de 16% (considerando todas as instâncias). O número de professores também é alterado de forma significativa e, nos testes realizados, reduziu, em média 13%. As alterações na composição docente das instâncias após a solução com o modelo linearizado estão ilustradas no gráfico apresentado na Figura 5.18.

Em todos os casos, a formulação linearizada retornou respostas ótimas para o problema de alocação docente das instâncias aleatórias. O tempo computacional má-

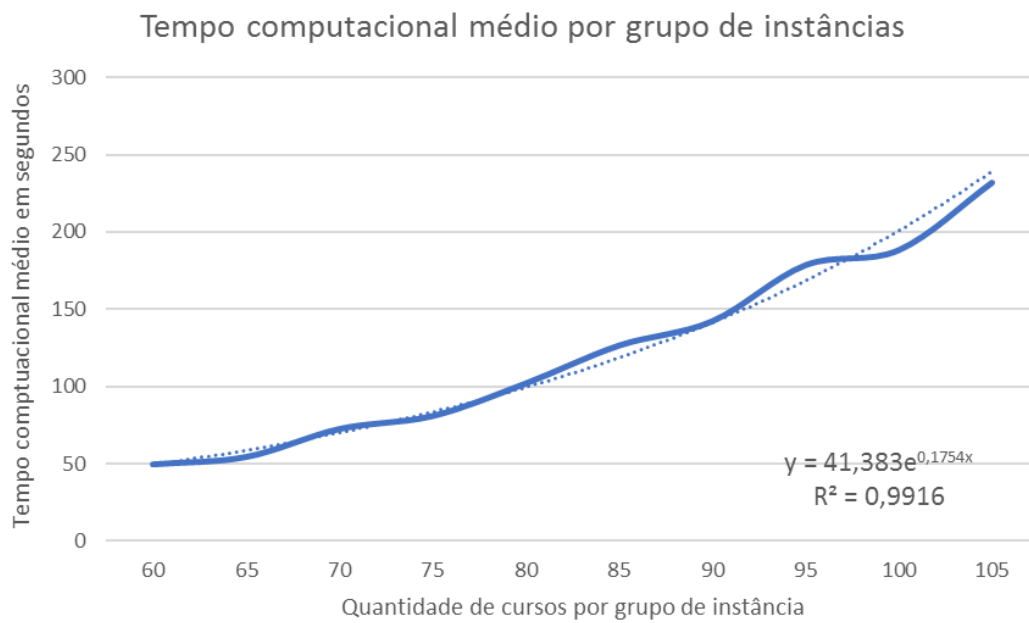
#### 5.4. ANÁLISE DA FORMULAÇÃO LINEARIZADA EM INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE



**Figura 5.18.** Variação média verificada no número total de professores na *IES* ( $\Delta P$ ), no percentual de professores doutores ( $\Delta \% \text{Doc}$ ), no percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* ( $\Delta \% \text{MSc}$ ) e no percentual professores que atuam em regime de tempo parcial ou integral ( $\Delta \% \text{RT}$ )

ximo, verificado em uma instância com 105 cursos, 1758 professores e 5774 turmas, foi de 305 segundos. O *gap* da relaxação linear médio verificado em todos os testes com as instâncias de 60 a 105 cursos foi de 0,24%, o que justifica o baixo custo computacional mesmo para instâncias grandes. A Tabela 5.16 apresenta, para cada grupo de instâncias (C), os valores médios de tempo computacional para obtenção da solução ótima (tempo(s)), da função objetivo (F.O. Int.), da função objetivo para a formulação relaxada (F.O. Relax.) e dos *gaps* de relaxação linear (GAP R.L. (%)).

A variação no tempo computacional médio demandado para obtenção de uma solução ótima para o problema com relação a quantidade de cursos em cada grupo de instâncias também pode ser verificado no gráfico apresentado na Figura 5.19. É interessante notar que o crescimento do tempo em relação ao número de cursos na instância é muito bem explicado por uma regressão exponencial, cuja curva, equação e coeficiente de determinação também podem ser verificados na Figura 5.19.



**Figura 5.19.** Tempo computacional médio em segundos verificado nos experimentos computacionais com instâncias de 60 a 105 cursos.



**Tabela 5.5.** Síntese dos resultados obtidos com as formulações não lineares (inteira e relaxada) e linearizada para instâncias aleatórias de 5 até 10 cursos

| C  | T   | P   | $\mathcal{I}_{NL}$ | $G_{MNL}(\%)$ | $\mathcal{I}_{Lin}$ | Razão |
|----|-----|-----|--------------------|---------------|---------------------|-------|
| 5  | 264 | 64  | 2,40               | 29            | 2,76                | 0,87  |
| 5  | 206 | 44  | 2,61               | 12            | 2,46                | 1,06  |
| 5  | 275 | 56  | 2,51               | 24            | 2,41                | 1,04  |
| 5  | 243 | 46  | 2,30               | 19            | 2,13                | 1,08  |
| 5  | 216 | 43  | 2,12               | 32            | 2,45                | 0,87  |
| 5  | 205 | 65  | 2,33               | 30            | 2,65                | 0,88  |
| 5  | 304 | 69  | 1,87               | 30            | 1,89                | 0,99  |
| 6  | 395 | 84  | 2,15               | 34            | 2,37                | 0,91  |
| 6  | 290 | 71  | 2,35               | 28            | 2,78                | 0,85  |
| 6  | 428 | 122 | 2,61               | 27            | 2,91                | 0,90  |
| 6  | 345 | 91  | 2,49               | 27            | 2,51                | 0,99  |
| 6  | 225 | 68  | 2,27               | 27            | 2,45                | 0,93  |
| 6  | 248 | 48  | 2,89               | 29            | 3,26                | 0,89  |
| 6  | 198 | 61  | 2,43               | 26            | 2,74                | 0,89  |
| 7  | 455 | 84  | 2,06               | 28            | 2,03                | 1,02  |
| 7  | 469 | 105 | 2,47               | 24            | 2,75                | 0,90  |
| 7  | 441 | 132 | 2,31               | 24            | 2,55                | 0,91  |
| 7  | 263 | 74  | 3,01               | 9             | 2,83                | 1,06  |
| 7  | 365 | 61  | 2,26               | 27            | 2,20                | 1,03  |
| 7  | 360 | 101 | 2,49               | 30            | 2,76                | 0,90  |
| 7  | 284 | 69  | 2,33               | 27            | 2,66                | 0,88  |
| 8  | 496 | 102 | 2,31               | 25            | 2,56                | 0,90  |
| 8  | 512 | 156 | 2,37               | 32            | 2,93                | 0,81  |
| 8  | 465 | 122 | 2,65               | 23            | 2,94                | 0,90  |
| 8  | 371 | 108 | 2,57               | 28            | 2,70                | 0,95  |
| 8  | 440 | 108 | 2,77               | 13            | 2,56                | 1,08  |
| 8  | 379 | 112 | 2,87               | 8             | 2,66                | 1,08  |
| 8  | 363 | 104 | 2,19               | 27            | 2,82                | 0,78  |
| 9  | 618 | 87  | 2,87               | 20            | 3,09                | 0,93  |
| 9  | 449 | 105 | 2,43               | 24            | 2,82                | 0,86  |
| 9  | 468 | 102 | 2,59               | 24            | 2,52                | 1,03  |
| 9  | 345 | 98  | 2,66               | 17            | 2,66                | 1,00  |
| 9  | 312 | 80  | 2,63               | 23            | 2,59                | 1,02  |
| 9  | 517 | 138 | 2,55               | 31            | 3,09                | 0,83  |
| 9  | 550 | 100 | 2,43               | 20            | 2,47                | 0,98  |
| 10 | 578 | 143 | 2,35               | 33            | 2,95                | 0,80  |
| 10 | 554 | 115 | 2,63               | 25            | 3,04                | 0,87  |
| 10 | 492 | 123 | 3,00               | 28            | 3,68                | 0,82  |
| 10 | 460 | 130 | 2,33               | 25            | 3,02                | 0,77  |
| 10 | 448 | 99  | 2,25               | 22            | 2,32                | 0,97  |
| 10 | 567 | 103 | 2,70               | 29            | 2,99                | 0,90  |
| 10 | 462 | 131 | 2,67               | 26            | 3,02                | 0,89  |

**Tabela 5.6.** Síntese dos resultados obtidos com as formulações não lineares (inteira e relaxada) e linearizada para instâncias aleatórias de 11 até 16 cursos

| C  | T    | P   | $\mathcal{I}_{NL}$ | $G_{MNL}(\%)$ | $\mathcal{I}_{Lin}$ | Razão |
|----|------|-----|--------------------|---------------|---------------------|-------|
| 11 | 563  | 122 | 2,65               | 22            | 2,91                | 0,91  |
| 11 | 566  | 125 | 2,45               | 16            | 2,53                | 0,97  |
| 11 | 491  | 137 | 2,90               | 22            | 3,39                | 0,86  |
| 11 | 470  | 104 | 2,48               | 24            | 2,59                | 0,96  |
| 11 | 514  | 151 | 2,62               | 21            | 2,90                | 0,90  |
| 11 | 795  | 195 | 2,41               | 21            | 2,64                | 0,91  |
| 11 | 665  | 165 | 2,49               | 29            | 3,01                | 0,82  |
| 12 | 594  | 145 | 2,33               | 27            | 2,74                | 0,85  |
| 12 | 718  | 143 | 1,92               | 37            | 2,41                | 0,80  |
| 12 | 565  | 160 | 2,27               | 28            | 2,83                | 0,80  |
| 12 | 651  | 141 | 2,13               | 27            | 2,46                | 0,87  |
| 12 | 675  | 222 | 2,45               | 17            | 2,67                | 0,92  |
| 12 | 586  | 121 | 1,97               | 21            | 2,58                | 0,76  |
| 12 | 527  | 130 | 2,26               | 24            | 2,61                | 0,87  |
| 13 | 669  | 127 | 2,00               | 28            | 2,54                | 0,79  |
| 13 | 894  | 234 | 2,47               | 20            | 3,03                | 0,82  |
| 13 | 523  | 139 | 2,52               | 26            | 2,88                | 0,88  |
| 13 | 837  | 218 | 2,19               | 24            | 2,51                | 0,87  |
| 13 | 712  | 154 | 1,96               | 35            | 2,70                | 0,72  |
| 13 | 851  | 213 | 2,29               | 23            | 2,79                | 0,82  |
| 13 | 704  | 210 | 2,33               | 19            | 2,71                | 0,86  |
| 14 | 1020 | 191 | 2,07               | 23            | 2,63                | 0,79  |
| 14 | 887  | 237 | 2,42               | 17            | 2,78                | 0,87  |
| 14 | 576  | 120 | 2,08               | 26            | 2,38                | 0,87  |
| 14 | 715  | 146 | 2,10               | 32            | 2,92                | 0,72  |
| 14 | 829  | 229 | 2,51               | 18            | 2,98                | 0,84  |
| 14 | 642  | 157 | 2,12               | 28            | 2,28                | 0,93  |
| 14 | 821  | 218 | 2,54               | 16            | 3,04                | 0,84  |
| 15 | 817  | 187 | 2,70               | 17            | 3,55                | 0,76  |
| 15 | 932  | 262 | 2,52               | 18            | 2,92                | 0,86  |
| 15 | 723  | 170 | 2,57               | 15            | 2,98                | 0,86  |
| 15 | 787  | 172 | 2,55               | 24            | 3,10                | 0,82  |
| 15 | 754  | 172 | 2,51               | 20            | 2,68                | 0,94  |
| 15 | 711  | 156 | 2,28               | 26            | 2,74                | 0,83  |
| 15 | 808  | 188 | 2,82               | 17            | 3,14                | 0,90  |
| 16 | 785  | 170 | 2,58               | 19            | 2,82                | 0,92  |
| 16 | 846  | 182 | 2,22               | 29            | 2,42                | 0,92  |
| 16 | 810  | 226 | 2,52               | 15            | 2,72                | 0,92  |
| 16 | 814  | 229 | 2,52               | 23            | 2,99                | 0,84  |
| 16 | 716  | 198 | 2,43               | 21            | 2,82                | 0,86  |
| 16 | 816  | 200 | 2,41               | 19            | 2,69                | 0,89  |
| 16 | 922  | 212 | 2,75               | 19            | 2,98                | 0,92  |

#### 5.4. ANÁLISE DA FORMULAÇÃO LINEARIZADA EM INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

**Tabela 5.7.** Características dos cenários reais a partir dos quais foram coletados os dados para realização dos testes computacionais

| Período | $T$  | $C$ | $P$ | %Doc  | %MSc  | %TI  | %TP   | $\mathcal{I}$ |
|---------|------|-----|-----|-------|-------|------|-------|---------------|
| 12-1    | 2063 | 50  | 528 | 14,20 | 75,57 | 3,79 | 54,36 | 2,24          |
| 12-2    | 2136 | 50  | 541 | 14,23 | 77,82 | 3,51 | 54,53 | 2,25          |
| 13-1    | 2323 | 51  | 579 | 15,37 | 77,20 | 4,32 | 53,37 | 2,25          |
| 13-2    | 2403 | 52  | 618 | 16,18 | 79,45 | 4,21 | 54,37 | 2,30          |
| 14-1    | 2691 | 55  | 701 | 16,69 | 80,03 | 4,42 | 53,50 | 2,22          |
| 14-2    | 2641 | 54  | 669 | 19,58 | 84,90 | 5,08 | 60,39 | 2,62          |
| 15-1    | 2873 | 53  | 725 | 21,24 | 85,79 | 5,10 | 58,76 | 2,63          |
| 15-2    | 2705 | 51  | 639 | 23,32 | 87,79 | 5,48 | 63,38 | 2,66          |
| 16-1    | 2320 | 52  | 562 | 25,44 | 89,15 | 5,52 | 66,55 | 2,87          |
| 16-2    | 2039 | 51  | 503 | 26,44 | 86,68 | 5,77 | 68,59 | 2,73          |

**Tabela 5.8.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $RLM$

| Per. | $\Delta P$ | %Doc  | $\Delta Doc$ | %MSc  | $\Delta MSc$ | %TP   | $\Delta TP$ | % TI | $\Delta TI$ | $IGC_D$ | $\Delta \mathcal{I}$ |
|------|------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|-------------|------|-------------|---------|----------------------|
| 12-1 | -1.52      | 14.23 | 0.19         | 76.35 | 1.03         | 59.04 | 1.54        | 3.85 | 1.54        | 2.39    | 6.73                 |
| 12-2 | -2.59      | 14.61 | 2.66         | 79.13 | 1.68         | 59.39 | 2.33        | 3.61 | 2.66        | 2.54    | 13.30                |
| 13-1 | -0.69      | 15.48 | 0.70         | 77.74 | 0.70         | 57.91 | 0.39        | 4.35 | 0.70        | 2.45    | 8.84                 |
| 13-2 | -4.53      | 16.95 | 4.75         | 81.69 | 2.83         | 61.19 | 4.46        | 4.41 | 4.75        | 2.65    | 15.12                |
| 14-1 | -3.00      | 17.21 | 3.09         | 81.76 | 2.17         | 59.26 | 2.33        | 4.56 | 3.09        | 2.54    | 14.21                |
| 14-2 | -3.14      | 20.22 | 3.24         | 86.57 | 1.97         | 67.28 | 2.77        | 5.25 | 3.24        | 2.92    | 11.23                |
| 15-1 | -4.28      | 21.90 | 3.11         | 87.61 | 2.12         | 66.14 | 3.56        | 5.19 | 1.64        | 2.94    | 12.10                |
| 15-2 | -2.66      | 23.79 | 2.04         | 88.75 | 1.09         | 70.42 | 2.27        | 5.63 | 2.73        | 3.03    | 13.81                |
| 16-1 | -1.25      | 25.59 | 0.55         | 89.73 | 0.65         | 72.97 | 1.26        | 5.59 | 1.26        | 3.01    | 5.13                 |
| 16-2 | -0.40      | 26.35 | -0.36        | 86.83 | 0.17         | 68.66 | 0.11        | 5.79 | 0.40        | 2.93    | 7.58                 |

**Tabela 5.9.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $RLS$

| Per. | $\Delta P$ | %Doc  | $\Delta Doc$ | %MSc  | $\Delta MSc$ | %TP   | $\Delta TP$ | % TI | $\Delta TI$ | $IGC_D$ | $\Delta \mathcal{I}$ |
|------|------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|-------------|------|-------------|---------|----------------------|
| 12-1 | -0.76      | 14.12 | -0.58        | 75.95 | 0.51         | 58.59 | 0.76        | 3.82 | 0.76        | 2.39    | 6.86                 |
| 12-2 | -1.29      | 14.42 | 1.31         | 78.09 | 0.35         | 58.61 | 0.99        | 3.56 | 1.31        | 2.55    | 13.46                |
| 13-1 | 0.00       | 15.37 | 0.00         | 77.20 | 0.00         | 57.69 | 0.00        | 4.32 | 0.00        | 2.46    | 9.12                 |
| 13-2 | -2.27      | 16.56 | 2.32         | 80.30 | 1.07         | 59.77 | 2.04        | 4.30 | 2.32        | 2.66    | 15.70                |
| 14-1 | -1.28      | 16.91 | 1.30         | 80.49 | 0.58         | 58.24 | 0.55        | 4.48 | 1.30        | 2.54    | 14.20                |
| 14-2 | -1.64      | 19.91 | 1.67         | 85.56 | 0.78         | 66.41 | 1.44        | 5.17 | 1.67        | 2.93    | 11.66                |
| 15-1 | -2.48      | 21.78 | 2.55         | 86.85 | 1.23         | 65.21 | 2.10        | 5.23 | 2.55        | 2.94    | 12.10                |
| 15-2 | -1.10      | 23.58 | 1.11         | 88.13 | 0.39         | 69.62 | 1.11        | 5.54 | 1.11        | 3.03    | 13.99                |
| 16-1 | -0.53      | 25.40 | -0.17        | 89.45 | 0.34         | 72.45 | 0.54        | 5.55 | 0.54        | 3.03    | 5.76                 |
| 16-2 | -0.40      | 26.35 | -0.36        | 86.83 | 0.17         | 68.66 | 0.11        | 5.79 | 0.40        | 2.96    | 8.62                 |

**Tabela 5.10.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *FM*

| Per. | $\Delta P$ | %Doc  | $\Delta$ Doc | %MSc  | $\Delta$ MSc | %TP   | $\Delta$ TP | % TI | $\Delta$ TI | $IGC_D$ | $\Delta \mathcal{I}$ |
|------|------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|-------------|------|-------------|---------|----------------------|
| 12-1 | -0.76      | 14.12 | -0.58        | 75.95 | 0.51         | 58.59 | 0.76        | 3.82 | 0.76        | 2.35    | 4.91                 |
| 12-2 | -1.11      | 14.39 | 1.12         | 78.13 | 0.40         | 58.50 | 0.80        | 3.55 | 1.12        | 2.46    | 9.39                 |
| 13-1 | 0.00       | 15.37 | 0.00         | 77.20 | 0.00         | 57.69 | 0.00        | 4.32 | 0.00        | 2.36    | 4.86                 |
| 13-2 | -1.94      | 16.50 | 1.98         | 80.03 | 0.73         | 59.57 | 1.70        | 4.29 | 1.98        | 2.58    | 12.16                |
| 14-1 | -1.14      | 16.88 | 1.15         | 80.38 | 0.43         | 58.15 | 0.41        | 4.47 | 1.15        | 2.50    | 12.57                |
| 14-2 | -1.64      | 19.91 | 1.67         | 85.56 | 0.78         | 66.41 | 1.44        | 5.17 | 1.67        | 3.02    | 15.24                |
| 15-1 | -2.21      | 21.72 | 2.26         | 86.74 | 1.11         | 65.02 | 1.82        | 5.22 | 2.26        | 2.97    | 12.97                |
| 15-2 | -0.94      | 23.54 | 0.95         | 87.99 | 0.23         | 69.51 | 0.95        | 5.53 | 0.95        | 3.06    | 15.02                |
| 16-1 | -0.53      | 25.40 | -0.17        | 89.45 | 0.34         | 72.45 | 0.54        | 5.55 | 0.54        | 3.12    | 8.75                 |
| 16-2 | -0.40      | 26.35 | -0.36        | 86.83 | 0.17         | 68.66 | 0.11        | 5.79 | 0.40        | 3.07    | 12.37                |

**Tabela 5.11.** Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e *gaps* das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLM*

| Período. | tempo(s) | F.O. Int. | F.O. Relax. | GAP R.L. (%) |
|----------|----------|-----------|-------------|--------------|
| 12-1     | 111      | 0.562     | 0.562       | 0.046        |
| 12-2     | 131      | 0.841     | 0.845       | 0.377        |
| 13-1     | 114      | 0.766     | 0.767       | 0.146        |
| 13-2     | 188      | 1.131     | 1.134       | 0.263        |
| 14-1     | 204      | 0.997     | 0.998       | 0.116        |
| 14-2     | 219      | 1.333     | 1.336       | 0.187        |
| 15-1     | 225      | 1.354     | 1.357       | 0.227        |
| 15-2     | 179      | 0.998     | 1.000       | 0.181        |
| 16-1     | 121      | 0.989     | 0.991       | 0.199        |
| 16-2     | 225      | 0.785     | 0.797       | 1.462        |

**Tabela 5.12.** Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e *gaps* das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLS*

| Período. | tempo(s) | F.O. Int. | F.O. Relax. | GAP R.L. (%) |
|----------|----------|-----------|-------------|--------------|
| 12-1     | 116      | 1.041     | 1.041       | 0.055        |
| 12-2     | 170      | 1.548     | 1.554       | 0.359        |
| 13-1     | 148      | 1.427     | 1.429       | 0.132        |
| 13-2     | 178      | 2.092     | 2.096       | 0.219        |
| 14-1     | 167      | 1.875     | 1.877       | 0.092        |
| 14-2     | 197      | 2.478     | 2.482       | 0.172        |
| 15-1     | 236      | 2.530     | 2.535       | 0.203        |
| 15-2     | 206      | 1.855     | 1.858       | 0.175        |
| 16-1     | 138      | 1.848     | 1.852       | 0.188        |
| 16-2     | 227      | 1.475     | 1.499       | 1.619        |

**Tabela 5.13.** Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e *gaps* das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *FM*

| Período. | tempo(s) | F.O. Int. | F.O. Relax. | GAP R.L. (%) |
|----------|----------|-----------|-------------|--------------|
| 12-1     | 109      | 45.353    | 45.383      | 0.067        |
| 12-2     | 143      | 67.405    | 67.627      | 0.329        |
| 13-1     | 155      | 61.658    | 61.729      | 0.116        |
| 13-2     | 170      | 90.705    | 90.903      | 0.218        |
| 14-1     | 162      | 80.366    | 80.454      | 0.110        |
| 14-2     | 270      | 107.051   | 107.240     | 0.177        |
| 15-1     | 258      | 108.651   | 108.861     | 0.193        |
| 15-2     | 184      | 80.782    | 80.965      | 0.226        |
| 16-1     | 114      | 78.695    | 78.855      | 0.204        |
| 16-2     | 225      | 62.562    | 63.475      | 1.459        |

**Tabela 5.14.** Valores médios por conjunto de instâncias geradas artificialmente de acordo com a quantidade de cursos ( $C$ ), para o número de professores ( $P$ ), percentual de professores doutores (% Doc), percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (%MSc), percentual de professores em regime de tempo parcial (%TP) e percentual de professores em regime de tempo integral (%TI)

| $C$ | $P$  | % Doc | % MSc | % TP  | % TI  |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 60  | 762  | 19,41 | 83,96 | 24,65 | 25,59 |
| 65  | 755  | 19,10 | 83,88 | 24,55 | 25,20 |
| 70  | 892  | 19,41 | 84,00 | 24,77 | 24,98 |
| 75  | 892  | 19,09 | 84,16 | 24,72 | 24,56 |
| 80  | 1027 | 18,33 | 84,10 | 24,84 | 24,84 |
| 85  | 1073 | 18,58 | 84,05 | 25,00 | 25,16 |
| 90  | 1123 | 18,41 | 83,71 | 24,61 | 25,24 |
| 95  | 1280 | 19,34 | 84,31 | 25,06 | 24,69 |
| 100 | 1248 | 19,33 | 83,98 | 24,36 | 25,15 |
| 105 | 1441 | 18,63 | 84,42 | 25,13 | 24,39 |

**Tabela 5.15.** Valores médios dos resultados obtidos de acordo com a quantidade de cursos ( $C$ ), para o número de professores ( $P$ ) e respectiva variação ( $\Delta P$ ), percentual de professores doutores (% Doc) e respectiva variação ( $\Delta \text{Doc}$ ), percentual de professores formados em programas de pós-graduação *stricto sensu* (%MSc) e respectiva variação ( $\Delta \text{MSc}$ ), percentual de professores em regime de tempo parcial (%TP) e respectiva variação ( $\Delta \text{TP}$ ) e percentual de professores em regime de tempo integral (%TI) e respectiva variação ( $\Delta \text{TI}$ )

| $C$ | $P$  | $\Delta P$ | %Doc  | $\Delta \text{Doc}$ | %MSc  | $\Delta \text{MSc}$ | %TP   | $\Delta \text{TP}$ | % TI  | $\Delta \text{TI}$ |
|-----|------|------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|
| 60  | 664  | -12,54     | 22,21 | 14,43               | 86,36 | 2,85                | 27,26 | 10,50              | 27,62 | 7,96               |
| 65  | 665  | -11,68     | 21,68 | 13,40               | 86,16 | 2,72                | 26,91 | 9,71               | 27,05 | 7,40               |
| 70  | 768  | -13,49     | 22,41 | 15,59               | 87,30 | 3,93                | 27,44 | 10,75              | 26,94 | 7,83               |
| 75  | 780  | -12,03     | 21,72 | 13,88               | 86,90 | 3,27                | 26,86 | 8,64               | 26,47 | 7,78               |
| 80  | 890  | -12,87     | 21,05 | 14,90               | 86,74 | 3,13                | 27,78 | 11,90              | 26,66 | 7,32               |
| 85  | 917  | -13,89     | 21,63 | 16,39               | 86,59 | 3,02                | 27,57 | 10,21              | 27,42 | 9,05               |
| 90  | 960  | -14,12     | 21,48 | 16,61               | 86,82 | 3,72                | 27,83 | 13,08              | 27,36 | 8,45               |
| 95  | 1069 | -16,25     | 23,09 | 19,37               | 87,58 | 3,89                | 27,38 | 9,27               | 27,33 | 10,76              |
| 100 | 1065 | -14,42     | 22,60 | 16,98               | 86,82 | 3,39                | 26,72 | 9,71               | 27,59 | 9,71               |
| 105 | 1202 | -16,41     | 22,29 | 19,64               | 87,95 | 4,18                | 27,66 | 10,15              | 27,19 | 11,51              |

**Tabela 5.16.** Tempos computacionais, valores das funções objetivos, valores das funções objetivos para os modelos relaxados e *gaps* das relaxações lineares verificados nos testes com o modelo linearizado

| C   | tempo(s) | F.O. Int. | F.O. Relax. | GAP R.L. (%) |
|-----|----------|-----------|-------------|--------------|
| 60  | 49,70    | 1,9462    | 1,9512      | 0,26         |
| 65  | 54,50    | 1,8464    | 1,8506      | 0,23         |
| 70  | 72,60    | 1,8283    | 1,8323      | 0,22         |
| 75  | 81,00    | 1,8251    | 1,8291      | 0,22         |
| 80  | 102,10   | 1,7600    | 1,7648      | 0,27         |
| 85  | 126,60   | 1,7201    | 1,7243      | 0,24         |
| 90  | 142,30   | 1,7521    | 1,7563      | 0,24         |
| 95  | 178,60   | 1,7677    | 1,7725      | 0,27         |
| 100 | 188,30   | 1,7356    | 1,7398      | 0,24         |
| 105 | 231,90   | 1,5968    | 1,5995      | 0,17         |





## Capítulo 6

# Conclusões e trabalhos futuros

A alocação de professores é um problema que pode se tornar de difícil solução de acordo com o porte das instituições de ensino e suas particularidades. Este processo é fundamental para o bom andamento das atividades acadêmicas e também pode ter reflexos positivos ou negativos nos indicadores de qualidade do Ministério da Educação.

O exame da literatura acerca do assunto apontou para a existência de trabalhos abordando o problema, mas, em sua maioria, focados na solução do problema de alocação dos espaços acadêmicos (criação do mapa de salas) e na elaboração dos horários de aulas. Ao que nos consta, não há registros anteriores ao nosso trabalho (ver da Cunha Jr. et al. [2015]) na literatura abordando o problema de indicação docente com foco em ganhos de desempenho em índices de qualidade tanto no Brasil como no exterior.

Além disso, embora haja muitas informações disponíveis acerca das metodologias avaliativas do MEC, há poucos trabalhos suficientemente elucidadores acerca dos cálculos necessários para se chegar aos conceitos de qualidade (ENADE, CPC e IGC, por exemplo) formalmente utilizados no Sistema de Avaliação do Ensino Superior (Sinaes) brasileiro. Neste sentido, este trabalho pode ser uma importante fonte de consulta e apoio a profissionais envolvidos nos processos decisórios da gestão docente.

As características do problema e a fórmula de cálculo da parcela do IGC relativa ao corpo docente conduz a criação de uma formulação não linear inteira. Propusemos então um modelo não linear em variáveis inteiras de para o problema de alocação de professores com foco em melhoria do IGC que retorna em sua função objetivo a parcela do IGC relativa aos quesitos ligados ao corpo docente. Essa parcela equivale a 30% do valor total do IGC. Esse modelo, embora tenha apresentado resultados interessantes para instâncias aleatórias em tempos computacionais aceitáveis, não foi capaz de resolver

instâncias obtidas a partir de dados reais nas instituições onde o estudo foi conduzido. Essas instâncias são de tamanhos que podem ser facilmente encontrados em grande parte das instituições de ensino do Brasil.

Assim, apresentamos uma formulação linear inteira obtida através da utilização de estratégias de linearização baseadas na utilização de parâmetros de ganho pela inserção de professores de cada tipo e em cada curso. Três formas de geração dos parâmetros foram testadas: regressão linear simples, regressão linear múltipla e faixas médias. Os resultados, embora muito similares, apontaram para uma sutil vantagem no uso dos parâmetros obtidos por regressão linear simples.

A formulação linearizada foi testada em instâncias aleatórias menores (5 a 50 cursos), em instâncias obtidas a partir de dados reais e também em instâncias aleatórias maiores (entre 60 e 105 cursos). Em todos os testes ela apresentou excelentes *gaps* de relaxação linear, convergindo para resultados ótimos em tempos computacionais muito satisfatórios. Isto aponta para seu potencial de utilização imediata em processos de indicação docente inclusive em instituições de grande porte (considerando os testes realizados com mais de 1700 professores, 5700 turmas e até 105 curso). Estes resultados além de apresentar potencial de ganhos nos indicadores de qualidade já mencionados, possibilitam a automatização do processo de indicações docentes que, geralmente, acontece de maneira muito morosa nas coordenações de curso das instituições de ensino superior.

Uma linha futura de trabalho possível é o tratamento de problemas complementares ao problema de alocação de professores em uma mesma formulação. A criação dos horários e a alocação dos espaços acadêmicos são exemplos de problemas, geralmente, posteriores a indicação docente, cuja complexidade e viabilidade pode depender diretamente da solução proposta no processo de alocação dos professores. Além disso, é possível incluir outros critérios além da titulação e regime de trabalho para definição da indicação docente como, por exemplo, a avaliação de desempenho do professor.

# Referências Bibliográficas

- Arts, E. & Korts, J. E. (1998). *Simulated annealing and boltzman machines*. Wiley.
- Babaei, H.; Karimpour, J. & Hadidi, A. (2015). A survey of approaches for university course timetabling problem. *Computers and Industrial Engineering*, 86:43--59.
- BRASIL (2014a). Nota técnica 71, cálculo do conceito enade referente a 2013. Relatório técnico, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Ministério da Educação, Brasil.
- BRASIL (2014b). Nota técnica 73, cálculo do Índice geral de cursos avaliados da instituição referente a 2013. Relatório técnico, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Ministério da Educação, Brasil.
- BRASIL (2015a). Nota técnica 70, utilização dos insumos do questionário do estudante aplicado em 2013. Relatório técnico, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Ministério da Educação, Brasil.
- BRASIL (2015b). Nota técnica 72, cálculo do conceito preliminar de curso referente a 2013. Relatório técnico, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Ministério da Educação, Brasil.
- Burke, E.; Bykov, Y.; Newal, J. & Petrovic, S. (2003). A timepredefined approach to course timetabling. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 13:139--151.
- Bussab, W. O. & Morettin, P. A. (2004). *Estatística Básica*. Saraiva, São Paulo, 5 edição.
- Czyzyk, J.; Mesnier, M. P. & Moré, J. J. (1998). The neos server. *Journal on Computational Science and Engineering*, 5:68--75.
- da Cunha Jr., J. J.; Couto, B. R. G. M.; de Andrade, A. F. B. & de Souza, M. C. (2015). Alocação de professores, com foco em ganhos de desempenho, conforme critérios

- avaliativos do ministério da educação. Em *Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, pp. 73--77, Porto de Galinhas, PE, Brasil.
- de Andrade, A. F. B.; Becho, V. C. & da Cunha Jr., J. J. (2013). Modelo de minimização do total de salas utilizadas para o problema de alocação de turmas em salas de aula. Em *Anais do III Congresso das Engenharias da UFSJ*, São João del Rei.
- de la Torre, R.; Lusa, A. & Mateo, M. (2016). A MILP model for the long term academic staff size and composition planning in public universities. *Omega*, 63:1--111.
- Dempster, M.; Lethbridge, D. & Ulph, A. (1975). School timetabling by computer a technical history. *Educational Research*, 18:24--31.
- Dolan, E. (2001). The neos server 4.0 administrative guide. Relatório técnico, Argonne National Laboratory.
- Domenech, B. & Lusa, A. (2016). A MILP model for the teacher assignment problem considering teachers preferences. *European Journal of Operational Research*, 249:1153--1160.
- Dueck, G. (1993). New optimization heuristics: the great deluge algorithm and the record-to-record travel. *Journal of Computational Physics*, 104:86--92.
- Field, A. (2009). *Descobrendo a Estatística usando o SPSS*. Artmed Editora, Porto Alegre.
- Fong, C. W.; Asmuni, H.; McCollum, B. & MacMullan, P. (2014). A new hybrid imperialist swarm-based optimization algorithm for university timetabling problems. *Information Sciences*, 283:1--21.
- Fonseca, G. H. G.; Santos, H. G.; Toffolo, T. A. M.; Brito, S. S. & Souza, M. J. F. (2016). Goal solver: a hybrid local search based solver for high school timetabling. *Annals of Operations Research*, 239:77--97.
- Gotlib, C. C. (1963). The construction of class-teacher timetables. *IFIP Congress*, 62:73--77.
- Gropp, W. & Moré, J. J. (1997). Optimization environments and the neos server. Em *Approximation Theory and Optimization*, pp. 167--182. Cambridge University Press.
- Gunawan, A.; Ng, K. M. & Poh, K. L. (2007). Solving the teacher assignment-course scheduling problema by a hybrid algorithm. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 9:491--496.

- Hulteberg, T. H. & Cardoso, D. M. (1997). The teacher assignment problem: A especial case of the fixed charge transportation problem. *European Journal of Operational Research*, 101:463--473.
- Landa-Silva, D. & Obit, J. H. (2008). Great deluge with non-linear decay rate for solving course timetabling problems. Em *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Systems (IS)*, pp. 811--818, Varna.
- Santos, H. G.; Uchoa, E.; Ochi, L. S. & Maculan, N. (2012). Strong bounds with cut and column generation for class-teacher timetabling. *Annals of Operations Research*, 194:399--412.
- Soria-Alcaraz, J. A.; Ochoa, G.; Swan, J.; and Hector Puga, M. C. & Burke, E. (2014). Effective learning hyper-heuristics for the course timetabling problem. *European Journal of Operational Research*, 238:77--86.
- Welsh, D. J. A. & Powell, M. B. (1967). An upper bound for the chromatic number of a graph and its application to timetabling problems. *The Computer Journal*, 10:85--85.
- Werra, D. (1985). An introduction to timetabling. *European Journal of Operational Research*, 19:151--162.



## Apêndice A

Informações relativas ao corpo docente dos cursos avaliados nos ciclos de 2012, 2013 e 2014

**Tabela A.1.** Médias nacionais ( $MSc_{med}$ ), desvios-padrão ( $MSc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $MSc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $MSc_{apmin}$ ) para o quesito professores formados em programas de pós-graduação *strictu sensu* por cursos - Parte 1

| Curso                                | $MSc_{med}$ | $MSc_{dp}$ | $MSc_{apmax}$ | $MSc_{apmin}$ |
|--------------------------------------|-------------|------------|---------------|---------------|
| ADMINISTRAÇÃO                        | 0,637       | 0,240      | 1,513         | -2,658        |
| AGRONOMIA                            | 0,851       | 0,161      | 0,926         | -2,895        |
| ARQUITETURA E URBANISMO              | 0,806       | 0,141      | 1,372         | -2,868        |
| ARTES VISUAIS (LICENCIATURA)         | 0,801       | 0,183      | 1,085         | -2,273        |
| BIOMEDICINA                          | 0,838       | 0,175      | 0,930         | -2,507        |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)  | 0,826       | 0,172      | 1,009         | -2,865        |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (LICENCIATURA) | 0,695       | 0,294      | 1,037         | -2,359        |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)    | 0,921       | 0,141      | 0,561         | -2,980        |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)   | 0,851       | 0,168      | 0,887         | -2,831        |
| CIÊNCIAS CONTÁBEIS                   | 0,582       | 0,242      | 1,729         | -2,411        |
| CIÊNCIAS ECONÔMICAS                  | 0,828       | 0,192      | 0,898         | -2,778        |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)       | 0,933       | 0,142      | 0,474         | -1,091        |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (LICENCIATURA)      | 0,914       | 0,103      | 0,835         | -2,946        |
| DESIGN                               | 0,714       | 0,183      | 1,559         | -2,902        |
| DIREITO                              | 0,655       | 0,230      | 1,497         | -2,842        |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (BACHARELADO)        | 0,764       | 0,192      | 1,233         | -2,865        |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)       | 0,762       | 0,197      | 1,208         | -2,783        |
| ENFERMAGEM                           | 0,708       | 0,207      | 1,412         | -2,619        |
| ENGENHARIA                           | 0,883       | 0,126      | 0,929         | -2,118        |
| ENGENHARIA AMBIENTAL                 | 0,860       | 0,144      | 0,973         | -2,840        |
| ENGENHARIA CIVIL                     | 0,828       | 0,137      | 1,255         | -2,993        |
| ENGENHARIA DE ALIMENTOS              | 0,905       | 0,099      | 0,968         | -2,835        |
| ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO             | 0,873       | 0,123      | 1,034         | -2,838        |
| ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   | 0,846       | 0,142      | 1,084         | -2,816        |
| ENGENHARIA DE PRODUÇÃO               | 0,827       | 0,152      | 1,139         | -2,976        |
| ENGENHARIA ELÉTRICA                  | 0,850       | 0,135      | 1,112         | -2,847        |
| ENGENHARIA FLORESTAL                 | 0,908       | 0,097      | 0,955         | -2,594        |
| ENGENHARIA MECÂNICA                  | 0,845       | 0,114      | 1,352         | -2,570        |
| ENGENHARIA QUÍMICA                   | 0,906       | 0,094      | 0,995         | -2,796        |
| FARMÁCIA                             | 0,826       | 0,169      | 1,029         | -2,768        |
| FILOSOFIA (BACHARELADO)              | 0,887       | 0,234      | 0,483         | -2,719        |
| FILOSOFIA (LICENCIATURA)             | 0,892       | 0,173      | 0,627         | -2,267        |
| FÍSICA (BACHARELADO)                 | 0,951       | 0,054      | 0,897         | -2,177        |
| FÍSICA (LICENCIATURA)                | 0,850       | 0,173      | 0,864         | -2,988        |
| FISIOTERAPIA                         | 0,759       | 0,189      | 1,277         | -2,910        |



**Tabela A.2.** Médias nacionais ( $MSc_{med}$ ), desvios-padrão ( $MSc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $MSc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $MSc_{apmin}$ ) para o quesito professores formados em programas de pós-graduação *strictu sensu* por cursos - Parte 2

| Curso                                      | $MSc_{med}$ | $MSc_{dp}$ | $MSc_{apmax}$ | $MSc_{apmin}$ |
|--|-------------|------------|---------------|---------------|
| FONOAUDIOLOGIA                             | 0,810       | 0,216      | 0,880         | -2,203        |
| GEOGRAFIA (BACHARELADO)                    | 0,904       | 0,205      | 0,469         | -1,970        |
| GEOGRAFIA (LICENCIATURA)                   | 0,828       | 0,211      | 0,815         | -2,904        |
| HISTÓRIA (BACHARELADO)                     | 0,919       | 0,197      | 0,411         | -0,718        |
| HISTÓRIA (LICENCIATURA)                    | 0,792       | 0,268      | 0,776         | -2,954        |
| JORNALISMO                                 | 0,736       | 0,222      | 1,189         | -2,415        |
| LETRAS-PORTUGUÊS (BACHARELADO)             | 0,925       | 0,125      | 0,596         | -2,060        |
| LETRAS-PORTUGUÊS (LICENCIATURA)            | 0,790       | 0,228      | 0,920         | -2,587        |
| LETRAS-PORTUGUÊS E ESPANHOL (LICENCIATURA) | 0,795       | 0,266      | 0,770         | -2,996        |
| LETRAS-PORTUGUÊS E INGLÊS (LICENCIATURA)   | 0,710       | 0,301      | 0,961         | -2,356        |
| MATEMÁTICA (BACHARELADO)                   | 0,938       | 0,078      | 0,794         | -1,765        |
| MATEMÁTICA (LICENCIATURA)                  | 0,725       | 0,278      | 0,989         | -2,606        |
| MEDICINA                                   | 0,692       | 0,189      | 1,626         | -2,830        |
| MEDICINA VETERINÁRIA                       | 0,900       | 0,102      | 0,988         | -2,762        |
| MÚSICA (LICENCIATURA)                      | 0,796       | 0,170      | 1,199         | -2,871        |
| NUTRIÇÃO                                   | 0,824       | 0,174      | 1,014         | -2,625        |
| ODONTOLOGIA                                | 0,847       | 0,168      | 0,909         | -2,060        |
| PEDAGOGIA (LICENCIATURA)                   | 0,723       | 0,243      | 1,139         | -2,978        |
| PSICOLOGIA                                 | 0,796       | 0,183      | 1,116         | -2,978        |
| PUBLICIDADE E PROPAGANDA                   | 0,684       | 0,223      | 1,415         | -2,508        |
| QUÍMICA (BACHARELADO)                      | 0,924       | 0,082      | 0,931         | -2,741        |
| QUÍMICA (LICENCIATURA)                     | 0,841       | 0,178      | 0,893         | -2,846        |
| RELAÇÕES INTERNACIONAIS                    | 0,855       | 0,183      | 0,795         | -2,786        |
| SECRETARIADO EXECUTIVO                     | 0,649       | 0,214      | 1,641         | -2,254        |
| SERVIÇO SOCIAL                             | 0,753       | 0,224      | 1,101         | -2,957        |
| SISTEMAS DE INFORMAÇÃO                     | 0,755       | 0,209      | 1,174         | -2,820        |
| TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIOS                 | 0,682       | 0,238      | 1,336         | -2,863        |
| TECN. EM ANÁLISE E DESENV. DE SISTEMAS     | 0,737       | 0,195      | 1,349         | -2,922        |
| TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL         | 0,739       | 0,184      | 1,417         | -2,762        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL             | 0,771       | 0,219      | 1,047         | -2,864        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL             | 0,648       | 0,246      | 1,430         | -2,636        |
| TECN. EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL     | 0,745       | 0,189      | 1,351         | -1,741        |
| TECN. EM GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS        | 0,603       | 0,238      | 1,667         | -2,530        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO FINANCEIRA            | 0,635       | 0,242      | 1,507         | -2,624        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO HOSPITALAR            | 0,538       | 0,325      | 1,420         | -1,656        |
| TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA                    | 0,634       | 0,231      | 1,583         | -2,739        |
| TECNOLOGIA EM MARKETING                    | 0,596       | 0,258      | 1,568         | -2,308        |
| TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS         | 0,617       | 0,253      | 1,516         | -2,444        |
| TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA                   | 0,664       | 0,180      | 1,869         | -2,461        |
| TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES        | 0,713       | 0,208      | 1,382         | -2,897        |
| TURISMO                                    | 0,671       | 0,300      | 1,099         | -2,237        |
| ZOOTECNIA                                  | 0,890       | 0,134      | 0,818         | -2,569        |

**Tabela A.3.** Médias nacionais ( $Doc_{med}$ ), desvios-padrão ( $Doc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $Doc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $Doc_{apmin}$ ) para o quesito professores doutores *strictu senso* por cursos - Parte 1

| Curso                                | $Doc_{med}$ | $Doc_{dp}$ | $Doc_{apmax}$ | $Doc_{apmin}$ |
|--------------------------------------|-------------|------------|---------------|---------------|
| ADMINISTRAÇÃO                        | 0,182       | 0,181      | 2,947         | -1,008        |
| AGRONOMIA                            | 0,492       | 0,263      | 1,935         | -1,873        |
| ARQUITETURA E URBANISMO              | 0,347       | 0,187      | 2,846         | -1,857        |
| ARTES VISUAIS (LICENCIATURA)         | 0,366       | 0,274      | 2,317         | -1,338        |
| BIOMEDICINA                          | 0,394       | 0,232      | 2,607         | -1,694        |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)  | 0,403       | 0,259      | 2,300         | -1,555        |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (LICENCIATURA) | 0,263       | 0,256      | 2,877         | -1,026        |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)    | 0,633       | 0,243      | 1,510         | -2,607        |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)   | 0,489       | 0,255      | 2,004         | -1,919        |
| CIÊNCIAS CONTÁBEIS                   | 0,156       | 0,156      | 2,923         | -1,001        |
| CIÊNCIAS ECONÔMICAS                  | 0,366       | 0,242      | 2,625         | -1,513        |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)       | 0,754       | 0,220      | 1,116         | -2,418        |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (LICENCIATURA)      | 0,609       | 0,274      | 1,427         | -2,225        |
| DESIGN                               | 0,251       | 0,197      | 2,534         | -1,277        |
| DIREITO                              | 0,197       | 0,161      | 2,908         | -1,223        |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (BACHARELADO)        | 0,294       | 0,215      | 2,884         | -1,363        |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)       | 0,308       | 0,231      | 2,992         | -1,332        |
| ENFERMAGEM                           | 0,266       | 0,195      | 2,993         | -1,362        |
| ENGENHARIA                           | 0,527       | 0,257      | 1,841         | -2,049        |
| ENGENHARIA AMBIENTAL                 | 0,450       | 0,237      | 2,317         | -1,898        |
| ENGENHARIA CIVIL                     | 0,405       | 0,224      | 2,659         | -1,809        |
| ENGENHARIA DE ALIMENTOS              | 0,597       | 0,222      | 1,811         | -2,302        |
| ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO             | 0,454       | 0,233      | 2,171         | -1,951        |
| ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   | 0,448       | 0,224      | 2,461         | -1,994        |
| ENGENHARIA DE PRODUÇÃO               | 0,405       | 0,233      | 2,557         | -1,741        |
| ENGENHARIA ELÉTRICA                  | 0,463       | 0,221      | 2,431         | -2,093        |
| ENGENHARIA FLORESTAL                 | 0,629       | 0,267      | 1,393         | -2,357        |
| ENGENHARIA MECÂNICA                  | 0,450       | 0,219      | 2,508         | -1,924        |
| ENGENHARIA QUÍMICA                   | 0,566       | 0,249      | 1,743         | -2,147        |
| FARMÁCIA                             | 0,389       | 0,239      | 2,554         | -1,624        |
| FILOSOFIA (BACHARELADO)              | 0,603       | 0,321      | 1,235         | -1,878        |
| FILOSOFIA (LICENCIATURA)             | 0,534       | 0,272      | 1,711         | -1,964        |
| FÍSICA (BACHARELADO)                 | 0,803       | 0,149      | 1,325         | -2,593        |
| FÍSICA (LICENCIATURA)                | 0,503       | 0,282      | 1,760         | -1,780        |
| FISIOTERAPIA                         | 0,294       | 0,193      | 2,945         | -1,519        |

**Tabela A.4.** Médias nacionais ( $Doc_{med}$ ), desvios-padrão ( $Doc_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $Doc_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $Doc_{apmin}$ ) para o quesito professores doutores *strictu sensu* por cursos - Parte 2

| Curso                                      | $Doc_{med}$ | $Doc_{dp}$ | $Doc_{apmax}$ | $Doc_{apmin}$ |
|--|-------------|------------|---------------|---------------|
| FONOAUDIOLOGIA                             | 0,410       | 0,287      | 1,955         | -1,427        |
| GEOGRAFIA (BACHARELADO)                    | 0,637       | 0,267      | 1,362         | -2,387        |
| GEOGRAFIA (LICENCIATURA)                   | 0,418       | 0,289      | 2,013         | -1,447        |
| HISTÓRIA (BACHARELADO)                     | 0,760       | 0,232      | 1,033         | -1,962        |
| HISTÓRIA (LICENCIATURA)                    | 0,395       | 0,296      | 2,042         | -1,334        |
| JORNALISMO                                 | 0,287       | 0,220      | 2,769         | -1,307        |
| LETRAS-PORTUGUÊS (BACHARELADO)             | 0,714       | 0,244      | 1,171         | -2,925        |
| LETRAS-PORTUGUÊS (LICENCIATURA)            | 0,396       | 0,275      | 2,198         | -1,440        |
| LETRAS-PORTUGUÊS E ESPANHOL (LICENCIATURA) | 0,434       | 0,308      | 1,835         | -1,409        |
| LETRAS-PORTUGUÊS E INGLÊS (LICENCIATURA)   | 0,318       | 0,263      | 2,595         | -1,211        |
| MATEMÁTICA (BACHARELADO)                   | 0,758       | 0,186      | 1,298         | -2,784        |
| MATEMÁTICA (LICENCIATURA)                  | 0,304       | 0,270      | 2,578         | -1,129        |
| MEDICINA                                   | 0,387       | 0,195      | 2,896         | -1,985        |
| MEDICINA VETERINÁRIA                       | 0,493       | 0,246      | 2,059         | -2,002        |
| MÚSICA (LICENCIATURA)                      | 0,355       | 0,225      | 2,864         | -1,577        |
| NUTRIÇÃO                                   | 0,369       | 0,225      | 2,809         | -1,643        |
| ODONTOLOGIA                                | 0,444       | 0,239      | 2,326         | -1,856        |
| PEDAGOGIA (LICENCIATURA)                   | 0,278       | 0,229      | 2,866         | -1,215        |
| PSICOLOGIA                                 | 0,305       | 0,222      | 2,993         | -1,373        |
| PUBLICIDADE E PROPAGANDA                   | 0,254       | 0,197      | 2,773         | -1,288        |
| QUÍMICA (BACHARELADO)                      | 0,655       | 0,228      | 1,514         | -2,877        |
| QUÍMICA (LICENCIATURA)                     | 0,491       | 0,265      | 1,918         | -1,850        |
| RELAÇÕES INTERNACIONAIS                    | 0,396       | 0,230      | 2,631         | -1,722        |
| SECRETARIADO EXECUTIVO                     | 0,199       | 0,178      | 2,700         | -1,113        |
| SERVIÇO SOCIAL                             | 0,272       | 0,218      | 2,801         | -1,249        |
| SISTEMAS DE INFORMAÇÃO                     | 0,295       | 0,216      | 2,950         | -1,368        |
| TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIOS                 | 0,239       | 0,201      | 2,752         | -1,185        |
| TECN. EM ANÁLISE E DESENV. DE SISTEMAS     | 0,278       | 0,199      | 2,931         | -1,397        |
| TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL         | 0,278       | 0,182      | 2,058         | -1,531        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL             | 0,302       | 0,220      | 2,470         | -1,370        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL             | 0,171       | 0,183      | 2,975         | -0,938        |
| TECN. EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL     | 0,265       | 0,182      | 1,841         | -1,458        |
| TECN. EM GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS        | 0,196       | 0,179      | 2,629         | -1,095        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO FINANCEIRA            | 0,197       | 0,194      | 2,843         | -1,013        |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO HOSPITALAR            | 0,149       | 0,173      | 2,026         | -0,863        |
| TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA                    | 0,204       | 0,186      | 2,749         | -1,100        |
| TECNOLOGIA EM MARKETING                    | 0,201       | 0,187      | 2,263         | -1,072        |
| TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS         | 0,182       | 0,182      | 2,495         | -0,998        |
| TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA                   | 0,252       | 0,180      | 2,761         | -1,401        |
| TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES        | 0,292       | 0,201      | 2,279         | -1,455        |
| TURISMO                                    | 0,225       | 0,225      | 2,804         | -1,000        |
| ZOOTECNIA                                  | 0,615       | 0,254      | 1,516         | -2,288        |

**Tabela A.5.** Médias nacionais ( $RT_{med}$ ), desvios-padrão ( $RT_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $RT_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $RT_{apmin}$ ) para o quesito professores em regime de tempo parcial ou integral *strictu sensu* por cursos - Parte 1

| Curso                                | $RT_{med}$ | $RT_{dp}$ | $RT_{apmax}$ | $RT_{apmin}$ |
|--------------------------------------|------------|-----------|--------------|--------------|
| ADMINISTRAÇÃO                        | 0,637      | 0,299     | 1,213        | -2,127       |
| AGRONOMIA                            | 0,842      | 0,229     | 0,690        | -2,683       |
| ARQUITETURA E URBANISMO              | 0,779      | 0,231     | 0,957        | -2,899       |
| ARTES VISUAIS (LICENCIATURA)         | 0,804      | 0,289     | 0,680        | -2,781       |
| BIOMEDICINA                          | 0,775      | 0,238     | 0,943        | -2,491       |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)  | 0,827      | 0,224     | 0,772        | -2,799       |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (LICENCIATURA) | 0,807      | 0,330     | 0,584        | -2,448       |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)    | 0,853      | 0,210     | 0,702        | -2,747       |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)   | 0,845      | 0,241     | 0,643        | -2,811       |
| CIÊNCIAS CONTÁBEIS                   | 0,653      | 0,291     | 1,194        | -2,247       |
| CIÊNCIAS ECONÔMICAS                  | 0,771      | 0,286     | 0,800        | -2,693       |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)       | 0,929      | 0,213     | 0,334        | -2,423       |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (LICENCIATURA)      | 0,851      | 0,271     | 0,549        | -2,646       |
| DESIGN                               | 0,710      | 0,279     | 1,040        | -2,545       |
| DIREITO                              | 0,663      | 0,274     | 1,230        | -2,423       |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (BACHARELADO)        | 0,730      | 0,264     | 1,022        | -2,761       |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)       | 0,769      | 0,259     | 0,891        | -2,967       |
| ENFERMAGEM                           | 0,750      | 0,264     | 0,949        | -2,839       |
| ENGENHARIA                           | 0,871      | 0,221     | 0,583        | -2,929       |
| ENGENHARIA AMBIENTAL                 | 0,795      | 0,242     | 0,845        | -2,672       |
| ENGENHARIA CIVIL                     | 0,800      | 0,235     | 0,852        | -2,872       |
| ENGENHARIA DE ALIMENTOS              | 0,899      | 0,181     | 0,560        | -2,850       |
| ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO             | 0,817      | 0,223     | 0,819        | -2,846       |
| ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   | 0,850      | 0,210     | 0,713        | -2,863       |
| ENGENHARIA DE PRODUÇÃO               | 0,800      | 0,220     | 0,908        | -2,902       |
| ENGENHARIA ELÉTRICA                  | 0,830      | 0,218     | 0,777        | -2,944       |
| ENGENHARIA FLORESTAL                 | 0,959      | 0,123     | 0,330        | -2,717       |
| ENGENHARIA MECÂNICA                  | 0,835      | 0,216     | 0,762        | -2,752       |
| ENGENHARIA QUÍMICA                   | 0,847      | 0,235     | 0,649        | -2,555       |
| FARMÁCIA                             | 0,781      | 0,242     | 0,904        | -2,931       |
| FILOSOFIA (BACHARELADO)              | 0,785      | 0,290     | 0,742        | -2,706       |
| FILOSOFIA (LICENCIATURA)             | 0,851      | 0,215     | 0,693        | -2,790       |
| FÍSICA (BACHARELADO)                 | 0,959      | 0,114     | 0,357        | -2,986       |
| FÍSICA (LICENCIATURA)                | 0,951      | 0,126     | 0,390        | -3,000       |
| FISIOTERAPIA                         | 0,767      | 0,243     | 0,958        | -2,971       |

**Tabela A.6.** Médias nacionais ( $RT_{med}$ ), desvios-padrão ( $RT_{dp}$ ), afastamento padronizado máximo ( $RT_{apmax}$ ) e afastamento padronizado mínimo ( $RT_{apmin}$ ) para o quesito professores em regime de tempo parcial ou integral *strictu sensu* por cursos - Parte 2

| Curso                                      | $RT_{med}$ | $RT_{dp}$ | $RT_{apmax}$ | $RT_{apmin}$ |
|--|------------|-----------|--------------|--------------|
| FONOAUDIOLOGIA                             | 0,787      | 0,272     | 0,782        | -2,896       |
| GEOGRAFIA (BACHARELADO)                    | 0,899      | 0,225     | 0,446        | -1,957       |
| GEOGRAFIA (LICENCIATURA)                   | 0,861      | 0,260     | 0,535        | -2,899       |
| HISTÓRIA (BACHARELADO)                     | 0,909      | 0,230     | 0,396        | -2,215       |
| HISTÓRIA (LICENCIATURA)                    | 0,774      | 0,328     | 0,687        | -2,358       |
| JORNALISMO                                 | 0,702      | 0,280     | 1,064        | -2,504       |
| LETRAS-PORTUGUÊS (BACHARELADO)             | 0,898      | 0,209     | 0,490        | -1,762       |
| LETRAS-PORTUGUÊS (LICENCIATURA)            | 0,842      | 0,269     | 0,586        | -2,818       |
| LETRAS-PORTUGUÊS E ESPANHOL (LICENCIATURA) | 0,814      | 0,280     | 0,663        | -2,905       |
| LETRAS-PORTUGUÊS E INGLÊS (LICENCIATURA)   | 0,784      | 0,294     | 0,737        | -2,667       |
| MATEMÁTICA (BACHARELADO)                   | 0,967      | 0,105     | 0,317        | -2,862       |
| MATEMÁTICA (LICENCIATURA)                  | 0,869      | 0,239     | 0,549        | -2,802       |
| MEDICINA                                   | 0,858      | 0,216     | 0,656        | -2,813       |
| MEDICINA VETERINÁRIA                       | 0,801      | 0,232     | 0,857        | -2,907       |
| MÚSICA (LICENCIATURA)                      | 0,845      | 0,235     | 0,659        | -2,560       |
| NUTRIÇÃO                                   | 0,767      | 0,256     | 0,909        | -2,991       |
| ODONTOLOGIA                                | 0,773      | 0,253     | 0,897        | -2,738       |
| PEDAGOGIA (LICENCIATURA)                   | 0,729      | 0,300     | 0,906        | -2,433       |
| PSICOLOGIA                                 | 0,737      | 0,252     | 1,043        | -2,917       |
| PUBLICIDADE E PROPAGANDA                   | 0,644      | 0,282     | 1,264        | -2,282       |
| QUÍMICA (BACHARELADO)                      | 0,852      | 0,220     | 0,671        | -2,741       |
| QUÍMICA (LICENCIATURA)                     | 0,918      | 0,188     | 0,436        | -2,699       |
| RELAÇÕES INTERNACIONAIS                    | 0,639      | 0,315     | 1,145        | -2,025       |
| SECRETARIADO EXECUTIVO                     | 0,736      | 0,274     | 0,962        | -2,685       |
| SERVIÇO SOCIAL                             | 0,758      | 0,262     | 0,922        | -2,888       |
| SISTEMAS DE INFORMAÇÃO                     | 0,782      | 0,250     | 0,872        | -2,942       |
| TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIOS                 | 0,724      | 0,309     | 0,892        | -2,343       |
| TECN. EM ANÁLISE E DESENV. DE SISTEMAS     | 0,800      | 0,249     | 0,803        | -2,890       |
| TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL         | 0,808      | 0,216     | 0,888        | -2,810       |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL             | 0,719      | 0,290     | 0,969        | -2,481       |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL             | 0,665      | 0,275     | 1,218        | -2,421       |
| TECN. EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL     | 0,752      | 0,255     | 0,972        | -2,687       |
| TECN. EM GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS        | 0,636      | 0,278     | 1,308        | -2,286       |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO FINANCEIRA            | 0,656      | 0,269     | 1,278        | -2,439       |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO HOSPITALAR            | 0,721      | 0,323     | 0,865        | -2,232       |
| TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA                    | 0,605      | 0,292     | 1,356        | -2,073       |
| TECNOLOGIA EM MARKETING                    | 0,629      | 0,281     | 1,323        | -2,240       |
| TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS         | 0,636      | 0,312     | 1,165        | -2,038       |
| TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA                   | 0,706      | 0,298     | 0,986        | -2,372       |
| TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES        | 0,769      | 0,261     | 0,885        | -2,948       |
| TURISMO                                    | 0,698      | 0,325     | 0,931        | -2,149       |
| ZOOTECNIA                                  | 0,927      | 0,166     | 0,440        | -2,681       |





## Apêndice B

Apresentação analítica dos  
parâmetros calculados com as  
abordagens *RLM*, *RLS* e *FM* para  
realização dos experimentos  
computacionais utilizando a  
formulação *MAPIGC*



**Tabela B.1.** Modelos de regressão linear múltipla considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ) - Parte 1

| Curso                                | $\Delta_1$ | $\Delta_2$ | $\Delta_3$ | Constante | $r^2$ |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|-------|
| ADMINISTRAÇÃO                        | 0,008      | 0,009      | 0,005      | 1,496     | 37 %  |
| AGRONOMIA                            | 0,011      | 0,008      | 0,004      | 1,188     | 39 %  |
| ARQUITETURA E URBANISMO              | 0,011      | 0,006      | 0,005      | 1,142     | 25 %  |
| ARTES VISUAIS (LICENCIATURA)         | 0,018      | 0,006      | 0,001      | 1,004     | 43 %  |
| BIOMEDICINA                          | 0,014      | 0,007      | 0,007      | 0,739     | 36 %  |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)  | 0,015      | 0,008      | 0,005      | 0,539     | 48 %  |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (LICENCIATURA) | 0,006      | 0,010      | 0,007      | 1,450     | 51 %  |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)    | 0,014      | 0,006      | 0,003      | 1,079     | 31 %  |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)   | 0,011      | 0,008      | 0,003      | 1,244     | 39 %  |
| CIÊNCIAS CONTÁBEIS                   | 0,007      | 0,009      | 0,004      | 1,691     | 28 %  |
| CIÊNCIAS ECONÔMICAS                  | 0,010      | 0,010      | -0,001     | 1,583     | 30 %  |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)       | 0,015      | 0,011      | 0,000      | 0,491     | 24 %  |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (LICENCIATURA)      | 0,013      | 0,010      | 0,002      | 0,941     | 33 %  |
| DESIGN                               | 0,006      | 0,010      | 0,008      | 1,400     | 41 %  |
| DIREITO                              | 0,009      | 0,006      | 0,006      | 1,490     | 34 %  |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (BACHARELADO)        | 0,009      | 0,006      | 0,005      | 1,381     | 24 %  |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)       | 0,009      | 0,006      | 0,004      | 1,501     | 32 %  |
| ENFERMAGEM                           | 0,011      | 0,006      | 0,007      | 1,146     | 42 %  |
| ENGENHARIA                           | 0,014      | 0,013      | 0,001      | 0,427     | 52 %  |
| ENGENHARIA AMBIENTAL                 | 0,006      | 0,014      | 0,009      | 0,816     | 59 %  |
| ENGENHARIA CIVIL                     | 0,011      | 0,007      | 0,007      | 0,846     | 40 %  |
| ENGENHARIA DE ALIMENTOS              | 0,015      | 0,015      | 0,002      | 0,308     | 49 %  |
| ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO             | 0,007      | 0,009      | 0,009      | 0,938     | 36 %  |
| ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   | 0,010      | 0,014      | 0,007      | 0,474     | 46 %  |
| ENGENHARIA DE PRODUÇÃO               | 0,012      | 0,010      | 0,001      | 1,075     | 37 %  |
| ENGENHARIA ELÉTRICA                  | 0,014      | 0,009      | 0,006      | 0,509     | 41 %  |
| ENGENHARIA FLORESTAL                 | 0,026      | 0,013      | 0,000      | -0,566    | 49 %  |
| ENGENHARIA MECÂNICA                  | 0,012      | 0,013      | 0,004      | 0,517     | 46 %  |
| ENGENHARIA QUÍMICA                   | 0,011      | 0,007      | 0,007      | 0,626     | 35 %  |
| FARMÁCIA                             | 0,011      | 0,007      | 0,008      | 0,859     | 38 %  |

**Tabela B.2.** Modelos de regressão linear múltipla considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ) - Parte 2

| Curso                                      | $\Delta_1$ | $\Delta_2$ | $\Delta_3$ | Constante | $r^2$ |
|--|------------|------------|------------|-----------|-------|
| FILOSOFIA (BACHARELADO)                    | 0,007      | 0,012      | 0,000      | 1,655     | 48 %  |
| FILOSOFIA (LICENCIATURA)                   | 0,004      | 0,014      | -0,003     | 1,863     | 36 %  |
| FÍSICA (BACHARELADO)                       | -0,009     | 0,020      | 0,002      | 1,906     | 21 %  |
| FÍSICA (LICENCIATURA)                      | 0,011      | 0,008      | 0,010      | 0,306     | 32 %  |
| FISIOTERAPIA                               | 0,012      | 0,007      | 0,010      | 0,948     | 43 %  |
| FONOAUDIOLOGIA                             | 0,009      | 0,010      | 0,007      | 0,962     | 40 %  |
| GEOGRAFIA (BACHARELADO)                    | 0,008      | 0,004      | 0,004      | 1,214     | 20 %  |
| GEOGRAFIA (LICENCIATURA)                   | 0,010      | 0,008      | 0,003      | 1,262     | 52 %  |
| HISTÓRIA (BACHARELADO)                     | 0,010      | 0,018      | -0,010     | 1,253     | 39 %  |
| HISTÓRIA (LICENCIATURA)                    | 0,011      | 0,006      | 0,003      | 1,348     | 41 %  |
| JORNALISMO                                 | 0,008      | 0,001      | 0,003      | 1,962     | 15 %  |
| LETRAS-PORTUGUÊS (BACHARELADO)             | 0,037      | 0,007      | 0,000      | -1,253    | 26 %  |
| LETRAS-PORTUGUÊS (LICENCIATURA)            | 0,011      | 0,009      | 0,000      | 1,383     | 40 %  |
| LETRAS-PORTUGUÊS E ESPANHOL (LICENCIATURA) | 0,007      | 0,009      | 0,004      | 1,322     | 43 %  |
| LETRAS-PORTUGUÊS E INGLÊS (LICENCIATURA)   | 0,007      | 0,008      | 0,004      | 1,535     | 43 %  |
| MATEMÁTICA (BACHARELADO)                   | 0,033      | 0,000      | 0,003      | -0,433    | 20 %  |
| MATEMÁTICA (LICENCIATURA)                  | 0,008      | 0,009      | 0,004      | 1,337     | 43 %  |
| MEDICINA                                   | 0,009      | 0,010      | 0,000      | 1,494     | 29 %  |
| MEDICINA VETERINÁRIA                       | 0,014      | 0,003      | 0,011      | 0,430     | 33 %  |
| MÚSICA (LICENCIATURA)                      | 0,010      | 0,004      | 0,003      | 1,136     | 20 %  |
| NUTRIÇÃO                                   | 0,010      | 0,010      | 0,009      | 0,791     | 48 %  |
| ODONTOLOGIA                                | 0,011      | 0,006      | 0,007      | 0,990     | 36 %  |
| PEDAGOGIA (LICENCIATURA)                   | 0,010      | 0,006      | 0,002      | 1,579     | 40 %  |
| PSICOLOGIA                                 | 0,010      | 0,000      | 0,005      | 1,711     | 19 %  |
| PUBLICIDADE E PROPAGANDA                   | 0,007      | 0,005      | 0,007      | 1,514     | 25 %  |
| QUÍMICA (BACHARELADO)                      | 0,009      | 0,012      | 0,006      | 0,511     | 48 %  |
| QUÍMICA (LICENCIATURA)                     | 0,004      | 0,010      | 0,005      | 1,381     | 36 %  |
| RELAÇÕES INTERNACIONAIS                    | 0,015      | 0,005      | 0,007      | 0,703     | 30 %  |
| SECRETARIADO EXECUTIVO                     | 0,020      | 0,007      | 0,002      | 1,016     | 53 %  |
| SERVIÇO SOCIAL                             | 0,009      | 0,006      | 0,003      | 1,586     | 26 %  |
| SISTEMAS DE INFORMAÇÃO                     | 0,010      | 0,007      | 0,003      | 1,442     | 36 %  |

**Tabela B.3.** Modelos de regressão linear múltipla considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Delta_1$ ), o percentual de doutores ( $\Delta_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Delta_3$ ) - Parte 3

| Curso   | $\Delta_1$ | $\Delta_2$ | $\Delta_3$ | Constante | $r^2$ |
|---|------------|------------|------------|-----------|-------|
| TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIOS                          | -0,015     | 0,021      | 0,013      | 2,208     | 47 %  |
| TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS | 0,009      | 0,005      | 0,005      | 1,300     | 31 %  |
| TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL                  | 0,008      | 0,008      | 0,009      | 1,043     | 23 %  |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL                      | 0,009      | 0,006      | 0,007      | 1,163     | 36 %  |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL                      | 0,012      | -0,004     | 0,008      | 1,354     | 28 %  |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL         | 0,008      | 0,021      | 0,002      | 1,201     | 55 %  |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS            | 0,009      | 0,003      | 0,004      | 1,613     | 24 %  |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO FINANCEIRA                     | 0,002      | 0,009      | 0,004      | 2,049     | 18 %  |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO HOSPITALAR                     | 0,005      | 0,019      | 0,002      | 1,575     | 29 %  |
| TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA                             | 0,010      | 0,006      | 0,005      | 1,339     | 30 %  |
| TECNOLOGIA EM MARKETING                             | 0,001      | 0,006      | 0,007      | 1,946     | 14 %  |
| TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS                  | 0,010      | 0,007      | 0,000      | 1,789     | 24 %  |
| TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA                            | 0,017      | 0,005      | 0,007      | 0,650     | 37 %  |
| TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES                 | 0,008      | 0,012      | 0,003      | 1,490     | 39 %  |
| TURISMO   | 0,007      | 0,007      | 0,007      | 1,479     | 31 %  |
| ZOOTECNIA   | 0,003      | 0,017      | 0,004      | 1,191     | 37 %  |

**Tabela B.4.** Modelos de regressão linear simples considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, para cada regressão, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Omega_1$ ), o percentual de doutores ( $\Omega_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Omega_3$ ) - Parte 1

| Curso                                | $\Omega_1$ | Cte. MSc | $r^2$ MSc | $\Omega_2$ | Cte. Doc | $r^2$ Doc | $\Omega_3$ | Cte. RT | $r^2$ RT |
|--------------------------------------|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|---------|----------|
| ADMINISTRAÇÃO                        | 0,015      | 1,559    | 27 %      | 0,017      | 2,194    | 25 %      | 0,008      | 1,975   | 15 %     |
| AGRONOMIA                            | 0,024      | 0,795    | 29 %      | 0,014      | 2,191    | 34 %      | 0,011      | 1,945   | 17 %     |
| ARQUITETURA E URBANISMO              | 0,017      | 1,239    | 16 %      | 0,012      | 2,203    | 16 %      | 0,008      | 2,007   | 11 %     |
| ARTES VISUAIS (LICENCIATURA)         | 0,024      | 0,847    | 40 %      | 0,015      | 2,198    | 31 %      | 0,008      | 2,098   | 8 %      |
| BIOMEDICINA                          | 0,025      | 0,681    | 22 %      | 0,014      | 2,249    | 27 %      | 0,012      | 1,930   | 16 %     |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)  | 0,025      | 0,534    | 34 %      | 0,016      | 1,953    | 36 %      | 0,013      | 1,535   | 17 %     |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (LICENCIATURA) | 0,014      | 1,837    | 23 %      | 0,014      | 2,413    | 45 %      | 0,013      | 1,817   | 16 %     |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)    | 0,022      | 0,940    | 24 %      | 0,011      | 2,249    | 23 %      | 0,010      | 2,125   | 12 %     |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)   | 0,020      | 1,102    | 30 %      | 0,013      | 2,197    | 32 %      | 0,008      | 2,195   | 9 %      |
| CIÊNCIAS CONTÁBEIS                   | 0,013      | 1,797    | 21 %      | 0,017      | 2,264    | 19 %      | 0,008      | 2,036   | 12 %     |
| CIÊNCIAS ECONÔMICAS                  | 0,019      | 1,133    | 23 %      | 0,014      | 2,184    | 26 %      | 0,003      | 2,504   | 2 %      |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)       | 0,029      | 0,005    | 15 %      | 0,014      | 1,634    | 21 %      | -0,001     | 2,824   | 0 %      |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (LICENCIATURA)      | 0,031      | 0,087    | 24 %      | 0,014      | 2,002    | 30 %      | 0,008      | 2,151   | 9 %      |
| DESIGN                               | 0,016      | 1,490    | 18 %      | 0,018      | 2,226    | 28 %      | 0,011      | 1,867   | 25 %     |
| DIREITO                              | 0,014      | 1,699    | 25 %      | 0,016      | 2,280    | 19 %      | 0,009      | 2,025   | 15 %     |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (BACHARELADO)        | 0,015      | 1,495    | 15 %      | 0,012      | 2,251    | 18 %      | 0,008      | 2,043   | 10 %     |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)       | 0,015      | 1,528    | 24 %      | 0,012      | 2,310    | 24 %      | 0,008      | 2,065   | 11 %     |
| ENFERMAGEM                           | 0,018      | 1,373    | 31 %      | 0,016      | 2,221    | 28 %      | 0,012      | 1,735   | 20 %     |
| ENGENHARIA                           | 0,031      | -0,321   | 36 %      | 0,018      | 1,475    | 48 %      | 0,009      | 1,659   | 9 %      |
| ENGENHARIA AMBIENTAL                 | 0,026      | 0,375    | 29 %      | 0,020      | 1,738    | 49 %      | 0,015      | 1,511   | 29 %     |
| ENGENHARIA CIVIL                     | 0,021      | 0,788    | 25 %      | 0,014      | 1,997    | 30 %      | 0,011      | 1,703   | 20 %     |
| ENGENHARIA DE ALIMENTOS              | 0,040      | -0,945   | 35 %      | 0,021      | 1,448    | 47 %      | 0,017      | 1,184   | 23 %     |
| ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO             | 0,022      | 0,709    | 15 %      | 0,014      | 2,009    | 29 %      | 0,013      | 1,618   | 21 %     |
| ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   | 0,027      | 0,286    | 26 %      | 0,021      | 1,635    | 40 %      | 0,016      | 1,256   | 22 %     |
| ENGENHARIA DE PRODUÇÃO               | 0,021      | 0,816    | 25 %      | 0,014      | 1,967    | 31 %      | 0,008      | 1,885   | 10 %     |
| ENGENHARIA ELÉTRICA                  | 0,025      | 0,483    | 27 %      | 0,016      | 1,818    | 33 %      | 0,011      | 1,649   | 15 %     |
| ENGENHARIA FLORESTAL                 | 0,053      | -2,121   | 42 %      | 0,021      | 1,277    | 45 %      | 0,013      | 1,490   | 4 %      |
| ENGENHARIA MECÂNICA                  | 0,030      | -0,112   | 26 %      | 0,018      | 1,626    | 42 %      | 0,010      | 1,619   | 14 %     |
| ENGENHARIA QUÍMICA                   | 0,028      | 0,090    | 17 %      | 0,013      | 1,860    | 28 %      | 0,012      | 1,541   | 22 %     |
| FARMÁCIA                             | 0,022      | 0,864    | 24 %      | 0,014      | 2,164    | 27 %      | 0,012      | 1,765   | 17 %     |

**Tabela B.5.** Modelos de regressão linear simples considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, para cada regressão, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Omega_1$ ), o percentual de doutores ( $\Omega_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Omega_3$ ) - Parte 2

| Curso                                      | $\Omega_1$ | Cte. MSc | $r^2$ MSc | $\Omega_2$ | Cte. Doc | $r^2$ Doc | $\Omega_3$ | Cte. RT | $r^2$ RT |
|--|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|---------|----------|
| FILOSOFIA (BACHARELADO)                    | 0,016      | 1,522    | 25 %      | 0,014      | 2,155    | 44 %      | 0,009      | 2,293   | 16 %     |
| FILOSOFIA (LICENCIATURA)                   | 0,015      | 1,373    | 14 %      | 0,015      | 1,941    | 35 %      | 0,004      | 2,388   | 2 %      |
| FÍSICA (BACHARELADO)                       | 0,019      | 0,943    | 3 %       | 0,019      | 1,285    | 20 %      | 0,012      | 1,601   | 5 %      |
| FÍSICA (LICENCIATURA)                      | 0,021      | 0,823    | 20 %      | 0,013      | 1,922    | 27 %      | 0,013      | 1,385   | 7 %      |
| FISIOTERAPIA                               | 0,019      | 1,367    | 28 %      | 0,017      | 2,329    | 29 %      | 0,014      | 1,781   | 20 %     |
| FONOAUDILOGIA                              | 0,025      | 0,655    | 26 %      | 0,017      | 1,952    | 35 %      | 0,016      | 1,405   | 25 %     |
| GEOGRAFIA (BACHARELADO)                    | 0,013      | 1,372    | 16 %      | 0,008      | 2,027    | 12 %      | 0,010      | 1,614   | 12 %     |
| GEOGRAFIA (LICENCIATURA)                   | 0,017      | 1,334    | 36 %      | 0,013      | 2,144    | 43 %      | 0,007      | 2,107   | 8 %      |
| HISTÓRIA (BACHARELADO)                     | 0,018      | 0,980    | 24 %      | 0,018      | 1,240    | 35 %      | 0,010      | 1,702   | 10 %     |
| HISTÓRIA (LICENCIATURA)                    | 0,017      | 1,284    | 34 %      | 0,011      | 2,232    | 32 %      | 0,007      | 2,169   | 10 %     |
| JORNALISMO                                 | 0,012      | 2,001    | 13 %      | 0,007      | 2,648    | 8 %       | 0,007      | 2,407   | 9 %      |
| LETRAS-PORTUGUÊS (BACHARELADO)             | 0,045      | -1,467   | 22 %      | 0,013      | 1,825    | 14 %      | 0,004      | 2,506   | 1 %      |
| LETRAS-PORTUGUÊS (LICENCIATURA)            | 0,018      | 1,170    | 31 %      | 0,013      | 2,113    | 32 %      | 0,006      | 2,188   | 5 %      |
| LETRAS-PORTUGUÊS E ESPANHOL (LICENCIATURA) | 0,017      | 1,306    | 29 %      | 0,013      | 2,066    | 36 %      | 0,009      | 1,958   | 12 %     |
| LETRAS-PORTUGUÊS E INGLÊS (LICENCIATURA)   | 0,014      | 1,670    | 31 %      | 0,014      | 2,225    | 35 %      | 0,007      | 2,138   | 9 %      |
| MATEMÁTICA (BACHARELADO)                   | 0,034      | -0,248   | 20 %      | 0,012      | 2,031    | 9 %       | 0,010      | 1,977   | 3 %      |
| MATEMÁTICA (LICENCIATURA)                  | 0,015      | 1,402    | 32 %      | 0,013      | 2,076    | 36 %      | 0,008      | 1,871   | 7 %      |
| MEDICINA                                   | 0,018      | 1,221    | 26 %      | 0,016      | 1,859    | 27 %      | 0,007      | 1,924   | 4 %      |
| MEDICINA VETERINÁRIA                       | 0,026      | 0,449    | 15 %      | 0,011      | 2,213    | 20 %      | 0,014      | 1,617   | 25 %     |
| MÚSICA (LICENCIATURA)                      | 0,014      | 1,252    | 15 %      | 0,010      | 1,995    | 16 %      | 0,004      | 2,043   | 4 %      |
| NUTRIÇÃO                                   | 0,023      | 0,786    | 28 %      | 0,017      | 2,008    | 37 %      | 0,014      | 1,596   | 25 %     |
| ODONTOLOGIA                                | 0,022      | 0,877    | 24 %      | 0,013      | 2,132    | 27 %      | 0,011      | 1,883   | 17 %     |
| PEDAGOGIA (LICENCIATURA)                   | 0,015      | 1,528    | 34 %      | 0,013      | 2,248    | 31 %      | 0,007      | 2,123   | 12 %     |
| PSICOLOGIA                                 | 0,012      | 1,961    | 14 %      | 0,007      | 2,733    | 8 %       | 0,007      | 2,429   | 9 %      |
| PUBLICIDADE E PROPAGANDA                   | 0,013      | 1,697    | 15 %      | 0,011      | 2,297    | 12 %      | 0,010      | 1,942   | 16 %     |
| QUÍMICA (BACHARELADO)                      | 0,030      | -0,220   | 18 %      | 0,017      | 1,498    | 43 %      | 0,014      | 1,401   | 29 %     |
| QUÍMICA (LICENCIATURA)                     | 0,015      | 1,461    | 20 %      | 0,013      | 2,052    | 33 %      | 0,009      | 1,923   | 8 %      |
| RELAÇÕES INTERNACIONAIS                    | 0,021      | 0,865    | 15 %      | 0,013      | 2,208    | 18 %      | 0,009      | 2,157   | 16 %     |
| SECRETARIADO EXECUTIVO                     | 0,025      | 0,941    | 50 %      | 0,022      | 2,227    | 35 %      | 0,006      | 2,232   | 5 %      |
| SERVIÇO SOCIAL                             | 0,015      | 1,537    | 20 %      | 0,012      | 2,350    | 21 %      | 0,007      | 2,164   | 8 %      |
| SISTEMAS DE INFORMAÇÃO                     | 0,015      | 1,496    | 29 %      | 0,015      | 2,224    | 27 %      | 0,008      | 2,018   | 11 %     |

**Tabela B.6.** Modelos de regressão linear simples considerando, como desfecho, o conceito preliminar do curso (CPC) e, como variáveis independentes, para cada regressão, o percentual de professores com titulação mínima mestrado ( $\Omega_1$ ), o percentual de doutores ( $\Omega_2$ ) e o percentual de professores em regime parcial ou integral ( $\Omega_3$ ) - Parte 3

| Curso                                  | $\Omega_1$ | Cte. MSc | $r^2$ MSc | $\Omega_2$ | Cte. Doc | $r^2$ Doc | $\Omega_3$ | Cte. RT | $r^2$ RT |
|--|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|---------|----------|
| TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIOS             | 0,013      | 1,751    | 16 %      | 0,018      | 2,200    | 31 %      | 0,013      | 1,675   | 30 %     |
| TECN. EM ANÁLISE E DESENV. DE SISTEMAS | 0,014      | 1,517    | 23 %      | 0,012      | 2,187    | 18 %      | 0,009      | 1,852   | 14 %     |
| TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL     | 0,014      | 1,550    | 14 %      | 0,013      | 2,240    | 12 %      | 0,012      | 1,673   | 10 %     |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL         | 0,017      | 1,301    | 21 %      | 0,013      | 2,233    | 20 %      | 0,010      | 1,875   | 20 %     |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL         | 0,011      | 1,869    | 17 %      | 0,008      | 2,482    | 5 %       | 0,008      | 2,073   | 12 %     |
| TECN. EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL | 0,022      | 0,870    | 36 %      | 0,027      | 1,723    | 52 %      | 0,013      | 1,447   | 19 %     |
| TECN. EM GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS    | 0,012      | 1,784    | 20 %      | 0,011      | 2,260    | 11 %      | 0,007      | 2,051   | 9 %      |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO FINANCEIRA        | 0,007      | 2,161    | 8 %       | 0,011      | 2,403    | 15 %      | 0,006      | 2,251   | 7 %      |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO HOSPITALAR        | 0,013      | 1,604    | 21 %      | 0,025      | 1,953    | 26 %      | 0,003      | 2,340   | 1 %      |
| TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA                | 0,014      | 1,499    | 22 %      | 0,014      | 2,114    | 17 %      | 0,007      | 1,980   | 10 %     |
| TECNOLOGIA EM MARKETING                | 0,006      | 2,265    | 3 %       | 0,008      | 2,434    | 6 %       | 0,008      | 2,078   | 10 %     |
| TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS     | 0,013      | 1,750    | 22 %      | 0,016      | 2,263    | 16 %      | 0,005      | 2,284   | 5 %      |
| TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA               | 0,021      | 1,015    | 25 %      | 0,020      | 1,913    | 25 %      | 0,009      | 1,771   | 13 %     |
| TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES    | 0,016      | 1,470    | 25 %      | 0,018      | 2,108    | 33 %      | 0,008      | 2,030   | 13 %     |
| TURISMO                                | 0,014      | 1,679    | 18 %      | 0,013      | 2,339    | 19 %      | 0,010      | 1,963   | 16 %     |
| ZOOTECNIA                              | 0,023      | 0,885    | 19 %      | 0,019      | 1,691    | 36 %      | 0,015      | 1,488   | 7 %      |

**Tabela B.7.** Parâmetros Faixa Média obtidos através do cálculo dos percentuais necessário de professores com titulação mínima mestrado ( $\Pi_1$ ), de professores com titulação mínima de doutorado ( $\Pi_2$ ) e de professores com regime de trabalho de tempo parcial ou integral ( $\Pi_3$ ) - Parte 1

| Curso                                | $\Pi_1$ | $\Pi_2$ | $\Pi_3$ |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| ADMINISTRAÇÃO                        | 0,600   | 0,429   | 0,600   |
| AGRONOMIA                            | 0,754   | 0,600   | 0,691   |
| ARQUITETURA E URBANISMO              | 0,760   | 0,527   | 0,644   |
| ARTES VISUAIS (LICENCIATURA)         | 0,754   | 0,600   | 0,600   |
| BIOMEDICINA                          | 0,760   | 0,600   | 0,673   |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)  | 0,733   | 0,600   | 0,680   |
| CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (LICENCIATURA) | 0,600   | 0,600   | 0,600   |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)    | 0,800   | 0,600   | 0,710   |
| CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)   | 0,750   | 0,600   | 0,667   |
| CIÊNCIAS CONTÁBEIS                   | 0,600   | 0,368   | 0,600   |
| CIÊNCIAS ECONÔMICAS                  | 0,718   | 0,600   | 0,600   |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)       | 0,911   | 0,689   | 0,765   |
| CIÊNCIAS SOCIAIS (LICENCIATURA)      | 0,844   | 0,600   | 0,653   |
| DESIGN                               | 0,673   | 0,450   | 0,600   |
| DIREITO                              | 0,600   | 0,400   | 0,600   |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (BACHARELADO)        | 0,686   | 0,549   | 0,600   |
| EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)       | 0,686   | 0,600   | 0,600   |
| ENFERMAGEM                           | 0,667   | 0,510   | 0,600   |
| ENGENHARIA                           | 0,846   | 0,600   | 0,689   |
| ENGENHARIA AMBIENTAL                 | 0,781   | 0,600   | 0,659   |
| ENGENHARIA CIVIL                     | 0,767   | 0,600   | 0,650   |
| ENGENHARIA DE ALIMENTOS              | 0,850   | 0,634   | 0,753   |
| ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO             | 0,810   | 0,576   | 0,673   |
| ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   | 0,778   | 0,600   | 0,700   |
| ENGENHARIA DE PRODUÇÃO               | 0,750   | 0,600   | 0,665   |
| ENGENHARIA ELÉTRICA                  | 0,787   | 0,600   | 0,675   |
| ENGENHARIA FLORESTAL                 | 0,863   | 0,600   | 0,850   |
| ENGENHARIA MECÂNICA                  | 0,821   | 0,611   | 0,696   |
| ENGENHARIA QUÍMICA                   | 0,857   | 0,613   | 0,699   |
| FARMÁCIA                             | 0,743   | 0,600   | 0,629   |
| FILOSOFIA (BACHARELADO)              | 0,700   | 0,600   | 0,600   |
| FILOSOFIA (LICENCIATURA)             | 0,800   | 0,600   | 0,700   |
| FÍSICA (BACHARELADO)                 | 0,933   | 0,767   | 0,848   |
| FÍSICA (LICENCIATURA)                | 0,733   | 0,600   | 0,829   |
| FISIOTERAPIA                         | 0,684   | 0,518   | 0,617   |
| FONOAUDIOLOGIA                       | 0,733   | 0,583   | 0,600   |

**Tabela B.8.** Parâmetros Faixa Média obtidos através do cálculo dos percentuais necessário de professores com titulação mínima mestrado ( $\Pi_1$ ), de professores com titulação mínima de doutorado ( $\Pi_2$ ) e de professores com regime de trabalho de tempo parcial ou integral ( $\Pi_3$ ) - Parte 2

| Curso                                      | $\Pi_1$ | $\Pi_2$ | $\Pi_3$ |
|--|---------|---------|---------|
| GEOGRAFIA (BACHARELADO)                    | 0,800   | 0,600   | 0,783   |
| GEOGRAFIA (LICENCIATURA)                   | 0,686   | 0,600   | 0,643   |
| HISTÓRIA (BACHARELADO)                     | 0,911   | 0,722   | 0,760   |
| HISTÓRIA (LICENCIATURA)                    | 0,600   | 0,600   | 0,600   |
| JORNALISMO                                 | 0,680   | 0,537   | 0,600   |
| LETRAS-PORTUGUÊS (BACHARELADO)             | 0,867   | 0,600   | 0,812   |
| LETRAS-PORTUGUÊS (LICENCIATURA)            | 0,680   | 0,600   | 0,633   |
| LETRAS-PORTUGUÊS E ESPANHOL (LICENCIATURA) | 0,600   | 0,600   | 0,600   |
| LETRAS-PORTUGUÊS E INGLÊS (LICENCIATURA)   | 0,600   | 0,600   | 0,600   |
| MATEMÁTICA (BACHARELADO)                   | 0,920   | 0,696   | 0,867   |
| MATEMÁTICA (LICENCIATURA)                  | 0,600   | 0,600   | 0,680   |
| MEDICINA                                   | 0,663   | 0,570   | 0,700   |
| MEDICINA VETERINÁRIA                       | 0,848   | 0,600   | 0,650   |
| MÚSICA (LICENCIATURA)                      | 0,723   | 0,600   | 0,697   |
| NUTRIÇÃO                                   | 0,747   | 0,600   | 0,600   |
| ODONTOLOGIA                                | 0,800   | 0,600   | 0,632   |
| PEDAGOGIA (LICENCIATURA)                   | 0,600   | 0,560   | 0,600   |
| PSICOLOGIA                                 | 0,700   | 0,583   | 0,600   |
| PUBLICIDADE E PROPAGANDA                   | 0,650   | 0,480   | 0,600   |
| QUÍMICA (BACHARELADO)                      | 0,880   | 0,600   | 0,700   |
| QUÍMICA (LICENCIATURA)                     | 0,733   | 0,600   | 0,764   |
| RELAÇÕES INTERNACIONAIS                    | 0,738   | 0,600   | 0,600   |
| SECRETARIADO EXECUTIVO                     | 0,667   | 0,408   | 0,600   |
| SERVIÇO SOCIAL                             | 0,636   | 0,529   | 0,600   |
| SISTEMAS DE INFORMAÇÃO                     | 0,667   | 0,559   | 0,618   |
| TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIOS                 | 0,600   | 0,476   | 0,600   |
| TECN. EM ANÁLISE E DESENV. DE SISTEMAS     | 0,667   | 0,517   | 0,632   |
| TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL         | 0,692   | 0,391   | 0,680   |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL             | 0,657   | 0,508   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL             | 0,600   | 0,429   | 0,600   |
| TECN. EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL     | 0,767   | 0,360   | 0,627   |
| TECN. EM GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS        | 0,600   | 0,400   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO FINANCEIRA            | 0,600   | 0,450   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM GESTÃO HOSPITALAR            | 0,600   | 0,300   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA                    | 0,600   | 0,429   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM MARKETING                    | 0,600   | 0,375   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS         | 0,600   | 0,382   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA                   | 0,689   | 0,450   | 0,600   |
| TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES        | 0,644   | 0,450   | 0,600   |
| TURISMO                                    | 0,600   | 0,514   | 0,600   |
| ZOOTECNIA                                  | 0,818   | 0,614   | 0,793   |



## Apêndice C

Dados relativos às indicações docentes entre o primeiro semestre de 2012 e o primeiro semestre de 2016 a partir das quais foram geradas as intâncias para realização dos testes computacionais

APÊNDICE C. DADOS RELATIVOS ÀS INDICAÇÕES DOCENTES ENTRE O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2012 E O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2016 A PARTIR DAS QUAIS FORAM GERADAS AS INTÂNCIAS PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES COMPUTACIONAIS

**Tabela C.1.** Características da indicação docente por curso em 2012-1

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP    | $\mathcal{E}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-----------------|
| 1  | 31  | 12.90 | 64.52  | 93.55  | 16.13 | 77.42  | 2.43            |
| 2  | 30  | 13.33 | 90.00  | 66.67  | 3.33  | 63.33  | 2.20            |
| 3  | 22  | 63.64 | 95.45  | 81.82  | 9.09  | 72.73  | 3.72            |
| 4  | 31  | 12.90 | 90.32  | 77.42  | 3.23  | 74.19  | 2.29            |
| 5  | 22  | 31.82 | 86.36  | 90.91  | 9.09  | 81.82  | 2.80            |
| 6  | 17  | 11.76 | 58.82  | 58.82  | 5.88  | 52.94  | 1.95            |
| 7  | 47  | 14.89 | 74.47  | 59.57  | 2.13  | 57.45  | 0.00            |
| 8  | 15  | 0.00  | 53.33  | 33.33  | 0.00  | 33.33  | 0.00            |
| 9  | 10  | 0.00  | 20.00  | 50.00  | 10.00 | 40.00  | 0.00            |
| 10 | 16  | 0.00  | 62.50  | 62.50  | 6.25  | 56.25  | 0.00            |
| 11 | 48  | 10.42 | 87.50  | 62.50  | 0.00  | 62.50  | 2.27            |
| 12 | 9   | 22.22 | 88.89  | 88.89  | 11.11 | 77.78  | 0.00            |
| 13 | 10  | 20.00 | 50.00  | 90.00  | 20.00 | 70.00  | 0.00            |
| 14 | 25  | 12.00 | 72.00  | 76.00  | 4.00  | 72.00  | 2.08            |
| 15 | 15  | 20.00 | 73.33  | 86.67  | 0.00  | 86.67  | 0.00            |
| 16 | 19  | 31.58 | 78.95  | 73.68  | 5.26  | 68.42  | 2.78            |
| 17 | 31  | 12.90 | 96.77  | 93.55  | 0.00  | 93.55  | 2.65            |
| 18 | 61  | 11.48 | 86.89  | 83.61  | 1.64  | 81.97  | 2.27            |
| 19 | 25  | 24.00 | 92.00  | 88.00  | 4.00  | 84.00  | 2.41            |
| 20 | 27  | 7.41  | 81.48  | 88.89  | 3.70  | 85.19  | 2.15            |
| 21 | 35  | 11.43 | 82.86  | 85.71  | 0.00  | 85.71  | 2.16            |
| 22 | 12  | 8.33  | 66.67  | 100.00 | 0.00  | 100.00 | 1.71            |
| 23 | 37  | 32.43 | 89.19  | 83.78  | 8.11  | 75.68  | 2.61            |
| 24 | 8   | 12.50 | 62.50  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |
| 25 | 16  | 6.25  | 37.50  | 62.50  | 6.25  | 56.25  | 0.00            |
| 26 | 26  | 30.77 | 88.46  | 69.23  | 3.85  | 65.38  | 2.81            |
| 27 | 11  | 18.18 | 100.00 | 90.91  | 9.09  | 81.82  | 2.74            |
| 28 | 5   | 40.00 | 100.00 | 100.00 | 20.00 | 80.00  | 0.00            |
| 29 | 10  | 0.00  | 80.00  | 60.00  | 0.00  | 60.00  | 1.71            |
| 30 | 13  | 0.00  | 46.15  | 53.85  | 7.69  | 46.15  | 0.00            |
| 31 | 13  | 0.00  | 53.85  | 53.85  | 0.00  | 53.85  | 1.35            |
| 32 | 11  | 9.09  | 36.36  | 27.27  | 0.00  | 27.27  | 0.00            |
| 33 | 20  | 0.00  | 65.00  | 75.00  | 0.00  | 75.00  | 0.00            |
| 34 | 12  | 0.00  | 75.00  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |
| 35 | 10  | 30.00 | 80.00  | 70.00  | 0.00  | 70.00  | 0.75            |
| 36 | 10  | 30.00 | 90.00  | 60.00  | 0.00  | 60.00  | 0.00            |
| 37 | 16  | 25.00 | 75.00  | 75.00  | 0.00  | 75.00  | 2.49            |
| 38 | 13  | 23.08 | 76.92  | 61.54  | 0.00  | 61.54  | 1.19            |
| 39 | 9   | 0.00  | 44.44  | 33.33  | 11.11 | 22.22  | 0.97            |
| 40 | 13  | 7.69  | 76.92  | 38.46  | 0.00  | 38.46  | 0.00            |
| 41 | 7   | 14.29 | 85.71  | 100.00 | 0.00  | 100.00 | 0.00            |
| 42 | 23  | 34.78 | 69.57  | 52.17  | 0.00  | 52.17  | 2.17            |
| 43 | 16  | 25.00 | 93.75  | 100.00 | 6.25  | 93.75  | 3.09            |
| 44 | 16  | 0.00  | 68.75  | 56.25  | 6.25  | 50.00  | 1.56            |
| 45 | 17  | 5.88  | 64.71  | 11.76  | 5.88  | 5.88   | 0.00            |
| 46 | 17  | 5.88  | 70.59  | 64.71  | 11.76 | 52.94  | 1.82            |
| 47 | 18  | 11.11 | 88.89  | 55.56  | 5.56  | 50.00  | 2.01            |
| 48 | 10  | 0.00  | 70.00  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |
| 49 | 9   | 22.22 | 88.89  | 33.33  | 0.00  | 33.33  | 2.14            |
| 50 | 15  | 0.00  | 53.33  | 73.33  | 0.00  | 73.33  | 0.00            |

**Tabela C.2.** Características da indicação docente por curso em 2012-2

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 35  | 11.43 | 74.29  | 74.29  | 8.57  | 65.71 | 2.26            |
| 2  | 36  | 8.33  | 83.33  | 63.89  | 2.78  | 61.11 | 1.88            |
| 3  | 25  | 64.00 | 92.00  | 72.00  | 4.00  | 68.00 | 3.51            |
| 4  | 28  | 10.71 | 92.86  | 75.00  | 0.00  | 75.00 | 2.24            |
| 5  | 22  | 31.82 | 90.91  | 81.82  | 0.00  | 81.82 | 2.75            |
| 6  | 15  | 13.33 | 60.00  | 60.00  | 13.33 | 46.67 | 2.04            |
| 7  | 33  | 21.21 | 81.82  | 54.55  | 0.00  | 54.55 | 0.00            |
| 8  | 21  | 9.52  | 76.19  | 57.14  | 4.76  | 52.38 | 0.00            |
| 9  | 8   | 0.00  | 25.00  | 37.50  | 12.50 | 25.00 | 0.00            |
| 10 | 18  | 0.00  | 66.67  | 61.11  | 5.56  | 55.56 | 0.00            |
| 11 | 49  | 12.24 | 87.76  | 59.18  | 0.00  | 59.18 | 2.30            |
| 12 | 4   | 75.00 | 100.00 | 75.00  | 0.00  | 75.00 | 0.00            |
| 13 | 12  | 25.00 | 66.67  | 91.67  | 16.67 | 75.00 | 0.00            |
| 14 | 22  | 9.09  | 81.82  | 68.18  | 4.55  | 63.64 | 2.06            |
| 15 | 21  | 23.81 | 76.19  | 71.43  | 0.00  | 71.43 | 0.00            |
| 16 | 25  | 20.00 | 80.00  | 80.00  | 4.00  | 76.00 | 2.54            |
| 17 | 32  | 12.50 | 90.63  | 78.13  | 0.00  | 78.13 | 2.28            |
| 18 | 72  | 19.44 | 86.11  | 75.00  | 1.39  | 73.61 | 2.33            |
| 19 | 22  | 31.82 | 90.91  | 95.45  | 4.55  | 90.91 | 2.74            |
| 20 | 38  | 21.05 | 81.58  | 92.11  | 5.26  | 86.84 | 2.54            |
| 21 | 40  | 7.50  | 77.50  | 85.00  | 0.00  | 85.00 | 1.93            |
| 22 | 19  | 10.53 | 78.95  | 94.74  | 0.00  | 94.74 | 2.02            |
| 23 | 37  | 24.32 | 83.78  | 83.78  | 5.41  | 78.38 | 2.21            |
| 24 | 15  | 26.67 | 73.33  | 73.33  | 6.67  | 66.67 | 0.00            |
| 25 | 16  | 6.25  | 50.00  | 50.00  | 6.25  | 43.75 | 0.00            |
| 26 | 19  | 15.79 | 84.21  | 84.21  | 5.26  | 78.95 | 2.50            |
| 27 | 15  | 0.00  | 86.67  | 86.67  | 6.67  | 80.00 | 1.86            |
| 28 | 9   | 11.11 | 88.89  | 77.78  | 11.11 | 66.67 | 0.00            |
| 29 | 10  | 40.00 | 100.00 | 100.00 | 10.00 | 90.00 | 3.68            |
| 30 | 16  | 0.00  | 56.25  | 68.75  | 12.50 | 56.25 | 0.00            |
| 31 | 15  | 13.33 | 73.33  | 73.33  | 0.00  | 73.33 | 2.33            |
| 32 | 10  | 10.00 | 40.00  | 60.00  | 0.00  | 60.00 | 0.00            |
| 33 | 21  | 19.05 | 76.19  | 61.90  | 0.00  | 61.90 | 0.00            |
| 34 | 13  | 0.00  | 76.92  | 61.54  | 0.00  | 61.54 | 0.00            |
| 35 | 11  | 18.18 | 90.91  | 81.82  | 0.00  | 81.82 | 1.61            |
| 36 | 12  | 16.67 | 91.67  | 91.67  | 0.00  | 91.67 | 0.00            |
| 37 | 20  | 20.00 | 90.00  | 65.00  | 0.00  | 65.00 | 2.46            |
| 38 | 11  | 27.27 | 81.82  | 81.82  | 0.00  | 81.82 | 2.02            |
| 39 | 13  | 0.00  | 53.85  | 61.54  | 15.38 | 46.15 | 1.44            |
| 40 | 10  | 10.00 | 70.00  | 50.00  | 0.00  | 50.00 | 0.00            |
| 41 | 11  | 18.18 | 90.91  | 90.91  | 9.09  | 81.82 | 0.00            |
| 42 | 19  | 31.58 | 84.21  | 57.89  | 0.00  | 57.89 | 2.45            |
| 43 | 16  | 25.00 | 93.75  | 93.75  | 6.25  | 87.50 | 3.01            |
| 44 | 17  | 5.88  | 82.35  | 64.71  | 5.88  | 58.82 | 2.07            |
| 45 | 14  | 0.00  | 78.57  | 42.86  | 14.29 | 28.57 | 0.00            |
| 46 | 23  | 8.70  | 69.57  | 52.17  | 4.35  | 47.83 | 1.74            |
| 47 | 17  | 23.53 | 94.12  | 47.06  | 5.88  | 41.18 | 2.31            |
| 48 | 9   | 0.00  | 55.56  | 55.56  | 0.00  | 55.56 | 0.00            |
| 49 | 11  | 18.18 | 81.82  | 36.36  | 0.00  | 36.36 | 1.97            |
| 50 | 12  | 8.33  | 75.00  | 83.33  | 0.00  | 83.33 | 0.00            |

APÊNDICE C. DADOS RELATIVOS ÀS INDICAÇÕES DOCENTES ENTRE O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2012 E O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2016 A PARTIR DAS QUAIS FORAM GERADAS AS INTÂNCIAS PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES COMPUTACIONAIS

**Tabela C.3.** Características da indicação docente por curso em 2013-1

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 40  | 12.50 | 77.50  | 75.00  | 10.00 | 65.00 | 2.34            |
| 2  | 46  | 6.52  | 82.61  | 56.52  | 2.17  | 54.35 | 1.71            |
| 3  | 28  | 57.14 | 92.86  | 78.57  | 3.57  | 75.00 | 3.45            |
| 4  | 26  | 11.54 | 92.31  | 80.77  | 3.85  | 76.92 | 2.34            |
| 5  | 18  | 38.89 | 83.33  | 94.44  | 5.56  | 88.89 | 2.96            |
| 6  | 15  | 13.33 | 53.33  | 73.33  | 6.67  | 66.67 | 2.13            |
| 7  | 18  | 16.67 | 72.22  | 77.78  | 0.00  | 77.78 | 0.00            |
| 8  | 17  | 5.88  | 70.59  | 58.82  | 0.00  | 58.82 | 0.00            |
| 9  | 5   | 0.00  | 80.00  | 100.00 | 40.00 | 60.00 | 2.19            |
| 10 | 12  | 8.33  | 58.33  | 33.33  | 8.33  | 25.00 | 0.00            |
| 11 | 17  | 0.00  | 64.71  | 58.82  | 11.76 | 47.06 | 0.00            |
| 12 | 50  | 18.00 | 88.00  | 62.00  | 0.00  | 62.00 | 2.55            |
| 13 | 4   | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 25.00 | 75.00 | 0.00            |
| 14 | 8   | 12.50 | 50.00  | 62.50  | 25.00 | 37.50 | 0.00            |
| 15 | 21  | 14.29 | 71.43  | 57.14  | 4.76  | 52.38 | 1.90            |
| 16 | 20  | 20.00 | 65.00  | 70.00  | 5.00  | 65.00 | 0.00            |
| 17 | 24  | 20.83 | 83.33  | 79.17  | 4.17  | 75.00 | 2.60            |
| 18 | 38  | 15.79 | 89.47  | 86.84  | 5.26  | 81.58 | 2.46            |
| 19 | 92  | 11.96 | 79.35  | 76.09  | 1.09  | 75.00 | 2.01            |
| 20 | 25  | 44.00 | 92.00  | 76.00  | 8.00  | 68.00 | 2.72            |
| 21 | 49  | 14.29 | 73.47  | 75.51  | 6.12  | 69.39 | 1.96            |
| 22 | 41  | 9.76  | 80.49  | 87.80  | 0.00  | 87.80 | 2.10            |
| 23 | 31  | 22.58 | 80.65  | 93.55  | 6.45  | 87.10 | 2.36            |
| 24 | 39  | 30.77 | 97.44  | 82.05  | 7.69  | 74.36 | 2.82            |
| 25 | 17  | 23.53 | 70.59  | 41.18  | 5.88  | 35.29 | 0.00            |
| 26 | 15  | 13.33 | 53.33  | 73.33  | 6.67  | 66.67 | 0.00            |
| 27 | 18  | 27.78 | 94.44  | 94.44  | 11.11 | 83.33 | 3.14            |
| 28 | 14  | 14.29 | 92.86  | 85.71  | 7.14  | 78.57 | 2.35            |
| 29 | 12  | 8.33  | 91.67  | 83.33  | 8.33  | 75.00 | 0.00            |
| 30 | 11  | 27.27 | 81.82  | 81.82  | 9.09  | 72.73 | 2.81            |
| 31 | 15  | 0.00  | 66.67  | 66.67  | 13.33 | 53.33 | 0.00            |
| 32 | 20  | 10.00 | 75.00  | 75.00  | 10.00 | 65.00 | 2.25            |
| 33 | 8   | 0.00  | 12.50  | 25.00  | 0.00  | 25.00 | 0.00            |
| 34 | 19  | 5.26  | 84.21  | 63.16  | 0.00  | 63.16 | 0.00            |
| 35 | 10  | 10.00 | 70.00  | 10.00  | 0.00  | 10.00 | 0.00            |
| 36 | 8   | 25.00 | 87.50  | 62.50  | 0.00  | 62.50 | 1.02            |
| 37 | 6   | 33.33 | 83.33  | 50.00  | 0.00  | 50.00 | 0.00            |
| 38 | 25  | 16.00 | 84.00  | 80.00  | 4.00  | 76.00 | 2.45            |
| 39 | 13  | 23.08 | 69.23  | 69.23  | 0.00  | 69.23 | 1.11            |
| 40 | 9   | 0.00  | 55.56  | 44.44  | 22.22 | 22.22 | 1.25            |
| 41 | 13  | 15.38 | 69.23  | 46.15  | 0.00  | 46.15 | 0.00            |
| 42 | 20  | 10.00 | 85.00  | 85.00  | 0.00  | 85.00 | 0.00            |
| 43 | 24  | 29.17 | 79.17  | 62.50  | 0.00  | 62.50 | 2.35            |
| 44 | 15  | 20.00 | 93.33  | 93.33  | 6.67  | 86.67 | 2.87            |
| 45 | 16  | 6.25  | 93.75  | 68.75  | 6.25  | 62.50 | 2.28            |
| 46 | 13  | 0.00  | 69.23  | 38.46  | 15.38 | 23.08 | 0.00            |
| 47 | 27  | 7.41  | 66.67  | 74.07  | 7.41  | 66.67 | 1.93            |
| 48 | 16  | 18.75 | 93.75  | 56.25  | 6.25  | 50.00 | 2.30            |
| 49 | 11  | 0.00  | 81.82  | 45.45  | 0.00  | 45.45 | 0.00            |
| 50 | 9   | 22.22 | 77.78  | 44.44  | 0.00  | 44.44 | 2.13            |
| 51 | 15  | 13.33 | 80.00  | 60.00  | 0.00  | 60.00 | 0.00            |

**Tabela C.4.** Características da indicação docente por curso em 2013-2

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP    | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-----------------|
| 1  | 40  | 12.50 | 77.50  | 85.00  | 12.50 | 72.50  | 2.47            |
| 2  | 50  | 6.00  | 86.00  | 56.00  | 2.00  | 54.00  | 1.76            |
| 3  | 24  | 58.33 | 95.83  | 91.67  | 4.17  | 87.50  | 3.74            |
| 4  | 25  | 8.00  | 96.00  | 68.00  | 4.00  | 64.00  | 2.13            |
| 5  | 22  | 36.36 | 90.91  | 95.45  | 4.55  | 90.91  | 3.10            |
| 6  | 21  | 9.52  | 71.43  | 71.43  | 4.76  | 66.67  | 2.17            |
| 7  | 19  | 26.32 | 78.95  | 63.16  | 0.00  | 63.16  | 0.00            |
| 8  | 19  | 0.00  | 68.42  | 68.42  | 0.00  | 68.42  | 0.00            |
| 9  | 6   | 16.67 | 83.33  | 33.33  | 0.00  | 33.33  | 1.97            |
| 10 | 9   | 0.00  | 55.56  | 33.33  | 22.22 | 11.11  | 0.00            |
| 11 | 20  | 0.00  | 65.00  | 55.00  | 15.00 | 40.00  | 0.00            |
| 12 | 48  | 16.67 | 89.58  | 58.33  | 0.00  | 58.33  | 2.47            |
| 13 | 11  | 27.27 | 72.73  | 81.82  | 9.09  | 72.73  | 0.00            |
| 14 | 15  | 6.67  | 86.67  | 73.33  | 20.00 | 53.33  | 2.14            |
| 15 | 26  | 26.92 | 84.62  | 65.38  | 3.85  | 61.54  | 0.00            |
| 16 | 25  | 32.00 | 88.00  | 88.00  | 4.00  | 84.00  | 3.11            |
| 17 | 40  | 35.00 | 100.00 | 75.00  | 7.50  | 67.50  | 3.01            |
| 18 | 98  | 11.22 | 78.57  | 75.51  | 0.00  | 75.51  | 1.97            |
| 19 | 19  | 36.84 | 94.74  | 89.47  | 10.53 | 78.95  | 2.89            |
| 20 | 51  | 23.53 | 76.47  | 84.31  | 5.88  | 78.43  | 2.38            |
| 21 | 52  | 11.54 | 80.77  | 69.23  | 0.00  | 69.23  | 1.86            |
| 22 | 34  | 14.71 | 82.35  | 79.41  | 2.94  | 76.47  | 1.97            |
| 23 | 44  | 25.00 | 84.09  | 79.55  | 11.36 | 68.18  | 2.17            |
| 24 | 17  | 17.65 | 64.71  | 64.71  | 5.88  | 58.82  | 0.00            |
| 25 | 15  | 13.33 | 53.33  | 73.33  | 6.67  | 66.67  | 0.00            |
| 26 | 21  | 28.57 | 85.71  | 95.24  | 4.76  | 90.48  | 3.04            |
| 27 | 12  | 8.33  | 100.00 | 91.67  | 8.33  | 83.33  | 2.52            |
| 28 | 21  | 19.05 | 76.19  | 85.71  | 9.52  | 76.19  | 0.00            |
| 29 | 11  | 36.36 | 90.91  | 90.91  | 9.09  | 81.82  | 3.33            |
| 30 | 5   | 20.00 | 80.00  | 100.00 | 0.00  | 100.00 | 0.00            |
| 31 | 15  | 0.00  | 80.00  | 60.00  | 13.33 | 46.67  | 0.00            |
| 32 | 24  | 8.33  | 70.83  | 58.33  | 4.17  | 54.17  | 1.93            |
| 33 | 8   | 12.50 | 50.00  | 25.00  | 0.00  | 25.00  | 0.00            |
| 34 | 17  | 0.00  | 70.59  | 52.94  | 0.00  | 52.94  | 0.00            |
| 35 | 9   | 11.11 | 88.89  | 44.44  | 0.00  | 44.44  | 0.00            |
| 36 | 7   | 42.86 | 100.00 | 57.14  | 0.00  | 57.14  | 2.05            |
| 37 | 10  | 40.00 | 80.00  | 60.00  | 0.00  | 60.00  | 0.00            |
| 38 | 22  | 27.27 | 90.91  | 77.27  | 0.00  | 77.27  | 2.84            |
| 39 | 12  | 25.00 | 75.00  | 58.33  | 0.00  | 58.33  | 1.08            |
| 40 | 10  | 0.00  | 80.00  | 70.00  | 20.00 | 50.00  | 1.88            |
| 41 | 10  | 20.00 | 80.00  | 50.00  | 10.00 | 40.00  | 0.00            |
| 42 | 23  | 21.74 | 91.30  | 60.87  | 0.00  | 60.87  | 0.00            |
| 43 | 18  | 38.89 | 88.89  | 83.33  | 0.00  | 83.33  | 3.04            |
| 44 | 15  | 20.00 | 93.33  | 86.67  | 6.67  | 80.00  | 2.79            |
| 45 | 16  | 6.25  | 93.75  | 75.00  | 6.25  | 68.75  | 2.35            |
| 46 | 12  | 8.33  | 66.67  | 58.33  | 25.00 | 33.33  | 0.00            |
| 47 | 6   | 66.67 | 83.33  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |
| 48 | 26  | 7.69  | 69.23  | 61.54  | 7.69  | 53.85  | 1.82            |
| 49 | 12  | 16.67 | 100.00 | 83.33  | 0.00  | 83.33  | 2.71            |
| 50 | 12  | 0.00  | 75.00  | 41.67  | 0.00  | 41.67  | 0.00            |
| 51 | 11  | 18.18 | 72.73  | 45.45  | 0.00  | 45.45  | 1.96            |
| 52 | 12  | 0.00  | 66.67  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |

APÊNDICE C. DADOS RELATIVOS ÀS INDICAÇÕES DOCENTES ENTRE O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2012 E O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2016 A PARTIR DAS QUAIS FORAM GERADAS AS INTÂNCIAS PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES COMPUTACIONAIS

**Tabela C.5.** Características da indicação docente por curso em 2014-1

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 60  | 6.67  | 78.33  | 56.67  | 26.67 | 30.00 | 1.92            |
| 2  | 57  | 5.26  | 78.95  | 57.89  | 26.32 | 31.58 | 1.77            |
| 3  | 30  | 43.33 | 86.67  | 66.67  | 40.00 | 26.67 | 3.65            |
| 4  | 31  | 6.45  | 93.55  | 64.52  | 19.35 | 45.16 | 2.13            |
| 5  | 23  | 30.43 | 91.30  | 95.65  | 52.17 | 43.48 | 2.89            |
| 6  | 19  | 10.53 | 63.16  | 73.68  | 31.58 | 42.11 | 2.14            |
| 7  | 8   | 12.50 | 87.50  | 75.00  | 62.50 | 12.50 | 0.00            |
| 8  | 11  | 0.00  | 54.55  | 54.55  | 45.45 | 9.09  | 1.28            |
| 9  | 11  | 9.09  | 72.73  | 72.73  | 27.27 | 45.45 | 2.05            |
| 10 | 12  | 16.67 | 75.00  | 25.00  | 8.33  | 16.67 | 0.00            |
| 11 | 19  | 10.53 | 73.68  | 47.37  | 15.79 | 31.58 | 0.00            |
| 12 | 46  | 19.57 | 89.13  | 52.17  | 32.61 | 19.57 | 2.50            |
| 13 | 9   | 11.11 | 88.89  | 66.67  | 55.56 | 11.11 | 0.00            |
| 14 | 10  | 20.00 | 90.00  | 90.00  | 40.00 | 50.00 | 0.00            |
| 15 | 26  | 19.23 | 80.77  | 73.08  | 30.77 | 42.31 | 3.37            |
| 16 | 29  | 34.48 | 89.66  | 68.97  | 27.59 | 41.38 | 4.10            |
| 17 | 43  | 18.60 | 83.72  | 72.09  | 32.56 | 39.53 | 2.30            |
| 18 | 118 | 9.32  | 77.12  | 57.63  | 22.03 | 35.59 | 1.81            |
| 19 | 18  | 27.78 | 88.89  | 77.78  | 33.33 | 44.44 | 2.47            |
| 20 | 62  | 19.35 | 79.03  | 64.52  | 25.81 | 38.71 | 2.15            |
| 21 | 52  | 11.54 | 75.00  | 57.69  | 30.77 | 26.92 | 1.82            |
| 22 | 61  | 14.75 | 83.61  | 68.85  | 27.87 | 40.98 | 2.17            |
| 23 | 57  | 26.32 | 89.47  | 73.68  | 26.32 | 47.37 | 2.26            |
| 24 | 26  | 26.92 | 73.08  | 57.69  | 30.77 | 26.92 | 0.00            |
| 25 | 15  | 20.00 | 60.00  | 73.33  | 46.67 | 26.67 | 0.00            |
| 26 | 21  | 28.57 | 80.95  | 71.43  | 28.57 | 42.86 | 3.69            |
| 27 | 6   | 0.00  | 83.33  | 100.00 | 83.33 | 16.67 | 0.00            |
| 28 | 13  | 15.38 | 100.00 | 76.92  | 30.77 | 46.15 | 2.52            |
| 29 | 24  | 4.17  | 79.17  | 66.67  | 16.67 | 50.00 | 0.00            |
| 30 | 10  | 30.00 | 80.00  | 80.00  | 40.00 | 40.00 | 0.00            |
| 31 | 5   | 0.00  | 60.00  | 40.00  | 0.00  | 40.00 | 1.25            |
| 32 | 13  | 7.69  | 92.31  | 53.85  | 23.08 | 30.77 | 0.00            |
| 33 | 23  | 13.04 | 82.61  | 73.91  | 30.43 | 43.48 | 2.45            |
| 34 | 11  | 9.09  | 36.36  | 9.09   | 0.00  | 9.09  | 0.00            |
| 35 | 18  | 5.56  | 83.33  | 27.78  | 5.56  | 22.22 | 0.00            |
| 36 | 5   | 0.00  | 60.00  | 100.00 | 40.00 | 60.00 | 2.00            |
| 37 | 11  | 9.09  | 90.91  | 63.64  | 18.18 | 45.45 | 0.00            |
| 38 | 6   | 50.00 | 100.00 | 66.67  | 50.00 | 16.67 | 0.00            |
| 39 | 8   | 50.00 | 75.00  | 50.00  | 25.00 | 25.00 | 2.76            |
| 40 | 27  | 22.22 | 85.19  | 59.26  | 37.04 | 22.22 | 0.00            |
| 41 | 11  | 36.36 | 90.91  | 45.45  | 36.36 | 9.09  | 2.64            |
| 42 | 10  | 0.00  | 60.00  | 40.00  | 10.00 | 30.00 | 0.00            |
| 43 | 14  | 21.43 | 78.57  | 50.00  | 35.71 | 14.29 | 2.16            |
| 44 | 6   | 83.33 | 100.00 | 66.67  | 66.67 | 0.00  | 4.87            |
| 45 | 25  | 12.00 | 88.00  | 56.00  | 28.00 | 28.00 | 0.00            |
| 46 | 21  | 42.86 | 85.71  | 71.43  | 42.86 | 28.57 | 3.95            |
| 47 | 17  | 17.65 | 94.12  | 58.82  | 35.29 | 23.53 | 2.43            |
| 48 | 15  | 6.67  | 80.00  | 40.00  | 13.33 | 26.67 | 1.62            |
| 49 | 14  | 7.14  | 71.43  | 42.86  | 21.43 | 21.43 | 0.00            |
| 50 | 9   | 66.67 | 88.89  | 66.67  | 33.33 | 33.33 | 3.61            |
| 51 | 26  | 7.69  | 65.38  | 42.31  | 30.77 | 11.54 | 1.52            |
| 52 | 15  | 20.00 | 100.00 | 53.33  | 33.33 | 20.00 | 0.00            |
| 53 | 17  | 0.00  | 76.47  | 17.65  | 5.88  | 11.76 | 0.00            |

**Tabela C.6.** Características da indicação docente por curso em 2014-2

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT   | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|-------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 57  | 12.28 | 80.70  | 50.88 | 21.05 | 29.82 | 2.07            |
| 2  | 66  | 16.67 | 87.88  | 53.03 | 28.79 | 24.24 | 2.21            |
| 3  | 33  | 48.48 | 93.94  | 45.45 | 18.18 | 27.27 | 3.64            |
| 4  | 25  | 12.00 | 96.00  | 68.00 | 40.00 | 28.00 | 2.34            |
| 5  | 21  | 80.95 | 95.24  | 57.14 | 19.05 | 38.10 | 3.71            |
| 6  | 26  | 11.54 | 69.23  | 65.38 | 23.08 | 42.31 | 2.15            |
| 7  | 8   | 0.00  | 62.50  | 62.50 | 25.00 | 37.50 | 1.49            |
| 8  | 13  | 0.00  | 92.31  | 46.15 | 23.08 | 23.08 | 1.71            |
| 9  | 10  | 20.00 | 80.00  | 30.00 | 10.00 | 20.00 | 0.00            |
| 10 | 15  | 6.67  | 73.33  | 66.67 | 33.33 | 33.33 | 0.00            |
| 11 | 44  | 20.45 | 93.18  | 47.73 | 18.18 | 29.55 | 2.53            |
| 12 | 17  | 17.65 | 88.24  | 70.59 | 47.06 | 23.53 | 0.00            |
| 13 | 7   | 14.29 | 100.00 | 57.14 | 57.14 | 0.00  | 0.00            |
| 14 | 28  | 35.71 | 96.43  | 50.00 | 28.57 | 21.43 | 3.84            |
| 15 | 33  | 42.42 | 90.91  | 51.52 | 18.18 | 33.33 | 4.17            |
| 16 | 39  | 23.08 | 92.31  | 51.28 | 28.21 | 23.08 | 2.32            |
| 17 | 117 | 14.53 | 86.32  | 41.88 | 17.95 | 23.93 | 1.90            |
| 18 | 11  | 27.27 | 100.00 | 45.45 | 27.27 | 18.18 | 2.21            |
| 19 | 55  | 18.18 | 85.45  | 40.00 | 7.27  | 32.73 | 1.92            |
| 20 | 48  | 16.67 | 87.50  | 50.00 | 18.75 | 31.25 | 2.09            |
| 21 | 61  | 11.48 | 81.97  | 40.98 | 18.03 | 22.95 | 1.71            |
| 22 | 50  | 32.00 | 88.00  | 30.00 | 18.00 | 12.00 | 1.75            |
| 23 | 24  | 20.83 | 62.50  | 33.33 | 8.33  | 25.00 | 0.00            |
| 24 | 13  | 23.08 | 61.54  | 76.92 | 38.46 | 38.46 | 0.00            |
| 25 | 17  | 11.76 | 76.47  | 70.59 | 29.41 | 41.18 | 3.05            |
| 26 | 5   | 20.00 | 100.00 | 80.00 | 40.00 | 40.00 | 0.00            |
| 27 | 13  | 30.77 | 100.00 | 76.92 | 46.15 | 30.77 | 2.91            |
| 28 | 29  | 20.69 | 93.10  | 31.03 | 10.34 | 20.69 | 0.00            |
| 29 | 4   | 0.00  | 100.00 | 75.00 | 50.00 | 25.00 | 0.00            |
| 30 | 12  | 16.67 | 100.00 | 66.67 | 16.67 | 50.00 | 2.67            |
| 31 | 9   | 11.11 | 77.78  | 55.56 | 33.33 | 22.22 | 0.00            |
| 32 | 22  | 22.73 | 90.91  | 50.00 | 22.73 | 27.27 | 2.61            |
| 33 | 10  | 10.00 | 60.00  | 50.00 | 40.00 | 10.00 | 0.00            |
| 34 | 15  | 0.00  | 80.00  | 60.00 | 33.33 | 26.67 | 0.00            |
| 35 | 10  | 30.00 | 90.00  | 40.00 | 0.00  | 40.00 | 2.63            |
| 36 | 10  | 10.00 | 90.00  | 50.00 | 10.00 | 40.00 | 0.00            |
| 37 | 10  | 40.00 | 80.00  | 60.00 | 40.00 | 20.00 | 2.71            |
| 38 | 25  | 20.00 | 88.00  | 56.00 | 20.00 | 36.00 | 0.00            |
| 39 | 11  | 36.36 | 90.91  | 63.64 | 36.36 | 27.27 | 2.87            |
| 40 | 9   | 0.00  | 77.78  | 55.56 | 33.33 | 22.22 | 0.00            |
| 41 | 13  | 15.38 | 92.31  | 46.15 | 38.46 | 7.69  | 2.13            |
| 42 | 13  | 69.23 | 100.00 | 46.15 | 30.77 | 15.38 | 4.20            |
| 43 | 16  | 6.25  | 87.50  | 56.25 | 37.50 | 18.75 | 0.00            |
| 44 | 17  | 47.06 | 94.12  | 41.18 | 17.65 | 23.53 | 3.86            |
| 45 | 15  | 20.00 | 93.33  | 53.33 | 20.00 | 33.33 | 2.42            |
| 46 | 19  | 26.32 | 89.47  | 57.89 | 21.05 | 36.84 | 2.54            |
| 47 | 12  | 25.00 | 66.67  | 75.00 | 41.67 | 33.33 | 0.00            |
| 48 | 13  | 46.15 | 84.62  | 53.85 | 46.15 | 7.69  | 2.85            |
| 49 | 30  | 10.00 | 66.67  | 53.33 | 23.33 | 30.00 | 1.75            |
| 50 | 13  | 23.08 | 100.00 | 61.54 | 30.77 | 30.77 | 0.00            |
| 51 | 10  | 0.00  | 80.00  | 50.00 | 20.00 | 30.00 | 0.00            |
| 52 | 11  | 18.18 | 63.64  | 27.27 | 9.09  | 18.18 | 2.71            |
| 53 | 7   | 0.00  | 71.43  | 57.14 | 28.57 | 28.57 | 1.61            |
| 54 | 12  | 0.00  | 58.33  | 66.67 | 33.33 | 33.33 | 0.00            |

APÊNDICE C. DADOS RELATIVOS ÀS INDICAÇÕES DOCENTES ENTRE O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2012 E O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2016 A PARTIR DAS QUAIS FORAM GERADAS AS INTÂNCIAS PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES COMPUTACIONAIS

**Tabela C.7.** Características da indicação docente por curso em 2015-1

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 59  | 15.25 | 88.14  | 69.49  | 33.90 | 35.59 | 2.50            |
| 2  | 57  | 12.28 | 87.72  | 70.18  | 40.35 | 29.82 | 2.29            |
| 3  | 43  | 60.47 | 95.35  | 65.12  | 39.53 | 25.58 | 4.34            |
| 4  | 36  | 5.56  | 94.44  | 77.78  | 52.78 | 25.00 | 2.28            |
| 5  | 27  | 59.26 | 92.59  | 77.78  | 59.26 | 18.52 | 3.39            |
| 6  | 23  | 17.39 | 69.57  | 52.17  | 39.13 | 13.04 | 2.23            |
| 7  | 9   | 22.22 | 100.00 | 77.78  | 22.22 | 55.56 | 3.78            |
| 8  | 13  | 15.38 | 92.31  | 38.46  | 30.77 | 7.69  | 2.13            |
| 9  | 11  | 27.27 | 72.73  | 9.09   | 0.00  | 9.09  | 0.00            |
| 10 | 11  | 9.09  | 81.82  | 45.45  | 18.18 | 27.27 | 0.00            |
| 11 | 44  | 34.09 | 93.18  | 52.27  | 22.73 | 29.55 | 3.10            |
| 12 | 9   | 22.22 | 100.00 | 88.89  | 22.22 | 66.67 | 0.00            |
| 13 | 32  | 43.75 | 100.00 | 68.75  | 50.00 | 18.75 | 4.38            |
| 14 | 37  | 43.24 | 91.89  | 70.27  | 45.95 | 24.32 | 4.44            |
| 15 | 35  | 22.86 | 94.29  | 77.14  | 37.14 | 40.00 | 2.67            |
| 16 | 122 | 10.66 | 82.79  | 61.48  | 31.97 | 29.51 | 1.99            |
| 17 | 15  | 46.67 | 93.33  | 93.33  | 73.33 | 20.00 | 3.43            |
| 18 | 65  | 16.92 | 86.15  | 78.46  | 41.54 | 36.92 | 2.39            |
| 19 | 50  | 10.00 | 86.00  | 68.00  | 48.00 | 20.00 | 2.11            |
| 20 | 59  | 30.51 | 96.61  | 71.19  | 42.37 | 28.81 | 2.87            |
| 21 | 55  | 29.09 | 90.91  | 81.82  | 52.73 | 29.09 | 2.50            |
| 22 | 31  | 45.16 | 74.19  | 64.52  | 29.03 | 35.48 | 0.00            |
| 23 | 11  | 18.18 | 81.82  | 63.64  | 36.36 | 27.27 | 0.00            |
| 24 | 27  | 37.04 | 85.19  | 81.48  | 37.04 | 44.44 | 4.17            |
| 25 | 4   | 0.00  | 50.00  | 50.00  | 50.00 | 0.00  | 0.00            |
| 26 | 13  | 23.08 | 100.00 | 84.62  | 30.77 | 53.85 | 2.84            |
| 27 | 30  | 13.33 | 93.33  | 70.00  | 30.00 | 40.00 | 0.00            |
| 28 | 4   | 50.00 | 75.00  | 75.00  | 25.00 | 50.00 | 0.00            |
| 29 | 10  | 10.00 | 90.00  | 80.00  | 20.00 | 60.00 | 2.48            |
| 30 | 13  | 7.69  | 84.62  | 61.54  | 38.46 | 23.08 | 0.00            |
| 31 | 26  | 19.23 | 88.46  | 69.23  | 30.77 | 38.46 | 2.69            |
| 32 | 9   | 0.00  | 55.56  | 22.22  | 0.00  | 22.22 | 0.00            |
| 33 | 15  | 0.00  | 73.33  | 40.00  | 26.67 | 13.33 | 0.00            |
| 34 | 10  | 10.00 | 80.00  | 80.00  | 40.00 | 40.00 | 2.33            |
| 35 | 11  | 18.18 | 90.91  | 54.55  | 18.18 | 36.36 | 0.00            |
| 36 | 10  | 40.00 | 80.00  | 50.00  | 20.00 | 30.00 | 2.59            |
| 37 | 26  | 19.23 | 88.46  | 61.54  | 26.92 | 34.62 | 0.00            |
| 38 | 11  | 27.27 | 100.00 | 63.64  | 45.45 | 18.18 | 2.75            |
| 39 | 6   | 16.67 | 100.00 | 100.00 | 16.67 | 83.33 | 0.00            |
| 40 | 14  | 14.29 | 78.57  | 57.14  | 35.71 | 21.43 | 2.07            |
| 41 | 20  | 60.00 | 100.00 | 80.00  | 40.00 | 40.00 | 4.43            |
| 42 | 14  | 14.29 | 92.86  | 64.29  | 50.00 | 14.29 | 0.00            |
| 43 | 21  | 52.38 | 100.00 | 85.71  | 52.38 | 33.33 | 4.68            |
| 44 | 20  | 30.00 | 90.00  | 65.00  | 35.00 | 30.00 | 2.82            |
| 45 | 13  | 7.69  | 92.31  | 53.85  | 53.85 | 0.00  | 2.02            |
| 46 | 17  | 23.53 | 76.47  | 35.29  | 23.53 | 11.76 | 0.00            |
| 47 | 15  | 40.00 | 93.33  | 53.33  | 20.00 | 33.33 | 2.84            |
| 48 | 30  | 10.00 | 73.33  | 40.00  | 26.67 | 13.33 | 1.68            |
| 49 | 14  | 35.71 | 100.00 | 57.14  | 21.43 | 35.71 | 0.00            |
| 50 | 16  | 12.50 | 93.75  | 6.25   | 0.00  | 6.25  | 0.00            |
| 51 | 11  | 27.27 | 72.73  | 45.45  | 36.36 | 9.09  | 3.34            |
| 52 | 9   | 11.11 | 88.89  | 77.78  | 55.56 | 22.22 | 2.48            |
| 53 | 14  | 0.00  | 71.43  | 42.86  | 21.43 | 21.43 | 0.00            |



**Tabela C.8.** Características da indicação docente por curso em 2015-2

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT   | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|-------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 60  | 16.67 | 90.00  | 56.67 | 35.00 | 21.67 | 2.42            |
| 2  | 55  | 9.09  | 87.27  | 60.00 | 25.45 | 34.55 | 2.06            |
| 3  | 15  | 53.33 | 93.33  | 73.33 | 13.33 | 60.00 | 4.20            |
| 4  | 20  | 5.00  | 85.00  | 80.00 | 35.00 | 45.00 | 2.17            |
| 5  | 16  | 50.00 | 93.75  | 62.50 | 31.25 | 31.25 | 2.97            |
| 6  | 34  | 14.71 | 79.41  | 44.12 | 29.41 | 14.71 | 2.14            |
| 7  | 4   | 25.00 | 75.00  | 50.00 | 0.00  | 50.00 | 3.27            |
| 8  | 14  | 14.29 | 78.57  | 28.57 | 7.14  | 21.43 | 1.76            |
| 9  | 6   | 33.33 | 83.33  | 83.33 | 66.67 | 16.67 | 0.00            |
| 10 | 10  | 0.00  | 80.00  | 70.00 | 40.00 | 30.00 | 0.00            |
| 11 | 38  | 28.95 | 92.11  | 47.37 | 18.42 | 28.95 | 2.83            |
| 12 | 10  | 40.00 | 100.00 | 90.00 | 50.00 | 40.00 | 0.00            |
| 13 | 24  | 41.67 | 100.00 | 79.17 | 37.50 | 41.67 | 4.44            |
| 14 | 23  | 26.09 | 91.30  | 78.26 | 26.09 | 52.17 | 3.95            |
| 15 | 18  | 33.33 | 100.00 | 72.22 | 22.22 | 50.00 | 2.99            |
| 16 | 67  | 7.46  | 85.07  | 61.19 | 14.93 | 46.27 | 1.95            |
| 17 | 5   | 40.00 | 80.00  | 80.00 | 80.00 | 0.00  | 2.55            |
| 18 | 41  | 17.07 | 90.24  | 73.17 | 21.95 | 51.22 | 2.40            |
| 19 | 28  | 10.71 | 92.86  | 75.00 | 28.57 | 46.43 | 2.34            |
| 20 | 45  | 20.00 | 97.78  | 84.44 | 28.89 | 55.56 | 2.79            |
| 21 | 40  | 22.50 | 97.50  | 85.00 | 30.00 | 55.00 | 2.60            |
| 22 | 18  | 27.78 | 66.67  | 61.11 | 44.44 | 16.67 | 0.00            |
| 23 | 8   | 12.50 | 75.00  | 50.00 | 25.00 | 25.00 | 0.00            |
| 24 | 18  | 27.78 | 83.33  | 88.89 | 50.00 | 38.89 | 3.93            |
| 25 | 5   | 0.00  | 80.00  | 60.00 | 20.00 | 40.00 | 0.00            |
| 26 | 9   | 22.22 | 100.00 | 77.78 | 22.22 | 55.56 | 2.71            |
| 27 | 22  | 27.27 | 95.45  | 77.27 | 27.27 | 50.00 | 0.00            |
| 28 | 13  | 7.69  | 100.00 | 61.54 | 30.77 | 30.77 | 2.29            |
| 29 | 8   | 25.00 | 87.50  | 50.00 | 37.50 | 12.50 | 0.00            |
| 30 | 20  | 25.00 | 95.00  | 70.00 | 50.00 | 20.00 | 3.00            |
| 31 | 10  | 20.00 | 70.00  | 40.00 | 20.00 | 20.00 | 0.00            |
| 32 | 11  | 0.00  | 90.91  | 36.36 | 18.18 | 18.18 | 0.00            |
| 33 | 9   | 11.11 | 88.89  | 66.67 | 33.33 | 33.33 | 2.31            |
| 34 | 11  | 27.27 | 100.00 | 63.64 | 54.55 | 9.09  | 0.00            |
| 35 | 11  | 27.27 | 72.73  | 27.27 | 27.27 | 0.00  | 1.88            |
| 36 | 14  | 35.71 | 92.86  | 64.29 | 42.86 | 21.43 | 0.00            |
| 37 | 9   | 33.33 | 88.89  | 44.44 | 22.22 | 22.22 | 2.53            |
| 38 | 10  | 10.00 | 80.00  | 40.00 | 10.00 | 30.00 | 1.76            |
| 39 | 17  | 70.59 | 100.00 | 82.35 | 41.18 | 41.18 | 4.75            |
| 40 | 12  | 25.00 | 91.67  | 66.67 | 25.00 | 41.67 | 0.00            |
| 41 | 9   | 22.22 | 100.00 | 77.78 | 33.33 | 44.44 | 3.72            |
| 42 | 15  | 33.33 | 86.67  | 73.33 | 33.33 | 40.00 | 2.98            |
| 43 | 15  | 20.00 | 93.33  | 80.00 | 46.67 | 33.33 | 2.70            |
| 44 | 11  | 18.18 | 72.73  | 36.36 | 18.18 | 18.18 | 0.00            |
| 45 | 18  | 44.44 | 94.44  | 50.00 | 33.33 | 16.67 | 2.93            |
| 46 | 23  | 21.74 | 86.96  | 56.52 | 39.13 | 17.39 | 2.45            |
| 47 | 12  | 33.33 | 100.00 | 58.33 | 8.33  | 50.00 | 0.00            |
| 48 | 9   | 0.00  | 100.00 | 22.22 | 11.11 | 11.11 | 0.00            |
| 49 | 11  | 36.36 | 81.82  | 54.55 | 36.36 | 18.18 | 3.85            |
| 50 | 8   | 12.50 | 75.00  | 75.00 | 37.50 | 37.50 | 2.33            |
| 51 | 9   | 0.00  | 66.67  | 22.22 | 11.11 | 11.11 | 0.00            |

APÊNDICE C. DADOS RELATIVOS ÀS INDICAÇÕES DOCENTES ENTRE O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2012 E O PRIMEIRO SEMESTRE DE 2016 A PARTIR DAS QUAIS FORAM GERADAS AS INTÂNCIAS PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES COMPUTACIONAIS

**Tabela C.9.** Características da indicação docente por curso em 2016-1

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP   | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|-------|-----------------|
| 1  | 42  | 19.05 | 71.43  | 73.81  | 28.57 | 45.24 | 2.48            |
| 2  | 47  | 6.38  | 76.60  | 74.47  | 53.19 | 21.28 | 1.97            |
| 3  | 30  | 66.67 | 26.67  | 76.67  | 40.00 | 36.67 | 3.56            |
| 4  | 29  | 13.79 | 75.86  | 75.86  | 51.72 | 24.14 | 2.21            |
| 5  | 21  | 76.19 | 23.81  | 71.43  | 42.86 | 28.57 | 2.73            |
| 6  | 22  | 18.18 | 63.64  | 50.00  | 22.73 | 27.27 | 2.16            |
| 7  | 5   | 60.00 | 40.00  | 80.00  | 40.00 | 40.00 | 5.79            |
| 8  | 16  | 12.50 | 62.50  | 43.75  | 12.50 | 31.25 | 1.64            |
| 9  | 6   | 16.67 | 50.00  | 50.00  | 0.00  | 50.00 | 0.00            |
| 10 | 4   | 0.00  | 75.00  | 75.00  | 50.00 | 25.00 | 0.00            |
| 11 | 37  | 27.03 | 64.86  | 62.16  | 37.84 | 24.32 | 2.60            |
| 12 | 24  | 25.00 | 66.67  | 79.17  | 25.00 | 54.17 | 0.00            |
| 13 | 25  | 36.00 | 64.00  | 92.00  | 52.00 | 40.00 | 3.86            |
| 14 | 30  | 50.00 | 40.00  | 90.00  | 50.00 | 40.00 | 4.14            |
| 15 | 20  | 40.00 | 50.00  | 85.00  | 35.00 | 50.00 | 2.34            |
| 16 | 82  | 10.98 | 76.83  | 79.27  | 42.68 | 36.59 | 2.12            |
| 17 | 10  | 60.00 | 40.00  | 100.00 | 20.00 | 80.00 | 2.89            |
| 18 | 10  | 10.00 | 80.00  | 100.00 | 60.00 | 40.00 | 0.00            |
| 19 | 41  | 19.51 | 75.61  | 90.24  | 36.59 | 53.66 | 2.42            |
| 20 | 25  | 12.00 | 88.00  | 88.00  | 48.00 | 40.00 | 2.45            |
| 21 | 57  | 28.07 | 70.18  | 89.47  | 38.60 | 50.88 | 2.52            |
| 22 | 42  | 28.57 | 71.43  | 90.48  | 50.00 | 40.48 | 1.91            |
| 23 | 27  | 48.15 | 22.22  | 96.30  | 44.44 | 51.85 | 0.00            |
| 24 | 5   | 20.00 | 60.00  | 40.00  | 20.00 | 20.00 | 0.00            |
| 25 | 27  | 44.44 | 48.15  | 85.19  | 44.44 | 40.74 | 3.87            |
| 26 | 9   | 22.22 | 66.67  | 77.78  | 33.33 | 44.44 | 0.00            |
| 27 | 8   | 25.00 | 75.00  | 62.50  | 12.50 | 50.00 | 1.54            |
| 28 | 28  | 25.00 | 75.00  | 89.29  | 46.43 | 42.86 | 0.00            |
| 29 | 5   | 0.00  | 100.00 | 100.00 | 20.00 | 80.00 | 2.50            |
| 30 | 6   | 16.67 | 66.67  | 83.33  | 16.67 | 66.67 | 0.00            |
| 31 | 13  | 15.38 | 76.92  | 61.54  | 23.08 | 38.46 | 2.31            |
| 32 | 5   | 20.00 | 60.00  | 40.00  | 40.00 | 0.00  | 0.00            |
| 33 | 12  | 8.33  | 75.00  | 33.33  | 16.67 | 16.67 | 0.00            |
| 34 | 10  | 30.00 | 60.00  | 70.00  | 30.00 | 40.00 | 2.63            |
| 35 | 8   | 25.00 | 75.00  | 75.00  | 50.00 | 25.00 | 0.00            |
| 36 | 8   | 25.00 | 50.00  | 62.50  | 12.50 | 50.00 | 1.93            |
| 37 | 19  | 26.32 | 63.16  | 84.21  | 42.11 | 42.11 | 0.00            |
| 38 | 8   | 37.50 | 62.50  | 50.00  | 25.00 | 25.00 | 2.37            |
| 39 | 8   | 12.50 | 75.00  | 62.50  | 37.50 | 25.00 | 2.04            |
| 40 | 19  | 68.42 | 31.58  | 89.47  | 57.89 | 31.58 | 3.55            |
| 41 | 8   | 25.00 | 75.00  | 87.50  | 50.00 | 37.50 | 0.00            |
| 42 | 21  | 61.90 | 33.33  | 85.71  | 42.86 | 42.86 | 3.70            |
| 43 | 15  | 26.67 | 53.33  | 86.67  | 26.67 | 60.00 | 2.53            |
| 44 | 12  | 16.67 | 66.67  | 75.00  | 25.00 | 50.00 | 2.13            |
| 45 | 16  | 18.75 | 62.50  | 56.25  | 18.75 | 37.50 | 0.00            |
| 46 | 21  | 47.62 | 47.62  | 80.95  | 28.57 | 52.38 | 2.61            |
| 47 | 22  | 22.73 | 68.18  | 77.27  | 22.73 | 54.55 | 2.47            |
| 48 | 10  | 40.00 | 60.00  | 80.00  | 60.00 | 20.00 | 0.00            |
| 49 | 6   | 16.67 | 66.67  | 16.67  | 16.67 | 0.00  | 0.00            |
| 50 | 10  | 20.00 | 60.00  | 40.00  | 20.00 | 20.00 | 2.88            |
| 51 | 7   | 14.29 | 85.71  | 71.43  | 57.14 | 14.29 | 2.48            |
| 52 | 8   | 0.00  | 62.50  | 25.00  | 12.50 | 12.50 | 0.00            |

**Tabela C.10.** Características da indicação docente por curso em 2016-2

| C  | QPC | %DOC  | %MSC   | %RT    | %TI   | %TP    | $\mathcal{B}_c$ |
|----|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-----------------|
| 1  | 31  | 25.81 | 90.32  | 93.55  | 16.13 | 77.42  | 3.20            |
| 2  | 36  | 5.56  | 75.00  | 72.22  | 2.78  | 69.44  | 1.75            |
| 3  | 25  | 68.00 | 88.00  | 88.00  | 0.00  | 88.00  | 3.77            |
| 4  | 19  | 5.26  | 94.74  | 89.47  | 0.00  | 89.47  | 2.37            |
| 5  | 16  | 56.25 | 100.00 | 56.25  | 12.50 | 43.75  | 3.15            |
| 6  | 24  | 12.50 | 83.33  | 62.50  | 4.17  | 58.33  | 2.33            |
| 7  | 12  | 0.00  | 83.33  | 66.67  | 16.67 | 50.00  | 1.83            |
| 8  | 5   | 20.00 | 80.00  | 40.00  | 0.00  | 40.00  | 0.00            |
| 9  | 5   | 0.00  | 80.00  | 20.00  | 0.00  | 20.00  | 0.00            |
| 10 | 36  | 27.78 | 88.89  | 55.56  | 0.00  | 55.56  | 2.85            |
| 11 | 1   | 0.00  | 100.00 | 100.00 | 0.00  | 100.00 | 0.00            |
| 12 | 30  | 40.00 | 96.67  | 83.33  | 6.67  | 76.67  | 0.00            |
| 13 | 29  | 62.07 | 93.10  | 89.66  | 6.90  | 82.76  | 4.09            |
| 14 | 17  | 58.82 | 88.24  | 58.82  | 0.00  | 58.82  | 3.10            |
| 15 | 65  | 10.77 | 86.15  | 70.77  | 4.62  | 66.15  | 2.05            |
| 16 | 8   | 62.50 | 87.50  | 62.50  | 0.00  | 62.50  | 2.80            |
| 17 | 16  | 25.00 | 100.00 | 81.25  | 6.25  | 75.00  | 0.00            |
| 18 | 36  | 11.11 | 88.89  | 83.33  | 16.67 | 66.67  | 2.31            |
| 19 | 21  | 23.81 | 95.24  | 61.90  | 4.76  | 57.14  | 2.40            |
| 20 | 52  | 26.92 | 94.23  | 92.31  | 13.46 | 78.85  | 2.83            |
| 21 | 37  | 32.43 | 100.00 | 91.89  | 5.41  | 86.49  | 3.12            |
| 22 | 19  | 31.58 | 63.16  | 68.42  | 5.26  | 63.16  | 0.00            |
| 23 | 6   | 16.67 | 83.33  | 83.33  | 16.67 | 66.67  | 0.00            |
| 24 | 29  | 51.72 | 86.21  | 82.76  | 6.90  | 75.86  | 3.55            |
| 25 | 9   | 0.00  | 88.89  | 55.56  | 11.11 | 44.44  | 0.00            |
| 26 | 7   | 14.29 | 100.00 | 85.71  | 0.00  | 85.71  | 0.00            |
| 27 | 23  | 39.13 | 95.65  | 78.26  | 4.35  | 73.91  | 0.00            |
| 28 | 5   | 20.00 | 100.00 | 100.00 | 20.00 | 80.00  | 0.00            |
| 29 | 6   | 50.00 | 83.33  | 66.67  | 0.00  | 66.67  | 0.00            |
| 30 | 16  | 18.75 | 93.75  | 100.00 | 18.75 | 81.25  | 3.13            |
| 31 | 5   | 20.00 | 80.00  | 60.00  | 20.00 | 40.00  | 0.00            |
| 32 | 13  | 7.69  | 84.62  | 61.54  | 0.00  | 61.54  | 0.00            |
| 33 | 4   | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 25.00 | 75.00  | 0.00            |
| 34 | 7   | 42.86 | 85.71  | 57.14  | 0.00  | 57.14  | 0.00            |
| 35 | 8   | 37.50 | 75.00  | 62.50  | 12.50 | 50.00  | 0.00            |
| 36 | 16  | 31.25 | 93.75  | 56.25  | 0.00  | 56.25  | 2.73            |
| 37 | 7   | 42.86 | 85.71  | 71.43  | 0.00  | 71.43  | 2.28            |
| 38 | 8   | 12.50 | 87.50  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.47            |
| 39 | 23  | 65.22 | 100.00 | 82.61  | 0.00  | 82.61  | 0.00            |
| 40 | 11  | 45.45 | 90.91  | 90.91  | 0.00  | 90.91  | 0.00            |
| 41 | 19  | 57.89 | 100.00 | 94.74  | 5.26  | 89.47  | 3.88            |
| 42 | 12  | 33.33 | 91.67  | 91.67  | 8.33  | 83.33  | 3.18            |
| 43 | 7   | 28.57 | 100.00 | 114.29 | 28.57 | 85.71  | 3.80            |
| 44 | 8   | 25.00 | 100.00 | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |
| 45 | 19  | 52.63 | 100.00 | 63.16  | 5.26  | 57.89  | 0.00            |
| 46 | 15  | 6.67  | 80.00  | 46.67  | 0.00  | 46.67  | 1.76            |
| 47 | 11  | 36.36 | 100.00 | 72.73  | 0.00  | 72.73  | 3.07            |
| 48 | 4   | 25.00 | 75.00  | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.00            |
| 49 | 6   | 16.67 | 83.33  | 33.33  | 0.00  | 33.33  | 1.91            |
| 50 | 9   | 0.00  | 88.89  | 66.67  | 0.00  | 66.67  | 0.00            |
| 51 | 4   | 0.00  | 75.00  | 50.00  | 0.00  | 50.00  | 0.00            |



## Apêndice D

# Apresentação analítica dos resultados obtidos com os experimentos computacionais utilizando a formulação linearizada e os parâmetros *RLM*, *RLS* e *FM*.

Para cada instância são apresentadas 3 tabelas sendo uma para cada conjunto de parâmetros (RLM, RLS e FM). A primeira coluna (C) de cada tabela identifica o curso, a segunda (QPC) apresenta o total de professores no curso. A terceira coluna (%Doc) indica o percentual de professores doutores em atuação no curso. Em seguida são apresentados, na quarta coluna (%MSC), os percentuais de professores com pós-graduação em programas *stricto sensu*. Os percentuais de professores que trabalham em regime parcial ou integral são apresentados na quinta coluna (%RT). Os percentuais de professores que atuam em regime integral são apresentados na sexta coluna (%TI) e os percentual de professores em regime de tempo parcial são apresentados na sétima coluna (%TP). A oitava coluna (CPC) apresenta o CPC do cursos com relação aos quesitos relativos ao corpo docente (30%) do CPC do curso. Cursos com CPC igual a zero não tem esse quesito avaliado pelo MEC.

**Tabela D.1.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 30  | -3.23        | 13.33 | 3.33         | 66.67  | 3.33         | 96.67  | 3.33        | 16.67 | 3.33        | 80.00  | 3.33        | 2.51 | 3.33          |
| 2  | 31  | 3.33         | 9.68  | -27.42       | 93.55  | 3.94         | 70.97  | 6.45        | 3.23  | -3.23       | 67.74  | 6.96        | 2.23 | 1.38          |
| 3  | 22  | 0.00         | 63.64 | 0.00         | 95.45  | 0.00         | 81.82  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 72.73  | 0.00        | 3.72 | 0             |
| 4  | 39  | 25.81        | 17.95 | 39.10        | 92.31  | 2.20         | 79.49  | 2.67        | 0.00  | -100.00     | 79.49  | 7.13        | 2.48 | 8.55          |
| 5  | 22  | 0.00         | 31.82 | 0.00         | 86.36  | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 81.82  | 0.00        | 2.80 | 0             |
| 6  | 13  | -23.53       | 15.38 | 30.77        | 76.92  | 30.77        | 76.92  | 30.77       | 7.69  | 30.77       | 69.23  | 30.77       | 2.55 | 30.77         |
| 7  | 18  | -61.70       | 16.67 | 11.91        | 72.22  | -3.02        | 72.22  | 21.23       | 0.00  | -100.00     | 72.22  | 25.72       | 0.00 | NA            |
| 8  | 9   | -40.00       | 0.00  | NA           | 88.89  | 66.67        | 55.56  | 66.67       | 0.00  | NA          | 55.56  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 9  | 3   | -70.00       | 0.00  | NA           | 33.33  | 66.67        | 66.67  | 33.33       | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 10 | 7   | -56.25       | 0.00  | NA           | 85.71  | 37.14        | 57.14  | -8.57       | 14.29 | 128.57      | 42.86  | -23.81      | 0.00 | NA            |
| 11 | 46  | -4.17        | 10.87 | 4.35         | 91.30  | 4.35         | 65.22  | 4.35        | 0.00  | NA          | 65.22  | 4.35        | 2.36 | 4.35          |
| 12 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 88.89  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 77.78  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 13 | 9   | -10.00       | 22.22 | 11.11        | 55.56  | 11.11        | 100.00 | 11.11       | 22.22 | 11.11       | 77.78  | 11.11       | 0.00 | NA            |
| 14 | 23  | -8.00        | 13.04 | 8.70         | 78.26  | 8.70         | 82.61  | 8.70        | 4.35  | 8.70        | 78.26  | 8.70        | 2.29 | 10.12         |
| 15 | 12  | -20.00       | 16.67 | -16.67       | 75.00  | 2.27         | 91.67  | 5.77        | 0.00  | NA          | 91.67  | 5.77        | 0.00 | NA            |
| 16 | 17  | -10.53       | 35.29 | 11.76        | 88.24  | 11.76        | 82.35  | 11.76       | 5.88  | 11.76       | 76.47  | 11.76       | 3.14 | 12.82         |
| 17 | 45  | 45.16        | 20.00 | 55.00        | 97.78  | 1.04         | 97.78  | 4.52        | 0.00  | NA          | 97.78  | 4.52        | 2.92 | 9.88          |
| 18 | 87  | 42.62        | 13.79 | 20.20        | 87.36  | 0.54         | 87.36  | 4.48        | 1.15  | -29.88      | 86.21  | 5.17        | 2.39 | 5.35          |
| 19 | 31  | 24.00        | 25.81 | 7.53         | 100.00 | 8.70         | 90.32  | 2.64        | 3.23  | -19.35      | 87.10  | 3.69        | 2.78 | 15.04         |
| 20 | 44  | 62.96        | 18.18 | 145.45       | 90.91  | 11.57        | 93.18  | 4.83        | 2.27  | -38.64      | 90.91  | 6.72        | 2.67 | 24.28         |
| 21 | 49  | 40.00        | 22.45 | 96.43        | 93.88  | 13.30        | 93.88  | 9.52        | 4.08  | NA          | 89.80  | 4.76        | 2.82 | 30.47         |
| 22 | 12  | 0.00         | 16.67 | 100.00       | 91.67  | 37.50        | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.62 | 53.26         |
| 23 | 49  | 32.43        | 30.61 | -5.61        | 100.00 | 12.12        | 87.76  | 4.74        | 6.12  | -24.49      | 81.63  | 7.87        | 3.00 | 15.24         |
| 24 | 6   | -25.00       | 16.67 | 33.33        | 83.33  | 33.33        | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 25 | 10  | -37.50       | 0.00  | -100.00      | 40.00  | 6.67         | 80.00  | 28.00       | 10.00 | 60.00       | 70.00  | 24.44       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.2.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 25  | -3.85        | 32.00 | 4.00         | 92.00  | 4.00         | 72.00  | 4.00        | 4.00  | 4.00        | 68.00  | 4.00        | 2.93 | 4.56          |
| 27 | 11  | 0.00         | 18.18 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 81.82  | 0.00        | 2.74 | 0             |
| 28 | 5   | 0.00         | 40.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 20.00 | 0.00        | 80.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 29 | 10  | 0.00         | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 1.71 | 0             |
| 30 | 12  | -7.69        | 0.00  | NA           | 50.00  | 8.33         | 58.33  | 8.33        | 8.33  | 8.33        | 50.00  | 8.33        | 0.00 | NA            |
| 31 | 11  | -15.38       | 0.00  | NA           | 63.64  | 18.18        | 63.64  | 18.18       | 0.00  | NA          | 63.64  | 18.18       | 1.59 | 18.18         |
| 32 | 4   | -63.64       | 25.00 | 175.00       | 75.00  | 106.25       | 75.00  | 175.00      | 0.00  | NA          | 75.00  | 175.00      | 0.00 | NA            |
| 33 | 19  | -5.00        | 0.00  | NA           | 63.16  | -2.83        | 84.21  | 12.28       | 0.00  | NA          | 84.21  | 12.28       | 0.00 | NA            |
| 34 | 10  | -16.67       | 0.00  | NA           | 70.00  | -6.67        | 60.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 35 | 10  | 0.00         | 30.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 70.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 70.00  | 0.00        | 0.75 | 0             |
| 36 | 10  | 0.00         | 30.00 | 0.00         | 90.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 37 | 20  | 25.00        | 25.00 | 0.00         | 80.00  | 6.67         | 80.00  | 6.67        | 5.00  | NA          | 75.00  | 0.00        | 2.64 | 5.64          |
| 38 | 12  | -7.69        | 25.00 | 8.33         | 83.33  | 8.33         | 58.33  | -5.21       | 0.00  | NA          | 58.33  | -5.21       | 1.39 | 17.09         |
| 39 | 9   | 0.00         | 0.00  | NA           | 44.44  | 0.00         | 33.33  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 22.22  | 0.00        | 0.97 | 0             |
| 40 | 11  | -15.38       | 9.09  | 18.18        | 90.91  | 18.18        | 45.45  | 18.18       | 0.00  | NA          | 45.45  | 18.18       | 0.68 | NA            |
| 41 | 6   | -14.29       | 16.67 | 16.67        | 83.33  | -2.78        | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 42 | 17  | -26.09       | 47.06 | 35.29        | 94.12  | 35.29        | 70.59  | 35.29       | 0.00  | NA          | 70.59  | 35.29       | 3.19 | 47.06         |
| 43 | 17  | 6.25         | 23.53 | -5.88        | 94.12  | 0.39         | 100.00 | 0.00        | 5.88  | -5.88       | 94.12  | 0.39        | 3.06 | -1.12         |
| 44 | 14  | -12.50       | 0.00  | NA           | 78.57  | 14.29        | 64.29  | 14.29       | 7.14  | 14.29       | 57.14  | 14.29       | 1.79 | 14.29         |
| 45 | 3   | -82.35       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | 3.03         | 33.33  | 183.33      | 0.00  | -100.00     | 33.33  | 466.67      | 0.00 | NA            |
| 46 | 22  | 29.41        | 22.73 | 286.36       | 77.27  | 9.47         | 72.73  | 12.40       | 9.09  | -22.73      | 63.64  | 20.20       | 2.54 | 39.63         |
| 47 | 17  | -5.56        | 11.76 | 5.88         | 94.12  | 5.88         | 58.82  | 5.88        | 5.88  | 5.88        | 52.94  | 5.88        | 2.17 | 7.82          |
| 48 | 6   | -40.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | -4.76        | 83.33  | 66.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 49 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 33.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 33.33  | 0.00        | 2.14 | 0             |
| 50 | 15  | 0.00         | 0.00  | NA           | 60.00  | 12.50        | 73.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 73.33  | 0.00        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.3.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 30  | -3.23        | 13.33 | 3.33         | 66.67  | 3.33         | 96.67  | 3.33        | 16.67 | 3.33        | 80.00  | 3.33        | 2.51 | 3.33          |
| 2  | 31  | 3.33         | 12.90 | -3.23        | 93.55  | 3.94         | 70.97  | 6.45        | 3.23  | -3.23       | 67.74  | 6.96        | 2.32 | 5.55          |
| 3  | 22  | 0.00         | 63.64 | 0.00         | 95.45  | 0.00         | 81.82  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 72.73  | 0.00        | 3.72 | 0             |
| 4  | 39  | 25.81        | 17.95 | 39.10        | 92.31  | 2.20         | 79.49  | 2.67        | 0.00  | -100.00     | 79.49  | 7.13        | 2.48 | 8.55          |
| 5  | 22  | 0.00         | 31.82 | 0.00         | 86.36  | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 81.82  | 0.00        | 2.80 | 0             |
| 6  | 13  | -23.53       | 15.38 | 30.77        | 76.92  | 30.77        | 76.92  | 30.77       | 7.69  | 30.77       | 69.23  | 30.77       | 2.55 | 30.77         |
| 7  | 18  | -61.70       | 16.67 | 11.91        | 72.22  | -3.02        | 72.22  | 21.23       | 0.00  | -100.00     | 72.22  | 25.72       | 0.00 | NA            |
| 8  | 9   | -40.00       | 0.00  | NA           | 88.89  | 66.67        | 55.56  | 66.67       | 0.00  | NA          | 55.56  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 9  | 3   | -70.00       | 0.00  | NA           | 33.33  | 66.67        | 66.67  | 33.33       | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 10 | 7   | -56.25       | 0.00  | NA           | 85.71  | 37.14        | 57.14  | -8.57       | 14.29 | 128.57      | 42.86  | -23.81      | 0.00 | NA            |
| 11 | 46  | -4.17        | 10.87 | 4.35         | 91.30  | 4.35         | 65.22  | 4.35        | 0.00  | NA          | 65.22  | 4.35        | 2.36 | 4.35          |
| 12 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 88.89  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 77.78  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 13 | 9   | -10.00       | 22.22 | 11.11        | 55.56  | 11.11        | 100.00 | 11.11       | 22.22 | 11.11       | 77.78  | 11.11       | 0.00 | NA            |
| 14 | 23  | -8.00        | 13.04 | 8.70         | 78.26  | 8.70         | 82.61  | 8.70        | 4.35  | 8.70        | 78.26  | 8.70        | 2.29 | 10.12         |
| 15 | 12  | -20.00       | 16.67 | -16.67       | 75.00  | 2.27         | 91.67  | 5.77        | 0.00  | NA          | 91.67  | 5.77        | 0.00 | NA            |
| 16 | 17  | -10.53       | 35.29 | 11.76        | 88.24  | 11.76        | 82.35  | 11.76       | 5.88  | 11.76       | 76.47  | 11.76       | 3.14 | 12.82         |
| 17 | 45  | 45.16        | 17.78 | 37.78        | 97.78  | 1.04         | 97.78  | 4.52        | 0.00  | NA          | 97.78  | 4.52        | 2.86 | 7.79          |
| 18 | 87  | 42.62        | 13.79 | 20.20        | 87.36  | 0.54         | 87.36  | 4.48        | 1.15  | -29.88      | 86.21  | 5.17        | 2.39 | 5.35          |
| 19 | 31  | 24.00        | 25.81 | 7.53         | 100.00 | 8.70         | 90.32  | 2.64        | 3.23  | -19.35      | 87.10  | 3.69        | 2.78 | 15.04         |
| 20 | 44  | 62.96        | 15.91 | 114.77       | 90.91  | 11.57        | 93.18  | 4.83        | 2.27  | -38.64      | 90.91  | 6.72        | 2.61 | 21.64         |
| 21 | 49  | 40.00        | 22.45 | 96.43        | 93.88  | 13.30        | 93.88  | 9.52        | 4.08  | NA          | 89.80  | 4.76        | 2.82 | 30.47         |
| 22 | 12  | 0.00         | 16.67 | 100.00       | 91.67  | 37.50        | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.62 | 53.26         |
| 23 | 49  | 32.43        | 32.65 | 0.68         | 100.00 | 12.12        | 87.76  | 4.74        | 6.12  | -24.49      | 81.63  | 7.87        | 3.06 | 17.26         |
| 24 | 6   | -25.00       | 16.67 | 33.33        | 83.33  | 33.33        | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 25 | 10  | -37.50       | 0.00  | -100.00      | 40.00  | 6.67         | 80.00  | 28.00       | 10.00 | 60.00       | 70.00  | 24.44       | 0.00 | NA            |



**Tabela D.4.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 25  | -3.85        | 32.00 | 4.00         | 92.00  | 4.00         | 72.00  | 4.00        | 4.00  | 4.00        | 68.00  | 4.00        | 2.93 | 4.56          |
| 27 | 11  | 0.00         | 18.18 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 81.82  | 0.00        | 2.74 | 0             |
| 28 | 5   | 0.00         | 40.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 20.00 | 0.00        | 80.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 29 | 10  | 0.00         | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 1.71 | 0             |
| 30 | 12  | -7.69        | 0.00  | NA           | 50.00  | 8.33         | 58.33  | 8.33        | 8.33  | 8.33        | 50.00  | 8.33        | 0.00 | NA            |
| 31 | 11  | -15.38       | 0.00  | NA           | 63.64  | 18.18        | 63.64  | 18.18       | 0.00  | NA          | 63.64  | 18.18       | 1.59 | 18.18         |
| 32 | 4   | -63.64       | 25.00 | 175.00       | 75.00  | 106.25       | 75.00  | 175.00      | 0.00  | NA          | 75.00  | 175.00      | 0.00 | NA            |
| 33 | 18  | -10.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | 2.56         | 83.33  | 11.11       | 0.00  | NA          | 83.33  | 11.11       | 0.00 | NA            |
| 34 | 10  | -16.67       | 0.00  | NA           | 70.00  | -6.67        | 60.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 35 | 10  | 0.00         | 30.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 70.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 70.00  | 0.00        | 0.75 | 0             |
| 36 | 10  | 0.00         | 30.00 | 0.00         | 90.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 37 | 20  | 25.00        | 25.00 | 0.00         | 80.00  | 6.67         | 80.00  | 6.67        | 5.00  | NA          | 75.00  | 0.00        | 2.64 | 5.64          |
| 38 | 13  | 0.00         | 23.08 | 0.00         | 76.92  | 0.00         | 61.54  | 0.00        | 0.00  | NA          | 61.54  | 0.00        | 1.19 | 0             |
| 39 | 9   | 0.00         | 0.00  | NA           | 44.44  | 0.00         | 33.33  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 22.22  | 0.00        | 0.97 | 0             |
| 40 | 11  | -15.38       | 9.09  | 18.18        | 90.91  | 18.18        | 45.45  | 18.18       | 0.00  | NA          | 45.45  | 18.18       | 0.68 | NA            |
| 41 | 6   | -14.29       | 16.67 | 16.67        | 83.33  | -2.78        | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 42 | 17  | -26.09       | 47.06 | 35.29        | 94.12  | 35.29        | 70.59  | 35.29       | 0.00  | NA          | 70.59  | 35.29       | 3.19 | 47.06         |
| 43 | 17  | 6.25         | 23.53 | -5.88        | 94.12  | 0.39         | 100.00 | 0.00        | 5.88  | -5.88       | 94.12  | 0.39        | 3.06 | -1.12         |
| 44 | 14  | -12.50       | 0.00  | NA           | 78.57  | 14.29        | 64.29  | 14.29       | 7.14  | 14.29       | 57.14  | 14.29       | 1.79 | 14.29         |
| 45 | 3   | -82.35       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | 3.03         | 33.33  | 183.33      | 0.00  | -100.00     | 33.33  | 466.67      | 0.00 | NA            |
| 46 | 22  | 29.41        | 22.73 | 286.36       | 77.27  | 9.47         | 72.73  | 12.40       | 9.09  | -22.73      | 63.64  | 20.20       | 2.54 | 39.63         |
| 47 | 17  | -5.56        | 11.76 | 5.88         | 94.12  | 5.88         | 58.82  | 5.88        | 5.88  | 5.88        | 52.94  | 5.88        | 2.17 | 7.82          |
| 48 | 6   | -40.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | -4.76        | 83.33  | 66.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 49 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 33.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 33.33  | 0.00        | 2.14 | 0             |
| 50 | 15  | 0.00         | 0.00  | NA           | 60.00  | 12.50        | 73.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 73.33  | 0.00        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.5.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 30  | -3.23        | 13.33 | 3.33         | 66.67  | 3.33         | 96.67  | 3.33        | 16.67 | 3.33        | 80.00  | 3.33        | 2.51 | 3.33          |
| 2  | 31  | 3.33         | 12.90 | -3.23        | 93.55  | 3.94         | 70.97  | 6.45        | 3.23  | -3.23       | 67.74  | 6.96        | 2.32 | 5.55          |
| 3  | 22  | 0.00         | 63.64 | 0.00         | 95.45  | 0.00         | 81.82  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 72.73  | 0.00        | 3.72 | 0             |
| 4  | 39  | 25.81        | 17.95 | 39.10        | 92.31  | 2.20         | 79.49  | 2.67        | 0.00  | -100.00     | 79.49  | 7.13        | 2.48 | 8.55          |
| 5  | 22  | 0.00         | 31.82 | 0.00         | 86.36  | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 81.82  | 0.00        | 2.80 | 0             |
| 6  | 13  | -23.53       | 15.38 | 30.77        | 76.92  | 30.77        | 76.92  | 30.77       | 7.69  | 30.77       | 69.23  | 30.77       | 2.55 | 30.77         |
| 7  | 18  | -61.70       | 16.67 | 11.91        | 72.22  | -3.02        | 72.22  | 21.23       | 0.00  | -100.00     | 72.22  | 25.72       | 0.00 | NA            |
| 8  | 9   | -40.00       | 0.00  | NA           | 88.89  | 66.67        | 55.56  | 66.67       | 0.00  | NA          | 55.56  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 9  | 3   | -70.00       | 0.00  | NA           | 33.33  | 66.67        | 66.67  | 33.33       | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 10 | 7   | -56.25       | 0.00  | NA           | 85.71  | 37.14        | 57.14  | -8.57       | 14.29 | 128.57      | 42.86  | -23.81      | 0.00 | NA            |
| 11 | 46  | -4.17        | 10.87 | 4.35         | 91.30  | 4.35         | 65.22  | 4.35        | 0.00  | NA          | 65.22  | 4.35        | 2.36 | 4.35          |
| 12 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 88.89  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 77.78  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 13 | 9   | -10.00       | 22.22 | 11.11        | 55.56  | 11.11        | 100.00 | 11.11       | 22.22 | 11.11       | 77.78  | 11.11       | 0.00 | NA            |
| 14 | 23  | -8.00        | 13.04 | 8.70         | 78.26  | 8.70         | 82.61  | 8.70        | 4.35  | 8.70        | 78.26  | 8.70        | 2.29 | 10.12         |
| 15 | 12  | -20.00       | 16.67 | -16.67       | 75.00  | 2.27         | 91.67  | 5.77        | 0.00  | NA          | 91.67  | 5.77        | 0.00 | NA            |
| 16 | 17  | -10.53       | 35.29 | 11.76        | 88.24  | 11.76        | 82.35  | 11.76       | 5.88  | 11.76       | 76.47  | 11.76       | 3.14 | 12.82         |
| 17 | 45  | 45.16        | 17.78 | 37.78        | 97.78  | 1.04         | 97.78  | 4.52        | 0.00  | NA          | 97.78  | 4.52        | 2.86 | 7.79          |
| 18 | 87  | 42.62        | 13.79 | 20.20        | 87.36  | 0.54         | 87.36  | 4.48        | 1.15  | -29.88      | 86.21  | 5.17        | 2.39 | 5.35          |
| 19 | 31  | 24.00        | 22.58 | -5.91        | 100.00 | 8.70         | 93.55  | 6.31        | 3.23  | -19.35      | 90.32  | 7.53        | 2.75 | 14.1          |
| 20 | 44  | 62.96        | 15.91 | 114.77       | 90.91  | 11.57        | 93.18  | 4.83        | 2.27  | -38.64      | 90.91  | 6.72        | 2.61 | 21.64         |
| 21 | 49  | 40.00        | 22.45 | 96.43        | 93.88  | 13.30        | 93.88  | 9.52        | 4.08  | NA          | 89.80  | 4.76        | 2.82 | 30.47         |
| 22 | 12  | 0.00         | 16.67 | 100.00       | 91.67  | 37.50        | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.62 | 53.26         |
| 23 | 49  | 32.43        | 32.65 | 0.68         | 100.00 | 12.12        | 87.76  | 4.74        | 6.12  | -24.49      | 81.63  | 7.87        | 3.06 | 17.26         |
| 24 | 6   | -25.00       | 16.67 | 33.33        | 83.33  | 33.33        | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 25 | 10  | -37.50       | 0.00  | -100.00      | 40.00  | 6.67         | 80.00  | 28.00       | 10.00 | 60.00       | 70.00  | 24.44       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.6.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 25  | -3.85        | 32.00 | 4.00         | 92.00  | 4.00         | 72.00  | 4.00        | 4.00  | 4.00        | 68.00  | 4.00        | 2.93 | 4.56          |
| 27 | 11  | 0.00         | 18.18 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 81.82  | 0.00        | 2.74 | 0             |
| 28 | 5   | 0.00         | 40.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 20.00 | 0.00        | 80.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 29 | 10  | 0.00         | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 1.71 | 0             |
| 30 | 12  | -7.69        | 0.00  | NA           | 50.00  | 8.33         | 58.33  | 8.33        | 8.33  | 8.33        | 50.00  | 8.33        | 0.00 | NA            |
| 31 | 11  | -15.38       | 0.00  | NA           | 63.64  | 18.18        | 63.64  | 18.18       | 0.00  | NA          | 63.64  | 18.18       | 1.59 | 18.18         |
| 32 | 4   | -63.64       | 25.00 | 175.00       | 75.00  | 106.25       | 75.00  | 175.00      | 0.00  | NA          | 75.00  | 175.00      | 0.00 | NA            |
| 33 | 19  | -5.00        | 0.00  | NA           | 63.16  | -2.83        | 84.21  | 12.28       | 0.00  | NA          | 84.21  | 12.28       | 0.00 | NA            |
| 34 | 10  | -16.67       | 0.00  | NA           | 70.00  | -6.67        | 60.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 35 | 10  | 0.00         | 30.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 70.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 70.00  | 0.00        | 0.75 | 0             |
| 36 | 10  | 0.00         | 30.00 | 0.00         | 90.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 37 | 20  | 25.00        | 25.00 | 0.00         | 80.00  | 6.67         | 80.00  | 6.67        | 5.00  | NA          | 75.00  | 0.00        | 2.64 | 5.64          |
| 38 | 13  | 0.00         | 23.08 | 0.00         | 76.92  | 0.00         | 61.54  | 0.00        | 0.00  | NA          | 61.54  | 0.00        | 1.19 | 0             |
| 39 | 9   | 0.00         | 0.00  | NA           | 44.44  | 0.00         | 33.33  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 22.22  | 0.00        | 0.97 | 0             |
| 40 | 11  | -15.38       | 9.09  | 18.18        | 90.91  | 18.18        | 45.45  | 18.18       | 0.00  | NA          | 45.45  | 18.18       | 0.68 | NA            |
| 41 | 6   | -14.29       | 16.67 | 16.67        | 83.33  | -2.78        | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 42 | 17  | -26.09       | 47.06 | 35.29        | 94.12  | 35.29        | 70.59  | 35.29       | 0.00  | NA          | 70.59  | 35.29       | 3.19 | 47.06         |
| 43 | 17  | 6.25         | 23.53 | -5.88        | 94.12  | 0.39         | 100.00 | 0.00        | 5.88  | -5.88       | 94.12  | 0.39        | 3.06 | -1.12         |
| 44 | 14  | -12.50       | 0.00  | NA           | 78.57  | 14.29        | 64.29  | 14.29       | 7.14  | 14.29       | 57.14  | 14.29       | 1.79 | 14.29         |
| 45 | 3   | -82.35       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | 3.03         | 33.33  | 183.33      | 0.00  | -100.00     | 33.33  | 466.67      | 0.00 | NA            |
| 46 | 21  | 23.53        | 19.05 | 223.81       | 76.19  | 7.94         | 76.19  | 17.75       | 9.52  | -19.05      | 66.67  | 25.93       | 2.46 | 34.84         |
| 47 | 17  | -5.56        | 11.76 | 5.88         | 94.12  | 5.88         | 58.82  | 5.88        | 5.88  | 5.88        | 52.94  | 5.88        | 2.17 | 7.82          |
| 48 | 6   | -40.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | -4.76        | 83.33  | 66.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 49 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 33.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 33.33  | 0.00        | 2.14 | 0             |
| 50 | 15  | 0.00         | 0.00  | NA           | 60.00  | 12.50        | 73.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 73.33  | 0.00        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.7.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP   | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------|---------------|
| 1  | 70  | 100.00       | 15.71 | 37.50        | 82.86  | 11.54        | 68.57  | -7.69       | 5.71  | -33.33      | 62.86 | -4.35       | 2.44 | 8.23          |
| 2  | 52  | 44.44        | 11.54 | 38.46        | 88.46  | 6.15         | 69.23  | 8.36        | 3.85  | 38.46       | 65.38 | 6.99        | 2.16 | 14.51         |
| 3  | 39  | 56.00        | 53.85 | -15.87       | 94.87  | 3.12         | 74.36  | 3.28        | 2.56  | -35.90      | 71.79 | 5.58        | 3.35 | -4.51         |
| 4  | 41  | 46.43        | 17.07 | 59.35        | 97.56  | 5.07         | 82.93  | 10.57       | 0.00  | NA          | 82.93 | 10.57       | 2.61 | 16.54         |
| 5  | 26  | 18.18        | 34.62 | 8.79         | 96.15  | 5.77         | 76.92  | -5.98       | 0.00  | NA          | 76.92 | -5.98       | 2.87 | 4.23          |
| 6  | 19  | 26.67        | 15.79 | 18.42        | 84.21  | 40.35        | 94.74  | 57.89       | 5.26  | -60.53      | 89.47 | 91.73       | 2.88 | 40.96         |
| 7  | 10  | -69.70       | 20.00 | -5.71        | 60.00  | -26.67       | 20.00  | -63.33      | 0.00  | NA          | 20.00 | -63.33      | 0.00 | NA            |
| 8  | 12  | -42.86       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -1.56        | 66.67  | 16.67       | 0.00  | -100.00     | 66.67 | 27.27       | 0.00 | NA            |
| 9  | 3   | -62.50       | 0.00  | NA           | 66.67  | 166.67       | 66.67  | 77.78       | 33.33 | 166.67      | 33.33 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 10 | 7   | -61.11       | 14.29 | NA           | 85.71  | 28.57        | 100.00 | 63.64       | 28.57 | 414.28      | 71.43 | 28.57       | 0.00 | NA            |
| 11 | 63  | 28.57        | 12.70 | 3.70         | 90.48  | 3.10         | 66.67  | 12.64       | 0.00  | NA          | 66.67 | 12.64       | 2.44 | 6.3           |
| 12 | 5   | 25.00        | 40.00 | -46.67       | 80.00  | -20.00       | 80.00  | 6.67        | 0.00  | NA          | 80.00 | 6.67        | 0.00 | NA            |
| 13 | 11  | -8.33        | 27.27 | 9.09         | 72.73  | 9.09         | 100.00 | 9.09        | 18.18 | 9.09        | 81.82 | 9.09        | 0.00 | NA            |
| 14 | 28  | 27.27        | 7.14  | -21.43       | 82.14  | 0.40         | 75.00  | 10.00       | 3.57  | -21.43      | 71.43 | 12.24       | 2.10 | 1.8           |
| 15 | 8   | -61.90       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -1.56        | 87.50  | 22.50       | 0.00  | NA          | 87.50 | 22.50       | 0.00 | NA            |
| 16 | 32  | 28.00        | 31.25 | 56.25        | 93.75  | 17.19        | 87.50  | 9.38        | 6.25  | 56.25       | 81.25 | 6.91        | 3.17 | 24.86         |
| 17 | 50  | 56.25        | 42.00 | 236.00       | 98.00  | 8.14         | 92.00  | 17.76       | 2.00  | NA          | 90.00 | 15.20       | 3.39 | 48.7          |
| 18 | 129 | 79.17        | 17.83 | -8.31        | 95.35  | 10.73        | 76.74  | 2.33        | 1.55  | 11.63       | 75.19 | 2.15        | 2.51 | 7.83          |
| 19 | 27  | 22.73        | 33.33 | 4.76         | 100.00 | 10.00        | 92.59  | -3.00       | 3.70  | -18.52      | 88.89 | -2.22       | 3.03 | 10.45         |
| 20 | 57  | 50.00        | 33.33 | 58.33        | 100.00 | 22.58        | 91.23  | -0.95       | 0.00  | -100.00     | 91.23 | 5.05        | 3.20 | 26.08         |
| 21 | 65  | 62.50        | 32.31 | 330.77       | 95.38  | 23.08        | 90.77  | 6.79        | 1.54  | NA          | 89.23 | 4.98        | 3.06 | 58.47         |
| 22 | 25  | 31.58        | 44.00 | 318.00       | 100.00 | 26.67        | 88.00  | -7.11       | 0.00  | NA          | 88.00 | -7.11       | 3.36 | 66.1          |
| 23 | 62  | 67.57        | 33.87 | 39.25        | 98.39  | 17.43        | 91.94  | 9.73        | 1.61  | -70.16      | 90.32 | 15.24       | 3.10 | 40.43         |
| 24 | 8   | -46.67       | 37.50 | 40.62        | 75.00  | 2.27         | 75.00  | 2.27        | 0.00  | -100.00     | 75.00 | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 25 | 4   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | 0.00         | 50.00  | 0.00        | 0.00  | -100.00     | 50.00 | 14.29       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.8.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 24  | 26.32        | 20.83 | 31.94        | 87.50  | 3.91         | 83.33  | -1.04       | 4.17  | -20.83      | 79.17  | 0.28        | 2.69 | 7.46          |
| 27 | 20  | 33.33        | 10.00 | NA           | 90.00  | 3.85         | 90.00  | 3.85        | 5.00  | -25.00      | 85.00  | 6.25        | 2.27 | 22.07         |
| 28 | 4   | -55.56       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 12.50        | 100.00 | 28.57       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 29 | 12  | 20.00        | 25.00 | -37.50       | 100.00 | 0.00         | 91.67  | -8.33       | 8.33  | -16.67      | 83.33  | -7.41       | 3.13 | -14.87        |
| 30 | 10  | -37.50       | 0.00  | NA           | 60.00  | 6.67         | 80.00  | 16.36       | 20.00 | 60.00       | 60.00  | 6.67        | 0.00 | NA            |
| 31 | 23  | 53.33        | 13.04 | -2.17        | 82.61  | 12.65        | 82.61  | 12.65       | 0.00  | NA          | 82.61  | 12.65       | 2.55 | 9.47          |
| 32 | 2   | -80.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | 25.00        | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 33 | 9   | -57.14       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -12.50       | 66.67  | 7.69        | 0.00  | NA          | 66.67  | 7.69        | 0.00 | NA            |
| 34 | 6   | -53.85       | 16.67 | NA           | 100.00 | 30.00        | 66.67  | 8.33        | 0.00  | NA          | 66.67  | 8.33        | 0.00 | NA            |
| 35 | 15  | 36.36        | 20.00 | 10.00        | 93.33  | 2.67         | 80.00  | -2.22       | 6.67  | NA          | 73.33  | -10.37      | 1.71 | 6.12          |
| 36 | 2   | -83.33       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 9.09         | 50.00  | -45.45      | 0.00  | NA          | 50.00  | -45.45      | 0.00 | NA            |
| 37 | 31  | 55.00        | 19.35 | -3.23        | 96.77  | 7.53         | 67.74  | 4.22        | 3.23  | NA          | 64.52  | -0.74       | 2.59 | 4.95          |
| 38 | 14  | 27.27        | 14.29 | -47.62       | 100.00 | 22.22        | 64.29  | -21.43      | 0.00  | NA          | 64.29  | -21.43      | 1.91 | -5.38         |
| 39 | 17  | 30.77        | 5.88  | NA           | 70.59  | 31.09        | 88.24  | 43.38       | 11.76 | -23.53      | 76.47  | 65.69       | 2.22 | 53.96         |
| 40 | 14  | 40.00        | 7.14  | -28.57       | 78.57  | 12.24        | 71.43  | 42.86       | 0.00  | NA          | 71.43  | 42.86       | 0.18 | NA            |
| 41 | 8   | -27.27       | 12.50 | -31.25       | 75.00  | -17.50       | 87.50  | -3.75       | 12.50 | 37.50       | 75.00  | -8.33       | 0.00 | NA            |
| 42 | 22  | 15.79        | 31.82 | 0.76         | 90.91  | 7.95         | 72.73  | 25.62       | 0.00  | NA          | 72.73  | 25.62       | 2.78 | 13.2          |
| 43 | 33  | 106.25       | 24.24 | -3.03        | 90.91  | -3.03        | 81.82  | -12.73      | 3.03  | -51.52      | 78.79  | -9.96       | 2.81 | -6.8          |
| 44 | 24  | 41.18        | 4.17  | -29.17       | 95.83  | 16.37        | 79.17  | 22.35       | 4.17  | -29.17      | 75.00  | 27.50       | 2.35 | 13.62         |
| 45 | 6   | -57.14       | 0.00  | NA           | 33.33  | -57.58       | 16.67  | -61.11      | 0.00  | -100.00     | 16.67  | -41.67      | 0.00 | NA            |
| 46 | 31  | 34.78        | 16.13 | 85.48        | 83.87  | 20.56        | 77.42  | 48.39       | 3.23  | -25.81      | 74.19  | 55.13       | 2.49 | 43.25         |
| 47 | 24  | 41.18        | 20.83 | -11.46       | 95.83  | 1.82         | 41.67  | -11.46      | 4.17  | -29.17      | 37.50  | -8.93       | 2.21 | -4.41         |
| 48 | 4   | -55.56       | 0.00  | NA           | 50.00  | -10.00       | 100.00 | 80.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 80.00       | 0.00 | NA            |
| 49 | 13  | 18.18        | 23.08 | 26.92        | 100.00 | 22.22        | 46.15  | 26.92       | 0.00  | NA          | 46.15  | 26.92       | 2.48 | 25.95         |
| 50 | 5   | -58.33       | 0.00  | -100.00      | 40.00  | -46.67       | 40.00  | -52.00      | 0.00  | NA          | 40.00  | -52.00      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.9.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP   | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------|---------------|
| 1  | 70  | 100.00       | 15.71 | 37.50        | 82.86  | 11.54        | 68.57  | -7.69       | 7.14  | -16.67      | 61.43 | -6.52       | 2.44 | 8.23          |
| 2  | 52  | 44.44        | 11.54 | 38.46        | 88.46  | 6.15         | 69.23  | 8.36        | 1.92  | -30.77      | 67.31 | 10.14       | 2.16 | 14.51         |
| 3  | 39  | 56.00        | 53.85 | -15.87       | 94.87  | 3.12         | 74.36  | 3.28        | 2.56  | -35.90      | 71.79 | 5.58        | 3.35 | -4.51         |
| 4  | 41  | 46.43        | 21.95 | 104.88       | 97.56  | 5.07         | 85.37  | 13.82       | 2.44  | NA          | 82.93 | 10.57       | 2.77 | 23.67         |
| 5  | 26  | 18.18        | 34.62 | 8.79         | 96.15  | 5.77         | 76.92  | -5.98       | 0.00  | NA          | 76.92 | -5.98       | 2.87 | 4.23          |
| 6  | 20  | 33.33        | 15.00 | 12.50        | 85.00  | 41.67        | 90.00  | 50.00       | 5.00  | -62.50      | 85.00 | 82.14       | 2.80 | 36.97         |
| 7  | 11  | -66.67       | 27.27 | 28.57        | 63.64  | -22.22       | 36.36  | -33.33      | 0.00  | NA          | 36.36 | -33.33      | 0.00 | NA            |
| 8  | 12  | -42.86       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -1.56        | 66.67  | 16.67       | 0.00  | -100.00     | 66.67 | 27.27       | 0.00 | NA            |
| 9  | 2   | -75.00       | 0.00  | NA           | 50.00  | 100.00       | 100.00 | 166.67      | 50.00 | 300.00      | 50.00 | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 10 | 7   | -61.11       | 14.29 | NA           | 85.71  | 28.57        | 100.00 | 63.64       | 28.57 | 414.28      | 71.43 | 28.57       | 0.00 | NA            |
| 11 | 63  | 28.57        | 12.70 | 3.70         | 90.48  | 3.10         | 66.67  | 12.64       | 0.00  | NA          | 66.67 | 12.64       | 2.44 | 6.3           |
| 12 | 4   | 0.00         | 50.00 | -33.33       | 75.00  | -25.00       | 75.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 75.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 13 | 11  | -8.33        | 27.27 | 9.09         | 63.64  | -4.55        | 90.91  | -0.83       | 18.18 | 9.09        | 72.73 | -3.03       | 0.00 | NA            |
| 14 | 28  | 27.27        | 7.14  | -21.43       | 82.14  | 0.40         | 75.00  | 10.00       | 3.57  | -21.43      | 71.43 | 12.24       | 2.10 | 1.8           |
| 15 | 8   | -61.90       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -1.56        | 87.50  | 22.50       | 0.00  | NA          | 87.50 | 22.50       | 0.00 | NA            |
| 16 | 33  | 32.00        | 33.33 | 66.67        | 93.94  | 17.42        | 87.88  | 9.85        | 6.06  | 51.52       | 81.82 | 7.66        | 3.24 | 27.57         |
| 17 | 50  | 56.25        | 38.00 | 204.00       | 98.00  | 8.14         | 92.00  | 17.76       | 0.00  | NA          | 92.00 | 17.76       | 3.29 | 44.31         |
| 18 | 129 | 79.17        | 18.60 | -4.32        | 95.35  | 10.73        | 75.97  | 1.29        | 1.55  | 11.63       | 74.42 | 1.10        | 2.52 | 8.18          |
| 19 | 27  | 22.73        | 29.63 | -6.88        | 100.00 | 10.00        | 96.30  | 0.88        | 3.70  | -18.52      | 92.59 | 1.85        | 3.00 | 9.49          |
| 20 | 57  | 50.00        | 33.33 | 58.33        | 100.00 | 22.58        | 92.98  | 0.95        | 0.00  | -100.00     | 92.98 | 7.07        | 3.23 | 27.1          |
| 21 | 65  | 62.50        | 32.31 | 330.77       | 95.38  | 23.08        | 90.77  | 6.79        | 1.54  | NA          | 89.23 | 4.98        | 3.06 | 58.47         |
| 22 | 25  | 31.58        | 32.00 | 204.00       | 100.00 | 26.67        | 96.00  | 1.33        | 0.00  | NA          | 96.00 | 1.33        | 3.18 | 57.34         |
| 23 | 62  | 67.57        | 33.87 | 39.25        | 98.39  | 17.43        | 91.94  | 9.73        | 1.61  | -70.16      | 90.32 | 15.24       | 3.10 | 40.43         |
| 24 | 8   | -46.67       | 37.50 | 40.62        | 75.00  | 2.27         | 75.00  | 2.27        | 0.00  | -100.00     | 75.00 | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 25 | 4   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | 0.00         | 50.00  | 0.00        | 0.00  | -100.00     | 50.00 | 14.29       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.10.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 24  | 26.32        | 20.83 | 31.94        | 87.50  | 3.91         | 83.33  | -1.04       | 4.17  | -20.83      | 79.17  | 0.28        | 2.69 | 7.46          |
| 27 | 20  | 33.33        | 10.00 | NA           | 90.00  | 3.85         | 90.00  | 3.85        | 5.00  | -25.00      | 85.00  | 6.25        | 2.27 | 22.07         |
| 28 | 4   | -55.56       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 12.50        | 100.00 | 28.57       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 29 | 12  | 20.00        | 25.00 | -37.50       | 100.00 | 0.00         | 91.67  | -8.33       | 8.33  | -16.67      | 83.33  | -7.41       | 3.13 | -14.87        |
| 30 | 11  | -31.25       | 0.00  | NA           | 63.64  | 13.13        | 72.73  | 5.79        | 18.18 | 45.45       | 54.55  | -3.03       | 0.00 | NA            |
| 31 | 23  | 53.33        | 13.04 | -2.17        | 82.61  | 12.65        | 82.61  | 12.65       | 0.00  | NA          | 82.61  | 12.65       | 2.55 | 9.47          |
| 32 | 2   | -80.00       | 50.00 | 400.00       | 50.00  | 25.00        | 50.00  | -16.67      | 0.00  | NA          | 50.00  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 33 | 9   | -57.14       | 11.11 | -41.67       | 77.78  | 2.08         | 66.67  | 7.69        | 0.00  | NA          | 66.67  | 7.69        | 0.00 | NA            |
| 34 | 4   | -69.23       | 0.00  | NA           | 100.00 | 30.00        | 75.00  | 21.87       | 0.00  | NA          | 75.00  | 21.87       | 0.00 | NA            |
| 35 | 15  | 36.36        | 20.00 | 10.00        | 93.33  | 2.67         | 80.00  | -2.22       | 6.67  | NA          | 73.33  | -10.37      | 1.71 | 6.12          |
| 36 | 2   | -83.33       | 50.00 | 200.00       | 100.00 | 9.09         | 100.00 | 9.09        | 0.00  | NA          | 100.00 | 9.09        | 0.00 | NA            |
| 37 | 31  | 55.00        | 19.35 | -3.23        | 96.77  | 7.53         | 67.74  | 4.22        | 3.23  | NA          | 64.52  | -0.74       | 2.59 | 4.95          |
| 38 | 15  | 36.36        | 13.33 | -51.11       | 93.33  | 14.07        | 66.67  | -18.52      | 0.00  | NA          | 66.67  | -18.52      | 1.70 | -15.82        |
| 39 | 16  | 23.08        | 12.50 | NA           | 68.75  | 27.68        | 87.50  | 42.19       | 12.50 | -18.75      | 75.00  | 62.50       | 2.45 | 70.08         |
| 40 | 14  | 40.00        | 7.14  | -28.57       | 78.57  | 12.24        | 71.43  | 42.86       | 0.00  | NA          | 71.43  | 42.86       | 0.18 | NA            |
| 41 | 8   | -27.27       | 12.50 | -31.25       | 62.50  | -31.25       | 87.50  | -3.75       | 12.50 | 37.50       | 75.00  | -8.33       | 0.00 | NA            |
| 42 | 22  | 15.79        | 31.82 | 0.76         | 90.91  | 7.95         | 72.73  | 25.62       | 0.00  | NA          | 72.73  | 25.62       | 2.78 | 13.2          |
| 43 | 33  | 106.25       | 24.24 | -3.03        | 90.91  | -3.03        | 81.82  | -12.73      | 3.03  | -51.52      | 78.79  | -9.96       | 2.81 | -6.8          |
| 44 | 25  | 47.06        | 4.00  | -32.00       | 88.00  | 6.86         | 84.00  | 29.82       | 4.00  | -32.00      | 80.00  | 36.00       | 2.31 | 11.49         |
| 45 | 6   | -57.14       | 0.00  | NA           | 33.33  | -57.58       | 33.33  | -22.22      | 0.00  | -100.00     | 33.33  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 46 | 31  | 34.78        | 16.13 | 85.48        | 90.32  | 29.84        | 70.97  | 36.02       | 3.23  | -25.81      | 67.74  | 41.64       | 2.50 | 43.92         |
| 47 | 24  | 41.18        | 20.83 | -11.46       | 95.83  | 1.82         | 41.67  | -11.46      | 4.17  | -29.17      | 37.50  | -8.93       | 2.21 | -4.41         |
| 48 | 6   | -33.33       | 0.00  | NA           | 66.67  | 20.00        | 83.33  | 50.00       | 0.00  | NA          | 83.33  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 49 | 13  | 18.18        | 23.08 | 26.92        | 100.00 | 22.22        | 46.15  | 26.92       | 0.00  | NA          | 46.15  | 26.92       | 2.48 | 25.95         |
| 50 | 6   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -33.33       | 66.67  | -20.00      | 0.00  | NA          | 66.67  | -20.00      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.1.1.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 71  | 102.86       | 15.49 | 35.56        | 80.28  | 8.07         | 69.01  | -7.10       | 7.04  | -17.84      | 61.97  | -5.70       | 2.41 | 6.7           |
| 2  | 52  | 44.44        | 11.54 | 38.46        | 88.46  | 6.15         | 69.23  | 8.36        | 3.85  | 38.46       | 65.38  | 6.99        | 2.16 | 14.51         |
| 3  | 39  | 56.00        | 53.85 | -15.87       | 94.87  | 3.12         | 74.36  | 3.28        | 2.56  | -35.90      | 71.79  | 5.58        | 3.35 | -4.51         |
| 4  | 41  | 46.43        | 21.95 | 104.88       | 97.56  | 5.07         | 85.37  | 13.82       | 2.44  | NA          | 82.93  | 10.57       | 2.77 | 23.67         |
| 5  | 26  | 18.18        | 38.46 | 20.88        | 96.15  | 5.77         | 76.92  | -5.98       | 0.00  | NA          | 76.92  | -5.98       | 2.97 | 7.72          |
| 6  | 20  | 33.33        | 15.00 | 12.50        | 85.00  | 41.67        | 90.00  | 50.00       | 5.00  | -62.50      | 85.00  | 82.14       | 2.80 | 36.97         |
| 7  | 9   | -72.73       | 22.22 | 4.76         | 66.67  | -18.52       | 11.11  | -79.63      | 0.00  | NA          | 11.11  | -79.63      | 0.00 | NA            |
| 8  | 12  | -42.86       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -1.56        | 66.67  | 16.67       | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 27.27       | 0.00 | NA            |
| 9  | 3   | -62.50       | 0.00  | NA           | 33.33  | 33.33        | 66.67  | 77.78       | 33.33 | 166.67      | 33.33  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 10 | 6   | -66.67       | 0.00  | NA           | 83.33  | 25.00        | 100.00 | 63.64       | 33.33 | 500.00      | 66.67  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 11 | 63  | 28.57        | 12.70 | 3.70         | 90.48  | 3.10         | 66.67  | 12.64       | 0.00  | NA          | 66.67  | 12.64       | 2.44 | 6.3           |
| 12 | 4   | 0.00         | 50.00 | -33.33       | 75.00  | -25.00       | 75.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 75.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 13 | 11  | -8.33        | 27.27 | 9.09         | 72.73  | 9.09         | 100.00 | 9.09        | 18.18 | 9.09        | 81.82  | 9.09        | 0.00 | NA            |
| 14 | 28  | 27.27        | 7.14  | -21.43       | 82.14  | 0.40         | 75.00  | 10.00       | 3.57  | -21.43      | 71.43  | 12.24       | 2.10 | 1.8           |
| 15 | 8   | -61.90       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -1.56        | 87.50  | 22.50       | 0.00  | NA          | 87.50  | 22.50       | 0.00 | NA            |
| 16 | 33  | 32.00        | 33.33 | 66.67        | 93.94  | 17.42        | 87.88  | 9.85        | 6.06  | 51.52       | 81.82  | 7.66        | 3.24 | 27.57         |
| 17 | 50  | 56.25        | 36.00 | 188.00       | 98.00  | 8.14         | 94.00  | 20.32       | 0.00  | NA          | 94.00  | 20.32       | 3.27 | 43.4          |
| 18 | 129 | 79.17        | 17.83 | -8.31        | 95.35  | 10.73        | 76.74  | 2.33        | 1.55  | 11.63       | 75.19  | 2.15        | 2.51 | 7.83          |
| 19 | 27  | 22.73        | 29.63 | -6.88        | 100.00 | 10.00        | 96.30  | 0.88        | 3.70  | -18.52      | 92.59  | 1.85        | 3.00 | 9.49          |
| 20 | 57  | 50.00        | 31.58 | 50.00        | 100.00 | 22.58        | 94.74  | 2.86        | 0.00  | -100.00     | 94.74  | 9.09        | 3.21 | 26.41         |
| 21 | 65  | 62.50        | 27.69 | 269.23       | 95.38  | 23.08        | 93.85  | 10.41       | 0.00  | NA          | 93.85  | 10.41       | 2.99 | 54.94         |
| 22 | 25  | 31.58        | 28.00 | 166.00       | 100.00 | 26.67        | 100.00 | 5.56        | 0.00  | NA          | 100.00 | 5.56        | 3.15 | 55.51         |
| 23 | 62  | 67.57        | 35.48 | 45.88        | 98.39  | 17.43        | 91.94  | 9.73        | 3.23  | -40.32      | 88.71  | 13.18       | 3.14 | 42.32         |
| 24 | 9   | -40.00       | 33.33 | 25.00        | 77.78  | 6.06         | 66.67  | -9.09       | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 25 | 4   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | 0.00         | 50.00  | 0.00        | 0.00  | -100.00     | 50.00  | 14.29       | 0.00 | NA            |



**Tabela D.12.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2012-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 24  | 26.32        | 20.83 | 31.94        | 87.50  | 3.91         | 83.33  | -1.04       | 4.17  | -20.83      | 79.17  | 0.28        | 2.69 | 7.46          |
| 27 | 20  | 33.33        | 10.00 | NA           | 90.00  | 3.85         | 90.00  | 3.85        | 5.00  | -25.00      | 85.00  | 6.25        | 2.27 | 22.07         |
| 28 | 4   | -55.56       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 12.50        | 100.00 | 28.57       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 29 | 12  | 20.00        | 25.00 | -37.50       | 100.00 | 0.00         | 91.67  | -8.33       | 8.33  | -16.67      | 83.33  | -7.41       | 3.13 | -14.87        |
| 30 | 9   | -43.75       | 0.00  | NA           | 55.56  | -1.23        | 77.78  | 13.13       | 22.22 | 77.78       | 55.56  | -1.23       | 0.00 | NA            |
| 31 | 23  | 53.33        | 8.70  | -34.78       | 78.26  | 6.72         | 82.61  | 12.65       | 0.00  | NA          | 82.61  | 12.65       | 2.34 | 0.16          |
| 32 | 3   | -70.00       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | 66.67        | 33.33  | -44.44      | 0.00  | NA          | 33.33  | -44.44      | 0.00 | NA            |
| 33 | 8   | -61.90       | 25.00 | 31.25        | 75.00  | -1.56        | 37.50  | -39.42      | 0.00  | NA          | 37.50  | -39.42      | 0.00 | NA            |
| 34 | 4   | -69.23       | 25.00 | NA           | 100.00 | 30.00        | 100.00 | 62.50       | 0.00  | NA          | 100.00 | 62.50       | 0.00 | NA            |
| 35 | 15  | 36.36        | 20.00 | 10.00        | 93.33  | 2.67         | 80.00  | -2.22       | 6.67  | NA          | 73.33  | -10.37      | 1.71 | 6.12          |
| 36 | 1   | -91.67       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 9.09         | 100.00 | 9.09        | 0.00  | NA          | 100.00 | 9.09        | 0.00 | NA            |
| 37 | 31  | 55.00        | 19.35 | -3.23        | 93.55  | 3.94         | 70.97  | 9.18        | 3.23  | NA          | 67.74  | 4.22        | 2.58 | 4.55          |
| 38 | 15  | 36.36        | 13.33 | -51.11       | 93.33  | 14.07        | 66.67  | -18.52      | 0.00  | NA          | 66.67  | -18.52      | 1.70 | -15.82        |
| 39 | 17  | 30.77        | 5.88  | NA           | 76.47  | 42.02        | 76.47  | 24.26       | 11.76 | -23.53      | 64.71  | 40.20       | 2.15 | 48.86         |
| 40 | 14  | 40.00        | 7.14  | -28.57       | 78.57  | 12.24        | 71.43  | 42.86       | 0.00  | NA          | 71.43  | 42.86       | 0.18 | NA            |
| 41 | 9   | -18.18       | 11.11 | -38.89       | 66.67  | -26.67       | 66.67  | -26.67      | 11.11 | 22.22       | 55.56  | -32.10      | 0.00 | NA            |
| 42 | 21  | 10.53        | 33.33 | 5.56         | 90.48  | 7.44         | 71.43  | 23.38       | 0.00  | NA          | 71.43  | 23.38       | 2.79 | 13.73         |
| 43 | 33  | 106.25       | 21.21 | -15.15       | 90.91  | -3.03        | 84.85  | -9.49       | 3.03  | -51.52      | 81.82  | -6.49       | 2.76 | -8.24         |
| 44 | 25  | 47.06        | 0.00  | -100.00      | 88.00  | 6.86         | 88.00  | 36.00       | 4.00  | -32.00      | 84.00  | 42.80       | 2.20 | 6.31          |
| 45 | 5   | -64.29       | 0.00  | NA           | 20.00  | -74.55       | 20.00  | -53.33      | 0.00  | -100.00     | 20.00  | -30.00      | 0.00 | NA            |
| 46 | 31  | 34.78        | 16.13 | 85.48        | 90.32  | 29.84        | 70.97  | 36.02       | 3.23  | -25.81      | 67.74  | 41.64       | 2.50 | 43.92         |
| 47 | 24  | 41.18        | 20.83 | -11.46       | 95.83  | 1.82         | 41.67  | -11.46      | 4.17  | -29.17      | 37.50  | -8.93       | 2.21 | -4.41         |
| 48 | 5   | -44.44       | 0.00  | NA           | 40.00  | -28.00       | 100.00 | 80.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 80.00       | 0.00 | NA            |
| 49 | 14  | 27.27        | 21.43 | 17.86        | 100.00 | 22.22        | 50.00  | 37.50       | 0.00  | NA          | 50.00  | 37.50       | 2.48 | 26.02         |
| 50 | 4   | -66.67       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -33.33       | 75.00  | -10.00      | 0.00  | NA          | 75.00  | -10.00      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.13.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 40  | 0.00         | 12.50 | 0.00         | 82.50  | 6.45         | 77.50  | 3.33        | 10.00 | 0.00        | 67.50  | 3.85        | 2.44 | 4             |
| 2  | 40  | -13.04       | 7.50  | 15.00        | 95.00  | 15.00        | 65.00  | 15.00       | 2.50  | 15.00       | 62.50  | 15.00       | 2.12 | 23.67         |
| 3  | 27  | -3.57        | 59.26 | 3.70         | 96.30  | 3.70         | 81.48  | 3.70        | 3.70  | 3.70        | 77.78  | 3.70        | 3.62 | 4.9           |
| 4  | 37  | 42.31        | 18.92 | 63.96        | 97.30  | 5.41         | 81.08  | 0.39        | 0.00  | -100.00     | 81.08  | 5.41        | 2.63 | 12.07         |
| 5  | 18  | 0.00         | 38.89 | 0.00         | 83.33  | 0.00         | 94.44  | 0.00        | 5.56  | 0.00        | 88.89  | 0.00        | 2.96 | 0             |
| 6  | 14  | -6.67        | 14.29 | 7.14         | 57.14  | 7.14         | 78.57  | 7.14        | 7.14  | 7.14        | 71.43  | 7.14        | 2.28 | 7.14          |
| 7  | 8   | -55.56       | 12.50 | -25.00       | 62.50  | -13.46       | 87.50  | 12.50       | 0.00  | NA          | 87.50  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 8  | 15  | -11.76       | 6.67  | 13.33        | 73.33  | 3.89         | 66.67  | 13.33       | 0.00  | NA          | 66.67  | 13.33       | 0.00 | NA            |
| 9  | 5   | 0.00         | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 40.00 | 0.00        | 60.00  | 0.00        | 2.19 | 0             |
| 10 | 3   | -75.00       | 33.33 | 300.00       | 33.33  | -42.86       | 100.00 | 200.00      | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 300.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 7   | -58.82       | 0.00  | NA           | 85.71  | 32.47        | 85.71  | 45.71       | 14.29 | 21.43       | 71.43  | 51.79       | 0.00 | NA            |
| 12 | 48  | -4.00        | 18.75 | 4.17         | 91.67  | 4.17         | 64.58  | 4.17        | 0.00  | NA          | 64.58  | 4.17        | 2.66 | 4.17          |
| 13 | 4   | 0.00         | 25.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 25.00 | 0.00        | 75.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 14 | 6   | -25.00       | 16.67 | 33.33        | 66.67  | 33.33        | 66.67  | 6.67        | 16.67 | -33.33      | 50.00  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 15 | 20  | -4.76        | 15.00 | 5.00         | 75.00  | 5.00         | 60.00  | 5.00        | 5.00  | 5.00        | 55.00  | 5.00        | 2.01 | 5.9           |
| 16 | 11  | -45.00       | 18.18 | -9.09        | 72.73  | 11.89        | 90.91  | 29.87       | 0.00  | -100.00     | 90.91  | 39.86       | 0.00 | NA            |
| 17 | 23  | -4.17        | 21.74 | 4.35         | 86.96  | 4.35         | 82.61  | 4.35        | 4.35  | 4.35        | 78.26  | 4.35        | 2.73 | 4.77          |
| 18 | 54  | 42.11        | 37.04 | 134.57       | 98.15  | 9.69         | 92.59  | 6.62        | 5.56  | 5.56        | 87.04  | 6.69        | 3.28 | 33.04         |
| 19 | 128 | 39.13        | 18.75 | 56.82        | 87.50  | 10.27        | 82.03  | 7.81        | 3.91  | 259.37      | 78.13  | 4.17        | 2.44 | 21.32         |
| 20 | 29  | 16.00        | 44.83 | 1.88         | 100.00 | 8.70         | 75.86  | -0.18       | 6.90  | -13.79      | 68.97  | 1.42        | 3.00 | 10.54         |
| 21 | 68  | 38.78        | 27.94 | 95.59        | 92.65  | 26.10        | 83.82  | 11.01       | 2.94  | -51.96      | 80.88  | 16.57       | 2.81 | 43.27         |
| 22 | 62  | 51.22        | 30.65 | 214.11       | 96.77  | 20.23        | 91.94  | 4.70        | 3.23  | NA          | 88.71  | 1.03        | 3.07 | 46.09         |
| 23 | 39  | 25.81        | 33.33 | 47.62        | 97.44  | 20.82        | 89.74  | -4.07       | 5.13  | -20.51      | 84.62  | -2.85       | 3.04 | 28.89         |
| 24 | 55  | 41.03        | 27.27 | -11.36       | 100.00 | 2.63         | 90.91  | 10.80       | 3.64  | -52.73      | 87.27  | 17.37       | 2.97 | 5.18          |
| 25 | 10  | -41.18       | 30.00 | 27.50        | 100.00 | 41.67        | 60.00  | 45.71       | 10.00 | 70.00       | 50.00  | 41.67       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.14.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 10  | -33.33       | 20.00 | 50.00        | 70.00  | 31.25        | 100.00 | 36.36       | 10.00 | 50.00       | 90.00  | 35.00       | 0.00 | NA            |
| 27 | 18  | 0.00         | 27.78 | 0.00         | 94.44  | 0.00         | 94.44  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 83.33  | 0.00        | 3.14 | 0             |
| 28 | 14  | 0.00         | 14.29 | 0.00         | 92.86  | 0.00         | 85.71  | 0.00        | 7.14  | 0.00        | 78.57  | 0.00        | 2.35 | 0             |
| 29 | 1   | -91.67       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 9.09         | 100.00 | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 30 | 11  | 0.00         | 27.27 | 0.00         | 81.82  | 0.00         | 81.82  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 72.73  | 0.00        | 2.81 | 0             |
| 31 | 13  | -13.33       | 0.00  | NA           | 69.23  | 3.85         | 76.92  | 15.38       | 15.38 | 15.38       | 61.54  | 15.38       | 0.00 | NA            |
| 32 | 20  | 0.00         | 10.00 | 0.00         | 75.00  | 0.00         | 75.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 65.00  | 0.00        | 2.25 | 0             |
| 33 | 2   | -75.00       | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 50.00  | 100.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 34 | 19  | 0.00         | 0.00  | -100.00      | 78.95  | -6.25        | 73.68  | 16.67       | 0.00  | NA          | 73.68  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 35 | 5   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 60.00  | -14.29       | 20.00  | 100.00      | 0.00  | NA          | 20.00  | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 8   | 0.00         | 25.00 | 0.00         | 87.50  | 0.00         | 62.50  | 0.00        | 0.00  | NA          | 62.50  | 0.00        | 1.02 | 0             |
| 37 | 5   | -16.67       | 40.00 | 20.00        | 100.00 | 20.00        | 60.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 38 | 25  | 0.00         | 20.00 | 25.00        | 88.00  | 4.76         | 80.00  | 0.00        | 4.00  | 0.00        | 76.00  | 0.00        | 2.62 | 7.12          |
| 39 | 12  | -7.69        | 25.00 | 8.33         | 83.33  | 20.37        | 75.00  | 8.33        | 0.00  | NA          | 75.00  | 8.33        | 1.84 | 66.03         |
| 40 | 9   | 0.00         | 0.00  | NA           | 55.56  | 0.00         | 66.67  | 50.00       | 33.33 | 50.00       | 33.33  | 50.00       | 1.53 | 22.22         |
| 41 | 11  | -15.38       | 18.18 | 18.18        | 81.82  | 18.18        | 54.55  | 18.18       | 0.00  | NA          | 54.55  | 18.18       | 0.11 | NA            |
| 42 | 11  | -45.00       | 9.09  | -9.09        | 100.00 | 17.65        | 81.82  | -3.74       | 0.00  | NA          | 81.82  | -3.74       | 0.00 | NA            |
| 43 | 21  | -12.50       | 33.33 | 14.29        | 90.48  | 14.29        | 71.43  | 14.29       | 0.00  | NA          | 71.43  | 14.29       | 2.79 | 18.69         |
| 44 | 16  | 6.67         | 18.75 | -6.25        | 93.75  | 0.45         | 93.75  | 0.45        | 6.25  | -6.25       | 87.50  | 0.96        | 2.85 | -0.8          |
| 45 | 16  | 0.00         | 6.25  | 0.00         | 93.75  | 0.00         | 68.75  | 0.00        | 6.25  | 0.00        | 62.50  | 0.00        | 2.28 | 0             |
| 46 | 2   | -84.62       | 0.00  | NA           | 100.00 | 44.44        | 50.00  | 30.00       | 50.00 | 225.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 47 | 30  | 11.11        | 10.00 | 35.00        | 73.33  | 10.00        | 80.00  | 8.00        | 6.67  | -10.00      | 73.33  | 10.00       | 2.18 | 12.96         |
| 48 | 16  | 0.00         | 18.75 | 0.00         | 93.75  | 0.00         | 56.25  | 0.00        | 6.25  | 0.00        | 50.00  | 0.00        | 2.30 | 0             |
| 49 | 8   | -27.27       | 0.00  | NA           | 75.00  | -8.33        | 62.50  | 37.50       | 0.00  | NA          | 62.50  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 50 | 7   | -22.22       | 28.57 | 28.57        | 100.00 | 28.57        | 57.14  | 28.57       | 0.00  | NA          | 57.14  | 28.57       | 2.77 | 30.25         |
| 51 | 13  | -13.33       | 7.69  | -42.31       | 76.92  | -3.85        | 76.92  | 28.21       | 7.69  | NA          | 69.23  | 15.38       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.15.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 40  | 0.00         | 12.50 | 0.00         | 82.50  | 6.45         | 77.50  | 3.33        | 10.00 | 0.00        | 67.50  | 3.85        | 2.44 | 4             |
| 2  | 40  | -13.04       | 7.50  | 15.00        | 95.00  | 15.00        | 65.00  | 15.00       | 2.50  | 15.00       | 62.50  | 15.00       | 2.12 | 23.67         |
| 3  | 27  | -3.57        | 59.26 | 3.70         | 96.30  | 3.70         | 81.48  | 3.70        | 3.70  | 3.70        | 77.78  | 3.70        | 3.62 | 4.9           |
| 4  | 37  | 42.31        | 18.92 | 63.96        | 97.30  | 5.41         | 81.08  | 0.39        | 0.00  | -100.00     | 81.08  | 5.41        | 2.63 | 12.07         |
| 5  | 18  | 0.00         | 38.89 | 0.00         | 83.33  | 0.00         | 94.44  | 0.00        | 5.56  | 0.00        | 88.89  | 0.00        | 2.96 | 0             |
| 6  | 14  | -6.67        | 14.29 | 7.14         | 57.14  | 7.14         | 78.57  | 7.14        | 7.14  | 7.14        | 71.43  | 7.14        | 2.28 | 7.14          |
| 7  | 8   | -55.56       | 12.50 | -25.00       | 62.50  | -13.46       | 87.50  | 12.50       | 0.00  | NA          | 87.50  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 8  | 15  | -11.76       | 6.67  | 13.33        | 73.33  | 3.89         | 66.67  | 13.33       | 0.00  | NA          | 66.67  | 13.33       | 0.00 | NA            |
| 9  | 5   | 0.00         | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 40.00 | 0.00        | 60.00  | 0.00        | 2.19 | 0             |
| 10 | 3   | -75.00       | 33.33 | 300.00       | 33.33  | -42.86       | 100.00 | 200.00      | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 300.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 7   | -58.82       | 0.00  | NA           | 85.71  | 32.47        | 85.71  | 45.71       | 14.29 | 21.43       | 71.43  | 51.79       | 0.00 | NA            |
| 12 | 48  | -4.00        | 18.75 | 4.17         | 91.67  | 4.17         | 64.58  | 4.17        | 0.00  | NA          | 64.58  | 4.17        | 2.66 | 4.17          |
| 13 | 4   | 0.00         | 25.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 25.00 | 0.00        | 75.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 14 | 6   | -25.00       | 16.67 | 33.33        | 66.67  | 33.33        | 66.67  | 6.67        | 16.67 | -33.33      | 50.00  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 15 | 20  | -4.76        | 15.00 | 5.00         | 75.00  | 5.00         | 60.00  | 5.00        | 5.00  | 5.00        | 55.00  | 5.00        | 2.01 | 5.9           |
| 16 | 11  | -45.00       | 18.18 | -9.09        | 72.73  | 11.89        | 90.91  | 29.87       | 0.00  | -100.00     | 90.91  | 39.86       | 0.00 | NA            |
| 17 | 23  | -4.17        | 21.74 | 4.35         | 86.96  | 4.35         | 82.61  | 4.35        | 4.35  | 4.35        | 78.26  | 4.35        | 2.73 | 4.77          |
| 18 | 54  | 42.11        | 33.33 | 111.11       | 98.15  | 9.69         | 94.44  | 8.75        | 5.56  | 5.56        | 88.89  | 8.96        | 3.21 | 30.38         |
| 19 | 128 | 39.13        | 18.75 | 56.82        | 87.50  | 10.27        | 82.03  | 7.81        | 3.91  | 259.37      | 78.13  | 4.17        | 2.44 | 21.32         |
| 20 | 29  | 16.00        | 44.83 | 1.88         | 100.00 | 8.70         | 75.86  | -0.18       | 6.90  | -13.79      | 68.97  | 1.42        | 3.00 | 10.54         |
| 21 | 68  | 38.78        | 23.53 | 64.71        | 92.65  | 26.10        | 83.82  | 11.01       | 2.94  | -51.96      | 80.88  | 16.57       | 2.70 | 37.65         |
| 22 | 62  | 51.22        | 33.87 | 247.18       | 96.77  | 20.23        | 90.32  | 2.87        | 3.23  | NA          | 87.10  | -0.81       | 3.12 | 48.75         |
| 23 | 39  | 25.81        | 25.64 | 13.55        | 97.44  | 20.82        | 89.74  | -4.07       | 2.56  | -60.26      | 87.18  | 0.09        | 2.85 | 20.51         |
| 24 | 55  | 41.03        | 40.00 | 30.00        | 100.00 | 2.63         | 89.09  | 8.58        | 5.45  | -29.09      | 83.64  | 12.48       | 3.27 | 15.76         |
| 25 | 10  | -41.18       | 30.00 | 27.50        | 100.00 | 41.67        | 60.00  | 45.71       | 10.00 | 70.00       | 50.00  | 41.67       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.16.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 10  | -33.33       | 20.00 | 50.00        | 70.00  | 31.25        | 100.00 | 36.36       | 10.00 | 50.00       | 90.00  | 35.00       | 0.00 | NA            |
| 27 | 18  | 0.00         | 27.78 | 0.00         | 94.44  | 0.00         | 94.44  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 83.33  | 0.00        | 3.14 | 0             |
| 28 | 14  | 0.00         | 14.29 | 0.00         | 92.86  | 0.00         | 85.71  | 0.00        | 7.14  | 0.00        | 78.57  | 0.00        | 2.35 | 0             |
| 29 | 1   | -91.67       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 9.09         | 100.00 | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 30 | 11  | 0.00         | 27.27 | 0.00         | 81.82  | 0.00         | 81.82  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 72.73  | 0.00        | 2.81 | 0             |
| 31 | 13  | -13.33       | 0.00  | NA           | 69.23  | 3.85         | 76.92  | 15.38       | 15.38 | 15.38       | 61.54  | 15.38       | 0.00 | NA            |
| 32 | 20  | 0.00         | 10.00 | 0.00         | 75.00  | 0.00         | 75.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 65.00  | 0.00        | 2.25 | 0             |
| 33 | 2   | -75.00       | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 50.00  | 100.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 34 | 19  | 0.00         | 5.26  | 0.00         | 84.21  | 0.00         | 78.95  | 25.00       | 0.00  | NA          | 78.95  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 35 | 5   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 60.00  | -14.29       | 20.00  | 100.00      | 0.00  | NA          | 20.00  | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 8   | 0.00         | 25.00 | 0.00         | 87.50  | 0.00         | 62.50  | 0.00        | 0.00  | NA          | 62.50  | 0.00        | 1.02 | 0             |
| 37 | 5   | -16.67       | 40.00 | 20.00        | 100.00 | 20.00        | 60.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 38 | 25  | 0.00         | 20.00 | 25.00        | 88.00  | 4.76         | 80.00  | 0.00        | 4.00  | 0.00        | 76.00  | 0.00        | 2.62 | 7.12          |
| 39 | 13  | 0.00         | 23.08 | 0.00         | 76.92  | 11.11        | 76.92  | 11.11       | 0.00  | NA          | 76.92  | 11.11       | 1.60 | 44.57         |
| 40 | 9   | 0.00         | 0.00  | NA           | 55.56  | 0.00         | 66.67  | 50.00       | 33.33 | 50.00       | 33.33  | 50.00       | 1.53 | 22.22         |
| 41 | 11  | -15.38       | 18.18 | 18.18        | 81.82  | 18.18        | 54.55  | 18.18       | 0.00  | NA          | 54.55  | 18.18       | 0.11 | NA            |
| 42 | 11  | -45.00       | 9.09  | -9.09        | 100.00 | 17.65        | 81.82  | -3.74       | 0.00  | NA          | 81.82  | -3.74       | 0.00 | NA            |
| 43 | 21  | -12.50       | 33.33 | 14.29        | 90.48  | 14.29        | 71.43  | 14.29       | 0.00  | NA          | 71.43  | 14.29       | 2.79 | 18.69         |
| 44 | 16  | 6.67         | 18.75 | -6.25        | 93.75  | 0.45         | 93.75  | 0.45        | 6.25  | -6.25       | 87.50  | 0.96        | 2.85 | -0.8          |
| 45 | 16  | 0.00         | 6.25  | 0.00         | 93.75  | 0.00         | 68.75  | 0.00        | 6.25  | 0.00        | 62.50  | 0.00        | 2.28 | 0             |
| 46 | 2   | -84.62       | 0.00  | NA           | 100.00 | 44.44        | 50.00  | 30.00       | 50.00 | 225.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 47 | 30  | 11.11        | 10.00 | 35.00        | 73.33  | 10.00        | 80.00  | 8.00        | 6.67  | -10.00      | 73.33  | 10.00       | 2.18 | 12.96         |
| 48 | 16  | 0.00         | 18.75 | 0.00         | 93.75  | 0.00         | 56.25  | 0.00        | 6.25  | 0.00        | 50.00  | 0.00        | 2.30 | 0             |
| 49 | 8   | -27.27       | 0.00  | NA           | 75.00  | -8.33        | 62.50  | 37.50       | 0.00  | NA          | 62.50  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 50 | 7   | -22.22       | 28.57 | 28.57        | 100.00 | 28.57        | 57.14  | 28.57       | 0.00  | NA          | 57.14  | 28.57       | 2.77 | 30.25         |
| 51 | 13  | -13.33       | 7.69  | -42.31       | 76.92  | -3.85        | 76.92  | 28.21       | 7.69  | NA          | 69.23  | 15.38       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.17.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 40  | 0.00         | 12.50 | 0.00         | 82.50  | 6.45         | 77.50  | 3.33        | 10.00 | 0.00        | 67.50  | 3.85        | 2.44 | 4             |
| 2  | 40  | -13.04       | 5.00  | -23.33       | 95.00  | 15.00        | 67.50  | 19.42       | 2.50  | 15.00       | 65.00  | 19.60       | 2.08 | 21.57         |
| 3  | 27  | -3.57        | 59.26 | 3.70         | 96.30  | 3.70         | 81.48  | 3.70        | 3.70  | 3.70        | 77.78  | 3.70        | 3.62 | 4.9           |
| 4  | 37  | 42.31        | 16.22 | 40.54        | 97.30  | 5.41         | 83.78  | 3.73        | 0.00  | -100.00     | 83.78  | 8.92        | 2.60 | 10.99         |
| 5  | 18  | 0.00         | 38.89 | 0.00         | 83.33  | 0.00         | 94.44  | 0.00        | 5.56  | 0.00        | 88.89  | 0.00        | 2.96 | 0             |
| 6  | 14  | -6.67        | 14.29 | 7.14         | 57.14  | 7.14         | 78.57  | 7.14        | 7.14  | 7.14        | 71.43  | 7.14        | 2.28 | 7.14          |
| 7  | 8   | -55.56       | 12.50 | -25.00       | 62.50  | -13.46       | 87.50  | 12.50       | 0.00  | NA          | 87.50  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 8  | 15  | -11.76       | 6.67  | 13.33        | 73.33  | 3.89         | 66.67  | 13.33       | 0.00  | NA          | 66.67  | 13.33       | 0.00 | NA            |
| 9  | 5   | 0.00         | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 40.00 | 0.00        | 60.00  | 0.00        | 2.19 | 0             |
| 10 | 3   | -75.00       | 33.33 | 300.00       | 33.33  | -42.86       | 100.00 | 200.00      | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 300.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 7   | -58.82       | 0.00  | NA           | 85.71  | 32.47        | 85.71  | 45.71       | 14.29 | 21.43       | 71.43  | 51.79       | 0.00 | NA            |
| 12 | 48  | -4.00        | 18.75 | 4.17         | 91.67  | 4.17         | 64.58  | 4.17        | 0.00  | NA          | 64.58  | 4.17        | 2.66 | 4.17          |
| 13 | 4   | 0.00         | 25.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 25.00 | 0.00        | 75.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 14 | 6   | -25.00       | 16.67 | 33.33        | 66.67  | 33.33        | 66.67  | 6.67        | 16.67 | -33.33      | 50.00  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 15 | 20  | -4.76        | 15.00 | 5.00         | 75.00  | 5.00         | 60.00  | 5.00        | 5.00  | 5.00        | 55.00  | 5.00        | 2.01 | 5.9           |
| 16 | 11  | -45.00       | 18.18 | -9.09        | 72.73  | 11.89        | 90.91  | 29.87       | 0.00  | -100.00     | 90.91  | 39.86       | 0.00 | NA            |
| 17 | 23  | -4.17        | 21.74 | 4.35         | 86.96  | 4.35         | 82.61  | 4.35        | 4.35  | 4.35        | 78.26  | 4.35        | 2.73 | 4.77          |
| 18 | 54  | 42.11        | 22.22 | 40.74        | 98.15  | 9.69         | 96.30  | 10.89       | 1.85  | -64.81      | 94.44  | 15.77       | 2.96 | 20.2          |
| 19 | 128 | 39.13        | 18.75 | 56.82        | 87.50  | 10.27        | 82.03  | 7.81        | 3.91  | 259.37      | 78.13  | 4.17        | 2.44 | 21.32         |
| 20 | 29  | 16.00        | 41.38 | -5.96        | 100.00 | 8.70         | 79.31  | 4.36        | 6.90  | -13.79      | 72.41  | 6.49        | 2.98 | 9.65          |
| 21 | 68  | 38.78        | 26.47 | 85.29        | 92.65  | 26.10        | 88.24  | 16.85       | 5.88  | -3.92       | 82.35  | 18.68       | 2.84 | 44.75         |
| 22 | 62  | 51.22        | 27.42 | 181.05       | 96.77  | 20.23        | 95.16  | 8.38        | 3.23  | NA          | 91.94  | 4.70        | 3.04 | 44.62         |
| 23 | 39  | 25.81        | 15.38 | -31.87       | 97.44  | 20.82        | 100.00 | 6.90        | 2.56  | -60.26      | 97.44  | 11.87       | 2.75 | 16.48         |
| 24 | 55  | 41.03        | 40.00 | 30.00        | 100.00 | 2.63         | 90.91  | 10.80       | 5.45  | -29.09      | 85.45  | 14.92       | 3.30 | 16.83         |
| 25 | 10  | -41.18       | 30.00 | 27.50        | 100.00 | 41.67        | 60.00  | 45.71       | 10.00 | 70.00       | 50.00  | 41.67       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.18.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 10  | -33.33       | 20.00 | 50.00        | 70.00  | 31.25        | 100.00 | 36.36       | 10.00 | 50.00       | 90.00  | 35.00       | 0.00 | NA            |
| 27 | 18  | 0.00         | 27.78 | 0.00         | 94.44  | 0.00         | 94.44  | 0.00        | 11.11 | 0.00        | 83.33  | 0.00        | 3.14 | 0             |
| 28 | 14  | 0.00         | 14.29 | 0.00         | 92.86  | 0.00         | 85.71  | 0.00        | 7.14  | 0.00        | 78.57  | 0.00        | 2.35 | 0             |
| 29 | 1   | -91.67       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 9.09         | 100.00 | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 30 | 11  | 0.00         | 27.27 | 0.00         | 81.82  | 0.00         | 81.82  | 0.00        | 9.09  | 0.00        | 72.73  | 0.00        | 2.81 | 0             |
| 31 | 13  | -13.33       | 0.00  | NA           | 69.23  | 3.85         | 76.92  | 15.38       | 15.38 | 15.38       | 61.54  | 15.38       | 0.00 | NA            |
| 32 | 20  | 0.00         | 10.00 | 0.00         | 75.00  | 0.00         | 75.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 65.00  | 0.00        | 2.25 | 0             |
| 33 | 2   | -75.00       | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 50.00  | 100.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 34 | 19  | 0.00         | 5.26  | 0.00         | 78.95  | -6.25        | 73.68  | 16.67       | 0.00  | NA          | 73.68  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 35 | 5   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 60.00  | -14.29       | 20.00  | 100.00      | 0.00  | NA          | 20.00  | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 8   | 0.00         | 25.00 | 0.00         | 87.50  | 0.00         | 62.50  | 0.00        | 0.00  | NA          | 62.50  | 0.00        | 1.02 | 0             |
| 37 | 5   | -16.67       | 40.00 | 20.00        | 100.00 | 20.00        | 60.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 38 | 27  | 8.00         | 18.52 | 15.74        | 88.89  | 5.82         | 81.48  | 1.85        | 3.70  | -7.41       | 77.78  | 2.34        | 2.61 | 6.75          |
| 39 | 13  | 0.00         | 23.08 | 0.00         | 76.92  | 11.11        | 76.92  | 11.11       | 0.00  | NA          | 76.92  | 11.11       | 1.60 | 44.57         |
| 40 | 9   | 0.00         | 0.00  | NA           | 66.67  | 20.00        | 55.56  | 25.00       | 22.22 | 0.00        | 33.33  | 50.00       | 1.53 | 22.22         |
| 41 | 11  | -15.38       | 18.18 | 18.18        | 81.82  | 18.18        | 54.55  | 18.18       | 0.00  | NA          | 54.55  | 18.18       | 0.11 | NA            |
| 42 | 11  | -45.00       | 9.09  | -9.09        | 100.00 | 17.65        | 81.82  | -3.74       | 0.00  | NA          | 81.82  | -3.74       | 0.00 | NA            |
| 43 | 21  | -12.50       | 33.33 | 14.29        | 90.48  | 14.29        | 71.43  | 14.29       | 0.00  | NA          | 71.43  | 14.29       | 2.79 | 18.69         |
| 44 | 16  | 6.67         | 18.75 | -6.25        | 93.75  | 0.45         | 93.75  | 0.45        | 6.25  | -6.25       | 87.50  | 0.96        | 2.85 | -0.8          |
| 45 | 16  | 0.00         | 6.25  | 0.00         | 93.75  | 0.00         | 68.75  | 0.00        | 6.25  | 0.00        | 62.50  | 0.00        | 2.28 | 0             |
| 46 | 2   | -84.62       | 0.00  | NA           | 100.00 | 44.44        | 50.00  | 30.00       | 50.00 | 225.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 47 | 28  | 3.70         | 10.71 | 44.64        | 71.43  | 7.14         | 78.57  | 6.07        | 7.14  | -3.57       | 71.43  | 7.14        | 2.16 | 11.78         |
| 48 | 16  | 0.00         | 18.75 | 0.00         | 93.75  | 0.00         | 56.25  | 0.00        | 6.25  | 0.00        | 50.00  | 0.00        | 2.30 | 0             |
| 49 | 8   | -27.27       | 0.00  | NA           | 75.00  | -8.33        | 62.50  | 37.50       | 0.00  | NA          | 62.50  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 50 | 7   | -22.22       | 28.57 | 28.57        | 100.00 | 28.57        | 57.14  | 28.57       | 0.00  | NA          | 57.14  | 28.57       | 2.77 | 30.25         |
| 51 | 13  | -13.33       | 7.69  | -42.31       | 76.92  | -3.85        | 76.92  | 28.21       | 7.69  | NA          | 69.23  | 15.38       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.19.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | δ QPC  | %DOC  | δ DOC   | %MSC   | δMSC   | %RT    | δRT    | %TI   | δTI     | %TP   | δTP    | CPCD | δCPCD |
|----|-----|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|--------|------|-------|
| 1  | 91  | 127.50 | 14.29 | 14.29   | 84.62  | 9.18   | 78.02  | -8.21  | 7.69  | -38.46  | 70.33 | -2.99  | 2.53 | 2.6   |
| 2  | 74  | 48.00  | 12.16 | 102.70  | 91.89  | 6.85   | 62.16  | 11.00  | 2.70  | 35.14   | 59.46 | 10.11  | 2.14 | 21.85 |
| 3  | 46  | 91.67  | 47.83 | -18.01  | 93.48  | -2.46  | 89.13  | -2.77  | 2.17  | -47.83  | 86.96 | -0.62  | 3.39 | -9.36 |
| 4  | 38  | 52.00  | 18.42 | 130.26  | 97.37  | 1.43   | 78.95  | 16.10  | 5.26  | 31.58   | 73.68 | 15.13  | 2.58 | 21.52 |
| 5  | 28  | 27.27  | 46.43 | 27.68   | 92.86  | 2.14   | 89.29  | -6.46  | 3.57  | -21.43  | 85.71 | -5.71  | 3.30 | 6.25  |
| 6  | 34  | 61.90  | 8.82  | -7.35   | 88.24  | 23.53  | 76.47  | 7.06   | 5.88  | 23.53   | 70.59 | 5.88   | 2.42 | 11.25 |
| 7  | 4   | -78.95 | 25.00 | -5.00   | 50.00  | -36.67 | 50.00  | -20.83 | 0.00  | NA      | 50.00 | -20.83 | 0.00 | NA    |
| 8  | 12  | -36.84 | 0.00  | NA      | 66.67  | -2.56  | 83.33  | 21.79  | 0.00  | NA      | 83.33 | 21.79  | 0.00 | NA    |
| 9  | 7   | 16.67  | 14.29 | -14.29  | 100.00 | 20.00  | 42.86  | 28.57  | 0.00  | NA      | 42.86 | 28.57  | 2.26 | 14.96 |
| 10 | 2   | -77.78 | 0.00  | NA      | 50.00  | -10.00 | 100.00 | 200.00 | 50.00 | 125.00  | 50.00 | 350.00 | 0.00 | NA    |
| 11 | 4   | -80.00 | 0.00  | NA      | 75.00  | 15.38  | 75.00  | 36.36  | 25.00 | 66.67   | 50.00 | 25.00  | 0.00 | NA    |
| 12 | 70  | 45.83  | 15.71 | -5.71   | 92.86  | 3.65   | 60.00  | 2.86   | 0.00  | NA      | 60.00 | 2.86   | 2.50 | 1.05  |
| 13 | 10  | -9.09  | 30.00 | 10.00   | 80.00  | 10.00  | 90.00  | 10.00  | 10.00 | 10.00   | 80.00 | 10.00  | 0.00 | NA    |
| 14 | 19  | 26.67  | 10.53 | 57.89   | 84.21  | -2.83  | 78.95  | 7.66   | 15.79 | -21.05  | 63.16 | 18.42  | 2.27 | 6.39  |
| 15 | 7   | -73.08 | 0.00  | -100.00 | 85.71  | 1.30   | 100.00 | 52.94  | 14.29 | 271.43  | 85.71 | 39.29  | 0.00 | NA    |
| 16 | 49  | 96.00  | 34.69 | 8.42    | 91.84  | 4.36   | 81.63  | -7.24  | 2.04  | -48.98  | 79.59 | -5.25  | 3.17 | 1.84  |
| 17 | 62  | 55.00  | 41.94 | 19.82   | 100.00 | 0.00   | 90.32  | 20.43  | 3.23  | -56.99  | 87.10 | 29.03  | 3.41 | 13.24 |
| 18 | 174 | 77.55  | 21.26 | 89.45   | 93.68  | 19.23  | 77.59  | 2.75   | 3.45  | NA      | 74.14 | -1.82  | 2.58 | 30.65 |
| 19 | 26  | 36.84  | 34.62 | -6.04   | 100.00 | 5.56   | 92.31  | 3.17   | 3.85  | -63.46  | 88.46 | 12.05  | 3.06 | 5.96  |
| 20 | 70  | 37.25  | 35.71 | 51.79   | 95.71  | 25.16  | 87.14  | 3.36   | 4.29  | -27.14  | 82.86 | 5.64   | 3.12 | 30.69 |
| 21 | 82  | 57.69  | 31.71 | 174.80  | 96.34  | 19.28  | 89.02  | 28.59  | 3.66  | NA      | 85.37 | 23.31  | 3.04 | 62.95 |
| 22 | 59  | 73.53  | 35.59 | 142.03  | 100.00 | 21.43  | 94.92  | 19.52  | 1.69  | -42.37  | 93.22 | 21.90  | 3.26 | 65.07 |
| 23 | 82  | 86.36  | 37.80 | 51.22   | 100.00 | 18.92  | 90.24  | 13.45  | 4.88  | -57.07  | 85.37 | 25.20  | 3.23 | 49.17 |
| 24 | 7   | -58.82 | 14.29 | -19.05  | 85.71  | 32.47  | 71.43  | 10.39  | 0.00  | -100.00 | 71.43 | 21.43  | 0.00 | NA    |
| 25 | 4   | -73.33 | 50.00 | 275.00  | 50.00  | -6.25  | 75.00  | 2.27   | 0.00  | -100.00 | 75.00 | 12.50  | 0.00 | NA    |
| 26 | 32  | 52.38  | 25.00 | -12.50  | 90.63  | 5.73   | 87.50  | -8.13  | 3.13  | -34.37  | 84.38 | -6.74  | 2.91 | -4.17 |



**Tabela D.20.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 15  | 25.00        | 0.00  | -100.00      | 93.33  | -6.67        | 86.67  | -5.45       | 6.67  | -20.00      | 80.00  | -4.00       | 2.03 | -19.49        |
| 28 | 2   | -90.48       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 31.25        | 50.00  | -41.67      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -34.38      | 0.00 | NA            |
| 29 | 12  | 9.09         | 25.00 | -31.25       | 100.00 | 10.00        | 91.67  | 0.83        | 16.67 | 83.33       | 75.00  | -8.33       | 3.13 | -5.82         |
| 30 | 5   | 0.00         | 0.00  | -100.00      | 60.00  | -25.00       | 60.00  | -40.00      | 0.00  | NA          | 60.00  | -40.00      | 0.00 | NA            |
| 31 | 6   | -60.00       | 0.00  | NA           | 83.33  | 4.17         | 83.33  | 38.89       | 33.33 | 150.00      | 50.00  | 7.14        | 0.00 | NA            |
| 32 | 34  | 41.67        | 14.71 | 76.47        | 91.18  | 28.72        | 85.29  | 46.22       | 2.94  | -29.41      | 82.35  | 52.04       | 2.76 | 43.08         |
| 33 | 4   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 25.00  | -50.00       | 25.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 25.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 34 | 6   | -64.71       | 0.00  | NA           | 66.67  | -5.56        | 33.33  | -37.04      | 0.00  | NA          | 33.33  | -37.04      | 0.00 | NA            |
| 35 | 3   | -66.67       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -25.00       | 66.67  | 50.00       | 0.00  | NA          | 66.67  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 36 | 9   | 28.57        | 44.44 | 3.70         | 100.00 | 0.00         | 55.56  | -2.78       | 0.00  | NA          | 55.56  | -2.78       | 2.08 | 1.17          |
| 37 | 3   | -70.00       | 33.33 | -16.67       | 66.67  | -16.67       | 100.00 | 66.67       | 0.00  | NA          | 100.00 | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 38 | 37  | 68.18        | 21.62 | -20.72       | 91.89  | 1.08         | 70.27  | -9.06       | 5.41  | NA          | 64.86  | -16.06      | 2.61 | -8.11         |
| 39 | 15  | 25.00        | 20.00 | -20.00       | 100.00 | 33.33        | 73.33  | 25.71       | 0.00  | NA          | 73.33  | 25.71       | 2.29 | 112.05        |
| 40 | 11  | 10.00        | 0.00  | NA           | 81.82  | 2.27         | 81.82  | 16.88       | 9.09  | -54.55      | 72.73  | 45.45       | 2.05 | 9.09          |
| 41 | 18  | 80.00        | 11.11 | -44.44       | 88.89  | 11.11        | 77.78  | 55.56       | 0.00  | -100.00     | 77.78  | 94.44       | 0.97 | NA            |
| 42 | 8   | -65.22       | 37.50 | 72.50        | 62.50  | -31.55       | 37.50  | -38.39      | 0.00  | NA          | 37.50  | -38.39      | 0.00 | NA            |
| 43 | 23  | 27.78        | 47.83 | 22.98        | 100.00 | 12.50        | 82.61  | -0.87       | 0.00  | NA          | 82.61  | -0.87       | 3.48 | 14.24         |
| 44 | 29  | 93.33        | 24.14 | 20.69        | 96.55  | 3.45         | 82.76  | -4.51       | 3.45  | -48.28      | 79.31  | -0.86       | 2.89 | 3.67          |
| 45 | 24  | 50.00        | 8.33  | 33.33        | 100.00 | 6.67         | 83.33  | 11.11       | 8.33  | 33.33       | 75.00  | 9.09        | 2.62 | 11.22         |
| 46 | 5   | -58.33       | 20.00 | 140.00       | 60.00  | -10.00       | 40.00  | -31.43      | 20.00 | -20.00      | 20.00  | -40.00      | 0.00 | NA            |
| 47 | 4   | -33.33       | 25.00 | -62.50       | 50.00  | -40.00       | 25.00  | -50.00      | 0.00  | NA          | 25.00  | -50.00      | 0.00 | NA            |
| 48 | 47  | 80.77        | 17.02 | 121.28       | 87.23  | 26.00        | 70.21  | 14.10       | 6.38  | -17.02      | 63.83  | 18.54       | 2.48 | 36.11         |
| 49 | 24  | 100.00       | 12.50 | -25.00       | 100.00 | 0.00         | 75.00  | -10.00      | 4.17  | NA          | 70.83  | -15.00      | 2.50 | -7.69         |
| 50 | 7   | -41.67       | 0.00  | NA           | 71.43  | -4.76        | 28.57  | -31.43      | 0.00  | NA          | 28.57  | -31.43      | 0.00 | NA            |
| 51 | 16  | 45.45        | 12.50 | -31.25       | 93.75  | 28.91        | 68.75  | 51.25       | 0.00  | NA          | 68.75  | 51.25       | 2.38 | 21.41         |
| 52 | 7   | -41.67       | 0.00  | NA           | 57.14  | -14.29       | 42.86  | -14.29      | 0.00  | NA          | 42.86  | -14.29      | 2.15 | NA            |

**Tabela D.21.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP   | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------|---------------|
| 1  | 91  | 127.50       | 14.29 | 14.29        | 84.62  | 9.18         | 76.92  | -9.50       | 8.79  | -29.67      | 68.13 | -6.02       | 2.52 | 2.04          |
| 2  | 74  | 48.00        | 12.16 | 102.70       | 90.54  | 5.28         | 63.51  | 13.42       | 2.70  | 35.14       | 60.81 | 12.61       | 2.14 | 21.33         |
| 3  | 46  | 91.67        | 52.17 | -10.56       | 93.48  | -2.46        | 84.78  | -7.51       | 2.17  | -47.83      | 82.61 | -5.59       | 3.44 | -8.23         |
| 4  | 38  | 52.00        | 18.42 | 130.26       | 97.37  | 1.43         | 78.95  | 16.10       | 7.89  | 97.37       | 71.05 | 11.02       | 2.58 | 21.52         |
| 5  | 28  | 27.27        | 46.43 | 27.68        | 92.86  | 2.14         | 89.29  | -6.46       | 3.57  | -21.43      | 85.71 | -5.71       | 3.30 | 6.25          |
| 6  | 34  | 61.90        | 11.76 | 23.53        | 91.18  | 27.65        | 76.47  | 7.06        | 5.88  | 23.53       | 70.59 | 5.88        | 2.57 | 18.46         |
| 7  | 4   | -78.95       | 25.00 | -5.00        | 50.00  | -36.67       | 50.00  | -20.83      | 0.00  | NA          | 50.00 | -20.83      | 0.00 | NA            |
| 8  | 11  | -42.11       | 0.00  | NA           | 63.64  | -6.99        | 81.82  | 19.58       | 0.00  | NA          | 81.82 | 19.58       | 0.00 | NA            |
| 9  | 7   | 16.67        | 14.29 | -14.29       | 100.00 | 20.00        | 42.86  | 28.57       | 0.00  | NA          | 42.86 | 28.57       | 2.26 | 14.96         |
| 10 | 2   | -77.78       | 0.00  | NA           | 50.00  | -10.00       | 100.00 | 200.00      | 50.00 | 125.00      | 50.00 | 350.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 3   | -85.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | 2.56         | 66.67  | 21.21       | 0.00  | -100.00     | 66.67 | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 12 | 70  | 45.83        | 15.71 | -5.71        | 92.86  | 3.65         | 60.00  | 2.86        | 0.00  | NA          | 60.00 | 2.86        | 2.50 | 1.05          |
| 13 | 10  | -9.09        | 30.00 | 10.00        | 80.00  | 10.00        | 90.00  | 10.00       | 10.00 | 10.00       | 80.00 | 10.00       | 0.00 | NA            |
| 14 | 19  | 26.67        | 10.53 | 57.89        | 84.21  | -2.83        | 78.95  | 7.66        | 15.79 | -21.05      | 63.16 | 18.42       | 2.27 | 6.39          |
| 15 | 7   | -73.08       | 0.00  | -100.00      | 85.71  | 1.30         | 100.00 | 52.94       | 14.29 | 271.43      | 85.71 | 39.29       | 0.00 | NA            |
| 16 | 49  | 96.00        | 34.69 | 8.42         | 91.84  | 4.36         | 81.63  | -7.24       | 2.04  | -48.98      | 79.59 | -5.25       | 3.17 | 1.84          |
| 17 | 62  | 55.00        | 41.94 | 19.82        | 100.00 | 0.00         | 91.94  | 22.58       | 3.23  | -56.99      | 88.71 | 31.42       | 3.43 | 14.03         |
| 18 | 174 | 77.55        | 21.26 | 89.45        | 93.68  | 19.23        | 77.59  | 2.75        | 3.45  | NA          | 74.14 | -1.82       | 2.58 | 30.65         |
| 19 | 27  | 42.11        | 33.33 | -9.52        | 100.00 | 5.56         | 92.59  | 3.49        | 3.70  | -64.81      | 88.89 | 12.59       | 3.03 | 4.95          |
| 20 | 70  | 37.25        | 30.00 | 27.50        | 95.71  | 25.16        | 91.43  | 8.44        | 4.29  | -27.14      | 87.14 | 11.11       | 3.04 | 27.38         |
| 21 | 81  | 55.77        | 32.10 | 178.19       | 97.53  | 20.75        | 87.65  | 26.61       | 2.47  | NA          | 85.19 | 23.05       | 3.05 | 63.84         |
| 22 | 59  | 73.53        | 35.59 | 142.03       | 100.00 | 21.43        | 94.92  | 19.52       | 1.69  | -42.37      | 93.22 | 21.90       | 3.26 | 65.07         |
| 23 | 82  | 86.36        | 41.46 | 65.85        | 100.00 | 18.92        | 87.80  | 10.38       | 4.88  | -57.07      | 82.93 | 21.63       | 3.29 | 51.66         |
| 24 | 7   | -58.82       | 28.57 | 61.90        | 85.71  | 32.47        | 57.14  | -11.69      | 0.00  | -100.00     | 57.14 | -2.86       | 0.00 | NA            |
| 25 | 4   | -73.33       | 25.00 | 87.50        | 50.00  | -6.25        | 50.00  | -31.82      | 0.00  | -100.00     | 50.00 | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 26 | 32  | 52.38        | 25.00 | -12.50       | 90.63  | 5.73         | 87.50  | -8.13       | 3.13  | -34.37      | 84.38 | -6.74       | 2.91 | -4.17         |

**Tabela D.22.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 15  | 25.00        | 0.00  | -100.00      | 93.33  | -6.67        | 86.67  | -5.45       | 6.67  | -20.00      | 80.00  | -4.00       | 2.03 | -19.49        |
| 28 | 2   | -90.48       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 31.25        | 50.00  | -41.67      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -34.38      | 0.00 | NA            |
| 29 | 12  | 9.09         | 25.00 | -31.25       | 100.00 | 10.00        | 91.67  | 0.83        | 16.67 | 83.33       | 75.00  | -8.33       | 3.13 | -5.82         |
| 30 | 5   | 0.00         | 0.00  | -100.00      | 60.00  | -25.00       | 60.00  | -40.00      | 0.00  | NA          | 60.00  | -40.00      | 0.00 | NA            |
| 31 | 6   | -60.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | -16.67       | 83.33  | 38.89       | 33.33 | 150.00      | 50.00  | 7.14        | 0.00 | NA            |
| 32 | 34  | 41.67        | 14.71 | 76.47        | 91.18  | 28.72        | 85.29  | 46.22       | 2.94  | -29.41      | 82.35  | 52.04       | 2.76 | 43.08         |
| 33 | 4   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -52.94       | 0.00  | NA           | 75.00  | 6.25         | 50.00  | -5.56       | 0.00  | NA          | 50.00  | -5.56       | 0.00 | NA            |
| 35 | 3   | -66.67       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -25.00       | 66.67  | 50.00       | 0.00  | NA          | 66.67  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 36 | 9   | 28.57        | 44.44 | 3.70         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 16.67       | 0.00  | NA          | 66.67  | 16.67       | 2.31 | 12.44         |
| 37 | 3   | -70.00       | 33.33 | -16.67       | 66.67  | -16.67       | 100.00 | 66.67       | 0.00  | NA          | 100.00 | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 38 | 38  | 72.73        | 26.32 | -3.51        | 92.11  | 1.32         | 73.68  | -4.64       | 5.26  | NA          | 68.42  | -11.46      | 2.78 | -1.87         |
| 39 | 15  | 25.00        | 20.00 | -20.00       | 100.00 | 33.33        | 73.33  | 25.71       | 0.00  | NA          | 73.33  | 25.71       | 2.29 | 112.05        |
| 40 | 11  | 10.00        | 0.00  | NA           | 81.82  | 2.27         | 81.82  | 16.88       | 9.09  | -54.55      | 72.73  | 45.45       | 2.05 | 9.09          |
| 41 | 18  | 80.00        | 11.11 | -44.44       | 88.89  | 11.11        | 72.22  | 44.44       | 0.00  | -100.00     | 72.22  | 80.56       | 0.76 | NA            |
| 42 | 9   | -60.87       | 33.33 | 53.33        | 55.56  | -39.15       | 55.56  | -8.73       | 0.00  | NA          | 55.56  | -8.73       | 0.00 | NA            |
| 43 | 24  | 33.33        | 45.83 | 17.86        | 100.00 | 12.50        | 83.33  | 0.00        | 0.00  | NA          | 83.33  | 0.00        | 3.44 | 12.91         |
| 44 | 30  | 100.00       | 23.33 | 16.67        | 93.33  | 0.00         | 83.33  | -3.85       | 3.33  | -50.00      | 80.00  | 0.00        | 2.83 | 1.71          |
| 45 | 24  | 50.00        | 8.33  | 33.33        | 95.83  | 2.22         | 100.00 | 33.33       | 8.33  | 33.33       | 91.67  | 33.33       | 2.78 | 17.85         |
| 46 | 4   | -66.67       | 25.00 | 200.00       | 50.00  | -25.00       | 50.00  | -14.29      | 25.00 | 0.00        | 25.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 47 | 4   | -33.33       | 25.00 | -62.50       | 50.00  | -40.00       | 25.00  | -50.00      | 0.00  | NA          | 25.00  | -50.00      | 0.00 | NA            |
| 48 | 47  | 80.77        | 17.02 | 121.28       | 87.23  | 26.00        | 68.09  | 10.64       | 6.38  | -17.02      | 61.70  | 14.59       | 2.45 | 34.65         |
| 49 | 24  | 100.00       | 12.50 | -25.00       | 100.00 | 0.00         | 75.00  | -10.00      | 4.17  | NA          | 70.83  | -15.00      | 2.50 | -7.69         |
| 50 | 6   | -50.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | -11.11       | 50.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 51 | 16  | 45.45        | 12.50 | -31.25       | 93.75  | 28.91        | 68.75  | 51.25       | 0.00  | NA          | 68.75  | 51.25       | 2.38 | 21.41         |
| 52 | 6   | -50.00       | 0.00  | NA           | 50.00  | -25.00       | 33.33  | -33.33      | 0.00  | NA          | 33.33  | -33.33      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.23.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | δ QPC  | %DOC  | δ DOC   | %MSC   | δMSC   | %RT    | δRT    | %TI   | δTI     | %TP   | δTP    | CPCD | δCPCD |
|----|-----|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|--------|------|-------|
| 1  | 91  | 127.50 | 14.29 | 14.29   | 83.52  | 7.76   | 79.12  | -6.92  | 8.79  | -29.67  | 70.33 | -2.99  | 2.53 | 2.6   |
| 2  | 74  | 48.00  | 12.16 | 102.70  | 91.89  | 6.85   | 62.16  | 11.00  | 2.70  | 35.14   | 59.46 | 10.11  | 2.14 | 21.85 |
| 3  | 46  | 91.67  | 47.83 | -18.01  | 93.48  | -2.46  | 89.13  | -2.77  | 2.17  | -47.83  | 86.96 | -0.62  | 3.39 | -9.36 |
| 4  | 38  | 52.00  | 15.79 | 97.37   | 97.37  | 1.43   | 76.32  | 12.23  | 2.63  | -34.21  | 73.68 | 15.13  | 2.48 | 16.49 |
| 5  | 28  | 27.27  | 46.43 | 27.68   | 92.86  | 2.14   | 89.29  | -6.46  | 3.57  | -21.43  | 85.71 | -5.71  | 3.30 | 6.25  |
| 6  | 34  | 61.90  | 8.82  | -7.35   | 91.18  | 27.65  | 76.47  | 7.06   | 5.88  | 23.53   | 70.59 | 5.88   | 2.46 | 12.94 |
| 7  | 4   | -78.95 | 25.00 | -5.00   | 50.00  | -36.67 | 50.00  | -20.83 | 0.00  | NA      | 50.00 | -20.83 | 0.00 | NA    |
| 8  | 12  | -36.84 | 0.00  | NA      | 75.00  | 9.62   | 66.67  | -2.56  | 0.00  | NA      | 66.67 | -2.56  | 0.00 | NA    |
| 9  | 7   | 16.67  | 14.29 | -14.29  | 100.00 | 20.00  | 42.86  | 28.57  | 0.00  | NA      | 42.86 | 28.57  | 2.26 | 14.96 |
| 10 | 2   | -77.78 | 0.00  | NA      | 50.00  | -10.00 | 100.00 | 200.00 | 50.00 | 125.00  | 50.00 | 350.00 | 0.00 | NA    |
| 11 | 3   | -85.00 | 0.00  | NA      | 66.67  | 2.56   | 66.67  | 21.21  | 0.00  | -100.00 | 66.67 | 66.67  | 0.00 | NA    |
| 12 | 70  | 45.83  | 15.71 | -5.71   | 92.86  | 3.65   | 60.00  | 2.86   | 0.00  | NA      | 60.00 | 2.86   | 2.50 | 1.05  |
| 13 | 10  | -9.09  | 30.00 | 10.00   | 80.00  | 10.00  | 90.00  | 10.00  | 10.00 | 10.00   | 80.00 | 10.00  | 0.00 | NA    |
| 14 | 19  | 26.67  | 10.53 | 57.89   | 84.21  | -2.83  | 78.95  | 7.66   | 15.79 | -21.05  | 63.16 | 18.42  | 2.27 | 6.39  |
| 15 | 7   | -73.08 | 0.00  | -100.00 | 85.71  | 1.30   | 100.00 | 52.94  | 14.29 | 271.43  | 85.71 | 39.29  | 0.00 | NA    |
| 16 | 49  | 96.00  | 34.69 | 8.42    | 91.84  | 4.36   | 79.59  | -9.55  | 2.04  | -48.98  | 77.55 | -7.68  | 3.14 | 1.02  |
| 17 | 62  | 55.00  | 37.10 | 5.99    | 100.00 | 0.00   | 93.55  | 24.73  | 3.23  | -56.99  | 90.32 | 33.81  | 3.33 | 10.79 |
| 18 | 173 | 76.53  | 21.39 | 90.54   | 93.64  | 19.18  | 78.61  | 4.11   | 3.47  | NA      | 75.14 | -0.48  | 2.59 | 31.51 |
| 19 | 26  | 36.84  | 34.62 | -6.04   | 100.00 | 5.56   | 92.31  | 3.17   | 7.69  | -26.92  | 84.62 | 7.18   | 3.06 | 5.96  |
| 20 | 69  | 35.29  | 33.33 | 41.67   | 97.10  | 26.98  | 95.65  | 13.45  | 4.35  | -26.09  | 91.30 | 16.41  | 3.21 | 34.68 |
| 21 | 82  | 57.69  | 31.71 | 174.80  | 96.34  | 19.28  | 89.02  | 28.59  | 3.66  | NA      | 85.37 | 23.31  | 3.04 | 62.95 |
| 22 | 59  | 73.53  | 30.51 | 107.46  | 100.00 | 21.43  | 96.61  | 21.66  | 1.69  | -42.37  | 94.92 | 24.12  | 3.16 | 59.85 |
| 23 | 82  | 86.36  | 37.80 | 51.22   | 100.00 | 18.92  | 91.46  | 14.98  | 4.88  | -57.07  | 86.59 | 26.99  | 3.25 | 50.1  |
| 24 | 6   | -64.71 | 16.67 | -5.56   | 83.33  | 28.79  | 66.67  | 3.03   | 0.00  | -100.00 | 66.67 | 13.33  | 0.00 | NA    |
| 25 | 5   | -66.67 | 20.00 | 50.00   | 60.00  | 12.50  | 60.00  | -18.18 | 0.00  | -100.00 | 60.00 | -10.00 | 0.00 | NA    |
| 26 | 32  | 52.38  | 25.00 | -12.50  | 90.63  | 5.73   | 87.50  | -8.13  | 3.13  | -34.37  | 84.38 | -6.74  | 2.91 | -4.17 |

**Tabela D.24.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2013-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 16  | 33.33        | 6.25  | -25.00       | 93.75  | -6.25        | 87.50  | -4.55       | 6.25  | -25.00      | 81.25  | -2.50       | 2.21 | -12.1         |
| 28 | 2   | -90.48       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 31.25        | 50.00  | -41.67      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -34.38      | 0.00 | NA            |
| 29 | 12  | 9.09         | 25.00 | -31.25       | 100.00 | 10.00        | 83.33  | -8.33       | 16.67 | 83.33       | 66.67  | -18.52      | 3.03 | -8.95         |
| 30 | 6   | 20.00        | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -37.50       | 83.33  | -16.67      | 0.00  | NA          | 83.33  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 31 | 5   | -66.67       | 0.00  | NA           | 80.00  | 0.00         | 80.00  | 33.33       | 40.00 | 200.00      | 40.00  | -14.29      | 0.00 | NA            |
| 32 | 34  | 41.67        | 11.76 | 41.18        | 88.24  | 24.57        | 85.29  | 46.22       | 2.94  | -29.41      | 82.35  | 52.04       | 2.61 | 35.45         |
| 33 | 4   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -52.94       | 0.00  | NA           | 75.00  | 6.25         | 62.50  | 18.06       | 0.00  | NA          | 62.50  | 18.06       | 0.00 | NA            |
| 35 | 4   | -55.56       | 25.00 | 125.00       | 75.00  | -15.63       | 50.00  | 12.50       | 0.00  | NA          | 50.00  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 36 | 10  | 42.86        | 50.00 | 16.67        | 100.00 | 0.00         | 70.00  | 22.50       | 0.00  | NA          | 70.00  | 22.50       | 2.58 | 25.54         |
| 37 | 3   | -70.00       | 33.33 | -16.67       | 66.67  | -16.67       | 100.00 | 66.67       | 0.00  | NA          | 100.00 | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 38 | 38  | 72.73        | 26.32 | -3.51        | 92.11  | 1.32         | 73.68  | -4.64       | 5.26  | NA          | 68.42  | -11.46      | 2.78 | -1.87         |
| 39 | 15  | 25.00        | 20.00 | -20.00       | 100.00 | 33.33        | 73.33  | 25.71       | 0.00  | NA          | 73.33  | 25.71       | 2.29 | 112.05        |
| 40 | 11  | 10.00        | 0.00  | NA           | 90.91  | 13.64        | 72.73  | 3.90        | 0.00  | -100.00     | 72.73  | 45.45       | 2.05 | 9.09          |
| 41 | 18  | 80.00        | 11.11 | -44.44       | 88.89  | 11.11        | 77.78  | 55.56       | 0.00  | -100.00     | 77.78  | 94.44       | 0.97 | NA            |
| 42 | 9   | -60.87       | 33.33 | 53.33        | 44.44  | -51.32       | 66.67  | 9.52        | 0.00  | NA          | 66.67  | 9.52        | 0.00 | NA            |
| 43 | 23  | 27.78        | 47.83 | 22.98        | 100.00 | 12.50        | 82.61  | -0.87       | 0.00  | NA          | 82.61  | -0.87       | 3.48 | 14.24         |
| 44 | 29  | 93.33        | 24.14 | 20.69        | 93.10  | -0.25        | 86.21  | -0.53       | 3.45  | -48.28      | 82.76  | 3.45        | 2.89 | 3.67          |
| 45 | 24  | 50.00        | 8.33  | 33.33        | 95.83  | 2.22         | 95.83  | 27.78       | 8.33  | 33.33       | 87.50  | 27.27       | 2.72 | 15.64         |
| 46 | 4   | -66.67       | 25.00 | 200.00       | 50.00  | -25.00       | 50.00  | -14.29      | 25.00 | 0.00        | 25.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 47 | 4   | -33.33       | 25.00 | -62.50       | 75.00  | -10.00       | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 48 | 47  | 80.77        | 17.02 | 121.28       | 87.23  | 26.00        | 70.21  | 14.10       | 6.38  | -17.02      | 63.83  | 18.54       | 2.48 | 36.11         |
| 49 | 24  | 100.00       | 12.50 | -25.00       | 100.00 | 0.00         | 75.00  | -10.00      | 4.17  | NA          | 70.83  | -15.00      | 2.50 | -7.69         |
| 50 | 7   | -41.67       | 0.00  | NA           | 57.14  | -23.81       | 28.57  | -31.43      | 0.00  | NA          | 28.57  | -31.43      | 0.00 | NA            |
| 51 | 17  | 54.55        | 11.76 | -35.29       | 94.12  | 29.41        | 64.71  | 42.35       | 0.00  | NA          | 64.71  | 42.35       | 2.31 | 18.02         |
| 52 | 6   | -50.00       | 0.00  | NA           | 50.00  | -25.00       | 33.33  | -33.33      | 0.00  | NA          | 33.33  | -33.33      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.25.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 58  | -3.33        | 12.07 | 44.83        | 87.93  | 12.25        | 77.59  | 13.54       | 10.34 | 55.17       | 67.24  | 9.04        | 2.49 | 17.24         |
| 2  | 56  | -1.75        | 3.57  | 1.79         | 85.71  | 8.57         | 69.64  | 13.42       | 5.36  | 1.79        | 64.29  | 14.51       | 1.88 | 15.98         |
| 3  | 29  | -3.33        | 44.83 | 3.45         | 89.66  | 3.45         | 82.76  | 3.45        | 6.90  | 3.45        | 75.86  | 3.45        | 3.14 | 4.73          |
| 4  | 41  | 32.26        | 9.76  | 51.22        | 97.56  | 4.29         | 85.37  | 10.26       | 2.44  | -24.39      | 82.93  | 11.77       | 2.47 | 12.89         |
| 5  | 23  | 0.00         | 30.43 | 0.00         | 91.30  | 0.00         | 95.65  | 0.00        | 8.70  | 0.00        | 86.96  | 0.00        | 2.97 | 0             |
| 6  | 17  | -10.53       | 11.76 | 11.76        | 70.59  | 11.76        | 88.24  | 11.76       | 5.88  | 11.76       | 82.35  | 11.76       | 2.46 | 11.76         |
| 7  | 2   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 14.29        | 100.00 | 33.33       | 0.00  | NA          | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 8  | 8   | -27.27       | 0.00  | NA           | 50.00  | -8.33        | 75.00  | 37.50       | 0.00  | NA          | 75.00  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 9  | 11  | 0.00         | 9.09  | 0.00         | 72.73  | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 27.27 | 0.00        | 63.64  | 0.00        | 2.27 | 0             |
| 10 | 5   | -58.33       | 40.00 | 60.00        | 80.00  | 6.67         | 80.00  | 92.00       | 0.00  | -100.00     | 80.00  | 140.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 10  | -47.37       | 10.00 | -5.00        | 70.00  | -5.00        | 90.00  | 42.50       | 20.00 | 90.00       | 70.00  | 33.00       | 0.00 | NA            |
| 12 | 44  | -4.35        | 20.45 | 4.55         | 93.18  | 4.55         | 65.91  | 4.55        | 0.00  | NA          | 65.91  | 4.55        | 2.76 | 4.55          |
| 13 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 77.78  | 0.00        | 0.00  | NA          | 77.78  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 14 | 10  | 0.00         | 20.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 90.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 80.00  | 0.00        | 2.60 | 0             |
| 15 | 14  | -46.15       | 28.57 | 48.57        | 85.71  | 6.12         | 92.86  | 20.71       | 7.14  | 85.71       | 85.71  | 17.29       | 0.00 | NA            |
| 16 | 29  | 0.00         | 34.48 | 0.00         | 93.10  | 0.00         | 75.86  | 0.00        | 3.45  | 0.00        | 72.41  | 0.00        | 3.11 | 0             |
| 17 | 55  | 27.91        | 27.27 | 30.30        | 94.55  | 6.99         | 89.09  | 19.72       | 3.64  | -47.88      | 85.45  | 26.71       | 2.90 | 21.6          |
| 18 | 180 | 52.54        | 15.00 | 60.91        | 89.44  | 12.28        | 76.67  | 5.19        | 5.00  | 195.00      | 71.67  | 0.67        | 2.32 | 21.24         |
| 19 | 21  | 16.67        | 38.10 | 37.14        | 100.00 | 12.50        | 95.24  | 7.14        | 4.76  | -14.29      | 90.48  | 8.57        | 3.21 | 32.12         |
| 20 | 78  | 25.81        | 25.64 | 58.97        | 94.87  | 20.04        | 84.62  | 14.05       | 5.13  | 5.98        | 79.49  | 14.61       | 2.81 | 33.82         |
| 21 | 70  | 34.62        | 31.43 | 226.86       | 98.57  | 31.43        | 85.71  | 27.35       | 2.86  | -25.71      | 82.86  | 30.56       | 3.03 | 83.62         |
| 22 | 83  | 36.07        | 30.12 | 162.48       | 98.80  | 15.89        | 93.98  | 16.99       | 3.61  | -26.51      | 90.36  | 19.83       | 3.07 | 54.46         |
| 23 | 79  | 38.60        | 26.58 | 8.23         | 100.00 | 9.62         | 96.20  | 11.91       | 5.06  | -51.90      | 91.14  | 20.81       | 3.04 | 21.07         |
| 24 | 9   | -65.38       | 11.11 | -58.73       | 88.89  | 21.64        | 100.00 | 44.44       | 11.11 | 188.89      | 88.89  | 35.95       | 0.00 | NA            |
| 25 | 13  | -13.33       | 23.08 | 15.38        | 61.54  | 2.56         | 76.92  | 4.90        | 15.38 | 15.38       | 61.54  | 2.56        | 0.00 | NA            |
| 26 | 21  | 0.00         | 23.81 | 0.00         | 85.71  | 0.00         | 90.48  | 0.00        | 9.52  | 0.00        | 80.95  | 0.00        | 2.84 | 0             |
| 27 | 6   | 0.00         | 0.00  | NA           | 83.33  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 16.67 | 0.00        | 83.33  | 0.00        | 2.08 | 0             |

**Tabela D.26.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 28 | 8   | -38.46       | 12.50  | -18.75       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 18.18       | 12.50 | 62.50       | 87.50  | 13.75       | 0.00 | NA            |
| 29 | 2   | -91.67       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 26.32        | 100.00 | 20.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 30 | 10  | 0.00         | 30.00  | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 80.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 80.00  | 0.00        | 2.84 | 0             |
| 31 | 5   | 0.00         | 0.00   | NA           | 60.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 32 | 12  | -7.69        | 16.67  | 116.67       | 100.00 | 8.33         | 91.67  | 19.17       | 0.00  | -100.00     | 91.67  | 32.41       | 0.00 | NA            |
| 33 | 23  | 0.00         | 17.39  | 0.00         | 91.30  | 10.53        | 86.96  | 17.65       | 17.39 | 33.33       | 69.57  | 14.29       | 2.88 | 10.42         |
| 34 | 6   | -45.45       | 16.67  | 83.33        | 66.67  | 83.33        | 50.00  | 83.33       | 0.00  | NA          | 50.00  | 83.33       | 0.00 | NA            |
| 35 | 10  | -44.44       | 10.00  | 80.00        | 80.00  | -4.00        | 40.00  | 2.86        | 10.00 | NA          | 30.00  | -22.86      | 0.00 | NA            |
| 36 | 5   | 0.00         | 0.00   | NA           | 60.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 37 | 10  | -9.09        | 10.00  | 10.00        | 90.00  | -1.00        | 80.00  | 10.00       | 0.00  | NA          | 80.00  | 10.00       | 0.00 | NA            |
| 38 | 6   | 0.00         | 50.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 0.00        | 0.00  | NA          | 66.67  | 0.00        | 2.51 | 0             |
| 39 | 7   | -12.50       | 57.14  | 14.29        | 85.71  | 14.29        | 57.14  | -8.57       | 0.00  | NA          | 57.14  | -8.57       | 0.00 | NA            |
| 40 | 31  | 14.81        | 29.03  | 11.98        | 93.55  | 9.82         | 77.42  | 16.13       | 3.23  | -12.90      | 74.19  | 17.84       | 2.93 | 13.66         |
| 41 | 10  | -9.09        | 40.00  | 10.00        | 100.00 | 10.00        | 60.00  | 10.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 10.00       | 2.44 | 30.99         |
| 42 | 10  | 0.00         | 0.00   | NA           | 70.00  | 0.00         | 40.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 30.00  | 0.00        | 1.38 | 0             |
| 43 | 12  | -14.29       | 25.00  | 16.67        | 91.67  | 16.67        | 75.00  | 16.67       | 0.00  | NA          | 75.00  | 16.67       | 1.07 | NA            |
| 44 | 2   | -66.67       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 45 | 14  | -44.00       | 14.29  | -10.71       | 100.00 | 13.64        | 92.86  | 36.55       | 14.29 | 78.57       | 78.57  | 30.95       | 0.00 | NA            |
| 46 | 20  | -4.76        | 40.00  | 5.00         | 90.00  | 5.00         | 80.00  | 5.00        | 5.00  | 5.00        | 75.00  | 5.00        | 3.05 | 6.26          |
| 47 | 18  | 5.88         | 22.22  | -5.56        | 94.44  | 0.35         | 66.67  | 3.03        | 5.56  | -5.56       | 61.11  | 3.89        | 2.61 | -0.24         |
| 48 | 15  | 0.00         | 6.67   | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 60.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 60.00  | 0.00        | 2.01 | 0             |
| 49 | 8   | -42.86       | 12.50  | 75.00        | 75.00  | 5.00         | 75.00  | 50.00       | 25.00 | 75.00       | 50.00  | 40.00       | 0.00 | NA            |
| 50 | 6   | -33.33       | 50.00  | -25.00       | 83.33  | -6.25        | 83.33  | 50.00       | 0.00  | NA          | 83.33  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 51 | 28  | 7.69         | 21.43  | 178.57       | 78.57  | 27.68        | 64.29  | 19.39       | 3.57  | -7.14       | 60.71  | 21.43       | 2.42 | 49.76         |
| 52 | 15  | 0.00         | 20.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 0.00        | 0.00  | NA          | 66.67  | 0.00        | 2.58 | 0             |
| 53 | 12  | -29.41       | 0.00   | NA           | 83.33  | 8.97         | 41.67  | 41.67       | 0.00  | NA          | 41.67  | 41.67       | 0.00 | NA            |
| 54 | 12  | -7.69        | 16.67  | 8.33         | 75.00  | 8.33         | 58.33  | 8.33        | 0.00  | NA          | 58.33  | 8.33        | 2.11 | 8.87          |
| 55 | 11  | -15.38       | 0.00   | NA           | 81.82  | 6.36         | 36.36  | -5.45       | 0.00  | NA          | 36.36  | -5.45       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.27.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte I

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 58  | -3.33        | 12.07 | 44.83        | 87.93  | 12.25        | 77.59  | 13.54       | 10.34 | 55.17       | 67.24  | 9.04        | 2.49 | 17.24         |
| 2  | 56  | -1.75        | 3.57  | 1.79         | 85.71  | 8.57         | 69.64  | 13.42       | 5.36  | 1.79        | 64.29  | 14.51       | 1.88 | 15.98         |
| 3  | 29  | -3.33        | 44.83 | 3.45         | 89.66  | 3.45         | 82.76  | 3.45        | 6.90  | 3.45        | 75.86  | 3.45        | 3.14 | 4.73          |
| 4  | 41  | 32.26        | 9.76  | 51.22        | 97.56  | 4.29         | 85.37  | 10.26       | 2.44  | -24.39      | 82.93  | 11.77       | 2.47 | 12.89         |
| 5  | 23  | 0.00         | 30.43 | 0.00         | 91.30  | 0.00         | 95.65  | 0.00        | 8.70  | 0.00        | 86.96  | 0.00        | 2.97 | 0             |
| 6  | 17  | -10.53       | 11.76 | 11.76        | 70.59  | 11.76        | 88.24  | 11.76       | 5.88  | 11.76       | 82.35  | 11.76       | 2.46 | 11.76         |
| 7  | 2   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 14.29        | 100.00 | 33.33       | 0.00  | NA          | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 8  | 8   | -27.27       | 0.00  | NA           | 50.00  | -8.33        | 75.00  | 37.50       | 0.00  | NA          | 75.00  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 9  | 11  | 0.00         | 9.09  | 0.00         | 72.73  | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 27.27 | 0.00        | 63.64  | 0.00        | 2.27 | 0             |
| 10 | 5   | -58.33       | 40.00 | 60.00        | 80.00  | 6.67         | 80.00  | 92.00       | 0.00  | -100.00     | 80.00  | 140.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 10  | -47.37       | 10.00 | -5.00        | 70.00  | -5.00        | 90.00  | 42.50       | 20.00 | 90.00       | 70.00  | 33.00       | 0.00 | NA            |
| 12 | 44  | -4.35        | 20.45 | 4.55         | 93.18  | 4.55         | 65.91  | 4.55        | 0.00  | NA          | 65.91  | 4.55        | 2.76 | 4.55          |
| 13 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 77.78  | 0.00        | 0.00  | NA          | 77.78  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 14 | 10  | 0.00         | 20.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 90.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 80.00  | 0.00        | 2.60 | 0             |
| 15 | 14  | -46.15       | 28.57 | 48.57        | 85.71  | 6.12         | 92.86  | 20.71       | 7.14  | 85.71       | 85.71  | 17.29       | 0.00 | NA            |
| 16 | 29  | 0.00         | 34.48 | 0.00         | 93.10  | 0.00         | 75.86  | 0.00        | 3.45  | 0.00        | 72.41  | 0.00        | 3.11 | 0             |
| 17 | 55  | 27.91        | 21.82 | 4.24         | 94.55  | 6.99         | 89.09  | 19.72       | 1.82  | -73.94      | 87.27  | 29.40       | 2.76 | 15.87         |
| 18 | 180 | 52.54        | 15.00 | 60.91        | 89.44  | 12.28        | 76.67  | 5.19        | 5.00  | 195.00      | 71.67  | 0.67        | 2.32 | 21.24         |
| 19 | 21  | 16.67        | 38.10 | 37.14        | 100.00 | 12.50        | 95.24  | 7.14        | 4.76  | -14.29      | 90.48  | 8.57        | 3.21 | 32.12         |
| 20 | 78  | 25.81        | 23.08 | 43.08        | 94.87  | 20.04        | 84.62  | 14.05       | 6.41  | 32.48       | 78.21  | 12.76       | 2.75 | 30.76         |
| 21 | 70  | 34.62        | 31.43 | 226.86       | 98.57  | 31.43        | 85.71  | 27.35       | 4.29  | 11.43       | 81.43  | 28.31       | 3.03 | 83.62         |
| 22 | 83  | 36.07        | 30.12 | 162.48       | 98.80  | 15.89        | 93.98  | 16.99       | 3.61  | -26.51      | 90.36  | 19.83       | 3.07 | 54.46         |
| 23 | 79  | 38.60        | 32.91 | 34.00        | 100.00 | 9.62         | 96.20  | 11.91       | 5.06  | -51.90      | 91.14  | 20.81       | 3.20 | 27.58         |
| 24 | 9   | -65.38       | 11.11 | -58.73       | 88.89  | 21.64        | 100.00 | 44.44       | 11.11 | 188.89      | 88.89  | 35.95       | 0.00 | NA            |
| 25 | 13  | -13.33       | 23.08 | 15.38        | 61.54  | 2.56         | 76.92  | 4.90        | 15.38 | 15.38       | 61.54  | 2.56        | 0.00 | NA            |
| 26 | 21  | 0.00         | 23.81 | 0.00         | 85.71  | 0.00         | 90.48  | 0.00        | 9.52  | 0.00        | 80.95  | 0.00        | 2.84 | 0             |
| 27 | 6   | 0.00         | 0.00  | NA           | 83.33  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 16.67 | 0.00        | 83.33  | 0.00        | 2.08 | 0             |



**Tabela D.28.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 28 | 8   | -38.46       | 12.50  | -18.75       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 18.18       | 12.50 | 62.50       | 87.50  | 13.75       | 0.00 | NA            |
| 29 | 2   | -91.67       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 26.32        | 100.00 | 20.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 30 | 10  | 0.00         | 30.00  | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 80.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 80.00  | 0.00        | 2.84 | 0             |
| 31 | 5   | 0.00         | 0.00   | NA           | 60.00  | 0.00         | 40.00  | -33.33      | 0.00  | NA          | 40.00  | -33.33      | 0.00 | NA            |
| 32 | 12  | -7.69        | 8.33   | 8.33         | 91.67  | -0.69        | 91.67  | 19.17       | 8.33  | 8.33        | 83.33  | 20.37       | 0.00 | NA            |
| 33 | 23  | 0.00         | 17.39  | 0.00         | 91.30  | 10.53        | 86.96  | 17.65       | 17.39 | 33.33       | 69.57  | 14.29       | 2.88 | 10.42         |
| 34 | 6   | -45.45       | 16.67  | 83.33        | 66.67  | 83.33        | 50.00  | 83.33       | 0.00  | NA          | 50.00  | 83.33       | 0.00 | NA            |
| 35 | 11  | -38.89       | 9.09   | 63.64        | 81.82  | -1.82        | 45.45  | 16.88       | 9.09  | NA          | 36.36  | -6.49       | 0.00 | NA            |
| 36 | 5   | 0.00         | 0.00   | NA           | 60.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 37 | 10  | -9.09        | 10.00  | 10.00        | 90.00  | -1.00        | 80.00  | 10.00       | 0.00  | NA          | 80.00  | 10.00       | 0.00 | NA            |
| 38 | 6   | 0.00         | 50.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 0.00        | 0.00  | NA          | 66.67  | 0.00        | 2.51 | 0             |
| 39 | 7   | -12.50       | 57.14  | 14.29        | 85.71  | 14.29        | 57.14  | -8.57       | 0.00  | NA          | 57.14  | -8.57       | 0.00 | NA            |
| 40 | 31  | 14.81        | 29.03  | 11.98        | 93.55  | 9.82         | 77.42  | 16.13       | 3.23  | -12.90      | 74.19  | 17.84       | 2.93 | 13.66         |
| 41 | 10  | -9.09        | 40.00  | 10.00        | 100.00 | 10.00        | 60.00  | 10.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 10.00       | 2.44 | 30.99         |
| 42 | 10  | 0.00         | 0.00   | NA           | 70.00  | 0.00         | 40.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 30.00  | 0.00        | 1.38 | 0             |
| 43 | 12  | -14.29       | 25.00  | 16.67        | 91.67  | 16.67        | 75.00  | 16.67       | 0.00  | NA          | 75.00  | 16.67       | 1.07 | NA            |
| 44 | 2   | -66.67       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 45 | 14  | -44.00       | 14.29  | -10.71       | 100.00 | 13.64        | 92.86  | 36.55       | 14.29 | 78.57       | 78.57  | 30.95       | 0.00 | NA            |
| 46 | 20  | -4.76        | 40.00  | 5.00         | 90.00  | 5.00         | 80.00  | 5.00        | 5.00  | 5.00        | 75.00  | 5.00        | 3.05 | 6.26          |
| 47 | 18  | 5.88         | 22.22  | -5.56        | 94.44  | 0.35         | 66.67  | 3.03        | 5.56  | -5.56       | 61.11  | 3.89        | 2.61 | -0.24         |
| 48 | 15  | 0.00         | 6.67   | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 66.67  | 11.11       | 0.00  | NA          | 66.67  | 11.11       | 2.10 | 4.14          |
| 49 | 8   | -42.86       | 12.50  | 75.00        | 75.00  | 5.00         | 75.00  | 50.00       | 25.00 | 75.00       | 50.00  | 40.00       | 0.00 | NA            |
| 50 | 6   | -33.33       | 50.00  | -25.00       | 83.33  | -6.25        | 83.33  | 50.00       | 0.00  | NA          | 83.33  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 51 | 28  | 7.69         | 21.43  | 178.57       | 78.57  | 27.68        | 64.29  | 19.39       | 3.57  | -7.14       | 60.71  | 21.43       | 2.42 | 49.76         |
| 52 | 15  | 0.00         | 20.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 0.00        | 0.00  | NA          | 66.67  | 0.00        | 2.58 | 0             |
| 53 | 12  | -29.41       | 0.00   | NA           | 83.33  | 8.97         | 41.67  | 41.67       | 0.00  | NA          | 41.67  | 41.67       | 0.00 | NA            |
| 54 | 12  | -7.69        | 16.67  | 8.33         | 75.00  | 8.33         | 58.33  | 8.33        | 0.00  | NA          | 58.33  | 8.33        | 2.11 | 8.87          |
| 55 | 11  | -15.38       | 0.00   | NA           | 81.82  | 6.36         | 36.36  | -5.45       | 0.00  | NA          | 36.36  | -5.45       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.29.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 58  | -3.33        | 12.07 | 44.83        | 87.93  | 12.25        | 77.59  | 13.54       | 10.34 | 55.17       | 67.24  | 9.04        | 2.49 | 17.24         |
| 2  | 56  | -1.75        | 3.57  | 1.79         | 85.71  | 8.57         | 69.64  | 13.42       | 5.36  | 1.79        | 64.29  | 14.51       | 1.88 | 15.98         |
| 3  | 29  | -3.33        | 44.83 | 3.45         | 89.66  | 3.45         | 82.76  | 3.45        | 6.90  | 3.45        | 75.86  | 3.45        | 3.14 | 4.73          |
| 4  | 41  | 32.26        | 9.76  | 51.22        | 95.12  | 1.68         | 85.37  | 10.26       | 2.44  | -24.39      | 82.93  | 11.77       | 2.42 | 10.8          |
| 5  | 23  | 0.00         | 30.43 | 0.00         | 91.30  | 0.00         | 95.65  | 0.00        | 8.70  | 0.00        | 86.96  | 0.00        | 2.97 | 0             |
| 6  | 17  | -10.53       | 11.76 | 11.76        | 70.59  | 11.76        | 88.24  | 11.76       | 5.88  | 11.76       | 82.35  | 11.76       | 2.46 | 11.76         |
| 7  | 2   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 14.29        | 100.00 | 33.33       | 0.00  | NA          | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 8  | 8   | -27.27       | 0.00  | NA           | 50.00  | -8.33        | 75.00  | 37.50       | 0.00  | NA          | 75.00  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 9  | 11  | 0.00         | 9.09  | 0.00         | 72.73  | 0.00         | 90.91  | 0.00        | 27.27 | 0.00        | 63.64  | 0.00        | 2.27 | 0             |
| 10 | 5   | -58.33       | 40.00 | 60.00        | 80.00  | 6.67         | 80.00  | 92.00       | 0.00  | -100.00     | 80.00  | 140.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 10  | -47.37       | 10.00 | -5.00        | 70.00  | -5.00        | 90.00  | 42.50       | 20.00 | 90.00       | 70.00  | 33.00       | 0.00 | NA            |
| 12 | 44  | -4.35        | 20.45 | 4.55         | 93.18  | 4.55         | 65.91  | 4.55        | 0.00  | NA          | 65.91  | 4.55        | 2.76 | 4.55          |
| 13 | 9   | 0.00         | 22.22 | 0.00         | 88.89  | 0.00         | 77.78  | 0.00        | 0.00  | NA          | 77.78  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 14 | 10  | 0.00         | 20.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 90.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 80.00  | 0.00        | 2.60 | 0             |
| 15 | 14  | -46.15       | 28.57 | 48.57        | 85.71  | 6.12         | 92.86  | 20.71       | 7.14  | 85.71       | 85.71  | 17.29       | 0.00 | NA            |
| 16 | 29  | 0.00         | 34.48 | 0.00         | 93.10  | 0.00         | 75.86  | 0.00        | 3.45  | 0.00        | 72.41  | 0.00        | 3.11 | 0             |
| 17 | 55  | 27.91        | 20.00 | -4.44        | 92.73  | 4.93         | 90.91  | 22.16       | 3.64  | -47.88      | 87.27  | 29.40       | 2.70 | 13.35         |
| 18 | 181 | 53.39        | 14.92 | 60.02        | 88.95  | 11.66        | 76.80  | 5.37        | 4.97  | 193.37      | 71.82  | 0.89        | 2.30 | 20.67         |
| 19 | 20  | 11.11        | 35.00 | 26.00        | 95.00  | 6.87         | 95.00  | 6.87        | 5.00  | -10.00      | 90.00  | 8.00        | 2.96 | 21.59         |
| 20 | 78  | 25.81        | 20.51 | 27.18        | 93.59  | 18.42        | 87.18  | 17.50       | 5.13  | 5.98        | 82.05  | 18.31       | 2.69 | 28.31         |
| 21 | 70  | 34.62        | 32.86 | 241.71       | 98.57  | 31.43        | 85.71  | 27.35       | 2.86  | -25.71      | 82.86  | 30.56       | 3.07 | 85.78         |
| 22 | 83  | 36.07        | 26.51 | 130.98       | 98.80  | 15.89        | 95.18  | 18.49       | 3.61  | -26.51      | 91.57  | 21.42       | 3.00 | 50.78         |
| 23 | 79  | 38.60        | 34.18 | 39.15        | 100.00 | 9.62         | 96.20  | 11.91       | 6.33  | -39.87      | 89.87  | 19.13       | 3.24 | 28.88         |
| 24 | 9   | -65.38       | 11.11 | -58.73       | 88.89  | 21.64        | 100.00 | 44.44       | 11.11 | 188.89      | 88.89  | 35.95       | 0.00 | NA            |
| 25 | 13  | -13.33       | 23.08 | 15.38        | 61.54  | 2.56         | 76.92  | 4.90        | 15.38 | 15.38       | 61.54  | 2.56        | 0.00 | NA            |
| 26 | 21  | 0.00         | 23.81 | 0.00         | 85.71  | 0.00         | 90.48  | 0.00        | 9.52  | 0.00        | 80.95  | 0.00        | 2.84 | 0             |
| 27 | 6   | 0.00         | 0.00  | NA           | 83.33  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 16.67 | 0.00        | 83.33  | 0.00        | 2.08 | 0             |

**Tabela D.30.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 28 | 8   | -38.46       | 12.50  | -18.75       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 18.18       | 12.50 | 62.50       | 87.50  | 13.75       | 0.00 | NA            |
| 29 | 2   | -91.67       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 26.32        | 100.00 | 20.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 30 | 10  | 0.00         | 30.00  | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 80.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 80.00  | 0.00        | 2.84 | 0             |
| 31 | 5   | 0.00         | 0.00   | NA           | 60.00  | 0.00         | 40.00  | -33.33      | 0.00  | NA          | 40.00  | -33.33      | 0.00 | NA            |
| 32 | 12  | -7.69        | 16.67  | 116.67       | 100.00 | 8.33         | 91.67  | 19.17       | 0.00  | -100.00     | 91.67  | 32.41       | 0.00 | NA            |
| 33 | 23  | 0.00         | 17.39  | 0.00         | 91.30  | 10.53        | 86.96  | 17.65       | 17.39 | 33.33       | 69.57  | 14.29       | 2.88 | 10.42         |
| 34 | 6   | -45.45       | 16.67  | 83.33        | 66.67  | 83.33        | 50.00  | 83.33       | 0.00  | NA          | 50.00  | 83.33       | 0.00 | NA            |
| 35 | 10  | -44.44       | 10.00  | 80.00        | 80.00  | -4.00        | 40.00  | 2.86        | 0.00  | NA          | 40.00  | 2.86        | 0.00 | NA            |
| 36 | 5   | 0.00         | 0.00   | NA           | 60.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 37 | 10  | -9.09        | 10.00  | 10.00        | 90.00  | -1.00        | 80.00  | 10.00       | 0.00  | NA          | 80.00  | 10.00       | 0.00 | NA            |
| 38 | 6   | 0.00         | 50.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 0.00        | 0.00  | NA          | 66.67  | 0.00        | 2.51 | 0             |
| 39 | 7   | -12.50       | 57.14  | 14.29        | 85.71  | 14.29        | 57.14  | -8.57       | 0.00  | NA          | 57.14  | -8.57       | 0.00 | NA            |
| 40 | 31  | 14.81        | 29.03  | 11.98        | 93.55  | 9.82         | 77.42  | 16.13       | 3.23  | -12.90      | 74.19  | 17.84       | 2.93 | 13.66         |
| 41 | 10  | -9.09        | 40.00  | 10.00        | 100.00 | 10.00        | 60.00  | 10.00       | 0.00  | NA          | 60.00  | 10.00       | 2.44 | 30.99         |
| 42 | 10  | 0.00         | 0.00   | NA           | 70.00  | 0.00         | 40.00  | 0.00        | 10.00 | 0.00        | 30.00  | 0.00        | 1.38 | 0             |
| 43 | 12  | -14.29       | 25.00  | 16.67        | 91.67  | 16.67        | 75.00  | 16.67       | 0.00  | NA          | 75.00  | 16.67       | 1.07 | NA            |
| 44 | 2   | -66.67       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 45 | 14  | -44.00       | 14.29  | -10.71       | 100.00 | 13.64        | 92.86  | 36.55       | 14.29 | 78.57       | 78.57  | 30.95       | 0.00 | NA            |
| 46 | 20  | -4.76        | 40.00  | 5.00         | 90.00  | 5.00         | 80.00  | 5.00        | 5.00  | 5.00        | 75.00  | 5.00        | 3.05 | 6.26          |
| 47 | 18  | 5.88         | 22.22  | -5.56        | 94.44  | 0.35         | 66.67  | 3.03        | 5.56  | -5.56       | 61.11  | 3.89        | 2.61 | -0.24         |
| 48 | 15  | 0.00         | 6.67   | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 66.67  | 11.11       | 0.00  | NA          | 66.67  | 11.11       | 2.10 | 4.14          |
| 49 | 8   | -42.86       | 12.50  | 75.00        | 75.00  | 5.00         | 75.00  | 50.00       | 25.00 | 75.00       | 50.00  | 40.00       | 0.00 | NA            |
| 50 | 6   | -33.33       | 50.00  | -25.00       | 83.33  | -6.25        | 83.33  | 50.00       | 0.00  | NA          | 83.33  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 51 | 28  | 7.69         | 21.43  | 178.57       | 78.57  | 27.68        | 64.29  | 19.39       | 3.57  | -7.14       | 60.71  | 21.43       | 2.42 | 49.76         |
| 52 | 15  | 0.00         | 20.00  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 0.00        | 0.00  | NA          | 66.67  | 0.00        | 2.58 | 0             |
| 53 | 12  | -29.41       | 0.00   | NA           | 83.33  | 8.97         | 41.67  | 41.67       | 0.00  | NA          | 41.67  | 41.67       | 0.00 | NA            |
| 54 | 12  | -7.69        | 16.67  | 8.33         | 75.00  | 8.33         | 58.33  | 8.33        | 0.00  | NA          | 58.33  | 8.33        | 2.11 | 8.87          |
| 55 | 11  | -15.38       | 0.00   | NA           | 81.82  | 6.36         | 36.36  | -5.45       | 0.00  | NA          | 36.36  | -5.45       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.31.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros *RLM* - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 117 | 105.26       | 17.09  | 21.79        | 88.89  | 10.14        | 71.79  | -6.99       | 8.55  | -2.56       | 63.25  | -7.56       | 2.61 | 5.76          |
| 2  | 92  | 39.39        | 15.22  | -16.30       | 91.30  | 0.43         | 76.09  | -1.53       | 4.35  | -28.26      | 71.74  | 0.74        | 2.42 | -3.7          |
| 3  | 57  | 72.73        | 56.14  | 15.79        | 96.49  | 2.72         | 87.72  | 15.79       | 5.26  | 73.68       | 82.46  | 13.38       | 3.64 | 13.29         |
| 4  | 41  | 64.00        | 24.39  | 103.25       | 100.00 | 4.17         | 100.00 | 8.70        | 4.88  | 21.95       | 95.12  | 8.09        | 3.11 | 19.61         |
| 5  | 31  | 47.62        | 64.52  | -20.30       | 100.00 | 5.00         | 90.32  | -5.16       | 6.45  | 35.48       | 83.87  | -7.30       | 3.95 | -8.71         |
| 6  | 35  | 34.62        | 14.29  | -7.14        | 88.57  | 27.94        | 77.14  | 25.36       | 8.57  | -25.71      | 68.57  | 37.14       | 2.65 | 17.34         |
| 7  | 7   | -12.50       | 0.00   | NA           | 57.14  | -8.57        | 57.14  | -8.57       | 14.29 | 14.29       | 42.86  | -14.29      | 0.00 | NA            |
| 8  | 17  | 30.77        | 0.00   | NA           | 88.24  | -4.41        | 64.71  | 68.24       | 5.88  | NA          | 58.82  | 52.94       | 1.88 | 16.48         |
| 9  | 1   | -90.00       | 100.00 | 233.33       | 100.00 | 25.00        | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 10 | 1   | -93.33       | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 36.36       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 87.50       | 0.00 | NA            |
| 11 | 73  | 65.91        | 20.55  | -17.81       | 94.52  | 1.44         | 72.60  | -0.17       | 1.37  | NA          | 71.23  | -2.05       | 2.86 | -5.04         |
| 12 | 15  | -11.76       | 20.00  | -15.00       | 86.67  | -7.92        | 73.33  | -10.95      | 6.67  | -43.33      | 66.67  | -5.56       | 0.00 | NA            |
| 13 | 10  | 42.86        | 30.00  | 5.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 30.00 | -30.00      | 70.00  | 22.50       | 3.32 | 1.19          |
| 14 | 10  | -64.29       | 30.00  | -23.64       | 100.00 | 0.00         | 90.00  | 14.55       | 10.00 | 40.00       | 80.00  | 12.00       | 0.00 | NA            |
| 15 | 66  | 100.00       | 45.45  | 7.14         | 95.45  | 1.61         | 75.76  | 8.70        | 4.55  | 50.00       | 71.21  | 6.82        | 3.47 | 5.72          |
| 16 | 64  | 64.10        | 46.88  | 103.13       | 100.00 | 8.33         | 89.06  | 19.77       | 7.81  | 52.34       | 81.25  | 17.36       | 3.51 | 39.05         |
| 17 | 201 | 71.79        | 19.90  | 10.87        | 94.03  | 6.81         | 81.09  | 4.26        | 4.48  | 30.97       | 76.62  | 3.04        | 2.60 | 9.46          |
| 18 | 18  | 63.64        | 38.89  | 6.94         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 16.67 | -8.33       | 83.33  | 1.85        | 3.33 | 2.12          |
| 19 | 83  | 50.91        | 36.14  | 52.92        | 98.80  | 13.20        | 91.57  | 19.91       | 6.02  | 231.33      | 85.54  | 14.75       | 3.25 | 30.99         |
| 20 | 78  | 62.50        | 33.33  | 77.78        | 97.44  | 11.36        | 89.74  | 16.42       | 2.56  | -38.46      | 87.18  | 19.56       | 3.12 | 34.1          |
| 21 | 102 | 67.21        | 35.29  | 169.12       | 100.00 | 19.61        | 89.22  | 13.38       | 4.90  | -0.33       | 84.31  | 14.29       | 3.16 | 61.39         |
| 22 | 86  | 72.00        | 38.37  | 12.86        | 100.00 | 8.70         | 89.53  | 1.74        | 9.30  | -6.98       | 80.23  | 2.86        | 3.23 | 14.86         |
| 23 | 7   | -70.83       | 14.29  | -42.86       | 57.14  | -8.57        | 71.43  | 14.29       | 0.00  | -100.00     | 71.43  | 22.45       | 0.00 | NA            |
| 24 | 7   | -46.15       | 14.29  | -38.10       | 100.00 | 62.50        | 85.71  | 39.29       | 14.29 | -7.14       | 71.43  | 54.76       | 0.00 | NA            |
| 25 | 35  | 105.88       | 45.71  | 94.29        | 88.57  | 7.55         | 85.71  | -14.29      | 8.57  | -27.14      | 77.14  | -12.57      | 3.46 | 19.09         |
| 26 | 5   | 0.00         | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.50 | -16.67        |
| 27 | 1   | -92.31       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |

**Tabela D.32.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 28 | 4   | -86.21       | 25.00 | 20.83        | 100.00 | 7.41         | 75.00  | -1.14       | 0.00  | -100.00     | 75.00  | 3.57        | 0.00 | NA            |
| 29 | 6   | 50.00        | 16.67 | NA           | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.99 | 19.7          |
| 30 | 8   | -33.33       | 12.50 | -25.00       | 87.50  | -12.50       | 62.50  | -16.67      | 0.00  | NA          | 62.50  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 31 | 3   | -66.67       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 28.57        | 33.33  | -25.00      | 0.00  | -100.00     | 33.33  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 32 | 34  | 54.55        | 23.53 | 3.53         | 97.06  | 6.76         | 94.12  | 8.98        | 11.76 | 29.41       | 82.35  | 6.57        | 3.27 | 6.64          |
| 33 | 6   | -40.00       | 33.33 | 66.67        | 83.33  | 38.89        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -46.67       | 0.00  | NA           | 87.50  | 9.38         | 62.50  | 17.19       | 0.00  | NA          | 62.50  | 17.19       | 0.00 | NA            |
| 35 | 8   | -20.00       | 37.50 | 25.00        | 75.00  | -16.67       | 50.00  | -28.57      | 0.00  | NA          | 50.00  | -28.57      | 0.00 | NA            |
| 36 | 4   | -60.00       | 50.00 | 400.00       | 100.00 | 11.11        | 100.00 | 66.67       | 0.00  | NA          | 100.00 | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 37 | 3   | -70.00       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -16.67       | 66.67  | -25.93      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 38 | 38  | 52.00        | 28.95 | 20.61        | 94.74  | 2.97         | 76.32  | -4.61       | 7.89  | 97.37       | 68.42  | -9.97       | 2.93 | 4.82          |
| 39 | 16  | 45.45        | 31.25 | -14.06       | 100.00 | 10.00        | 68.75  | -5.47       | 0.00  | NA          | 68.75  | -5.47       | 2.45 | 4.58          |
| 40 | 12  | 33.33        | 0.00  | NA           | 91.67  | 17.86        | 83.33  | 25.00       | 8.33  | -25.00      | 75.00  | 35.00       | 2.19 | 21.15         |
| 41 | 20  | 53.85        | 10.00 | -35.00       | 100.00 | 8.33         | 95.00  | 54.37       | 0.00  | NA          | 95.00  | 54.37       | 2.31 | 200.62        |
| 42 | 1   | -92.31       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 43 | 10  | -37.50       | 30.00 | 140.00       | 90.00  | 2.86         | 90.00  | 2.86        | 0.00  | -100.00     | 90.00  | 10.77       | 0.00 | NA            |
| 44 | 26  | 52.94        | 53.85 | 14.42        | 100.00 | 6.25         | 88.46  | 7.42        | 3.85  | -34.62      | 84.62  | 10.65       | 3.70 | 10.84         |
| 45 | 36  | 140.00       | 27.78 | 4.17         | 97.22  | 4.17         | 80.56  | -7.05       | 2.78  | -58.33      | 77.78  | -2.78       | 2.97 | 0.07          |
| 46 | 24  | 26.32        | 29.17 | 10.83        | 100.00 | 11.76        | 83.33  | 21.79       | 4.17  | -20.83      | 79.17  | 25.35       | 3.44 | 14.3          |
| 47 | 5   | -58.33       | 0.00  | -100.00      | 60.00  | -10.00       | 60.00  | -10.00      | 40.00 | 140.00      | 20.00  | -60.00      | 0.00 | NA            |
| 48 | 2   | -84.62       | 50.00 | 8.33         | 100.00 | 18.18        | 100.00 | 44.44       | 0.00  | NA          | 100.00 | 44.44       | 0.00 | NA            |
| 49 | 51  | 70.00        | 19.61 | 96.08        | 86.27  | 29.41        | 74.51  | 17.65       | 7.84  | -41.18      | 66.67  | 33.33       | 2.60 | 38.34         |
| 50 | 26  | 100.00       | 23.08 | -40.00       | 100.00 | 0.00         | 61.54  | 14.29       | 0.00  | NA          | 61.54  | 14.29       | 2.60 | -10           |
| 51 | 4   | -60.00       | 0.00  | NA           | 100.00 | 25.00        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 52 | 19  | 72.73        | 15.79 | -42.11       | 78.95  | 24.06        | 84.21  | 15.79       | 0.00  | NA          | 84.21  | 15.79       | 2.46 | 1.18          |
| 53 | 6   | -14.29       | 0.00  | NA           | 66.67  | -6.67        | 83.33  | 16.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 54 | 7   | -41.67       | 0.00  | NA           | 57.14  | -2.04        | 42.86  | 2.86        | 0.00  | NA          | 42.86  | 2.86        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.33.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte I

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 117 | 105.26       | 17.09 | 21.79        | 88.89  | 10.14        | 71.79  | -6.99       | 8.55  | -2.56       | 63.25  | -7.56       | 2.61 | 5.76          |
| 2  | 92  | 39.39        | 16.30 | -10.33       | 91.30  | 0.43         | 76.09  | -1.53       | 4.35  | -28.26      | 71.74  | 0.74        | 2.45 | -2.47         |
| 3  | 57  | 72.73        | 57.89 | 19.41        | 96.49  | 2.72         | 85.96  | 13.47       | 5.26  | 73.68       | 80.70  | 10.96       | 3.66 | 13.82         |
| 4  | 41  | 64.00        | 24.39 | 103.25       | 100.00 | 4.17         | 100.00 | 8.70        | 7.32  | 82.93       | 92.68  | 5.32        | 3.11 | 19.61         |
| 5  | 32  | 52.38        | 65.63 | -18.93       | 100.00 | 5.00         | 90.63  | -4.84       | 6.25  | 31.25       | 84.38  | -6.74       | 3.98 | -7.95         |
| 6  | 35  | 34.62        | 14.29 | -7.14        | 88.57  | 27.94        | 77.14  | 25.36       | 8.57  | -25.71      | 68.57  | 37.14       | 2.65 | 17.34         |
| 7  | 7   | -12.50       | 0.00  | NA           | 57.14  | -8.57        | 57.14  | -8.57       | 14.29 | 14.29       | 42.86  | -14.29      | 0.00 | NA            |
| 8  | 17  | 30.77        | 0.00  | NA           | 100.00 | 8.33         | 52.94  | 37.65       | 0.00  | NA          | 52.94  | 37.65       | 1.91 | 18.5          |
| 9  | 2   | -80.00       | 50.00 | 66.67        | 100.00 | 25.00        | 50.00  | 150.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | 150.00      | 0.00 | NA            |
| 10 | 1   | -93.33       | 0.00  | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 36.36       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 87.50       | 0.00 | NA            |
| 11 | 73  | 65.91        | 20.55 | -17.81       | 94.52  | 1.44         | 72.60  | -0.17       | 1.37  | NA          | 71.23  | -2.05       | 2.86 | -5.04         |
| 12 | 15  | -11.76       | 20.00 | -15.00       | 86.67  | -7.92        | 73.33  | -10.95      | 6.67  | -43.33      | 66.67  | -5.56       | 0.00 | NA            |
| 13 | 10  | 42.86        | 30.00 | 5.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 30.00 | -30.00      | 70.00  | 22.50       | 3.32 | 1.19          |
| 14 | 9   | -67.86       | 22.22 | -43.43       | 88.89  | -11.11       | 88.89  | 13.13       | 11.11 | 55.56       | 77.78  | 8.89        | 0.00 | NA            |
| 15 | 66  | 100.00       | 46.97 | 10.71        | 95.45  | 1.61         | 74.24  | 6.52        | 4.55  | 50.00       | 69.70  | 4.55        | 3.49 | 6.51          |
| 16 | 64  | 64.10        | 48.44 | 109.90       | 100.00 | 8.33         | 89.06  | 19.77       | 6.25  | 21.87       | 82.81  | 19.62       | 3.55 | 40.59         |
| 17 | 201 | 71.79        | 19.90 | 10.87        | 94.03  | 6.81         | 81.09  | 4.26        | 4.48  | 30.97       | 76.62  | 3.04        | 2.60 | 9.46          |
| 18 | 19  | 72.73        | 42.11 | 15.79        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 10.53 | -42.11      | 89.47  | 9.36        | 3.42 | 4.81          |
| 19 | 83  | 50.91        | 32.53 | 37.63        | 98.80  | 13.20        | 92.77  | 21.49       | 7.23  | 297.59      | 85.54  | 14.75       | 3.18 | 28.07         |
| 20 | 78  | 62.50        | 33.33 | 77.78        | 97.44  | 11.36        | 89.74  | 16.42       | 3.85  | -7.69       | 85.90  | 17.80       | 3.12 | 34.1          |
| 21 | 102 | 67.21        | 35.29 | 169.12       | 100.00 | 19.61        | 89.22  | 13.38       | 5.88  | 19.61       | 83.33  | 12.96       | 3.16 | 61.39         |
| 22 | 86  | 72.00        | 38.37 | 12.86        | 100.00 | 8.70         | 89.53  | 1.74        | 6.98  | -30.23      | 82.56  | 5.84        | 3.23 | 14.86         |
| 23 | 9   | -62.50       | 0.00  | -100.00      | 55.56  | -11.11       | 55.56  | -11.11      | 0.00  | -100.00     | 55.56  | -4.76       | 0.00 | NA            |
| 24 | 6   | -53.85       | 16.67 | -27.78       | 100.00 | 62.50        | 83.33  | 35.42       | 33.33 | 116.67      | 50.00  | 8.33        | 0.00 | NA            |
| 25 | 35  | 105.88       | 45.71 | 94.29        | 88.57  | 7.55         | 85.71  | -14.29      | 8.57  | -27.14      | 77.14  | -12.57      | 3.46 | 19.09         |
| 26 | 5   | 0.00         | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.50 | -16.67        |
| 27 | 1   | -92.31       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |

**Tabela D.34.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 28 | 4   | -86.21       | 25.00 | 20.83        | 100.00 | 7.41         | 75.00  | -1.14       | 0.00  | -100.00     | 75.00  | 3.57        | 0.00 | NA            |
| 29 | 6   | 50.00        | 16.67 | NA           | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.99 | 19.7          |
| 30 | 9   | -25.00       | 11.11 | -33.33       | 88.89  | -11.11       | 44.44  | -40.74      | 0.00  | NA          | 44.44  | -40.74      | 0.00 | NA            |
| 31 | 4   | -55.56       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -3.57        | 25.00  | -43.75      | 0.00  | -100.00     | 25.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 32 | 34  | 54.55        | 23.53 | 3.53         | 97.06  | 6.76         | 94.12  | 8.98        | 11.76 | 29.41       | 82.35  | 6.57        | 3.27 | 6.64          |
| 33 | 4   | -60.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -16.67       | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -46.67       | 0.00  | NA           | 87.50  | 9.38         | 62.50  | 17.19       | 0.00  | NA          | 62.50  | 17.19       | 0.00 | NA            |
| 35 | 6   | -40.00       | 16.67 | -44.44       | 50.00  | -44.44       | 33.33  | -52.38      | 0.00  | NA          | 33.33  | -52.38      | 0.00 | NA            |
| 36 | 3   | -70.00       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -25.93       | 33.33  | -44.44      | 0.00  | NA          | 33.33  | -44.44      | 0.00 | NA            |
| 37 | 4   | -60.00       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 75.00  | -16.67      | 0.00  | -100.00     | 75.00  | -6.25       | 0.00 | NA            |
| 38 | 39  | 56.00        | 30.77 | 28.21        | 92.31  | 0.33         | 79.49  | -0.64       | 7.69  | 92.31       | 71.79  | -5.53       | 2.98 | 6.7           |
| 39 | 16  | 45.45        | 31.25 | -14.06       | 100.00 | 10.00        | 68.75  | -5.47       | 0.00  | NA          | 68.75  | -5.47       | 2.45 | 4.58          |
| 40 | 12  | 33.33        | 0.00  | NA           | 91.67  | 17.86        | 83.33  | 25.00       | 16.67 | 50.00       | 66.67  | 20.00       | 2.19 | 21.15         |
| 41 | 19  | 46.15        | 10.53 | -31.58       | 100.00 | 8.33         | 94.74  | 53.95       | 0.00  | NA          | 94.74  | 53.95       | 2.30 | 199.34        |
| 42 | 1   | -92.31       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 43 | 8   | -50.00       | 25.00 | 100.00       | 100.00 | 14.29        | 87.50  | 0.00        | 0.00  | -100.00     | 87.50  | 7.69        | 0.00 | NA            |
| 44 | 26  | 52.94        | 53.85 | 14.42        | 100.00 | 6.25         | 88.46  | 7.42        | 3.85  | -34.62      | 84.62  | 10.65       | 3.70 | 10.84         |
| 45 | 35  | 133.33       | 25.71 | -3.57        | 97.14  | 4.08         | 82.86  | -4.40       | 2.86  | -57.14      | 80.00  | 0.00        | 2.94 | -0.86         |
| 46 | 24  | 26.32        | 29.17 | 10.83        | 100.00 | 11.76        | 95.83  | 40.06       | 8.33  | 58.33       | 87.50  | 38.54       | 3.59 | 19.49         |
| 47 | 8   | -33.33       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | 12.50        | 37.50  | -43.75      | 25.00 | 50.00       | 12.50  | -75.00      | 0.00 | NA            |
| 48 | 4   | -69.23       | 25.00 | -45.83       | 100.00 | 18.18        | 100.00 | 44.44       | 0.00  | NA          | 100.00 | 44.44       | 0.00 | NA            |
| 49 | 51  | 70.00        | 19.61 | 96.08        | 86.27  | 29.41        | 74.51  | 17.65       | 7.84  | -41.18      | 66.67  | 33.33       | 2.60 | 38.34         |
| 50 | 26  | 100.00       | 26.92 | -30.00       | 100.00 | 0.00         | 65.38  | 21.43       | 0.00  | NA          | 65.38  | 21.43       | 2.74 | -5            |
| 51 | 4   | -60.00       | 0.00  | NA           | 75.00  | -6.25        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 52 | 19  | 72.73        | 15.79 | -42.11       | 78.95  | 24.06        | 84.21  | 15.79       | 0.00  | NA          | 84.21  | 15.79       | 2.46 | 1.18          |
| 53 | 6   | -14.29       | 0.00  | NA           | 66.67  | -6.67        | 83.33  | 16.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 54 | 7   | -41.67       | 0.00  | NA           | 57.14  | -2.04        | 28.57  | -31.43      | 0.00  | NA          | 28.57  | -31.43      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.35.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | δ QPC  | %DOC  | δ DOC   | %MSC   | δMSC    | %RT    | δRT     | %TI   | δTI     | %TP    | δTP     | CPCD | δCPCD  |
|----|-----|--------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|--------|---------|------|--------|
| 1  | 117 | 105.26 | 17.09 | 21.79   | 88.89  | 10.14   | 71.79  | -6.99   | 8.55  | -2.56   | 63.25  | -7.56   | 2.61 | 5.76   |
| 2  | 92  | 39.39  | 15.22 | -16.30  | 91.30  | 0.43    | 77.17  | -0.13   | 4.35  | -28.26  | 72.83  | 2.27    | 2.43 | -3.09  |
| 3  | 57  | 72.73  | 56.14 | 15.79   | 96.49  | 2.72    | 87.72  | 15.79   | 5.26  | 73.68   | 82.46  | 13.38   | 3.64 | 13.29  |
| 4  | 41  | 64.00  | 24.39 | 103.25  | 100.00 | 4.17    | 100.00 | 8.70    | 7.32  | 82.93   | 92.68  | 5.32    | 3.11 | 19.61  |
| 5  | 32  | 52.38  | 65.63 | -18.93  | 100.00 | 5.00    | 90.63  | -4.84   | 6.25  | 31.25   | 84.38  | -6.74   | 3.98 | -7.95  |
| 6  | 35  | 34.62  | 14.29 | -7.14   | 88.57  | 27.94   | 77.14  | 25.36   | 8.57  | -25.71  | 68.57  | 37.14   | 2.65 | 17.34  |
| 7  | 8   | 0.00   | 0.00  | NA      | 50.00  | -20.00  | 62.50  | 0.00    | 12.50 | 0.00    | 50.00  | 0.00    | 0.00 | NA     |
| 8  | 17  | 30.77  | 0.00  | NA      | 100.00 | 8.33    | 52.94  | 37.65   | 0.00  | NA      | 52.94  | 37.65   | 1.91 | 18.5   |
| 9  | 2   | -80.00 | 50.00 | 66.67   | 100.00 | 25.00   | 50.00  | 150.00  | 0.00  | NA      | 50.00  | 150.00  | 0.00 | NA     |
| 10 | 1   | -93.33 | 0.00  | -100.00 | 0.00   | -100.00 | 100.00 | 36.36   | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 87.50   | 0.00 | NA     |
| 11 | 73  | 65.91  | 20.55 | -17.81  | 94.52  | 1.44    | 72.60  | -0.17   | 1.37  | NA      | 71.23  | -2.05   | 2.86 | -5.04  |
| 12 | 15  | -11.76 | 20.00 | -15.00  | 86.67  | -7.92   | 73.33  | -10.95  | 6.67  | -43.33  | 66.67  | -5.56   | 0.00 | NA     |
| 13 | 10  | 42.86  | 30.00 | 5.00    | 100.00 | 0.00    | 100.00 | 0.00    | 30.00 | -30.00  | 70.00  | 22.50   | 3.32 | 1.19   |
| 14 | 9   | -67.86 | 22.22 | -43.43  | 88.89  | -11.11  | 88.89  | 13.13   | 11.11 | 55.56   | 77.78  | 8.89    | 0.00 | NA     |
| 15 | 66  | 100.00 | 45.45 | 7.14    | 95.45  | 1.61    | 75.76  | 8.70    | 4.55  | 50.00   | 71.21  | 6.82    | 3.47 | 5.72   |
| 16 | 63  | 61.54  | 42.86 | 85.71   | 100.00 | 8.33    | 92.06  | 23.81   | 6.35  | 23.81   | 85.71  | 23.81   | 3.45 | 36.81  |
| 17 | 201 | 71.79  | 19.90 | 10.87   | 94.03  | 6.81    | 81.09  | 4.26    | 4.48  | 30.97   | 76.62  | 3.04    | 2.60 | 9.46   |
| 18 | 19  | 72.73  | 42.11 | 15.79   | 100.00 | 0.00    | 100.00 | 0.00    | 15.79 | -13.16  | 84.21  | 2.92    | 3.42 | 4.81   |
| 19 | 83  | 50.91  | 31.33 | 32.53   | 98.80  | 13.20   | 93.98  | 23.06   | 7.23  | 297.59  | 86.75  | 16.37   | 3.17 | 27.58  |
| 20 | 78  | 62.50  | 34.62 | 84.62   | 97.44  | 11.36   | 89.74  | 16.42   | 3.85  | -7.69   | 85.90  | 17.80   | 3.15 | 35.48  |
| 21 | 102 | 67.21  | 27.45 | 109.31  | 100.00 | 19.61   | 94.12  | 19.61   | 5.88  | 19.61   | 88.24  | 19.61   | 3.04 | 55.2   |
| 22 | 86  | 72.00  | 40.70 | 19.70   | 100.00 | 8.70    | 91.86  | 4.39    | 9.30  | -6.98   | 82.56  | 5.84    | 3.33 | 18.36  |
| 23 | 9   | -62.50 | 11.11 | -55.56  | 55.56  | -11.11  | 55.56  | -11.11  | 0.00  | -100.00 | 55.56  | -4.76   | 0.00 | NA     |
| 24 | 4   | -69.23 | 25.00 | 8.33    | 100.00 | 62.50   | 75.00  | 21.87   | 50.00 | 225.00  | 25.00  | -45.83  | 0.00 | NA     |
| 25 | 35  | 105.88 | 45.71 | 94.29   | 88.57  | 7.55    | 85.71  | -14.29  | 8.57  | -27.14  | 77.14  | -12.57  | 3.46 | 19.09  |
| 26 | 5   | 0.00   | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 0.00    | 100.00 | 0.00    | 0.00  | NA      | 100.00 | 0.00    | 2.50 | -16.67 |
| 27 | 1   | -92.31 | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 0.00    | 0.00   | -100.00 | 0.00  | -100.00 | 0.00   | -100.00 | 0.00 | NA     |



**Tabela D.36.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2014-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 28 | 4   | -86.21       | 25.00 | 20.83        | 100.00 | 7.41         | 75.00  | -1.14       | 0.00  | -100.00     | 75.00  | 3.57        | 0.00 | NA            |
| 29 | 6   | 50.00        | 16.67 | NA           | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 2.99 | 19.7          |
| 30 | 7   | -41.67       | 0.00  | -100.00      | 85.71  | -14.29       | 57.14  | -23.81      | 0.00  | NA          | 57.14  | -23.81      | 0.00 | NA            |
| 31 | 4   | -55.56       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -3.57        | 25.00  | -43.75      | 0.00  | -100.00     | 25.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 32 | 34  | 54.55        | 23.53 | 3.53         | 97.06  | 6.76         | 94.12  | 8.98        | 11.76 | 29.41       | 82.35  | 6.57        | 3.27 | 6.64          |
| 33 | 3   | -70.00       | 33.33 | 66.67        | 66.67  | 11.11        | 33.33  | -16.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -46.67       | 0.00  | NA           | 87.50  | 9.38         | 62.50  | 17.19       | 0.00  | NA          | 62.50  | 17.19       | 0.00 | NA            |
| 35 | 7   | -30.00       | 42.86 | 42.86        | 57.14  | -36.51       | 14.29  | -79.59      | 0.00  | NA          | 14.29  | -79.59      | 0.00 | NA            |
| 36 | 3   | -70.00       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -25.93       | 33.33  | -44.44      | 0.00  | NA          | 33.33  | -44.44      | 0.00 | NA            |
| 37 | 3   | -70.00       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -16.67       | 66.67  | -25.93      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 38 | 38  | 52.00        | 31.58 | 31.58        | 94.74  | 2.97         | 78.95  | -1.32       | 7.89  | 97.37       | 71.05  | -6.51       | 3.04 | 8.63          |
| 39 | 16  | 45.45        | 31.25 | -14.06       | 100.00 | 10.00        | 68.75  | -5.47       | 0.00  | NA          | 68.75  | -5.47       | 2.45 | 4.58          |
| 40 | 12  | 33.33        | 0.00  | NA           | 100.00 | 28.57        | 75.00  | 12.50       | 0.00  | -100.00     | 75.00  | 35.00       | 2.19 | 21.15         |
| 41 | 19  | 46.15        | 10.53 | -31.58       | 100.00 | 8.33         | 94.74  | 53.95       | 0.00  | NA          | 94.74  | 53.95       | 2.30 | 199.34        |
| 42 | 1   | -92.31       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 43 | 8   | -50.00       | 25.00 | 100.00       | 87.50  | 0.00         | 87.50  | 0.00        | 0.00  | -100.00     | 87.50  | 7.69        | 0.00 | NA            |
| 44 | 25  | 47.06        | 56.00 | 19.00        | 100.00 | 6.25         | 88.00  | 6.86        | 4.00  | -32.00      | 84.00  | 9.85        | 3.75 | 12.28         |
| 45 | 35  | 133.33       | 25.71 | -3.57        | 97.14  | 4.08         | 82.86  | -4.40       | 2.86  | -57.14      | 80.00  | 0.00        | 2.94 | -0.86         |
| 46 | 24  | 26.32        | 25.00 | -5.00        | 100.00 | 11.76        | 100.00 | 46.15       | 4.17  | -20.83      | 95.83  | 51.74       | 3.48 | 15.78         |
| 47 | 7   | -41.67       | 0.00  | -100.00      | 71.43  | 7.14         | 42.86  | -35.71      | 28.57 | 71.43       | 14.29  | -71.43      | 0.00 | NA            |
| 48 | 3   | -76.92       | 33.33 | -27.78       | 100.00 | 18.18        | 100.00 | 44.44       | 0.00  | NA          | 100.00 | 44.44       | 0.00 | NA            |
| 49 | 51  | 70.00        | 19.61 | 96.08        | 86.27  | 29.41        | 74.51  | 17.65       | 7.84  | -41.18      | 66.67  | 33.33       | 2.60 | 38.34         |
| 50 | 26  | 100.00       | 26.92 | -30.00       | 100.00 | 0.00         | 65.38  | 21.43       | 0.00  | NA          | 65.38  | 21.43       | 2.74 | -5            |
| 51 | 3   | -70.00       | 0.00  | NA           | 100.00 | 25.00        | 33.33  | -16.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 52 | 19  | 72.73        | 15.79 | -42.11       | 78.95  | 24.06        | 84.21  | 15.79       | 0.00  | NA          | 84.21  | 15.79       | 2.46 | 1.18          |
| 53 | 6   | -14.29       | 0.00  | NA           | 66.67  | -6.67        | 83.33  | 16.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 54 | 8   | -33.33       | 0.00  | NA           | 62.50  | 7.14         | 50.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.37.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 111 | 88.14        | 15.32 | -9.64        | 90.09  | 2.22         | 75.68  | -5.00       | 8.11  | -31.66      | 67.57  | -0.34       | 2.61 | -3.07         |
| 2  | 93  | 63.16        | 17.20 | 40.09        | 90.32  | 2.97         | 82.80  | 4.87        | 5.38  | 53.23       | 77.42  | 2.63        | 2.55 | 10.81         |
| 3  | 67  | 55.81        | 65.67 | 4.59         | 98.51  | 3.31         | 77.61  | 7.66        | 4.48  | NA          | 73.13  | 1.44        | 3.77 | 6.26          |
| 4  | 59  | 63.89        | 10.17 | 83.05        | 96.61  | 2.29         | 86.44  | 3.73        | 1.69  | NA          | 84.75  | 1.70        | 2.48 | 8.99          |
| 5  | 40  | 48.15        | 55.00 | -7.19        | 95.00  | 2.60         | 85.00  | 9.29        | 5.00  | -55.00      | 80.00  | 20.00       | 3.49 | 2.3           |
| 6  | 37  | 60.87        | 21.62 | 24.32        | 86.49  | 24.32        | 81.08  | 24.32       | 10.81 | NA          | 70.27  | 7.75        | 2.98 | 24.32         |
| 7  | 6   | -33.33       | 16.67 | -25.00       | 83.33  | -16.67       | 100.00 | 28.57       | 0.00  | NA          | 100.00 | 28.57       | 0.00 | NA            |
| 8  | 17  | 30.77        | 23.53 | 52.94        | 94.12  | 1.96         | 64.71  | 20.17       | 0.00  | -100.00     | 64.71  | 40.20       | 2.75 | 18.76         |
| 9  | 3   | -72.73       | 33.33 | 22.22        | 33.33  | -54.17       | 66.67  | 633.33      | 0.00  | NA          | 66.67  | 633.33      | 0.00 | NA            |
| 10 | 2   | -81.82       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 22.22        | 100.00 | 57.14       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 120.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 65  | 47.73        | 27.69 | -12.97       | 96.92  | 4.02         | 69.23  | -4.81       | 1.54  | -32.31      | 67.69  | -3.92       | 3.12 | -4.64         |
| 12 | 8   | -11.11       | 25.00 | 12.50        | 87.50  | -12.50       | 87.50  | -12.50      | 0.00  | NA          | 87.50  | -12.50      | 0.00 | NA            |
| 13 | 7   | -78.13       | 28.57 | -34.69       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 18.52       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 14 | 54  | 45.95        | 55.56 | 20.92        | 96.30  | 1.80         | 87.04  | 11.05       | 3.70  | -31.48      | 83.33  | 14.20       | 3.92 | 11.9          |
| 15 | 54  | 54.29        | 38.89 | 70.14        | 98.15  | 4.10         | 85.19  | 10.43       | 5.56  | -2.78       | 79.63  | 11.48       | 3.21 | 23.29         |
| 16 | 208 | 70.49        | 26.44 | 115.06       | 95.67  | 14.43        | 79.81  | 13.22       | 6.25  | 52.50       | 73.56  | 10.79       | 2.78 | 36.63         |
| 17 | 19  | 26.67        | 52.63 | 12.78        | 94.74  | 1.50         | 89.47  | -4.14       | 5.26  | -21.05      | 84.21  | -2.83       | 3.32 | 4.13          |
| 18 | 102 | 56.92        | 30.39 | 51.96        | 99.02  | 12.92        | 92.16  | 8.91        | 5.88  | 91.18       | 86.27  | 5.81        | 3.12 | 23.72         |
| 19 | 78  | 56.00        | 33.33 | 138.10       | 97.44  | 8.26         | 89.74  | 6.84        | 5.13  | 28.21       | 84.62  | 5.77        | 3.12 | 31.48         |
| 20 | 108 | 83.05        | 32.41 | 6.22         | 100.00 | 3.51         | 91.67  | 17.57       | 7.41  | -12.59      | 84.26  | 21.25       | 3.12 | 13.39         |
| 21 | 90  | 63.64        | 30.00 | 3.13         | 97.78  | 5.45         | 94.44  | 3.89        | 6.67  | -8.33       | 87.78  | 4.95        | 3.02 | 9.37          |
| 22 | 7   | -77.42       | 0.00  | -100.00      | 57.14  | -22.98       | 71.43  | -3.73       | 0.00  | -100.00     | 71.43  | 0.65        | 0.00 | NA            |
| 23 | 9   | -18.18       | 11.11 | -38.89       | 66.67  | -18.52       | 55.56  | 1.85        | 22.22 | 144.44      | 33.33  | -26.67      | 0.00 | NA            |
| 24 | 52  | 92.59        | 51.92 | 40.19        | 92.31  | 3.85         | 86.54  | 1.59        | 3.85  | -48.08      | 82.69  | 6.32        | 3.71 | 15.7          |
| 25 | 3   | -25.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | 33.33        | 66.67  | 33.33       | 33.33 | 33.33       | 33.33  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 26 | 5   | -61.54       | 20.00 | -13.33       | 100.00 | 0.00         | 60.00  | -29.09      | 0.00  | -100.00     | 60.00  | -13.33      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.38.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 5   | -83.33       | 20.00  | 20.00        | 80.00  | -14.29       | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 28 | 6   | 50.00        | 33.33  | -33.33       | 100.00 | 33.33        | 83.33  | 11.11       | 0.00  | NA          | 83.33  | 11.11       | 3.28 | -0.72         |
| 29 | 9   | -10.00       | 0.00   | -100.00      | 88.89  | -1.23        | 77.78  | -2.78       | 0.00  | -100.00     | 77.78  | 11.11       | 0.00 | NA            |
| 30 | 12  | -7.69        | 8.33   | -45.83       | 66.67  | -21.21       | 66.67  | -3.70       | 16.67 | 8.33        | 50.00  | -7.14       | 0.00 | NA            |
| 31 | 37  | 42.31        | 21.62  | 12.43        | 94.59  | 6.93         | 83.78  | 8.92        | 5.41  | -29.73      | 78.38  | 13.21       | 3.04 | 9.04          |
| 32 | 6   | -33.33       | 0.00   | NA           | 83.33  | 50.00        | 50.00  | 50.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 33 | 11  | -26.67       | 9.09   | NA           | 90.91  | 23.97        | 27.27  | -41.56      | 0.00  | NA          | 27.27  | -41.56      | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -20.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 100.00 | 0.00        | 12.50 | 25.00       | 87.50  | -2.78       | 0.00 | NA            |
| 35 | 7   | -36.36       | 28.57  | 57.14        | 100.00 | 10.00        | 42.86  | -32.65      | 0.00  | -100.00     | 42.86  | -21.43      | 0.00 | NA            |
| 36 | 3   | -70.00       | 66.67  | 66.67        | 66.67  | -16.67       | 100.00 | 11.11       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 37 | 39  | 50.00        | 23.08  | 20.00        | 94.87  | 2.78         | 76.92  | 5.26        | 5.13  | -33.33      | 71.79  | 9.80        | 2.78 | 7.58          |
| 38 | 17  | 54.55        | 29.41  | 7.84         | 100.00 | 0.00         | 64.71  | 1.68        | 0.00  | NA          | 64.71  | 1.68        | 2.30 | 3.7           |
| 39 | 6   | 0.00         | 16.67  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 3.17 | 0             |
| 40 | 21  | 50.00        | 14.29  | 0.00         | 85.71  | 9.09         | 90.48  | 40.74       | 4.76  | NA          | 85.71  | 33.33       | 1.25 | NA            |
| 41 | 2   | -90.00       | 100.00 | 66.67        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 42 | 9   | -35.71       | 0.00   | -100.00      | 88.89  | -4.27        | 66.67  | -6.67       | 22.22 | 3.70        | 44.44  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 43 | 27  | 28.57        | 55.56  | 6.06         | 96.30  | -3.70        | 92.59  | 8.02        | 3.70  | -22.22      | 88.89  | 9.80        | 3.72 | 2.54          |
| 44 | 39  | 95.00        | 25.64  | -14.53       | 92.31  | 2.56         | 84.62  | -10.93      | 2.56  | -48.72      | 82.05  | -8.83       | 2.90 | -6.99         |
| 45 | 17  | 30.77        | 11.76  | 52.94        | 100.00 | 8.33         | 82.35  | 18.95       | 11.76 | 52.94       | 70.59  | 14.71       | 2.74 | 18.1          |
| 46 | 8   | -52.94       | 12.50  | -46.87       | 87.50  | 14.42        | 50.00  | 6.25        | 25.00 | 325.00      | 25.00  | -39.29      | 0.00 | NA            |
| 47 | 6   | -60.00       | 50.00  | 25.00        | 83.33  | -10.71       | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 48 | 42  | 40.00        | 16.67  | 66.67        | 90.48  | 23.38        | 76.19  | 63.27       | 2.38  | NA          | 73.81  | 58.16       | 2.59 | 46.59         |
| 49 | 27  | 92.86        | 22.22  | -48.15       | 100.00 | 0.00         | 81.48  | 26.75       | 0.00  | NA          | 81.48  | 26.75       | 2.82 | -9.63         |
| 50 | 9   | -43.75       | 11.11  | -11.11       | 88.89  | -5.19        | 33.33  | 166.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | 166.67      | 0.00 | NA            |
| 51 | 14  | 27.27        | 28.57  | 4.76         | 100.00 | 37.50        | 71.43  | 30.95       | 0.00  | NA          | 71.43  | 30.95       | 2.95 | 26.74         |
| 52 | 5   | -44.44       | 0.00   | -100.00      | 60.00  | -32.50       | 100.00 | 28.57       | 20.00 | NA          | 80.00  | 2.86        | 0.00 | NA            |
| 53 | 4   | -71.43       | 0.00   | NA           | 75.00  | 5.00         | 75.00  | 50.00       | 0.00  | NA          | 75.00  | 50.00       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.39.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 111 | 88.14        | 16.22 | -4.32        | 90.09  | 2.22         | 74.77  | -6.13       | 8.11  | -31.66      | 66.67  | -1.67       | 2.63 | -2.32         |
| 2  | 93  | 63.16        | 17.20 | 40.09        | 90.32  | 2.97         | 82.80  | 4.87        | 4.30  | 22.58       | 78.49  | 4.05        | 2.55 | 10.81         |
| 3  | 67  | 55.81        | 65.67 | 4.59         | 98.51  | 3.31         | 77.61  | 7.66        | 4.48  | NA          | 73.13  | 1.44        | 3.77 | 6.26          |
| 4  | 59  | 63.89        | 10.17 | 83.05        | 96.61  | 2.29         | 86.44  | 3.73        | 0.00  | NA          | 86.44  | 3.73        | 2.48 | 8.99          |
| 5  | 41  | 51.85        | 58.54 | -1.22        | 95.12  | 2.73         | 82.93  | 6.62        | 4.88  | -56.10      | 78.05  | 17.07       | 3.55 | 3.93          |
| 6  | 37  | 60.87        | 21.62 | 24.32        | 86.49  | 24.32        | 81.08  | 24.32       | 8.11  | NA          | 72.97  | 11.89       | 2.98 | 24.32         |
| 7  | 6   | -33.33       | 16.67 | -25.00       | 83.33  | -16.67       | 100.00 | 28.57       | 0.00  | NA          | 100.00 | 28.57       | 0.00 | NA            |
| 8  | 17  | 30.77        | 23.53 | 52.94        | 94.12  | 1.96         | 64.71  | 20.17       | 0.00  | -100.00     | 64.71  | 40.20       | 2.75 | 18.76         |
| 9  | 3   | -72.73       | 33.33 | 22.22        | 66.67  | -8.33        | 33.33  | 266.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | 266.67      | 0.00 | NA            |
| 10 | 2   | -81.82       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 22.22        | 100.00 | 57.14       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 120.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 65  | 47.73        | 27.69 | -12.97       | 96.92  | 4.02         | 69.23  | -4.81       | 1.54  | -32.31      | 67.69  | -3.92       | 3.12 | -4.64         |
| 12 | 8   | -11.11       | 25.00 | 12.50        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 13 | 6   | -81.25       | 16.67 | -61.90       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 18.52       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 14 | 54  | 45.95        | 57.41 | 24.95        | 96.30  | 1.80         | 85.19  | 8.68        | 3.70  | -31.48      | 81.48  | 11.66       | 3.95 | 12.79         |
| 15 | 54  | 54.29        | 35.19 | 53.94        | 98.15  | 4.10         | 85.19  | 10.43       | 7.41  | 29.63       | 77.78  | 8.89        | 3.12 | 19.74         |
| 16 | 208 | 70.49        | 26.44 | 115.06       | 95.67  | 14.43        | 79.81  | 13.22       | 6.25  | 52.50       | 73.56  | 10.79       | 2.78 | 36.63         |
| 17 | 18  | 20.00        | 44.44 | -4.76        | 94.44  | 1.19         | 94.44  | 1.19        | 5.56  | -16.67      | 88.89  | 2.56        | 3.18 | -0.04         |
| 18 | 102 | 56.92        | 30.39 | 51.96        | 99.02  | 12.92        | 93.14  | 10.07       | 5.88  | 91.18       | 87.25  | 7.01        | 3.14 | 24.3          |
| 19 | 78  | 56.00        | 33.33 | 138.10       | 97.44  | 8.26         | 89.74  | 6.84        | 6.41  | 60.26       | 83.33  | 4.17        | 3.12 | 31.48         |
| 20 | 108 | 83.05        | 32.41 | 6.22         | 100.00 | 3.51         | 91.67  | 17.57       | 6.48  | -23.52      | 85.19  | 22.58       | 3.12 | 13.39         |
| 21 | 90  | 63.64        | 31.11 | 6.94         | 97.78  | 5.45         | 93.33  | 2.67        | 7.78  | 6.94        | 85.56  | 2.29        | 3.03 | 9.74          |
| 22 | 8   | -74.19       | 0.00  | -100.00      | 62.50  | -15.76       | 87.50  | 17.93       | 12.50 | 287.50      | 75.00  | 5.68        | 0.00 | NA            |
| 23 | 8   | -27.27       | 12.50 | -31.25       | 75.00  | -8.33        | 50.00  | -8.33       | 12.50 | 37.50       | 37.50  | -17.50      | 0.00 | NA            |
| 24 | 52  | 92.59        | 53.85 | 45.38        | 92.31  | 3.85         | 86.54  | 1.59        | 3.85  | -48.08      | 82.69  | 6.32        | 3.76 | 17.44         |
| 25 | 3   | -25.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | 33.33        | 66.67  | 33.33       | 33.33 | 33.33       | 33.33  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 26 | 5   | -61.54       | 20.00 | -13.33       | 100.00 | 0.00         | 60.00  | -29.09      | 0.00  | -100.00     | 60.00  | -13.33      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.40.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 3   | -90.00       | 33.33  | 100.00       | 100.00 | 7.14         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 28 | 6   | 50.00        | 50.00  | 0.00         | 100.00 | 33.33        | 50.00  | -33.33      | 0.00  | NA          | 50.00  | -33.33      | 3.35 | 1.58          |
| 29 | 9   | -10.00       | 0.00   | -100.00      | 88.89  | -1.23        | 66.67  | -16.67      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -4.76       | 0.00 | NA            |
| 30 | 12  | -7.69        | 8.33   | -45.83       | 66.67  | -21.21       | 66.67  | -3.70       | 16.67 | 8.33        | 50.00  | -7.14       | 0.00 | NA            |
| 31 | 37  | 42.31        | 21.62  | 12.43        | 94.59  | 6.93         | 83.78  | 8.92        | 2.70  | -64.86      | 81.08  | 17.12       | 3.04 | 9.04          |
| 32 | 6   | -33.33       | 0.00   | NA           | 83.33  | 50.00        | 50.00  | 50.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 33 | 11  | -26.67       | 0.00   | NA           | 63.64  | -13.22       | 45.45  | -2.60       | 18.18 | NA          | 27.27  | -41.56      | 0.00 | NA            |
| 34 | 7   | -30.00       | 0.00   | -100.00      | 71.43  | -10.71       | 100.00 | 0.00        | 14.29 | 42.86       | 85.71  | -4.76       | 0.00 | NA            |
| 35 | 7   | -36.36       | 14.29  | -21.43       | 100.00 | 10.00        | 42.86  | -32.65      | 14.29 | 57.14       | 28.57  | -47.62      | 0.00 | NA            |
| 36 | 3   | -70.00       | 66.67  | 66.67        | 66.67  | -16.67       | 100.00 | 11.11       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 37 | 39  | 50.00        | 23.08  | 20.00        | 94.87  | 2.78         | 76.92  | 5.26        | 5.13  | -33.33      | 71.79  | 9.80        | 2.78 | 7.58          |
| 38 | 16  | 45.45        | 31.25  | 14.58        | 100.00 | 0.00         | 68.75  | 8.04        | 0.00  | NA          | 68.75  | 8.04        | 2.45 | 10.62         |
| 39 | 6   | 0.00         | 16.67  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 3.17 | 0             |
| 40 | 21  | 50.00        | 23.81  | 66.67        | 85.71  | 9.09         | 90.48  | 40.74       | 0.00  | NA          | 90.48  | 40.74       | 1.25 | NA            |
| 41 | 2   | -90.00       | 100.00 | 66.67        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 42 | 10  | -28.57       | 0.00   | -100.00      | 80.00  | -13.85       | 80.00  | 12.00       | 30.00 | 40.00       | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 43 | 27  | 28.57        | 55.56  | 6.06         | 96.30  | -3.70        | 92.59  | 8.02        | 3.70  | -22.22      | 88.89  | 9.80        | 3.72 | 2.54          |
| 44 | 39  | 95.00        | 25.64  | -14.53       | 92.31  | 2.56         | 84.62  | -10.93      | 2.56  | -48.72      | 82.05  | -8.83       | 2.90 | -6.99         |
| 45 | 17  | 30.77        | 11.76  | 52.94        | 100.00 | 8.33         | 94.12  | 35.95       | 11.76 | 52.94       | 82.35  | 33.82       | 2.89 | 24.43         |
| 46 | 8   | -52.94       | 0.00   | -100.00      | 87.50  | 14.42        | 62.50  | 32.81       | 25.00 | 325.00      | 37.50  | -8.93       | 0.00 | NA            |
| 47 | 7   | -53.33       | 57.14  | 42.86        | 85.71  | -8.16        | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 48 | 42  | 40.00        | 16.67  | 66.67        | 90.48  | 23.38        | 76.19  | 63.27       | 2.38  | NA          | 73.81  | 58.16       | 2.59 | 46.59         |
| 49 | 27  | 92.86        | 22.22  | -48.15       | 100.00 | 0.00         | 81.48  | 26.75       | 0.00  | NA          | 81.48  | 26.75       | 2.82 | -9.63         |
| 50 | 9   | -43.75       | 11.11  | -11.11       | 88.89  | -5.19        | 33.33  | 166.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | 166.67      | 0.00 | NA            |
| 51 | 14  | 27.27        | 28.57  | 4.76         | 100.00 | 37.50        | 71.43  | 30.95       | 0.00  | NA          | 71.43  | 30.95       | 2.95 | 26.74         |
| 52 | 6   | -33.33       | 0.00   | -100.00      | 33.33  | -62.50       | 50.00  | -35.71      | 0.00  | NA          | 50.00  | -35.71      | 0.00 | NA            |
| 53 | 6   | -57.14       | 0.00   | NA           | 83.33  | 16.67        | 83.33  | 66.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 66.67       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.41.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 111 | 88.14        | 15.32 | -9.64        | 90.09  | 2.22         | 75.68  | -5.00       | 8.11  | -31.66      | 67.57  | -0.34       | 2.61 | -3.07         |
| 2  | 93  | 63.16        | 17.20 | 40.09        | 90.32  | 2.97         | 82.80  | 4.87        | 4.30  | 22.58       | 78.49  | 4.05        | 2.55 | 10.81         |
| 3  | 67  | 55.81        | 65.67 | 4.59         | 98.51  | 3.31         | 77.61  | 7.66        | 2.99  | NA          | 74.63  | 3.51        | 3.77 | 6.26          |
| 4  | 59  | 63.89        | 11.86 | 113.56       | 96.61  | 2.29         | 88.14  | 5.76        | 0.00  | NA          | 88.14  | 5.76        | 2.55 | 12.02         |
| 5  | 41  | 51.85        | 58.54 | -1.22        | 95.12  | 2.73         | 85.37  | 9.76        | 4.88  | -56.10      | 80.49  | 20.73       | 3.59 | 5.16          |
| 6  | 37  | 60.87        | 18.92 | 8.78         | 86.49  | 24.32        | 83.78  | 28.47       | 8.11  | NA          | 75.68  | 16.04       | 2.90 | 21.14         |
| 7  | 5   | -44.44       | 20.00 | -10.00       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 28.57       | 0.00  | NA          | 100.00 | 28.57       | 0.00 | NA            |
| 8  | 17  | 30.77        | 23.53 | 52.94        | 94.12  | 1.96         | 64.71  | 20.17       | 0.00  | -100.00     | 64.71  | 40.20       | 2.75 | 18.76         |
| 9  | 3   | -72.73       | 33.33 | 22.22        | 33.33  | -54.17       | 33.33  | 266.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | 266.67      | 0.00 | NA            |
| 10 | 2   | -81.82       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 22.22        | 100.00 | 57.14       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 120.00      | 0.00 | NA            |
| 11 | 65  | 47.73        | 27.69 | -12.97       | 96.92  | 4.02         | 69.23  | -4.81       | 1.54  | -32.31      | 67.69  | -3.92       | 3.12 | -4.64         |
| 12 | 8   | -11.11       | 25.00 | 12.50        | 87.50  | -12.50       | 87.50  | -12.50      | 0.00  | NA          | 87.50  | -12.50      | 0.00 | NA            |
| 13 | 6   | -81.25       | 16.67 | -61.90       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 18.52       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 14 | 54  | 45.95        | 53.70 | 16.88        | 96.30  | 1.80         | 87.04  | 11.05       | 3.70  | -31.48      | 83.33  | 14.20       | 3.86 | 10.34         |
| 15 | 54  | 54.29        | 27.78 | 21.53        | 98.15  | 4.10         | 87.04  | 12.83       | 9.26  | 62.04       | 77.78  | 8.89        | 2.96 | 13.67         |
| 16 | 208 | 70.49        | 25.96 | 111.15       | 95.67  | 14.43        | 80.29  | 13.90       | 6.25  | 52.50       | 74.04  | 11.51       | 2.77 | 36.38         |
| 17 | 19  | 26.67        | 47.37 | 1.50         | 94.74  | 1.50         | 94.74  | 1.50        | 0.00  | -100.00     | 94.74  | 9.31        | 3.28 | 2.96          |
| 18 | 102 | 56.92        | 29.41 | 47.06        | 98.04  | 11.80        | 96.08  | 13.55       | 6.86  | 123.04      | 89.22  | 9.42        | 3.14 | 24.28         |
| 19 | 78  | 56.00        | 33.33 | 138.10       | 97.44  | 8.26         | 89.74  | 6.84        | 6.41  | 60.26       | 83.33  | 4.17        | 3.12 | 31.48         |
| 20 | 108 | 83.05        | 30.56 | 0.15         | 99.07  | 2.55         | 94.44  | 21.14       | 5.56  | -34.44      | 88.89  | 27.91       | 3.10 | 12.38         |
| 21 | 90  | 63.64        | 30.00 | 3.13         | 97.78  | 5.45         | 94.44  | 3.89        | 6.67  | -8.33       | 87.78  | 4.95        | 3.02 | 9.37          |
| 22 | 7   | -77.42       | 0.00  | -100.00      | 57.14  | -22.98       | 85.71  | 15.53       | 0.00  | -100.00     | 85.71  | 20.78       | 0.00 | NA            |
| 23 | 8   | -27.27       | 12.50 | -31.25       | 75.00  | -8.33        | 50.00  | -8.33       | 12.50 | 37.50       | 37.50  | -17.50      | 0.00 | NA            |
| 24 | 52  | 92.59        | 53.85 | 45.38        | 92.31  | 3.85         | 86.54  | 1.59        | 5.77  | -22.12      | 80.77  | 3.85        | 3.76 | 17.44         |
| 25 | 3   | -25.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | 33.33        | 66.67  | 33.33       | 33.33 | 33.33       | 33.33  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 26 | 6   | -53.85       | 16.67 | -27.78       | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -40.91      | 16.67 | 8.33        | 33.33  | -51.85      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.42.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 4   | -86.67       | 25.00  | 50.00        | 100.00 | 7.14         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 28 | 6   | 50.00        | 16.67  | -66.67       | 100.00 | 33.33        | 83.33  | 11.11       | 0.00  | NA          | 83.33  | 11.11       | 2.78 | -15.64        |
| 29 | 9   | -10.00       | 0.00   | -100.00      | 88.89  | -1.23        | 66.67  | -16.67      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -4.76       | 0.00 | NA            |
| 30 | 12  | -7.69        | 8.33   | -45.83       | 66.67  | -21.21       | 66.67  | -3.70       | 16.67 | 8.33        | 50.00  | -7.14       | 0.00 | NA            |
| 31 | 38  | 46.15        | 21.05  | 9.47         | 94.74  | 7.09         | 81.58  | 6.05        | 2.63  | -65.79      | 78.95  | 14.04       | 2.99 | 7.35          |
| 32 | 7   | -22.22       | 0.00   | NA           | 85.71  | 54.29        | 57.14  | 71.43       | 0.00  | NA          | 57.14  | 71.43       | 0.00 | NA            |
| 33 | 10  | -33.33       | 0.00   | NA           | 80.00  | 9.09         | 40.00  | -14.29      | 0.00  | NA          | 40.00  | -14.29      | 0.00 | NA            |
| 34 | 8   | -20.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 100.00 | 0.00        | 12.50 | 25.00       | 87.50  | -2.78       | 0.00 | NA            |
| 35 | 6   | -45.45       | 16.67  | -8.33        | 100.00 | 10.00        | 33.33  | -47.62      | 0.00  | -100.00     | 33.33  | -38.89      | 0.00 | NA            |
| 36 | 3   | -70.00       | 66.67  | 66.67        | 66.67  | -16.67       | 100.00 | 11.11       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 37 | 39  | 50.00        | 23.08  | 20.00        | 94.87  | 2.78         | 76.92  | 5.26        | 5.13  | -33.33      | 71.79  | 9.80        | 2.78 | 7.58          |
| 38 | 16  | 45.45        | 31.25  | 14.58        | 100.00 | 0.00         | 68.75  | 8.04        | 0.00  | NA          | 68.75  | 8.04        | 2.45 | 10.62         |
| 39 | 6   | 0.00         | 16.67  | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 3.17 | 0             |
| 40 | 21  | 50.00        | 23.81  | 66.67        | 85.71  | 9.09         | 90.48  | 40.74       | 0.00  | NA          | 90.48  | 40.74       | 1.25 | NA            |
| 41 | 2   | -90.00       | 100.00 | 66.67        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 42 | 9   | -35.71       | 0.00   | -100.00      | 77.78  | -16.24       | 77.78  | 8.89        | 22.22 | 3.70        | 55.56  | 11.11       | 0.00 | NA            |
| 43 | 27  | 28.57        | 55.56  | 6.06         | 96.30  | -3.70        | 92.59  | 8.02        | 3.70  | -22.22      | 88.89  | 9.80        | 3.72 | 2.54          |
| 44 | 40  | 100.00       | 25.00  | -16.67       | 92.50  | 2.78         | 85.00  | -10.53      | 2.50  | -50.00      | 82.50  | -8.33       | 2.89 | -7.31         |
| 45 | 17  | 30.77        | 11.76  | 52.94        | 100.00 | 8.33         | 94.12  | 35.95       | 11.76 | 52.94       | 82.35  | 33.82       | 2.89 | 24.43         |
| 46 | 8   | -52.94       | 12.50  | -46.87       | 87.50  | 14.42        | 62.50  | 32.81       | 25.00 | 325.00      | 37.50  | -8.93       | 0.00 | NA            |
| 47 | 7   | -53.33       | 57.14  | 42.86        | 85.71  | -8.16        | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 48 | 42  | 40.00        | 16.67  | 66.67        | 90.48  | 23.38        | 76.19  | 63.27       | 4.76  | NA          | 71.43  | 53.06       | 2.59 | 46.59         |
| 49 | 27  | 92.86        | 22.22  | -48.15       | 100.00 | 0.00         | 81.48  | 26.75       | 0.00  | NA          | 81.48  | 26.75       | 2.82 | -9.63         |
| 50 | 9   | -43.75       | 11.11  | -11.11       | 100.00 | 6.67         | 33.33  | 166.67      | 0.00  | NA          | 33.33  | 166.67      | 0.00 | NA            |
| 51 | 14  | 27.27        | 28.57  | 4.76         | 100.00 | 37.50        | 71.43  | 30.95       | 0.00  | NA          | 71.43  | 30.95       | 2.95 | 26.74         |
| 52 | 5   | -44.44       | 0.00   | -100.00      | 80.00  | -10.00       | 100.00 | 28.57       | 0.00  | NA          | 100.00 | 28.57       | 0.00 | NA            |
| 53 | 5   | -64.29       | 0.00   | NA           | 80.00  | 12.00        | 80.00  | 60.00       | 0.00  | NA          | 80.00  | 60.00       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.43.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | δQPC    | %DOC  | δDOC    | %MSC   | δMSC    | %RT    | δRT     | %TI   | δTI     | %TP   | δTP     | CPCD | δCPCD |
|----|-----|---------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|---------|------|-------|
| 1  | 122 | 103.33  | 16.39 | -10.58  | 90.16  | 0.18    | 71.31  | -0.50   | 9.02  | -32.38  | 62.30 | 6.79    | 2.59 | -2.64 |
| 2  | 85  | 54.55   | 16.47 | 81.18   | 89.41  | 2.45    | 77.65  | 4.16    | 3.53  | -35.29  | 74.12 | 7.28    | 2.43 | 13.96 |
| 3  | 31  | 106.67  | 74.19 | 23.66   | 100.00 | 7.14    | 90.32  | 12.90   | 3.23  | -51.61  | 87.10 | 18.77   | 4.21 | 18.32 |
| 4  | 35  | 75.00   | 37.14 | 642.86  | 100.00 | 17.65   | 100.00 | 25.00   | 2.86  | NA      | 97.14 | 21.43   | 3.43 | 68.79 |
| 5  | 24  | 50.00   | 58.33 | 3.70    | 100.00 | 6.67    | 79.17  | 15.15   | 8.33  | 33.33   | 70.83 | 13.33   | 3.60 | 12.09 |
| 6  | 53  | 55.88   | 18.87 | 28.30   | 88.68  | 7.68    | 75.47  | 22.19   | 3.77  | NA      | 71.70 | 16.08   | 2.82 | 17.49 |
| 7  | 3   | -25.00  | 0.00  | -100.00 | 66.67  | -11.11  | 66.67  | -11.11  | 0.00  | NA      | 66.67 | -11.11  | 0.00 | NA    |
| 8  | 19  | 35.71   | 10.53 | -26.32  | 78.95  | 0.48    | 68.42  | 59.65   | 10.53 | -26.32  | 57.89 | 102.63  | 2.13 | 10.34 |
| 9  | 2   | -66.67  | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 20.00   | 50.00  | -40.00  | 0.00  | NA      | 50.00 | -40.00  | 0.00 | NA    |
| 10 | 0   | -100.00 | 0.00  | NA      | 0.00   | -100.00 | 0.00   | -100.00 | 0.00  | -100.00 | 0.00  | -100.00 | 0.00 | NA    |
| 11 | 69  | 81.58   | 26.09 | -9.88   | 95.65  | 3.85    | 62.32  | -5.28   | 0.00  | NA      | 62.32 | -5.28   | 2.95 | -3.48 |
| 12 | 7   | -30.00  | 28.57 | -28.57  | 100.00 | 0.00    | 85.71  | -4.76   | 14.29 | 42.86   | 71.43 | -10.71  | 0.00 | NA    |
| 13 | 5   | -79.17  | 60.00 | 30.91   | 100.00 | 0.00    | 100.00 | 14.29   | 40.00 | 380.00  | 60.00 | -24.21  | 0.00 | NA    |
| 14 | 45  | 95.65   | 48.89 | 87.41   | 95.56  | -0.10   | 93.33  | 7.33    | 6.67  | -23.33  | 86.67 | 10.74   | 3.79 | 24.64 |
| 15 | 29  | 61.11   | 58.62 | 75.86   | 100.00 | 0.00    | 89.66  | 15.27   | 0.00  | NA      | 89.66 | 15.27   | 3.81 | 26.82 |
| 16 | 130 | 94.03   | 24.62 | 174.87  | 95.38  | 10.19   | 86.15  | 13.18   | 4.62  | 3.08    | 81.54 | 13.81   | 2.82 | 34.55 |
| 17 | 7   | 40.00   | 28.57 | -28.57  | 100.00 | 25.00   | 100.00 | 25.00   | 14.29 | NA      | 85.71 | 7.14    | 3.05 | 33.19 |
| 18 | 59  | 43.90   | 42.37 | 117.16  | 100.00 | 7.89    | 91.53  | 4.24    | 3.39  | 38.98   | 88.14 | 3.24    | 3.43 | 29.07 |
| 19 | 49  | 75.00   | 32.65 | 82.86   | 100.00 | 7.69    | 95.92  | -0.53   | 2.04  | -80.95  | 93.88 | 9.52    | 3.25 | 19.44 |
| 20 | 83  | 84.44   | 22.89 | 14.46   | 100.00 | 2.27    | 91.57  | -1.89   | 4.82  | -45.78  | 86.75 | 2.73    | 2.88 | 3.87  |
| 21 | 85  | 112.50  | 31.76 | 41.18   | 100.00 | 0.00    | 92.94  | -2.17   | 8.24  | -45.10  | 84.71 | 5.88    | 3.12 | 7.04  |
| 22 | 7   | -61.11  | 42.86 | 54.29   | 100.00 | 50.00   | 85.71  | 10.20   | 0.00  | -100.00 | 85.71 | 18.68   | 0.00 | NA    |
| 23 | 6   | -25.00  | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 33.33   | 50.00  | -20.00  | 0.00  | NA      | 50.00 | -20.00  | 0.00 | NA    |
| 24 | 36  | 100.00  | 36.11 | 30.00   | 91.67  | 10.00   | 94.44  | 0.00    | 5.56  | -50.00  | 88.89 | 6.67    | 3.34 | 12.58 |
| 25 | 3   | -40.00  | 0.00  | NA      | 100.00 | 25.00   | 66.67  | -16.67  | 0.00  | -100.00 | 66.67 | 11.11   | 0.00 | NA    |



**Tabela D.44.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI    | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 1   | -88.89       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 12.50       | 100.00 | 350.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 27 | 3   | -86.36       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 33.33  | -61.40      | 0.00   | -100.00     | 33.33  | -59.26      | 0.00 | NA            |
| 28 | 2   | -84.62       | 50.00  | 225.00       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 30.00       | 0.00   | -100.00     | 100.00 | 62.50       | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -14.29       | 50.00  | -20.00      | 0.00   | NA          | 50.00  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 30 | 34  | 70.00        | 23.53  | -5.88        | 94.12  | -0.93        | 79.41  | 13.45       | 5.88   | 17.65       | 73.53  | 13.12       | 3.05 | 1.72          |
| 31 | 6   | -40.00       | 0.00   | -100.00      | 83.33  | 19.05        | 50.00  | 25.00       | 0.00   | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 32 | 4   | -63.64       | 0.00   | NA           | 100.00 | 10.00        | 50.00  | 37.50       | 0.00   | NA          | 50.00  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 33 | 2   | -77.78       | 50.00  | 350.00       | 100.00 | 12.50        | 100.00 | 28.57       | 0.00   | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 34 | 3   | -72.73       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 33.33  | -47.62      | 0.00   | NA          | 33.33  | -47.62      | 0.00 | NA            |
| 35 | 2   | -81.82       | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 50.00  | -21.43      | 0.00   | -100.00     | 50.00  | 10.00       | 0.00 | NA            |
| 36 | 29  | 107.14       | 37.93  | 6.21         | 100.00 | 0.00         | 79.31  | -7.47       | 3.45   | NA          | 75.86  | -11.49      | 3.30 | -0.55         |
| 37 | 13  | 44.44        | 30.77  | -7.69        | 100.00 | 12.50        | 76.92  | -1.10       | 0.00   | NA          | 76.92  | -1.10       | 2.66 | 14.18         |
| 38 | 12  | 20.00        | 8.33   | -16.67       | 100.00 | 25.00        | 91.67  | 83.33       | 8.33   | NA          | 83.33  | 66.67       | 2.19 | NA            |
| 39 | 1   | -94.12       | 100.00 | 30.77        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 21.43       | 0.00   | -100.00     | 100.00 | 30.77       | 0.00 | NA            |
| 40 | 7   | -41.67       | 28.57  | 14.29        | 85.71  | -6.49        | 85.71  | 28.57       | 0.00   | -100.00     | 85.71  | 46.94       | 0.00 | NA            |
| 41 | 18  | 100.00       | 38.89  | 75.00        | 100.00 | 0.00         | 88.89  | 0.00        | 5.56   | -50.00      | 83.33  | 7.14        | 3.33 | 14.29         |
| 42 | 35  | 133.33       | 28.57  | -14.29       | 97.14  | 12.09        | 82.86  | -11.22      | 2.86   | -57.14      | 80.00  | -7.69       | 3.01 | -4.06         |
| 43 | 24  | 60.00        | 25.00  | 25.00        | 100.00 | 7.14         | 79.17  | -1.04       | 4.17   | NA          | 75.00  | -6.25       | 3.22 | 9.12          |
| 44 | 3   | -72.73       | 33.33  | 83.33        | 33.33  | -54.17       | 0.00   | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 45 | 5   | -72.22       | 20.00  | -55.00       | 60.00  | -36.47       | 80.00  | 10.77       | 0.00   | NA          | 80.00  | 10.77       | 0.00 | NA            |
| 46 | 38  | 65.22        | 21.05  | -3.16        | 89.47  | 2.89         | 86.84  | 24.84       | 5.26   | 21.05       | 81.58  | 25.09       | 2.84 | 8.82          |
| 47 | 26  | 116.67       | 34.62  | -16.92       | 100.00 | 0.00         | 65.38  | 30.77       | 0.00   | NA          | 65.38  | 30.77       | 2.93 | 0.55          |
| 48 | 2   | -77.78       | 0.00   | NA           | 100.00 | 0.00         | 50.00  | 125.00      | 0.00   | NA          | 50.00  | 125.00      | 0.00 | NA            |
| 49 | 19  | 72.73        | 26.32  | -27.63       | 89.47  | 9.36         | 73.68  | 1.32        | 0.00   | NA          | 73.68  | 1.32        | 2.77 | -5.7          |
| 50 | 3   | -62.50       | 0.00   | -100.00      | 33.33  | -55.56       | 33.33  | -55.56      | 0.00   | NA          | 33.33  | -55.56      | 0.00 | NA            |
| 51 | 5   | -44.44       | 0.00   | NA           | 40.00  | -40.00       | 20.00  | -10.00      | 0.00   | NA          | 20.00  | -10.00      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.45.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte I

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 122 | 103.33       | 16.39 | -10.58       | 90.16  | 0.18         | 71.31  | -0.50       | 9.02  | -32.38      | 62.30  | 6.79        | 2.59 | -2.64         |
| 2  | 85  | 54.55        | 16.47 | 81.18        | 89.41  | 2.45         | 77.65  | 4.16        | 3.53  | -35.29      | 74.12  | 7.28        | 2.43 | 13.96         |
| 3  | 31  | 106.67       | 74.19 | 23.66        | 100.00 | 7.14         | 90.32  | 12.90       | 3.23  | -51.61      | 87.10  | 18.77       | 4.21 | 18.32         |
| 4  | 35  | 75.00        | 37.14 | 642.86       | 100.00 | 17.65        | 100.00 | 25.00       | 2.86  | NA          | 97.14  | 21.43       | 3.43 | 68.79         |
| 5  | 24  | 50.00        | 58.33 | 3.70         | 100.00 | 6.67         | 83.33  | 21.21       | 8.33  | 33.33       | 75.00  | 20.00       | 3.67 | 14.33         |
| 6  | 53  | 55.88        | 18.87 | 28.30        | 88.68  | 7.68         | 75.47  | 22.19       | 3.77  | NA          | 71.70  | 16.08       | 2.82 | 17.49         |
| 7  | 3   | -25.00       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -11.11       | 66.67  | -11.11      | 0.00  | NA          | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 8  | 19  | 35.71        | 10.53 | -26.32       | 89.47  | 13.88        | 52.63  | 22.81       | 10.53 | -26.32      | 42.11  | 47.37       | 2.10 | 8.45          |
| 9  | 3   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 20.00        | 66.67  | -20.00      | 0.00  | NA          | 66.67  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 10 | 0   | -100.00      | NA    | NA           | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 11 | 69  | 81.58        | 26.09 | -9.88        | 95.65  | 3.85         | 62.32  | -5.28       | 0.00  | NA          | 62.32  | -5.28       | 2.95 | -3.48         |
| 12 | 7   | -30.00       | 28.57 | -28.57       | 100.00 | 0.00         | 85.71  | -4.76       | 14.29 | 42.86       | 71.43  | -10.71      | 0.00 | NA            |
| 13 | 5   | -79.17       | 40.00 | -12.73       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 14.29       | 40.00 | 380.00      | 60.00  | -24.21      | 0.00 | NA            |
| 14 | 45  | 95.65        | 48.89 | 87.41        | 95.56  | -0.10        | 93.33  | 7.33        | 6.67  | -23.33      | 86.67  | 10.74       | 3.79 | 24.64         |
| 15 | 29  | 61.11        | 58.62 | 75.86        | 100.00 | 0.00         | 89.66  | 15.27       | 0.00  | NA          | 89.66  | 15.27       | 3.81 | 26.82         |
| 16 | 130 | 94.03        | 24.62 | 174.87       | 95.38  | 10.19        | 86.15  | 13.18       | 3.85  | -14.10      | 82.31  | 14.89       | 2.82 | 34.55         |
| 17 | 7   | 40.00        | 28.57 | -28.57       | 100.00 | 25.00        | 100.00 | 25.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 25.00       | 3.05 | 33.19         |
| 18 | 59  | 43.90        | 42.37 | 117.16       | 100.00 | 7.89         | 91.53  | 4.24        | 5.08  | 108.48      | 86.44  | 1.26        | 3.43 | 29.07         |
| 19 | 49  | 75.00        | 30.61 | 71.43        | 100.00 | 7.69         | 97.96  | 1.59        | 2.04  | -80.95      | 95.92  | 11.90       | 3.23 | 18.72         |
| 20 | 83  | 84.44        | 22.89 | 14.46        | 100.00 | 2.27         | 91.57  | -1.89       | 4.82  | -45.78      | 86.75  | 2.73        | 2.88 | 3.87          |
| 21 | 85  | 112.50       | 31.76 | 41.18        | 100.00 | 0.00         | 92.94  | -2.17       | 8.24  | -45.10      | 84.71  | 5.88        | 3.12 | 7.04          |
| 22 | 5   | -72.22       | 60.00 | 116.00       | 100.00 | 50.00        | 100.00 | 28.57       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 38.46       | 0.00 | NA            |
| 23 | 5   | -37.50       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 33.33        | 40.00  | -36.00      | 0.00  | NA          | 40.00  | -36.00      | 0.00 | NA            |
| 24 | 36  | 100.00       | 36.11 | 30.00        | 91.67  | 10.00        | 94.44  | 0.00        | 5.56  | -50.00      | 88.89  | 6.67        | 3.34 | 12.58         |
| 25 | 3   | -40.00       | 0.00  | NA           | 100.00 | 25.00        | 100.00 | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 66.67       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.46.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 2   | -77.78       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 12.50       | 50.00 | 125.00      | 50.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 27 | 2   | -90.91       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -42.11      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -38.89      | 0.00 | NA            |
| 28 | 3   | -76.92       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 66.67  | -13.33      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 8.33        | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -14.29       | 50.00  | -20.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 30 | 34  | 70.00        | 23.53  | -5.88        | 94.12  | -0.93        | 79.41  | 13.45       | 8.82  | 76.47       | 70.59  | 8.60        | 3.05 | 1.72          |
| 31 | 5   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 80.00  | 14.29        | 40.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 40.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 32 | 7   | -36.36       | 0.00   | NA           | 85.71  | -5.71        | 57.14  | 57.14       | 0.00  | NA          | 57.14  | 57.14       | 0.00 | NA            |
| 33 | 4   | -55.56       | 25.00  | 125.00       | 75.00  | -15.63       | 75.00  | -3.57       | 0.00  | -100.00     | 75.00  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 34 | 3   | -72.73       | 33.33  | 22.22        | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 4.76        | 0.00  | NA          | 66.67  | 4.76        | 0.00 | NA            |
| 35 | 3   | -72.73       | 33.33  | 22.22        | 66.67  | -8.33        | 100.00 | 57.14       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 120.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 29  | 107.14       | 41.38  | 15.86        | 100.00 | 0.00         | 79.31  | -7.47       | 3.45  | NA          | 75.86  | -11.49      | 3.40 | 2.35          |
| 37 | 12  | 33.33        | 33.33  | 0.00         | 100.00 | 12.50        | 75.00  | -3.57       | 0.00  | NA          | 75.00  | -3.57       | 2.67 | 14.74         |
| 38 | 12  | 20.00        | 16.67  | 66.67        | 100.00 | 25.00        | 91.67  | 83.33       | 0.00  | NA          | 91.67  | 83.33       | 2.19 | NA            |
| 39 | 1   | -94.12       | 100.00 | 30.77        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 21.43       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 30.77       | 0.00 | NA            |
| 40 | 6   | -50.00       | 33.33  | 33.33        | 100.00 | 9.09         | 83.33  | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 83.33  | 42.86       | 0.00 | NA            |
| 41 | 18  | 100.00       | 38.89  | 75.00        | 100.00 | 0.00         | 88.89  | 0.00        | 5.56  | -50.00      | 83.33  | 7.14        | 3.33 | 14.29         |
| 42 | 36  | 140.00       | 27.78  | -16.67       | 97.22  | 12.18        | 80.56  | -13.69      | 2.78  | -58.33      | 77.78  | -10.26      | 2.97 | -5.62         |
| 43 | 24  | 60.00        | 25.00  | 25.00        | 100.00 | 7.14         | 100.00 | 25.00       | 8.33  | NA          | 91.67  | 14.58       | 3.48 | 17.94         |
| 44 | 4   | -63.64       | 25.00  | 37.50        | 50.00  | -31.25       | 50.00  | -31.25      | 25.00 | 175.00      | 25.00  | -60.71      | 0.00 | NA            |
| 45 | 4   | -77.78       | 25.00  | -43.75       | 50.00  | -47.06       | 75.00  | 3.85        | 0.00  | NA          | 75.00  | 3.85        | 0.00 | NA            |
| 46 | 38  | 65.22        | 23.68  | 8.95         | 92.11  | 5.92         | 84.21  | 21.05       | 5.26  | 21.05       | 78.95  | 21.05       | 2.93 | 12.15         |
| 47 | 26  | 116.67       | 34.62  | -16.92       | 100.00 | 0.00         | 65.38  | 30.77       | 0.00  | NA          | 65.38  | 30.77       | 2.93 | 0.55          |
| 48 | 2   | -77.78       | 0.00   | NA           | 100.00 | 0.00         | 50.00  | 125.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | 125.00      | 0.00 | NA            |
| 49 | 19  | 72.73        | 26.32  | -27.63       | 89.47  | 9.36         | 73.68  | 1.32        | 0.00  | NA          | 73.68  | 1.32        | 2.77 | -5.7          |
| 50 | 3   | -62.50       | 0.00   | -100.00      | 66.67  | -11.11       | 33.33  | -55.56      | 0.00  | NA          | 33.33  | -55.56      | 0.00 | NA            |
| 51 | 4   | -55.56       | 25.00  | NA           | 50.00  | -25.00       | 25.00  | 12.50       | 0.00  | NA          | 25.00  | 12.50       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.47.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 122 | 103.33       | 16.39 | -10.58       | 90.16  | 0.18         | 71.31  | -0.50       | 9.02  | -32.38      | 62.30  | 6.79        | 2.59 | -2.64         |
| 2  | 85  | 54.55        | 16.47 | 81.18        | 89.41  | 2.45         | 77.65  | 4.16        | 3.53  | -35.29      | 74.12  | 7.28        | 2.43 | 13.96         |
| 3  | 31  | 106.67       | 70.97 | 18.28        | 100.00 | 7.14         | 93.55  | 16.94       | 3.23  | -51.61      | 90.32  | 23.17       | 4.18 | 17.44         |
| 4  | 35  | 75.00        | 37.14 | 642.86       | 100.00 | 17.65        | 100.00 | 25.00       | 2.86  | NA          | 97.14  | 21.43       | 3.43 | 68.79         |
| 5  | 24  | 50.00        | 58.33 | 3.70         | 100.00 | 6.67         | 83.33  | 21.21       | 8.33  | 33.33       | 75.00  | 20.00       | 3.67 | 14.33         |
| 6  | 53  | 55.88        | 16.98 | 15.47        | 88.68  | 7.68         | 75.47  | 22.19       | 3.77  | NA          | 71.70  | 16.08       | 2.74 | 14.29         |
| 7  | 3   | -25.00       | 33.33 | 33.33        | 66.67  | -11.11       | 100.00 | 33.33       | 0.00  | NA          | 100.00 | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 8  | 18  | 28.57        | 5.56  | -61.11       | 88.89  | 13.13        | 55.56  | 29.63       | 11.11 | -22.22      | 44.44  | 55.56       | 1.96 | 1.31          |
| 9  | 2   | -66.67       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 20.00        | 50.00  | -40.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | -40.00      | 0.00 | NA            |
| 10 | 0   | -100.00      | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00  | -100.00     | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 11 | 69  | 81.58        | 26.09 | -9.88        | 95.65  | 3.85         | 62.32  | -5.28       | 0.00  | NA          | 62.32  | -5.28       | 2.95 | -3.48         |
| 12 | 7   | -30.00       | 28.57 | -28.57       | 100.00 | 0.00         | 85.71  | -4.76       | 14.29 | 42.86       | 71.43  | -10.71      | 0.00 | NA            |
| 13 | 4   | -83.33       | 50.00 | 9.09         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 14.29       | 50.00 | 500.00      | 50.00  | -36.84      | 0.00 | NA            |
| 14 | 45  | 95.65        | 48.89 | 87.41        | 95.56  | -0.10        | 93.33  | 7.33        | 6.67  | -23.33      | 86.67  | 10.74       | 3.79 | 24.64         |
| 15 | 29  | 61.11        | 51.72 | 55.17        | 100.00 | 0.00         | 96.55  | 24.14       | 6.90  | NA          | 89.66  | 15.27       | 3.74 | 24.45         |
| 16 | 130 | 94.03        | 23.85 | 166.28       | 95.38  | 10.19        | 86.92  | 14.19       | 4.62  | 3.08        | 82.31  | 14.89       | 2.81 | 34.16         |
| 17 | 7   | 40.00        | 28.57 | -28.57       | 100.00 | 25.00        | 100.00 | 25.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 25.00       | 3.05 | 33.19         |
| 18 | 59  | 43.90        | 38.98 | 99.79        | 100.00 | 7.89         | 94.92  | 8.10        | 5.08  | 108.48      | 89.83  | 5.23        | 3.40 | 27.79         |
| 19 | 49  | 75.00        | 30.61 | 71.43        | 100.00 | 7.69         | 97.96  | 1.59        | 2.04  | -80.95      | 95.92  | 11.90       | 3.23 | 18.72         |
| 20 | 82  | 82.22        | 21.95 | 9.76         | 100.00 | 2.27         | 93.90  | 0.61        | 6.10  | -31.40      | 87.80  | 3.98        | 2.89 | 4.39          |
| 21 | 86  | 115.00       | 32.56 | 44.70        | 100.00 | 0.00         | 91.86  | -3.30       | 8.14  | -45.74      | 83.72  | 4.65        | 3.12 | 7.13          |
| 22 | 6   | -66.67       | 33.33 | 20.00        | 100.00 | 50.00        | 83.33  | 7.14        | 0.00  | -100.00     | 83.33  | 15.38       | 0.00 | NA            |
| 23 | 5   | -37.50       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 33.33        | 40.00  | -36.00      | 0.00  | NA          | 40.00  | -36.00      | 0.00 | NA            |
| 24 | 36  | 100.00       | 36.11 | 30.00        | 91.67  | 10.00        | 94.44  | 0.00        | 5.56  | -50.00      | 88.89  | 6.67        | 3.34 | 12.58         |
| 25 | 3   | -40.00       | 0.00  | NA           | 100.00 | 25.00        | 100.00 | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 66.67       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.48.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2015-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 2   | -77.78       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 12.50       | 50.00 | 125.00      | 50.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 27 | 2   | -90.91       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -42.11      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -38.89      | 0.00 | NA            |
| 28 | 2   | -84.62       | 50.00  | 225.00       | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -35.00      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -18.75      | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -14.29       | 50.00  | -20.00      | 0.00  | NA          | 50.00  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 30 | 34  | 70.00        | 23.53  | -5.88        | 94.12  | -0.93        | 82.35  | 17.65       | 5.88  | 17.65       | 76.47  | 17.65       | 3.09 | 2.94          |
| 31 | 6   | -40.00       | 0.00   | -100.00      | 83.33  | 19.05        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 32 | 6   | -45.45       | 0.00   | NA           | 83.33  | -8.33        | 50.00  | 37.50       | 0.00  | NA          | 50.00  | 37.50       | 0.00 | NA            |
| 33 | 4   | -55.56       | 25.00  | 125.00       | 75.00  | -15.63       | 100.00 | 28.57       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 34 | 2   | -81.82       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -21.43      | 0.00  | NA          | 50.00  | -21.43      | 0.00 | NA            |
| 35 | 3   | -72.73       | 33.33  | 22.22        | 33.33  | -54.17       | 66.67  | 4.76        | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 46.67       | 0.00 | NA            |
| 36 | 30  | 114.29       | 40.00  | 12.00        | 100.00 | 0.00         | 76.67  | -10.56      | 3.33  | NA          | 73.33  | -14.44      | 3.33 | 0.2           |
| 37 | 12  | 33.33        | 33.33  | 0.00         | 100.00 | 12.50        | 75.00  | -3.57       | 0.00  | NA          | 75.00  | -3.57       | 2.67 | 14.74         |
| 38 | 11  | 10.00        | 9.09   | -9.09        | 100.00 | 25.00        | 90.91  | 81.82       | 9.09  | NA          | 81.82  | 63.64       | 2.16 | NA            |
| 39 | 1   | -94.12       | 100.00 | 30.77        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 21.43       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 30.77       | 0.00 | NA            |
| 40 | 6   | -50.00       | 33.33  | 33.33        | 100.00 | 9.09         | 83.33  | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 83.33  | 42.86       | 0.00 | NA            |
| 41 | 18  | 100.00       | 38.89  | 75.00        | 100.00 | 0.00         | 88.89  | 0.00        | 5.56  | -50.00      | 83.33  | 7.14        | 3.33 | 14.29         |
| 42 | 36  | 140.00       | 27.78  | -16.67       | 97.22  | 12.18        | 80.56  | -13.69      | 2.78  | -58.33      | 77.78  | -10.26      | 2.97 | -5.62         |
| 43 | 24  | 60.00        | 25.00  | 25.00        | 100.00 | 7.14         | 100.00 | 25.00       | 8.33  | NA          | 91.67  | 14.58       | 3.48 | 17.94         |
| 44 | 5   | -54.55       | 0.00   | -100.00      | 20.00  | -72.50       | 60.00  | -17.50      | 20.00 | 120.00      | 40.00  | -37.14      | 0.00 | NA            |
| 45 | 4   | -77.78       | 25.00  | -43.75       | 50.00  | -47.06       | 75.00  | 3.85        | 0.00  | NA          | 75.00  | 3.85        | 0.00 | NA            |
| 46 | 37  | 60.87        | 24.32  | 11.89        | 91.89  | 5.68         | 86.49  | 24.32       | 5.41  | 24.32       | 81.08  | 24.32       | 2.98 | 13.89         |
| 47 | 26  | 116.67       | 34.62  | -16.92       | 100.00 | 0.00         | 65.38  | 30.77       | 0.00  | NA          | 65.38  | 30.77       | 2.93 | 0.55          |
| 48 | 3   | -66.67       | 0.00   | NA           | 100.00 | 0.00         | 33.33  | 50.00       | 0.00  | NA          | 33.33  | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 49 | 19  | 72.73        | 21.05  | -42.11       | 89.47  | 9.36         | 78.95  | 8.55        | 0.00  | NA          | 78.95  | 8.55        | 2.69 | -8.53         |
| 50 | 3   | -62.50       | 0.00   | -100.00      | 66.67  | -11.11       | 33.33  | -55.56      | 0.00  | NA          | 33.33  | -55.56      | 0.00 | NA            |
| 51 | 4   | -55.56       | 0.00   | NA           | 75.00  | 12.50        | 50.00  | 125.00      | 25.00 | NA          | 25.00  | 12.50       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.49.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI    | $\delta$ TI | %TP   | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|------|---------------|
| 1  | 80  | 90.48        | 17.50 | -18.33       | 90.00  | -0.53        | 63.75  | -18.86      | 7.50   | -37.00      | 56.25 | -15.63      | 2.53 | -11.48        |
| 2  | 72  | 53.19        | 13.89 | 117.59       | 88.89  | 4.44         | 79.17  | -2.08       | 2.78   | -34.72      | 76.39 | -0.27       | 2.37 | 12.78         |
| 3  | 64  | 113.33       | 68.75 | -1.79        | 96.88  | 3.79         | 89.06  | 6.88        | 4.69   | 40.63       | 84.38 | 5.47        | 3.99 | 3.37          |
| 4  | 46  | 58.62        | 15.22 | 10.33        | 95.65  | 2.74         | 76.09  | -4.06       | 2.17   | -36.96      | 73.91 | -2.57       | 2.43 | 1.38          |
| 5  | 38  | 80.95        | 78.95 | 3.62         | 100.00 | 0.00         | 92.11  | 1.80        | 5.26   | -44.74      | 86.84 | 7.28        | 4.34 | 2.29          |
| 6  | 34  | 54.55        | 11.76 | -35.29       | 88.24  | 7.84         | 76.47  | 40.20       | 8.82   | NA          | 67.65 | 24.02       | 2.54 | 3.8           |
| 7  | 3   | -40.00       | 33.33 | -44.44       | 100.00 | 0.00         | 33.33  | -58.33      | 0.00   | NA          | 33.33 | -58.33      | 0.00 | NA            |
| 8  | 19  | 18.75        | 15.79 | 26.32        | 100.00 | 14.29        | 63.16  | 26.32       | 5.26   | -57.89      | 57.89 | 54.39       | 2.57 | 22.14         |
| 9  | 1   | -83.33       | 0.00  | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00     | 0.00   | NA          | 0.00  | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 10 | 1   | -75.00       | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 33.33       | 100.00 | 300.00      | 0.00  | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 11 | 59  | 59.46        | 30.51 | 2.62         | 96.61  | 5.13         | 66.10  | 11.17       | 0.00   | NA          | 66.10 | 11.17       | 3.18 | 5.69          |
| 12 | 14  | -41.67       | 28.57 | 14.29        | 92.86  | 1.30         | 100.00 | 9.09        | 7.14   | -14.29      | 92.86 | 11.43       | 0.00 | NA            |
| 13 | 11  | -56.00       | 45.45 | 13.64        | 100.00 | 0.00         | 90.91  | 3.31        | 9.09   | -24.24      | 81.82 | 7.66        | 0.00 | NA            |
| 14 | 52  | 73.33        | 55.77 | 11.54        | 96.15  | 3.02         | 98.08  | 5.08        | 5.77   | -56.73      | 92.31 | 15.38       | 4.06 | 7.16          |
| 15 | 33  | 65.00        | 39.39 | -1.52        | 96.97  | 2.07         | 90.91  | 1.01        | 3.03   | NA          | 87.88 | -2.36       | 3.28 | 1.33          |
| 16 | 142 | 73.17        | 22.54 | 105.32       | 96.48  | 8.37         | 84.51  | 3.43        | 3.52   | 44.37       | 80.99 | 2.17        | 2.77 | 21.46         |
| 17 | 14  | 40.00        | 64.29 | 7.14         | 100.00 | 0.00         | 85.71  | -14.29      | 0.00   | NA          | 85.71 | -14.29      | 3.73 | -4.41         |
| 18 | 10  | 0.00         | 20.00 | 100.00       | 90.00  | 0.00         | 90.00  | 0.00        | 20.00  | 0.00        | 70.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 19 | 60  | 46.34        | 38.33 | 96.46        | 98.33  | 3.38         | 96.67  | -0.92       | 5.00   | -59.00      | 91.67 | 7.38        | 3.38 | 18.27         |
| 20 | 42  | 68.00        | 30.95 | 54.76        | 97.62  | -2.38        | 92.86  | 0.93        | 4.76   | 19.05       | 88.10 | 0.11        | 3.11 | 8.04          |
| 21 | 91  | 59.65        | 28.57 | -4.20        | 98.90  | 0.67         | 91.21  | 6.10        | 5.49   | -37.36      | 85.71 | 11.04       | 2.99 | 2.48          |
| 22 | 77  | 83.33        | 32.47 | 13.64        | 100.00 | 0.00         | 96.10  | 0.91        | 5.19   | -27.27      | 90.91 | 3.19        | 3.19 | 3.74          |
| 23 | 3   | -88.89       | 0.00  | -100.00      | 33.33  | -52.63       | 33.33  | -65.38      | 0.00   | -100.00     | 33.33 | -62.50      | 0.00 | NA            |
| 24 | 4   | -20.00       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 50.00  | 25.00       | 25.00  | 25.00       | 25.00 | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 25 | 52  | 92.59        | 44.23 | -0.48        | 90.38  | -2.38        | 92.31  | -4.14       | 3.85   | -48.08      | 88.46 | -0.48       | 3.53 | -2.58         |
| 26 | 5   | -44.44       | 20.00 | -10.00       | 80.00  | -10.00       | 80.00  | 2.86        | 0.00   | NA          | 80.00 | 2.86        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.50.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 3   | -62.50       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 60.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 60.00       | 0.00 | NA            |
| 28 | 8   | -71.43       | 12.50  | -50.00       | 100.00 | 0.00         | 87.50  | 6.52        | 12.50 | 250.00      | 75.00  | -4.55       | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -20.00       | 0.00   | NA           | 75.00  | -25.00       | 75.00  | -25.00      | 0.00  | -100.00     | 75.00  | -6.25       | 0.00 | NA            |
| 30 | 3   | -50.00       | 33.33  | 100.00       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 31 | 19  | 46.15        | 26.32  | 71.05        | 94.74  | 2.63         | 78.95  | 14.04       | 10.53 | 36.84       | 68.42  | 11.18       | 3.16 | 21.64         |
| 32 | 4   | -20.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 33 | 6   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 20.00        | 83.33  | 66.67       | 0.00  | NA          | 83.33  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 34 | 7   | -30.00       | 14.29  | -52.38       | 100.00 | 11.11        | 28.57  | -52.38      | 0.00  | NA          | 28.57  | -52.38      | 0.00 | NA            |
| 35 | 6   | -25.00       | 16.67  | -33.33       | 100.00 | 0.00         | 66.67  | -11.11      | 0.00  | NA          | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 36 | 2   | -75.00       | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 50.00  | -33.33      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 37 | 28  | 47.37        | 35.71  | 35.71        | 96.43  | 1.79         | 78.57  | -6.70       | 0.00  | NA          | 78.57  | -6.70       | 3.17 | 7.39          |
| 38 | 13  | 62.50        | 46.15  | 23.08        | 100.00 | 0.00         | 53.85  | 7.69        | 0.00  | NA          | 53.85  | 7.69        | 2.43 | 10.99         |
| 39 | 14  | 75.00        | 14.29  | 14.29        | 92.86  | 6.12         | 78.57  | 25.71       | 0.00  | NA          | 78.57  | 25.71       | 1.25 | 166.67        |
| 40 | 3   | -84.21       | 100.00 | 46.15        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 26.67       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 35.71       | 0.00 | NA            |
| 41 | 9   | 12.50        | 11.11  | -55.56       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 33.33       | 11.11 | NA          | 88.89  | 18.52       | 0.00 | NA            |
| 42 | 38  | 80.95        | 65.79  | 6.28         | 97.37  | 2.24         | 89.47  | 4.39        | 5.26  | 10.53       | 84.21  | 4.02        | 3.96 | 4.93          |
| 43 | 31  | 106.67       | 29.03  | 8.87         | 96.77  | 20.97        | 83.87  | -3.23       | 3.23  | -51.61      | 80.65  | 0.81        | 3.04 | 8.51          |
| 44 | 18  | 50.00        | 16.67  | 0.00         | 100.00 | 20.00        | 77.78  | 33.33       | 16.67 | 100.00      | 61.11  | 22.22       | 2.88 | 18.61         |
| 45 | 6   | -62.50       | 33.33  | 77.78        | 83.33  | -4.76        | 83.33  | 66.67       | 16.67 | NA          | 66.67  | 33.33       | 0.00 | NA            |
| 46 | 6   | -71.43       | 33.33  | -30.00       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 16.67       | 16.67 | 250.00      | 83.33  | 2.94        | 0.00 | NA            |
| 47 | 35  | 59.09        | 28.57  | 25.71        | 94.29  | 3.71         | 82.86  | 1.27        | 0.00  | NA          | 82.86  | 1.27        | 3.10 | 8.55          |
| 48 | 23  | 130.00       | 34.78  | -30.43       | 100.00 | 0.00         | 69.57  | -22.71      | 0.00  | NA          | 69.57  | -22.71      | 2.99 | -17.54        |
| 49 | 2   | -66.67       | 50.00  | 200.00       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 500.00      | 0.00  | NA          | 100.00 | 500.00      | 0.00 | NA            |
| 50 | 15  | 50.00        | 26.67  | 33.33        | 86.67  | 8.33         | 66.67  | 122.22      | 0.00  | NA          | 66.67  | 122.22      | 2.66 | 38.55         |
| 51 | 3   | -57.14       | 0.00   | -100.00      | 66.67  | -33.33       | 66.67  | 16.67       | 0.00  | NA          | 66.67  | 16.67       | 0.00 | NA            |
| 52 | 5   | -37.50       | 0.00   | NA           | 80.00  | 28.00        | 40.00  | 6.67        | 0.00  | NA          | 40.00  | 6.67        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.51.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI    | $\delta$ TI | %TP   | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|------|---------------|
| 1  | 80  | 90.48        | 17.50 | -18.33       | 90.00  | -0.53        | 63.75  | -18.86      | 7.50   | -37.00      | 56.25 | -15.63      | 2.53 | -11.48        |
| 2  | 72  | 53.19        | 13.89 | 117.59       | 88.89  | 4.44         | 79.17  | -2.08       | 2.78   | -34.72      | 76.39 | -0.27       | 2.37 | 12.78         |
| 3  | 64  | 113.33       | 68.75 | -1.79        | 96.88  | 3.79         | 89.06  | 6.88        | 4.69   | 40.63       | 84.38 | 5.47        | 3.99 | 3.37          |
| 4  | 46  | 58.62        | 15.22 | 10.33        | 95.65  | 2.74         | 76.09  | -4.06       | 2.17   | -36.96      | 73.91 | -2.57       | 2.43 | 1.38          |
| 5  | 38  | 80.95        | 78.95 | 3.62         | 100.00 | 0.00         | 92.11  | 1.80        | 2.63   | -72.37      | 89.47 | 10.53       | 4.34 | 2.29          |
| 6  | 34  | 54.55        | 11.76 | -35.29       | 88.24  | 7.84         | 76.47  | 40.20       | 5.88   | NA          | 70.59 | 29.41       | 2.54 | 3.8           |
| 7  | 3   | -40.00       | 33.33 | -44.44       | 100.00 | 0.00         | 33.33  | -58.33      | 0.00   | NA          | 33.33 | -58.33      | 0.00 | NA            |
| 8  | 19  | 18.75        | 15.79 | 26.32        | 100.00 | 14.29        | 63.16  | 26.32       | 5.26   | -57.89      | 57.89 | 54.39       | 2.57 | 22.14         |
| 9  | 2   | -66.67       | 50.00 | 200.00       | 50.00  | -25.00       | 50.00  | 0.00        | 0.00   | NA          | 50.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 10 | 1   | -75.00       | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 33.33       | 100.00 | 300.00      | 0.00  | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 11 | 59  | 59.46        | 30.51 | 2.62         | 96.61  | 5.13         | 66.10  | 11.17       | 0.00   | NA          | 66.10 | 11.17       | 3.18 | 5.69          |
| 12 | 14  | -41.67       | 28.57 | 14.29        | 92.86  | 1.30         | 100.00 | 9.09        | 7.14   | -14.29      | 92.86 | 11.43       | 0.00 | NA            |
| 13 | 11  | -56.00       | 45.45 | 13.64        | 100.00 | 0.00         | 81.82  | -7.02       | 18.18  | 51.52       | 63.64 | -16.27      | 0.00 | NA            |
| 14 | 52  | 73.33        | 59.62 | 19.23        | 96.15  | 3.02         | 94.23  | 0.96        | 5.77   | -56.73      | 88.46 | 10.58       | 4.12 | 8.88          |
| 15 | 33  | 65.00        | 39.39 | -1.52        | 96.97  | 2.07         | 90.91  | 1.01        | 0.00   | NA          | 90.91 | 1.01        | 3.28 | 1.33          |
| 16 | 142 | 73.17        | 22.54 | 105.32       | 96.48  | 8.37         | 84.51  | 3.43        | 3.52   | 44.37       | 80.99 | 2.17        | 2.77 | 21.46         |
| 17 | 15  | 50.00        | 60.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 86.67  | -13.33      | 0.00   | NA          | 86.67 | -13.33      | 3.64 | -6.91         |
| 18 | 10  | 0.00         | 20.00 | 100.00       | 90.00  | 0.00         | 90.00  | 0.00        | 20.00  | 0.00        | 70.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 19 | 60  | 46.34        | 36.67 | 87.92        | 98.33  | 3.38         | 96.67  | -0.92       | 6.67   | -45.33      | 90.00 | 5.43        | 3.33 | 16.81         |
| 20 | 42  | 68.00        | 30.95 | 54.76        | 97.62  | -2.38        | 92.86  | 0.93        | 4.76   | 19.05       | 88.10 | 0.11        | 3.11 | 8.04          |
| 21 | 91  | 59.65        | 28.57 | -4.20        | 98.90  | 0.67         | 91.21  | 6.10        | 5.49   | -37.36      | 85.71 | 11.04       | 2.99 | 2.48          |
| 22 | 77  | 83.33        | 33.77 | 18.18        | 100.00 | 0.00         | 96.10  | 0.91        | 6.49   | -9.09       | 89.61 | 1.72        | 3.22 | 4.83          |
| 23 | 4   | -85.19       | 25.00 | -48.08       | 50.00  | -28.95       | 50.00  | -48.08      | 0.00   | -100.00     | 50.00 | -43.75      | 0.00 | NA            |
| 24 | 4   | -20.00       | 25.00 | 25.00        | 75.00  | -6.25        | 25.00  | -37.50      | 25.00  | 25.00       | 0.00  | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 25 | 52  | 92.59        | 51.92 | 16.83        | 90.38  | -2.38        | 84.62  | -12.13      | 3.85   | -48.08      | 80.77 | -9.13       | 3.65 | 0.8           |
| 26 | 6   | -33.33       | 16.67 | -25.00       | 83.33  | -6.25        | 83.33  | 7.14        | 0.00   | NA          | 83.33 | 7.14        | 0.00 | NA            |



**Tabela D.52.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 4   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 75.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 75.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 28 | 8   | -71.43       | 12.50  | -50.00       | 100.00 | 0.00         | 87.50  | 6.52        | 12.50 | 250.00      | 75.00  | -4.55       | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -20.00       | 0.00   | NA           | 75.00  | -25.00       | 75.00  | -25.00      | 0.00  | -100.00     | 75.00  | -6.25       | 0.00 | NA            |
| 30 | 2   | -66.67       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 31 | 19  | 46.15        | 31.58  | 105.26       | 94.74  | 2.63         | 73.68  | 6.43        | 10.53 | 36.84       | 63.16  | 2.63        | 3.29 | 26.71         |
| 32 | 4   | -20.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 33 | 7   | -41.67       | 0.00   | -100.00      | 71.43  | -14.29       | 57.14  | 14.29       | 0.00  | NA          | 57.14  | 14.29       | 0.00 | NA            |
| 34 | 7   | -30.00       | 14.29  | -52.38       | 85.71  | -4.76        | 42.86  | -28.57      | 0.00  | NA          | 42.86  | -28.57      | 0.00 | NA            |
| 35 | 6   | -25.00       | 16.67  | -33.33       | 83.33  | -16.67       | 66.67  | -11.11      | 0.00  | NA          | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 36 | 2   | -75.00       | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 50.00  | -33.33      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 37 | 28  | 47.37        | 39.29  | 49.29        | 96.43  | 1.79         | 82.14  | -2.46       | 0.00  | NA          | 82.14  | -2.46       | 3.32 | 12.27         |
| 38 | 12  | 50.00        | 50.00  | 33.33        | 100.00 | 0.00         | 58.33  | 16.67       | 0.00  | NA          | 58.33  | 16.67       | 2.64 | 20.83         |
| 39 | 14  | 75.00        | 14.29  | 14.29        | 85.71  | -2.04        | 78.57  | 25.71       | 7.14  | NA          | 71.43  | 14.29       | 0.80 | 71.43         |
| 40 | 3   | -84.21       | 100.00 | 46.15        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 26.67       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 35.71       | 0.00 | NA            |
| 41 | 9   | 12.50        | 11.11  | -55.56       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 33.33       | 11.11 | NA          | 88.89  | 18.52       | 0.00 | NA            |
| 42 | 38  | 80.95        | 65.79  | 6.28         | 97.37  | 2.24         | 89.47  | 4.39        | 5.26  | 10.53       | 84.21  | 4.02        | 3.96 | 4.93          |
| 43 | 31  | 106.67       | 29.03  | 8.87         | 96.77  | 20.97        | 83.87  | -3.23       | 3.23  | -51.61      | 80.65  | 0.81        | 3.04 | 8.51          |
| 44 | 18  | 50.00        | 16.67  | 0.00         | 100.00 | 20.00        | 88.89  | 52.38       | 11.11 | 33.33       | 77.78  | 55.56       | 3.02 | 24.34         |
| 45 | 5   | -68.75       | 20.00  | 6.67         | 80.00  | -8.57        | 80.00  | 60.00       | 20.00 | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 46 | 5   | -76.19       | 40.00  | -16.00       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 16.67       | 20.00 | 320.00      | 80.00  | -1.18       | 0.00 | NA            |
| 47 | 36  | 63.64        | 27.78  | 22.22        | 94.44  | 3.89         | 80.56  | -1.54       | 0.00  | NA          | 80.56  | -1.54       | 3.05 | 6.75          |
| 48 | 23  | 130.00       | 34.78  | -30.43       | 100.00 | 0.00         | 69.57  | -22.71      | 0.00  | NA          | 69.57  | -22.71      | 2.99 | -17.54        |
| 49 | 2   | -66.67       | 50.00  | 200.00       | 50.00  | -40.00       | 100.00 | 500.00      | 0.00  | NA          | 100.00 | 500.00      | 0.00 | NA            |
| 50 | 15  | 50.00        | 26.67  | 33.33        | 86.67  | 8.33         | 66.67  | 122.22      | 0.00  | NA          | 66.67  | 122.22      | 2.66 | 38.55         |
| 51 | 2   | -71.43       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -12.50      | 0.00  | NA          | 50.00  | -12.50      | 0.00 | NA            |
| 52 | 1   | -87.50       | 0.00   | NA           | 100.00 | 60.00        | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |

**Tabela D.53.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI    | $\delta$ TI | %TP   | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|------|---------------|
| 1  | 80  | 90.48        | 16.25 | -24.17       | 90.00  | -0.53        | 65.00  | -17.27      | 7.50   | -37.00      | 57.50 | -13.75      | 2.51 | -12.46        |
| 2  | 72  | 53.19        | 13.89 | 117.59       | 88.89  | 4.44         | 79.17  | -2.08       | 2.78   | -34.72      | 76.39 | -0.27       | 2.37 | 12.78         |
| 3  | 64  | 113.33       | 68.75 | -1.79        | 96.88  | 3.79         | 89.06  | 6.88        | 3.13   | -6.25       | 85.94 | 7.42        | 3.99 | 3.37          |
| 4  | 47  | 62.07        | 12.77 | -7.45        | 93.62  | 0.55         | 74.47  | -6.11       | 2.13   | -38.30      | 72.34 | -4.64       | 2.30 | -3.83         |
| 5  | 38  | 80.95        | 76.32 | 0.16         | 100.00 | 0.00         | 94.74  | 4.71        | 5.26   | -44.74      | 89.47 | 10.53       | 4.32 | 1.81          |
| 6  | 34  | 54.55        | 11.76 | -35.29       | 88.24  | 7.84         | 76.47  | 40.20       | 8.82   | NA          | 67.65 | 24.02       | 2.54 | 3.8           |
| 7  | 3   | -40.00       | 33.33 | -44.44       | 100.00 | 0.00         | 33.33  | -58.33      | 0.00   | NA          | 33.33 | -58.33      | 0.00 | NA            |
| 8  | 19  | 18.75        | 15.79 | 26.32        | 100.00 | 14.29        | 63.16  | 26.32       | 5.26   | -57.89      | 57.89 | 54.39       | 2.57 | 22.14         |
| 9  | 2   | -66.67       | 50.00 | 200.00       | 50.00  | -25.00       | 50.00  | 0.00        | 0.00   | NA          | 50.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 10 | 1   | -75.00       | 0.00  | NA           | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 33.33       | 100.00 | 300.00      | 0.00  | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 11 | 59  | 59.46        | 30.51 | 2.62         | 96.61  | 5.13         | 66.10  | 11.17       | 0.00   | NA          | 66.10 | 11.17       | 3.18 | 5.69          |
| 12 | 14  | -41.67       | 28.57 | 14.29        | 92.86  | 1.30         | 100.00 | 9.09        | 7.14   | -14.29      | 92.86 | 11.43       | 0.00 | NA            |
| 13 | 12  | -52.00       | 41.67 | 4.17         | 100.00 | 0.00         | 83.33  | -5.30       | 8.33   | -30.56      | 75.00 | -1.32       | 0.00 | NA            |
| 14 | 52  | 73.33        | 55.77 | 11.54        | 96.15  | 3.02         | 98.08  | 5.08        | 5.77   | -56.73      | 92.31 | 15.38       | 4.06 | 7.16          |
| 15 | 33  | 65.00        | 36.36 | -9.09        | 96.97  | 2.07         | 93.94  | 4.38        | 6.06   | NA          | 87.88 | -2.36       | 3.25 | 0.36          |
| 16 | 142 | 73.17        | 22.54 | 105.32       | 96.48  | 8.37         | 84.51  | 3.43        | 3.52   | 44.37       | 80.99 | 2.17        | 2.77 | 21.46         |
| 17 | 15  | 50.00        | 60.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00         | 86.67  | -13.33      | 0.00   | NA          | 86.67 | -13.33      | 3.64 | -6.91         |
| 18 | 10  | 0.00         | 20.00 | 100.00       | 90.00  | 0.00         | 90.00  | 0.00        | 20.00  | 0.00        | 70.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 19 | 60  | 46.34        | 35.00 | 79.37        | 98.33  | 3.38         | 100.00 | 2.50        | 3.33   | -72.67      | 96.67 | 13.24       | 3.34 | 17.09         |
| 20 | 42  | 68.00        | 30.95 | 54.76        | 97.62  | -2.38        | 92.86  | 0.93        | 4.76   | 19.05       | 88.10 | 0.11        | 3.11 | 8.04          |
| 21 | 91  | 59.65        | 26.37 | -11.57       | 98.90  | 0.67         | 92.31  | 7.38        | 5.49   | -37.36      | 86.81 | 12.46       | 2.95 | 1.16          |
| 22 | 77  | 83.33        | 35.06 | 22.73        | 100.00 | 0.00         | 96.10  | 0.91        | 3.90   | -45.45      | 92.21 | 4.67        | 3.26 | 5.92          |
| 23 | 4   | -85.19       | 25.00 | -48.08       | 75.00  | 6.58         | 75.00  | -22.12      | 0.00   | -100.00     | 75.00 | -15.63      | 0.00 | NA            |
| 24 | 4   | -20.00       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 50.00  | 25.00       | 25.00  | 25.00       | 25.00 | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 25 | 52  | 92.59        | 44.23 | -0.48        | 90.38  | -2.38        | 92.31  | -4.14       | 3.85   | -48.08      | 88.46 | -0.48       | 3.53 | -2.58         |
| 26 | 6   | -33.33       | 16.67 | -25.00       | 83.33  | -6.25        | 83.33  | 7.14        | 0.00   | NA          | 83.33 | 7.14        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.54.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-1 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC   | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 27 | 4   | -50.00       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 75.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 75.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 28 | 8   | -71.43       | 12.50  | -50.00       | 100.00 | 0.00         | 87.50  | 6.52        | 12.50 | 250.00      | 75.00  | -4.55       | 0.00 | NA            |
| 29 | 3   | -40.00       | 0.00   | NA           | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 30 | 3   | -50.00       | 33.33  | 100.00       | 100.00 | 20.00        | 66.67  | -20.00      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 31 | 19  | 46.15        | 31.58  | 105.26       | 89.47  | -3.07        | 78.95  | 14.04       | 10.53 | 36.84       | 68.42  | 11.18       | 3.29 | 26.71         |
| 32 | 4   | -20.00       | 0.00   | -100.00      | 75.00  | -6.25        | 50.00  | 25.00       | 0.00  | NA          | 50.00  | 25.00       | 0.00 | NA            |
| 33 | 5   | -58.33       | 0.00   | -100.00      | 80.00  | -4.00        | 80.00  | 60.00       | 20.00 | NA          | 60.00  | 20.00       | 0.00 | NA            |
| 34 | 6   | -40.00       | 16.67  | -44.44       | 83.33  | -7.41        | 50.00  | -16.67      | 0.00  | NA          | 50.00  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 35 | 6   | -25.00       | 16.67  | -33.33       | 100.00 | 0.00         | 66.67  | -11.11      | 0.00  | NA          | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 36 | 2   | -75.00       | 0.00   | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 50.00  | -33.33      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -20.00      | 0.00 | NA            |
| 37 | 28  | 47.37        | 39.29  | 49.29        | 96.43  | 1.79         | 82.14  | -2.46       | 0.00  | NA          | 82.14  | -2.46       | 3.32 | 12.27         |
| 38 | 12  | 50.00        | 50.00  | 33.33        | 100.00 | 0.00         | 58.33  | 16.67       | 0.00  | NA          | 58.33  | 16.67       | 2.64 | 20.83         |
| 39 | 14  | 75.00        | 14.29  | 14.29        | 85.71  | -2.04        | 78.57  | 25.71       | 7.14  | NA          | 71.43  | 14.29       | 0.80 | 71.43         |
| 40 | 3   | -84.21       | 100.00 | 46.15        | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 26.67       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 35.71       | 0.00 | NA            |
| 41 | 9   | 12.50        | 11.11  | -55.56       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 33.33       | 11.11 | NA          | 88.89  | 18.52       | 0.00 | NA            |
| 42 | 38  | 80.95        | 65.79  | 6.28         | 97.37  | 2.24         | 89.47  | 4.39        | 5.26  | 10.53       | 84.21  | 4.02        | 3.96 | 4.93          |
| 43 | 31  | 106.67       | 29.03  | 8.87         | 96.77  | 20.97        | 83.87  | -3.23       | 3.23  | -51.61      | 80.65  | 0.81        | 3.04 | 8.51          |
| 44 | 18  | 50.00        | 16.67  | 0.00         | 100.00 | 20.00        | 94.44  | 61.90       | 16.67 | 100.00      | 77.78  | 55.56       | 3.09 | 27.2          |
| 45 | 7   | -56.25       | 14.29  | -23.81       | 85.71  | -2.04        | 71.43  | 42.86       | 14.29 | NA          | 57.14  | 14.29       | 0.00 | NA            |
| 46 | 5   | -76.19       | 40.00  | -16.00       | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 16.67       | 20.00 | 320.00      | 80.00  | -1.18       | 0.00 | NA            |
| 47 | 36  | 63.64        | 27.78  | 22.22        | 94.44  | 3.89         | 80.56  | -1.54       | 2.78  | NA          | 77.78  | -4.94       | 3.05 | 6.75          |
| 48 | 23  | 130.00       | 34.78  | -30.43       | 100.00 | 0.00         | 69.57  | -22.71      | 0.00  | NA          | 69.57  | -22.71      | 2.99 | -17.54        |
| 49 | 2   | -66.67       | 50.00  | 200.00       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 500.00      | 0.00  | NA          | 100.00 | 500.00      | 0.00 | NA            |
| 50 | 15  | 50.00        | 26.67  | 33.33        | 86.67  | 8.33         | 66.67  | 122.22      | 0.00  | NA          | 66.67  | 122.22      | 2.66 | 38.55         |
| 51 | 2   | -71.43       | 0.00   | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 52 | 3   | -62.50       | 0.00   | NA           | 100.00 | 60.00        | 33.33  | -11.11      | 0.00  | NA          | 33.33  | -11.11      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.55.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 62  | 100.00       | 24.19 | -6.25        | 93.55  | 3.57         | 82.26  | -12.07      | 11.29 | -30.00      | 70.97  | -8.33       | 3.04 | -4.91         |
| 2  | 50  | 38.89        | 14.00 | 152.00       | 90.00  | 20.00        | 78.00  | 8.00        | 4.00  | 44.00       | 74.00  | 6.56        | 2.38 | 36.29         |
| 3  | 46  | 84.00        | 67.39 | -0.90        | 95.65  | 8.70         | 91.30  | 3.75        | 0.00  | NA          | 91.30  | 3.75        | 3.96 | 5.17          |
| 4  | 27  | 42.11        | 14.81 | 181.48       | 96.30  | 1.65         | 85.19  | -4.79       | 0.00  | NA          | 85.19  | -4.79       | 2.57 | 8.49          |
| 5  | 21  | 31.25        | 57.14 | 1.59         | 100.00 | 0.00         | 66.67  | 18.52       | 4.76  | -61.90      | 61.90  | 41.50       | 3.35 | 6.41          |
| 6  | 29  | 20.83        | 13.79 | 10.34        | 89.66  | 7.59         | 79.31  | 26.90       | 10.34 | 148.28      | 68.97  | 18.23       | 2.67 | 14.66         |
| 7  | 12  | 0.00         | 0.00  | NA           | 91.67  | 10.00        | 75.00  | 12.50       | 16.67 | 0.00        | 58.33  | 16.67       | 2.06 | 12.66         |
| 8  | 3   | -40.00       | 33.33 | 66.67        | 100.00 | 25.00        | 66.67  | 66.67       | 0.00  | NA          | 66.67  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 9  | 2   | -60.00       | 0.00  | NA           | 100.00 | 25.00        | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 10 | 50  | 38.89        | 28.00 | 0.80         | 98.00  | 10.25        | 58.00  | 4.40        | 0.00  | NA          | 58.00  | 4.40        | 3.00 | 5.37          |
| 11 | 1   | 0.00         | 0.00  | NA           | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 12 | 3   | -90.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 3.45         | 100.00 | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 30.43       | 0.00 | NA            |
| 13 | 45  | 55.17        | 60.00 | -3.33        | 97.78  | 5.02         | 93.33  | 4.10        | 4.44  | -35.56      | 88.89  | 7.41        | 4.15 | 1.35          |
| 14 | 24  | 41.18        | 50.00 | -15.00       | 100.00 | 13.33        | 83.33  | 41.67       | 4.17  | NA          | 79.17  | 34.58       | 3.51 | 13.14         |
| 15 | 106 | 63.08        | 29.25 | 171.56       | 97.17  | 12.79        | 86.79  | 22.64       | 8.49  | 83.96       | 78.30  | 18.36       | 2.98 | 45.1          |
| 16 | 8   | 0.00         | 62.50 | 0.00         | 100.00 | 14.29        | 75.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 75.00  | 20.00       | 3.47 | 23.93         |
| 17 | 9   | -43.75       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -33.33       | 88.89  | 9.40        | 22.22 | 255.56      | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 18 | 49  | 36.11        | 34.69 | 212.25       | 95.92  | 7.91         | 81.63  | -2.04       | 12.24 | -26.53      | 69.39  | 4.08        | 3.01 | 30.55         |
| 19 | 34  | 61.90        | 29.41 | 23.53        | 97.06  | 1.91         | 82.35  | 33.03       | 8.82  | 85.29       | 73.53  | 28.68       | 2.89 | 20.74         |
| 20 | 90  | 73.08        | 26.67 | -0.95        | 97.78  | 3.76         | 91.11  | -1.30       | 8.89  | -33.97      | 82.22  | 4.28        | 2.90 | 2.56          |
| 21 | 65  | 75.68        | 32.31 | -0.38        | 100.00 | 0.00         | 103.08 | 12.17       | 7.69  | 42.31       | 95.38  | 10.29       | 3.30 | 5.84          |
| 22 | 8   | -57.89       | 50.00 | 58.33        | 87.50  | 38.54        | 75.00  | 9.62        | 12.50 | 137.50      | 62.50  | -1.04       | 0.00 | NA            |
| 23 | 4   | -33.33       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -10.00       | 75.00  | -10.00      | 25.00 | 50.00       | 50.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 24 | 44  | 51.72        | 52.27 | 1.06         | 93.18  | 8.09         | 86.36  | 4.36        | 4.55  | -34.09      | 81.82  | 7.85        | 3.73 | 4.88          |
| 25 | 6   | -33.33       | 0.00  | NA           | 83.33  | -6.25        | 66.67  | 20.00       | 0.00  | -100.00     | 66.67  | 50.00       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.56.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 5   | -28.57       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 60.00  | -30.00      | 0.00  | NA          | 60.00  | -30.00      | 0.00 | NA            |
| 27 | 14  | -39.13       | 35.71 | -8.73        | 100.00 | 4.55         | 85.71  | 9.52        | 7.14  | 64.29       | 78.57  | 6.30        | 0.00 | NA            |
| 28 | 4   | -20.00       | 25.00 | 25.00        | 100.00 | 0.00         | 75.00  | -25.00      | 0.00  | -100.00     | 75.00  | -6.25       | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -33.33       | 25.00 | -50.00       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 50.00       | 0.00  | NA          | 100.00 | 50.00       | 0.00 | NA            |
| 30 | 21  | 31.25        | 23.81 | 26.98        | 90.48  | -3.49        | 90.48  | -9.52       | 14.29 | -23.81      | 76.19  | -6.23       | 3.15 | 0.95          |
| 31 | 4   | -20.00       | 25.00 | 25.00        | 75.00  | -6.25        | 50.00  | -16.67      | 25.00 | 25.00       | 25.00  | -37.50      | 0.00 | NA            |
| 32 | 8   | -38.46       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -11.36       | 50.00  | -18.75      | 0.00  | NA          | 50.00  | -18.75      | 0.00 | NA            |
| 33 | 3   | -25.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 66.67  | -33.33      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 34 | 2   | -71.43       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -41.67       | 50.00  | -12.50      | 0.00  | NA          | 50.00  | -12.50      | 0.00 | NA            |
| 35 | 2   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 33.33        | 100.00 | 60.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 24  | 50.00        | 25.00 | -20.00       | 95.83  | 2.22         | 45.83  | -18.52      | 4.17  | NA          | 41.67  | -25.93      | 2.46 | -9.98         |
| 37 | 8   | 14.29        | 37.50 | -12.50       | 100.00 | 16.67        | 62.50  | -12.50      | 0.00  | NA          | 62.50  | -12.50      | 2.44 | 7.23          |
| 38 | 12  | 50.00        | 16.67 | 33.33        | 91.67  | 4.76         | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.73 | 55.56         |
| 39 | 5   | -78.26       | 60.00 | -8.00        | 100.00 | 0.00         | 80.00  | -3.16       | 0.00  | NA          | 80.00  | -3.16       | 0.00 | NA            |
| 40 | 9   | -18.18       | 22.22 | -51.11       | 77.78  | -14.44       | 55.56  | -38.89      | 0.00  | NA          | 55.56  | -38.89      | 0.00 | NA            |
| 41 | 25  | 31.58        | 64.00 | 10.55        | 100.00 | 0.00         | 96.00  | 1.33        | 8.00  | 52.00       | 88.00  | -1.65       | 4.05 | 4.34          |
| 42 | 17  | 41.67        | 35.29 | 5.88         | 94.12  | 2.67         | 88.24  | -3.74       | 5.88  | -29.41      | 82.35  | -1.18       | 3.22 | 1.26          |
| 43 | 8   | 14.29        | 25.00 | -12.50       | 100.00 | 0.00         | 87.50  | -23.44      | 12.50 | -56.25      | 75.00  | -12.50      | 3.33 | -12.5         |
| 44 | 1   | -87.50       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 45 | 5   | -73.68       | 60.00 | 14.00        | 100.00 | 0.00         | 80.00  | 26.67       | 0.00  | -100.00     | 80.00  | 38.18       | 0.00 | NA            |
| 46 | 22  | 46.67        | 13.64 | 104.55       | 90.91  | 13.64        | 63.64  | 36.36       | 0.00  | NA          | 63.64  | 36.36       | 2.34 | 33.36         |
| 47 | 20  | 81.82        | 30.00 | -17.50       | 100.00 | 0.00         | 60.00  | -17.50      | 0.00  | NA          | 60.00  | -17.50      | 2.75 | -10.37        |
| 48 | 0   | -100.00      | 0.00  | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 0.00   | NA          | 0.00  | NA          | 0.00   | NA          | 0.00 | NA            |
| 49 | 7   | 16.67        | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 20.00        | 57.14  | 71.43       | 0.00  | NA          | 57.14  | 71.43       | 1.96 | 2.86          |
| 50 | 5   | -44.44       | 0.00  | NA           | 60.00  | -32.50       | 80.00  | 20.00       | 20.00 | NA          | 60.00  | -10.00      | 0.00 | NA            |
| 51 | 4   | 0.00         | 0.00  | NA           | 75.00  | 0.00         | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |

**Tabela D.57.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte1

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 1  | 61  | 96.77        | 24.59 | -4.71        | 93.44  | 3.45         | 83.61  | -10.63      | 11.48 | -28.85      | 72.13  | -6.83       | 3.07 | -3.99         |
| 2  | 49  | 36.11        | 16.33 | 193.88       | 89.80  | 19.73        | 77.55  | 7.38        | 4.08  | 46.94       | 73.47  | 5.80        | 2.44 | 39.48         |
| 3  | 46  | 84.00        | 69.57 | 2.30         | 95.65  | 8.70         | 89.13  | 1.28        | 0.00  | NA          | 89.13  | 1.28        | 3.98 | 5.73          |
| 4  | 27  | 42.11        | 11.11 | 111.11       | 92.59  | -2.26        | 81.48  | -8.93       | 0.00  | NA          | 81.48  | -8.93       | 2.35 | -0.8          |
| 5  | 20  | 25.00        | 60.00 | 6.67         | 100.00 | 0.00         | 65.00  | 15.56       | 5.00  | -60.00      | 60.00  | 37.14       | 3.40 | 7.77          |
| 6  | 28  | 16.67        | 21.43 | 71.43        | 89.29  | 7.14         | 82.14  | 31.43       | 10.71 | 157.14      | 71.43  | 22.45       | 3.02 | 29.32         |
| 7  | 13  | 8.33         | 7.69  | NA           | 92.31  | 10.77        | 69.23  | 3.85        | 15.38 | -7.69       | 53.85  | 7.69        | 2.25 | 23.27         |
| 8  | 3   | -40.00       | 33.33 | 66.67        | 100.00 | 25.00        | 66.67  | 66.67       | 0.00  | NA          | 66.67  | 66.67       | 0.00 | NA            |
| 9  | 2   | -60.00       | 0.00  | NA           | 100.00 | 25.00        | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 10 | 50  | 38.89        | 28.00 | 0.80         | 98.00  | 10.25        | 58.00  | 4.40        | 0.00  | NA          | 58.00  | 4.40        | 3.00 | 5.37          |
| 11 | 1   | 0.00         | 0.00  | NA           | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 0.00        | 0.00  | NA          | 100.00 | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 12 | 5   | -83.33       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 3.45         | 80.00  | -4.00       | 0.00  | -100.00     | 80.00  | 4.35        | 0.00 | NA            |
| 13 | 45  | 55.17        | 64.44 | 3.83         | 97.78  | 5.02         | 88.89  | -0.85       | 4.44  | -35.56      | 84.44  | 2.04        | 4.22 | 3.19          |
| 14 | 25  | 47.06        | 44.00 | -25.20       | 100.00 | 13.33        | 88.00  | 49.60       | 4.00  | NA          | 84.00  | 42.80       | 3.42 | 10.51         |
| 15 | 106 | 63.08        | 29.25 | 171.56       | 97.17  | 12.79        | 86.79  | 22.64       | 8.49  | 83.96       | 78.30  | 18.36       | 2.98 | 45.1          |
| 16 | 8   | 0.00         | 62.50 | 0.00         | 100.00 | 14.29        | 75.00  | 20.00       | 0.00  | NA          | 75.00  | 20.00       | 3.47 | 23.93         |
| 17 | 8   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 62.50  | -37.50       | 87.50  | 7.69        | 25.00 | 300.00      | 62.50  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 18 | 51  | 41.67        | 33.33 | 200.00       | 96.08  | 8.09         | 92.16  | 10.59       | 13.73 | -17.65      | 78.43  | 17.65       | 3.14 | 36.01         |
| 19 | 35  | 66.67        | 28.57 | 20.00        | 97.14  | 2.00         | 80.00  | 29.23       | 8.57  | 80.00       | 71.43  | 25.00       | 2.84 | 18.44         |
| 20 | 91  | 75.00        | 26.37 | -2.04        | 97.80  | 3.79         | 90.11  | -2.38       | 8.79  | -34.69      | 81.32  | 3.14        | 2.88 | 1.74          |
| 21 | 65  | 75.68        | 32.31 | -0.38        | 100.00 | 0.00         | 103.08 | 12.17       | 7.69  | 42.31       | 95.38  | 10.29       | 3.30 | 5.84          |
| 22 | 7   | -63.16       | 57.14 | 80.95        | 85.71  | 35.71        | 71.43  | 4.40        | 0.00  | -100.00     | 71.43  | 13.10       | 0.00 | NA            |
| 23 | 4   | -33.33       | 0.00  | -100.00      | 75.00  | -10.00       | 75.00  | -10.00      | 25.00 | 50.00       | 50.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 24 | 44  | 51.72        | 54.55 | 5.45         | 93.18  | 8.09         | 84.09  | 1.61        | 4.55  | -34.09      | 79.55  | 4.86        | 3.76 | 5.9           |
| 25 | 7   | -22.22       | 0.00  | NA           | 85.71  | -3.57        | 71.43  | 28.57       | 14.29 | 28.57       | 57.14  | 28.57       | 0.00 | NA            |

**Tabela D.58.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros RLS - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 5   | -28.57       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 60.00  | -30.00      | 0.00  | NA          | 60.00  | -30.00      | 0.00 | NA            |
| 27 | 14  | -39.13       | 35.71 | -8.73        | 100.00 | 4.55         | 92.86  | 18.65       | 7.14  | 64.29       | 85.71  | 15.97       | 0.00 | NA            |
| 28 | 3   | -40.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 66.67  | -33.33      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -16.67      | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -33.33       | 25.00 | -50.00       | 100.00 | 20.00        | 100.00 | 50.00       | 25.00 | NA          | 75.00  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 30 | 22  | 37.50        | 22.73 | 21.21        | 90.91  | -3.03        | 95.45  | -4.55       | 13.64 | -27.27      | 81.82  | 0.70        | 3.18 | 1.82          |
| 31 | 5   | 0.00         | 20.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 40.00  | -33.33      | 20.00 | 0.00        | 20.00  | -50.00      | 0.00 | NA            |
| 32 | 6   | -53.85       | 0.00  | -100.00      | 66.67  | -21.21       | 50.00  | -18.75      | 0.00  | NA          | 50.00  | -18.75      | 0.00 | NA            |
| 33 | 3   | -25.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 66.67  | -33.33      | 0.00  | -100.00     | 66.67  | -11.11      | 0.00 | NA            |
| 34 | 2   | -71.43       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -41.67       | 50.00  | -12.50      | 0.00  | NA          | 50.00  | -12.50      | 0.00 | NA            |
| 35 | 2   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 33.33        | 100.00 | 60.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 25  | 56.25        | 36.00 | 15.20        | 96.00  | 2.40         | 48.00  | -14.67      | 0.00  | NA          | 48.00  | -14.67      | 2.79 | 2.37          |
| 37 | 8   | 14.29        | 37.50 | -12.50       | 100.00 | 16.67        | 62.50  | -12.50      | 0.00  | NA          | 62.50  | -12.50      | 2.44 | 7.23          |
| 38 | 10  | 25.00        | 10.00 | -20.00       | 90.00  | 2.86         | 40.00  | -20.00      | 0.00  | NA          | 40.00  | -20.00      | 0.63 | 33.33         |
| 39 | 6   | -73.91       | 66.67 | 2.22         | 100.00 | 0.00         | 83.33  | 0.88        | 0.00  | NA          | 83.33  | 0.88        | 0.00 | NA            |
| 40 | 9   | -18.18       | 22.22 | -51.11       | 77.78  | -14.44       | 55.56  | -38.89      | 0.00  | NA          | 55.56  | -38.89      | 0.00 | NA            |
| 41 | 25  | 31.58        | 60.00 | 3.64         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 5.56        | 8.00  | 52.00       | 92.00  | 2.82        | 4.00 | 3.05          |
| 42 | 16  | 33.33        | 37.50 | 12.50        | 93.75  | 2.27         | 87.50  | -4.55       | 6.25  | -25.00      | 81.25  | -2.50       | 3.27 | 2.69          |
| 43 | 7   | 0.00         | 14.29 | -50.00       | 100.00 | 0.00         | 85.71  | -25.00      | 14.29 | -50.00      | 71.43  | -16.67      | 2.88 | -24.16        |
| 44 | 1   | -87.50       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 45 | 5   | -73.68       | 60.00 | 14.00        | 100.00 | 0.00         | 80.00  | 26.67       | 0.00  | -100.00     | 80.00  | 38.18       | 0.00 | NA            |
| 46 | 22  | 46.67        | 18.18 | 172.73       | 90.91  | 13.64        | 54.55  | 16.88       | 4.55  | NA          | 50.00  | 7.14        | 2.37 | 34.98         |
| 47 | 18  | 63.64        | 33.33 | -8.33        | 94.44  | -5.56        | 61.11  | -15.97      | 0.00  | NA          | 61.11  | -15.97      | 2.74 | -10.66        |
| 48 | 0   | -100.00      | 0.00  | -100.00      | 0.00   | -100.00      | 0.00   | NA          | 0.00  | NA          | 0.00   | NA          | 0.00 | NA            |
| 49 | 7   | 16.67        | 14.29 | -14.29       | 100.00 | 20.00        | 57.14  | 71.43       | 0.00  | NA          | 57.14  | 71.43       | 2.37 | 24.05         |
| 50 | 6   | -33.33       | 0.00  | NA           | 66.67  | -25.00       | 83.33  | 25.00       | 16.67 | NA          | 66.67  | 0.00        | 0.00 | NA            |
| 51 | 3   | -25.00       | 0.00  | NA           | 66.67  | -11.11       | 33.33  | -33.33      | 0.00  | NA          | 33.33  | -33.33      | 0.00 | NA            |

**Tabela D.59.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte1

| C  | QPC | δ QPC  | %DOC  | δ DOC   | %MSC   | δMSC   | %RT    | δRT     | %TI   | δTI     | %TP    | δTP     | CPCD | δCPCD |
|----|-----|--------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|---------|--------|---------|------|-------|
| 1  | 62  | 100.00 | 24.19 | -6.25   | 91.94  | 1.79   | 83.87  | -10.34  | 11.29 | -30.00  | 72.58  | -6.25   | 3.04 | -4.91 |
| 2  | 49  | 36.11  | 14.29 | 157.14  | 89.80  | 19.73  | 79.59  | 10.20   | 4.08  | 46.94   | 75.51  | 8.73    | 2.41 | 37.8  |
| 3  | 46  | 84.00  | 67.39 | -0.90   | 95.65  | 8.70   | 91.30  | 3.75    | 0.00  | NA      | 91.30  | 3.75    | 3.96 | 5.17  |
| 4  | 27  | 42.11  | 11.11 | 111.11  | 92.59  | -2.26  | 85.19  | -4.79   | 0.00  | NA      | 85.19  | -4.79   | 2.41 | 1.65  |
| 5  | 19  | 18.75  | 63.16 | 12.28   | 100.00 | 0.00   | 63.16  | 12.28   | 5.26  | -57.89  | 57.89  | 32.33   | 3.44 | 9.26  |
| 6  | 31  | 29.17  | 9.68  | -22.58  | 90.32  | 8.39   | 83.87  | 34.19   | 9.68  | 132.26  | 74.19  | 27.19   | 2.57 | 10.27 |
| 7  | 12  | 0.00   | 0.00  | NA      | 91.67  | 10.00  | 75.00  | 12.50   | 16.67 | 0.00    | 58.33  | 16.67   | 2.06 | 12.66 |
| 8  | 3   | -40.00 | 33.33 | 66.67   | 100.00 | 25.00  | 66.67  | 66.67   | 0.00  | NA      | 66.67  | 66.67   | 0.00 | NA    |
| 9  | 2   | -60.00 | 0.00  | NA      | 100.00 | 25.00  | 0.00   | -100.00 | 0.00  | NA      | 0.00   | -100.00 | 0.00 | NA    |
| 10 | 50  | 38.89  | 28.00 | 0.80    | 98.00  | 10.25  | 58.00  | 4.40    | 0.00  | NA      | 58.00  | 4.40    | 3.00 | 5.37  |
| 11 | 1   | 0.00   | 0.00  | NA      | 100.00 | 0.00   | 100.00 | 0.00    | 0.00  | NA      | 100.00 | 0.00    | 0.00 | NA    |
| 12 | 4   | -86.67 | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 3.45   | 100.00 | 20.00   | 0.00  | -100.00 | 100.00 | 30.43   | 0.00 | NA    |
| 13 | 45  | 55.17  | 60.00 | -3.33   | 97.78  | 5.02   | 93.33  | 4.10    | 4.44  | -35.56  | 88.89  | 7.41    | 4.15 | 1.35  |
| 14 | 25  | 47.06  | 48.00 | -18.40  | 100.00 | 13.33  | 84.00  | 42.80   | 4.00  | NA      | 80.00  | 36.00   | 3.47 | 11.85 |
| 15 | 105 | 61.54  | 29.52 | 174.15  | 97.14  | 12.76  | 87.62  | 23.81   | 8.57  | 85.71   | 79.05  | 19.49   | 3.00 | 45.99 |
| 16 | 8   | 0.00   | 62.50 | 0.00    | 100.00 | 14.29  | 75.00  | 20.00   | 0.00  | NA      | 75.00  | 20.00   | 3.47 | 23.93 |
| 17 | 9   | -43.75 | 0.00  | -100.00 | 66.67  | -33.33 | 88.89  | 9.40    | 22.22 | 255.56  | 66.67  | -11.11  | 0.00 | NA    |
| 18 | 53  | 47.22  | 30.19 | 171.70  | 92.45  | 4.01   | 96.23  | 15.47   | 16.98 | 1.89    | 79.25  | 18.87   | 3.05 | 32.09 |
| 19 | 33  | 57.14  | 24.24 | 1.82    | 96.97  | 1.82   | 87.88  | 41.96   | 12.12 | 154.55  | 75.76  | 32.58   | 2.85 | 18.81 |
| 20 | 91  | 75.00  | 27.47 | 2.04    | 97.80  | 3.79   | 91.21  | -1.19   | 8.79  | -34.69  | 82.42  | 4.53    | 2.93 | 3.38  |
| 21 | 64  | 72.97  | 32.81 | 1.17    | 100.00 | 0.00   | 104.69 | 13.93   | 7.81  | 44.53   | 96.88  | 12.01   | 3.34 | 7.12  |
| 22 | 9   | -52.63 | 33.33 | 5.56    | 88.89  | 40.74  | 77.78  | 13.68   | 0.00  | -100.00 | 77.78  | 23.15   | 0.00 | NA    |
| 23 | 4   | -33.33 | 0.00  | -100.00 | 75.00  | -10.00 | 75.00  | -10.00  | 25.00 | 50.00   | 50.00  | -25.00  | 0.00 | NA    |
| 24 | 44  | 51.72  | 52.27 | 1.06    | 93.18  | 8.09   | 86.36  | 4.36    | 4.55  | -34.09  | 81.82  | 7.85    | 3.73 | 4.88  |
| 25 | 6   | -33.33 | 0.00  | NA      | 83.33  | -6.25  | 66.67  | 20.00   | 0.00  | -100.00 | 66.67  | 50.00   | 0.00 | NA    |



**Tabela D.60.** Síntese dos resultados por curso para a instância 2016-2 utilizando o modelo linearizado e os parâmetros FM - Parte2

| C  | QPC | $\delta$ QPC | %DOC  | $\delta$ DOC | %MSC   | $\delta$ MSC | %RT    | $\delta$ RT | %TI   | $\delta$ TI | %TP    | $\delta$ TP | CPCD | $\delta$ CPCD |
|----|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|------|---------------|
| 26 | 5   | -28.57       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 40.00  | -53.33      | 0.00  | NA          | 40.00  | -53.33      | 0.00 | NA            |
| 27 | 13  | -43.48       | 30.77 | -21.37       | 100.00 | 4.55         | 84.62  | 8.12        | 7.69  | 76.92       | 76.92  | 4.07        | 0.00 | NA            |
| 28 | 2   | -60.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -50.00      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -37.50      | 0.00 | NA            |
| 29 | 4   | -33.33       | 25.00 | -50.00       | 100.00 | 20.00        | 75.00  | 12.50       | 0.00  | NA          | 75.00  | 12.50       | 0.00 | NA            |
| 30 | 21  | 31.25        | 23.81 | 26.98        | 90.48  | -3.49        | 100.00 | 0.00        | 14.29 | -23.81      | 85.71  | 5.49        | 3.27 | 4.76          |
| 31 | 5   | 0.00         | 20.00 | 0.00         | 80.00  | 0.00         | 40.00  | -33.33      | 20.00 | 0.00        | 20.00  | -50.00      | 0.00 | NA            |
| 32 | 10  | -23.08       | 0.00  | -100.00      | 70.00  | -17.27       | 70.00  | 13.75       | 0.00  | NA          | 70.00  | 13.75       | 0.00 | NA            |
| 33 | 2   | -50.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 50.00  | -50.00      | 0.00  | -100.00     | 50.00  | -33.33      | 0.00 | NA            |
| 34 | 2   | -71.43       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -41.67       | 50.00  | -12.50      | 0.00  | NA          | 50.00  | -12.50      | 0.00 | NA            |
| 35 | 2   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 50.00  | -33.33       | 100.00 | 60.00       | 0.00  | -100.00     | 100.00 | 100.00      | 0.00 | NA            |
| 36 | 27  | 68.75        | 33.33 | 6.67         | 96.30  | 2.72         | 48.15  | -14.40      | 3.70  | NA          | 44.44  | -20.99      | 2.72 | -0.12         |
| 37 | 8   | 14.29        | 37.50 | -12.50       | 100.00 | 16.67        | 62.50  | -12.50      | 0.00  | NA          | 62.50  | -12.50      | 2.44 | 7.23          |
| 38 | 10  | 25.00        | 10.00 | -20.00       | 90.00  | 2.86         | 40.00  | -20.00      | 0.00  | NA          | 40.00  | -20.00      | 0.63 | 33.33         |
| 39 | 5   | -78.26       | 60.00 | -8.00        | 100.00 | 0.00         | 80.00  | -3.16       | 0.00  | NA          | 80.00  | -3.16       | 0.00 | NA            |
| 40 | 10  | -9.09        | 20.00 | -56.00       | 70.00  | -23.00       | 60.00  | -34.00      | 0.00  | NA          | 60.00  | -34.00      | 0.00 | NA            |
| 41 | 25  | 31.58        | 60.00 | 3.64         | 100.00 | 0.00         | 100.00 | 5.56        | 8.00  | 52.00       | 92.00  | 2.82        | 4.00 | 3.05          |
| 42 | 17  | 41.67        | 35.29 | 5.88         | 94.12  | 2.67         | 88.24  | -3.74       | 5.88  | -29.41      | 82.35  | -1.18       | 3.22 | 1.26          |
| 43 | 8   | 14.29        | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 100.00 | -12.50      | 12.50 | -56.25      | 87.50  | 2.08        | 2.50 | -34.23        |
| 44 | 1   | -87.50       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 0.00         | 0.00   | -100.00     | 0.00  | NA          | 0.00   | -100.00     | 0.00 | NA            |
| 45 | 4   | -78.95       | 75.00 | 42.50        | 100.00 | 0.00         | 75.00  | 18.75       | 0.00  | -100.00     | 75.00  | 29.55       | 0.00 | NA            |
| 46 | 22  | 46.67        | 13.64 | 104.55       | 90.91  | 13.64        | 68.18  | 46.10       | 4.55  | NA          | 63.64  | 36.36       | 2.40 | 36.6          |
| 47 | 16  | 45.45        | 37.50 | 3.13         | 100.00 | 0.00         | 62.50  | -14.06      | 0.00  | NA          | 62.50  | -14.06      | 2.97 | -3.24         |
| 48 | 1   | -75.00       | 0.00  | -100.00      | 100.00 | 33.33        | 100.00 | NA          | 0.00  | NA          | 100.00 | NA          | 0.00 | NA            |
| 49 | 7   | 16.67        | 14.29 | -14.29       | 100.00 | 20.00        | 57.14  | 71.43       | 0.00  | NA          | 57.14  | 71.43       | 2.37 | 24.05         |
| 50 | 4   | -55.56       | 0.00  | NA           | 50.00  | -43.75       | 75.00  | 12.50       | 25.00 | NA          | 50.00  | -25.00      | 0.00 | NA            |
| 51 | 4   | 0.00         | 0.00  | NA           | 75.00  | 0.00         | 50.00  | 0.00        | 0.00  | NA          | 50.00  | 0.00        | 0.00 | NA            |



## Apêndice E

**Apresentação analítica dos dados relativos às instâncias geradas aleatoriamente de 5 a 50 cursos e dos resultados obtidos nos experimentos computacionais**

Nesse apêndice são apresentados os resultados, de forma analítica, para as instâncias que foram geradas aleatoriamente de 5 a 50 cursos.

**Tabela E.1.** Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 5 e 10 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 5c1       | 61  | 13.11 | 90.16 | 31.15 | 21.31 | 2.06            |
| 5c2       | 68  | 19.12 | 80.88 | 26.47 | 22.06 | 2.26            |
| 5c3       | 59  | 13.56 | 83.05 | 28.81 | 16.95 | 2.09            |
| 5c4       | 89  | 21.35 | 77.53 | 17.98 | 31.46 | 2.24            |
| 5c5       | 58  | 18.97 | 81.03 | 34.48 | 13.79 | 2.10            |
| 5c6       | 70  | 20.00 | 81.43 | 22.86 | 35.71 | 2.33            |
| 5c7       | 47  | 10.64 | 76.60 | 14.89 | 21.28 | 1.64            |
| 5c8       | 39  | 25.64 | 92.31 | 28.21 | 35.90 | 3.52            |
| 5c9       | 81  | 13.58 | 82.72 | 28.40 | 23.46 | 1.97            |
| 5c10      | 73  | 17.81 | 86.30 | 19.18 | 31.51 | 2.28            |
| 5c11      | 45  | 4.44  | 80.00 | 31.11 | 26.67 | 1.79            |
| 5c12      | 54  | 12.96 | 85.19 | 20.37 | 27.78 | 2.05            |
| 5c13      | 83  | 14.46 | 86.75 | 21.69 | 32.53 | 2.22            |
| 5c14      | 42  | 21.43 | 76.19 | 23.81 | 19.05 | 2.11            |
| 5c15      | 75  | 17.33 | 92.00 | 25.33 | 22.67 | 2.39            |
| 5c16      | 83  | 21.69 | 79.52 | 31.33 | 22.89 | 2.36            |
| 5c17      | 45  | 13.33 | 80.00 | 26.67 | 31.11 | 2.07            |
| 5c18      | 63  | 11.11 | 92.06 | 26.98 | 33.33 | 2.13            |
| 5c19      | 49  | 14.29 | 79.59 | 30.61 | 12.24 | 2.02            |
| 5c20      | 43  | 9.30  | 74.42 | 20.93 | 30.23 | 1.82            |
| 10c1      | 112 | 15.18 | 75.00 | 24.11 | 28.57 | 1.88            |
| 10c2      | 155 | 18.71 | 85.16 | 17.42 | 24.52 | 2.14            |
| 10c3      | 73  | 16.44 | 83.56 | 23.29 | 24.66 | 2.48            |
| 10c4      | 127 | 22.83 | 88.98 | 24.41 | 22.83 | 2.45            |
| 10c5      | 161 | 22.36 | 85.09 | 18.01 | 29.81 | 2.35            |
| 10c6      | 128 | 18.75 | 84.38 | 25.00 | 28.13 | 2.20            |
| 10c7      | 162 | 16.67 | 82.72 | 29.63 | 20.99 | 2.29            |
| 10c8      | 154 | 17.53 | 81.17 | 22.08 | 23.38 | 2.18            |
| 10c9      | 118 | 19.49 | 81.36 | 27.12 | 16.10 | 2.13            |
| 10c10     | 177 | 19.21 | 83.62 | 24.86 | 19.21 | 2.28            |
| 10c11     | 102 | 18.63 | 84.31 | 21.57 | 24.51 | 2.18            |
| 10c12     | 126 | 21.43 | 80.16 | 17.46 | 19.84 | 2.20            |
| 10c13     | 96  | 21.88 | 84.38 | 29.17 | 18.75 | 2.37            |
| 10c14     | 109 | 17.43 | 81.65 | 33.03 | 20.18 | 2.18            |
| 10c15     | 139 | 13.67 | 80.58 | 23.74 | 17.99 | 2.05            |
| 10c16     | 160 | 20.00 | 87.50 | 28.13 | 26.25 | 2.46            |
| 10c17     | 134 | 20.15 | 86.57 | 24.63 | 25.37 | 2.38            |
| 10c18     | 147 | 17.69 | 82.31 | 31.29 | 23.81 | 2.24            |
| 10c19     | 148 | 14.86 | 86.49 | 26.35 | 25.00 | 2.20            |
| 10c20     | 122 | 18.03 | 90.16 | 24.59 | 27.87 | 2.37            |

**Tabela E.2.** Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 5 e 10 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 15c1      | 206 | 20.39 | 83.98 | 26.70 | 25.24 | 2.56            |
| 15c2      | 164 | 16.46 | 88.41 | 26.83 | 22.56 | 2.47            |
| 15c3      | 138 | 21.01 | 76.09 | 23.19 | 24.64 | 2.39            |
| 15c4      | 202 | 22.28 | 87.62 | 25.74 | 18.81 | 2.54            |
| 15c5      | 235 | 20.00 | 82.55 | 27.23 | 23.40 | 2.42            |
| 15c6      | 241 | 22.41 | 85.06 | 28.63 | 26.97 | 2.65            |
| 15c7      | 218 | 14.68 | 85.78 | 24.77 | 22.94 | 2.36            |
| 15c8      | 177 | 18.08 | 87.57 | 21.47 | 26.55 | 2.49            |
| 15c9      | 106 | 18.87 | 85.85 | 25.47 | 31.13 | 2.67            |
| 15c10     | 212 | 16.98 | 89.15 | 28.77 | 19.81 | 2.54            |
| 15c11     | 147 | 21.77 | 86.39 | 29.93 | 20.41 | 2.32            |
| 15c12     | 201 | 24.88 | 87.06 | 26.87 | 23.38 | 2.77            |
| 15c13     | 155 | 14.19 | 83.23 | 22.58 | 27.74 | 2.07            |
| 15c14     | 239 | 19.67 | 86.61 | 30.96 | 22.59 | 2.53            |
| 15c15     | 282 | 16.67 | 81.56 | 24.47 | 24.11 | 2.30            |
| 15c16     | 173 | 15.03 | 83.24 | 29.48 | 23.70 | 2.26            |
| 15c17     | 220 | 25.00 | 85.91 | 26.82 | 20.91 | 2.54            |
| 15c18     | 185 | 18.92 | 82.70 | 29.73 | 23.24 | 2.48            |
| 15c19     | 196 | 21.43 | 84.69 | 27.04 | 22.45 | 2.50            |
| 15c20     | 227 | 22.03 | 83.26 | 27.31 | 21.59 | 2.54            |
| 20c1      | 289 | 19.38 | 83.05 | 24.91 | 23.88 | 2.30            |
| 20c2      | 329 | 17.33 | 83.89 | 23.71 | 24.01 | 2.28            |
| 20c3      | 242 | 17.36 | 85.54 | 26.86 | 24.38 | 2.15            |
| 20c4      | 295 | 23.39 | 83.73 | 18.64 | 26.10 | 2.41            |
| 20c5      | 217 | 17.05 | 88.48 | 25.81 | 24.88 | 2.20            |
| 20c6      | 187 | 14.44 | 79.14 | 24.06 | 22.46 | 2.12            |
| 20c7      | 285 | 22.11 | 82.81 | 22.81 | 25.61 | 2.31            |
| 20c8      | 286 | 18.53 | 83.22 | 23.43 | 24.48 | 2.24            |
| 20c9      | 292 | 17.47 | 81.85 | 20.21 | 27.40 | 2.18            |
| 20c10     | 305 | 19.34 | 80.33 | 25.57 | 26.56 | 2.20            |
| 20c11     | 276 | 21.01 | 86.23 | 25.72 | 24.28 | 2.17            |
| 20c12     | 276 | 20.65 | 84.78 | 22.46 | 24.28 | 2.38            |
| 20c13     | 240 | 17.50 | 80.42 | 25.83 | 26.25 | 2.39            |
| 20c14     | 245 | 22.04 | 82.86 | 24.08 | 26.53 | 2.37            |
| 20c15     | 215 | 14.42 | 82.33 | 26.51 | 20.47 | 2.07            |
| 20c16     | 245 | 19.59 | 86.12 | 21.63 | 27.35 | 2.30            |
| 20c17     | 275 | 18.18 | 82.18 | 24.00 | 20.73 | 1.99            |
| 20c18     | 261 | 21.84 | 80.08 | 25.29 | 26.44 | 2.27            |
| 20c19     | 244 | 17.21 | 87.30 | 25.00 | 24.18 | 2.27            |
| 20c20     | 350 | 20.00 | 85.43 | 21.71 | 24.29 | 2.35            |

**Tabela E.3.** Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 25 e 30 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 25c1      | 391 | 21.23 | 84.91 | 24.55 | 24.55 | 2.22            |
| 25c2      | 265 | 18.87 | 82.64 | 28.30 | 25.28 | 2.25            |
| 25c3      | 311 | 20.90 | 86.82 | 21.22 | 25.40 | 2.27            |
| 25c4      | 257 | 23.35 | 84.44 | 21.01 | 28.02 | 2.36            |
| 25c5      | 281 | 14.95 | 86.48 | 24.20 | 27.40 | 2.09            |
| 25c6      | 260 | 17.31 | 80.38 | 23.08 | 23.85 | 2.12            |
| 25c7      | 369 | 20.33 | 80.76 | 22.76 | 26.56 | 2.04            |
| 25c8      | 304 | 18.75 | 86.51 | 23.68 | 26.64 | 2.26            |
| 25c9      | 404 | 20.30 | 83.91 | 26.49 | 27.97 | 2.43            |
| 25c10     | 262 | 20.23 | 80.15 | 25.57 | 24.05 | 2.33            |
| 25c11     | 394 | 18.27 | 84.52 | 22.84 | 24.11 | 2.15            |
| 25c12     | 276 | 21.01 | 85.87 | 25.36 | 27.17 | 2.37            |
| 25c13     | 399 | 18.30 | 87.97 | 25.56 | 27.07 | 2.25            |
| 25c14     | 362 | 18.51 | 81.77 | 22.65 | 25.69 | 2.11            |
| 25c15     | 321 | 19.31 | 82.87 | 28.04 | 21.18 | 2.25            |
| 25c16     | 289 | 19.38 | 87.89 | 27.68 | 25.95 | 2.37            |
| 25c17     | 330 | 16.67 | 85.76 | 24.85 | 22.12 | 2.14            |
| 25c18     | 351 | 16.52 | 84.90 | 23.36 | 32.48 | 2.22            |
| 25c19     | 303 | 20.46 | 80.53 | 23.76 | 24.75 | 2.25            |
| 25c20     | 318 | 17.61 | 84.28 | 26.42 | 22.33 | 2.11            |
| 30c1      | 333 | 20.12 | 86.79 | 24.02 | 30.93 | 2.40            |
| 30c2      | 430 | 16.05 | 82.79 | 26.74 | 24.19 | 2.10            |
| 30c3      | 409 | 18.34 | 85.33 | 27.38 | 22.25 | 2.26            |
| 30c4      | 343 | 16.33 | 83.09 | 23.32 | 26.24 | 2.04            |
| 30c5      | 393 | 19.08 | 82.95 | 25.19 | 24.17 | 2.19            |
| 30c6      | 501 | 21.36 | 82.44 | 23.55 | 23.95 | 2.30            |
| 30c7      | 359 | 20.89 | 80.50 | 23.12 | 25.35 | 2.06            |
| 30c8      | 410 | 18.29 | 83.17 | 21.46 | 20.73 | 2.05            |
| 30c9      | 372 | 16.67 | 83.60 | 25.27 | 24.73 | 2.12            |
| 30c10     | 422 | 17.06 | 81.99 | 26.07 | 26.30 | 2.25            |
| 30c11     | 290 | 17.24 | 83.10 | 25.86 | 22.76 | 2.16            |
| 30c12     | 474 | 16.46 | 85.87 | 25.32 | 26.58 | 2.24            |
| 30c13     | 385 | 19.22 | 83.38 | 26.23 | 21.82 | 2.29            |
| 30c14     | 355 | 18.87 | 81.69 | 23.38 | 23.66 | 2.18            |
| 30c15     | 415 | 21.69 | 86.02 | 25.06 | 24.82 | 2.40            |
| 30c16     | 300 | 16.67 | 84.00 | 29.00 | 23.33 | 2.31            |
| 30c17     | 372 | 22.31 | 89.52 | 21.51 | 26.88 | 2.38            |
| 30c18     | 465 | 18.06 | 86.45 | 24.30 | 24.09 | 2.16            |
| 30c19     | 382 | 20.42 | 86.65 | 24.35 | 19.11 | 2.36            |
| 30c20     | 336 | 18.15 | 87.80 | 25.60 | 23.81 | 2.26            |

**Tabela E.4.** Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 35 e 40 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 35c1      | 518 | 19.69 | 84.17 | 24.32 | 24.52 | 2.15            |
| 35c2      | 531 | 18.08 | 83.80 | 28.06 | 23.92 | 2.21            |
| 35c3      | 443 | 17.61 | 84.65 | 28.44 | 23.25 | 2.35            |
| 35c4      | 384 | 18.75 | 84.64 | 21.61 | 27.86 | 2.28            |
| 35c5      | 438 | 18.49 | 84.47 | 24.89 | 25.80 | 2.34            |
| 35c6      | 491 | 17.92 | 84.93 | 26.07 | 25.87 | 2.22            |
| 35c7      | 411 | 18.25 | 86.37 | 26.76 | 20.44 | 2.18            |
| 35c8      | 463 | 20.09 | 83.15 | 27.65 | 24.19 | 2.39            |
| 35c9      | 532 | 21.99 | 84.77 | 25.38 | 22.93 | 2.25            |
| 35c10     | 374 | 20.05 | 85.83 | 24.87 | 26.74 | 2.31            |
| 35c11     | 415 | 19.52 | 81.93 | 22.89 | 24.34 | 2.23            |
| 35c12     | 417 | 16.31 | 84.41 | 28.30 | 25.90 | 2.28            |
| 35c13     | 492 | 18.09 | 83.94 | 27.03 | 26.83 | 2.25            |
| 35c14     | 466 | 18.67 | 84.12 | 23.61 | 25.11 | 2.16            |
| 35c15     | 554 | 17.69 | 83.39 | 27.44 | 24.19 | 2.11            |
| 35c16     | 423 | 19.62 | 82.51 | 22.93 | 26.71 | 2.33            |
| 35c17     | 412 | 15.78 | 80.83 | 23.30 | 26.21 | 2.10            |
| 35c18     | 434 | 25.12 | 86.87 | 22.12 | 27.19 | 2.48            |
| 35c19     | 500 | 18.80 | 82.60 | 23.80 | 25.00 | 2.14            |
| 35c20     | 596 | 18.96 | 85.74 | 22.48 | 22.32 | 2.04            |
| 40c1      | 534 | 19.85 | 84.08 | 24.34 | 23.22 | 2.13            |
| 40c2      | 587 | 16.01 | 82.96 | 29.13 | 23.34 | 2.13            |
| 40c3      | 435 | 16.78 | 83.22 | 28.05 | 22.76 | 2.24            |
| 40c4      | 604 | 18.54 | 84.11 | 23.84 | 24.34 | 2.25            |
| 40c5      | 592 | 18.41 | 84.29 | 23.82 | 27.70 | 2.31            |
| 40c6      | 447 | 19.46 | 84.79 | 28.19 | 22.15 | 2.35            |
| 40c7      | 565 | 17.88 | 81.06 | 30.44 | 21.42 | 2.14            |
| 40c8      | 656 | 16.31 | 84.15 | 26.22 | 25.61 | 2.18            |
| 40c9      | 452 | 20.58 | 83.19 | 20.35 | 21.90 | 2.16            |
| 40c10     | 356 | 21.07 | 84.27 | 25.28 | 20.79 | 2.20            |
| 40c11     | 529 | 18.90 | 81.85 | 26.28 | 23.06 | 2.29            |
| 40c12     | 413 | 22.03 | 84.99 | 25.67 | 21.55 | 2.27            |
| 40c13     | 444 | 19.37 | 83.33 | 22.07 | 25.68 | 2.34            |
| 40c14     | 464 | 18.97 | 85.99 | 23.28 | 29.09 | 2.17            |
| 40c15     | 446 | 18.39 | 83.41 | 26.01 | 23.77 | 2.29            |
| 40c16     | 442 | 16.29 | 82.81 | 24.66 | 25.79 | 2.17            |
| 40c17     | 626 | 17.41 | 86.74 | 22.52 | 25.56 | 2.19            |
| 40c18     | 458 | 19.87 | 86.03 | 24.45 | 25.33 | 2.22            |
| 40c19     | 469 | 20.90 | 85.71 | 21.11 | 25.37 | 2.22            |
| 40c20     | 552 | 18.48 | 82.07 | 25.72 | 21.92 | 2.21            |

**Tabela E.5.** Síntese das características da indicação docente da instância gerada aleatoriamente com 45 e 50 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 45c1      | 555 | 20.18 | 86.67 | 23.60 | 27.21 | 2.34            |
| 45c2      | 547 | 19.01 | 83.00 | 23.22 | 26.69 | 2.29            |
| 45c3      | 474 | 17.93 | 84.18 | 22.78 | 26.58 | 2.19            |
| 45c4      | 802 | 19.20 | 82.92 | 23.32 | 25.31 | 2.23            |
| 45c5      | 461 | 17.79 | 84.82 | 24.30 | 22.99 | 2.21            |
| 45c6      | 624 | 20.35 | 82.21 | 25.16 | 24.36 | 2.39            |
| 45c7      | 694 | 20.03 | 85.30 | 25.22 | 25.94 | 2.31            |
| 45c8      | 493 | 15.42 | 82.96 | 24.54 | 26.57 | 2.09            |
| 45c9      | 370 | 20.54 | 84.32 | 25.68 | 24.59 | 2.37            |
| 45c10     | 599 | 18.86 | 83.97 | 25.38 | 21.37 | 2.16            |
| 45c11     | 595 | 19.50 | 83.87 | 26.55 | 25.88 | 2.36            |
| 45c12     | 454 | 19.38 | 84.58 | 24.45 | 21.37 | 2.13            |
| 45c13     | 498 | 18.07 | 84.74 | 26.71 | 26.71 | 2.25            |
| 45c14     | 548 | 20.44 | 86.13 | 22.26 | 22.63 | 2.41            |
| 45c15     | 527 | 19.35 | 85.20 | 26.57 | 22.20 | 2.44            |
| 45c16     | 628 | 18.47 | 83.28 | 24.20 | 26.59 | 2.30            |
| 45c17     | 681 | 19.09 | 82.23 | 23.05 | 24.96 | 2.29            |
| 45c18     | 569 | 18.80 | 83.83 | 24.60 | 28.12 | 2.25            |
| 45c19     | 690 | 19.57 | 86.81 | 23.04 | 25.80 | 2.33            |
| 45c20     | 413 | 21.07 | 87.17 | 24.70 | 27.12 | 2.43            |
| 50c1      | 488 | 19.06 | 82.38 | 28.28 | 22.34 | 2.29            |
| 50c2      | 735 | 18.91 | 81.77 | 27.48 | 24.90 | 2.26            |
| 50c3      | 563 | 18.47 | 82.59 | 24.69 | 24.69 | 2.23            |
| 50c4      | 621 | 21.58 | 84.06 | 25.60 | 25.12 | 2.18            |
| 50c5      | 606 | 20.63 | 81.52 | 26.90 | 22.44 | 2.28            |
| 50c6      | 597 | 16.92 | 85.59 | 26.47 | 25.46 | 2.28            |
| 50c7      | 638 | 18.34 | 81.82 | 23.82 | 25.86 | 2.19            |
| 50c8      | 646 | 19.04 | 84.83 | 25.23 | 23.68 | 2.34            |
| 50c9      | 732 | 20.36 | 83.33 | 24.59 | 27.32 | 2.42            |
| 50c10     | 480 | 22.71 | 85.83 | 21.04 | 26.88 | 2.29            |
| 50c11     | 546 | 17.22 | 83.15 | 23.99 | 22.89 | 2.10            |
| 50c12     | 775 | 19.61 | 84.77 | 24.00 | 25.55 | 2.23            |
| 50c13     | 607 | 18.95 | 80.89 | 25.37 | 23.39 | 2.17            |
| 50c14     | 607 | 20.26 | 80.89 | 22.57 | 26.36 | 2.15            |
| 50c15     | 591 | 20.81 | 84.60 | 26.90 | 24.03 | 2.30            |
| 50c16     | 640 | 20.78 | 85.16 | 21.25 | 26.72 | 2.35            |
| 50c17     | 592 | 20.78 | 82.43 | 23.14 | 26.69 | 2.22            |
| 50c18     | 598 | 17.39 | 84.45 | 20.07 | 26.76 | 2.10            |
| 50c19     | 474 | 18.57 | 85.44 | 24.68 | 28.06 | 2.23            |
| 50c20     | 545 | 19.27 | 86.97 | 26.61 | 25.14 | 2.40            |



**Tabela E.6.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLM* para instâncias geradas aleatoriamente com 5 e 10 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 5c1       | 60  | 13.33 | 91.67 | 31.67 | 21.67 | 2.68            | 30.30     |
| 5c2       | 66  | 19.70 | 83.33 | 27.27 | 22.73 | 2.58            | 13.98     |
| 5c3       | 55  | 14.55 | 89.09 | 30.91 | 18.18 | 2.68            | 28.09     |
| 5c4       | 80  | 23.75 | 86.25 | 20.00 | 35.00 | 2.93            | 30.80     |
| 5c5       | 56  | 19.64 | 83.93 | 35.71 | 14.29 | 2.86            | 35.99     |
| 5c6       | 65  | 21.54 | 87.69 | 24.62 | 38.46 | 2.72            | 16.73     |
| 5c7       | 44  | 11.36 | 81.82 | 15.91 | 22.73 | 2.40            | 46.18     |
| 5c8       | 37  | 27.03 | 97.30 | 29.73 | 37.84 | 4.23            | 20.19     |
| 5c9       | 77  | 14.29 | 87.01 | 29.87 | 24.68 | 2.54            | 29.12     |
| 5c10      | 70  | 18.57 | 90.00 | 20.00 | 32.86 | 2.72            | 19.30     |
| 5c11      | 44  | 4.55  | 81.82 | 31.82 | 27.27 | 2.22            | 23.91     |
| 5c12      | 52  | 13.46 | 88.46 | 21.15 | 28.85 | 2.68            | 31.02     |
| 5c13      | 81  | 14.81 | 88.89 | 22.22 | 33.33 | 2.50            | 12.42     |
| 5c14      | 38  | 23.68 | 84.21 | 26.32 | 21.05 | 3.02            | 42.86     |
| 5c15      | 72  | 18.06 | 95.83 | 26.39 | 23.61 | 2.76            | 15.53     |
| 5c16      | 75  | 24.00 | 88.00 | 32.00 | 25.33 | 2.91            | 23.32     |
| 5c17      | 44  | 13.64 | 81.82 | 27.27 | 31.82 | 2.93            | 41.63     |
| 5c18      | 63  | 11.11 | 92.06 | 26.98 | 33.33 | 2.46            | 15.66     |
| 5c19      | 45  | 15.56 | 86.67 | 33.33 | 13.33 | 2.35            | 16.15     |
| 5c20      | 40  | 10.00 | 80.00 | 22.50 | 32.50 | 2.15            | 17.92     |
| 10c1      | 91  | 18.68 | 91.21 | 27.47 | 29.67 | 3.08            | 64.45     |
| 10c2      | 126 | 23.02 | 96.03 | 19.05 | 26.19 | 3.22            | 50.39     |
| 10c3      | 68  | 17.65 | 89.71 | 25.00 | 26.47 | 3.32            | 33.84     |
| 10c4      | 113 | 25.66 | 96.46 | 27.43 | 23.89 | 3.34            | 36.35     |
| 10c5      | 132 | 27.27 | 95.45 | 19.70 | 31.06 | 3.82            | 62.14     |
| 10c6      | 116 | 20.69 | 91.38 | 23.28 | 28.45 | 3.18            | 44.83     |
| 10c7      | 132 | 20.45 | 93.18 | 32.58 | 21.21 | 3.32            | 44.80     |
| 10c8      | 123 | 21.95 | 92.68 | 22.76 | 23.58 | 3.37            | 54.17     |
| 10c9      | 109 | 21.10 | 88.07 | 29.36 | 17.43 | 3.09            | 45.05     |
| 10c10     | 159 | 21.38 | 93.08 | 25.79 | 21.38 | 3.55            | 55.87     |
| 10c11     | 94  | 20.21 | 91.49 | 21.28 | 25.53 | 2.82            | 29.53     |
| 10c12     | 101 | 26.73 | 95.05 | 19.80 | 19.80 | 3.50            | 59.43     |
| 10c13     | 90  | 23.33 | 90.00 | 30.00 | 20.00 | 3.92            | 65.64     |
| 10c14     | 96  | 19.79 | 91.67 | 31.25 | 18.75 | 3.37            | 54.71     |
| 10c15     | 111 | 17.12 | 96.40 | 22.52 | 20.72 | 2.85            | 39.18     |
| 10c16     | 132 | 24.24 | 97.73 | 31.82 | 29.55 | 3.65            | 48.36     |
| 10c17     | 128 | 21.09 | 90.63 | 25.78 | 26.56 | 3.45            | 44.72     |
| 10c18     | 127 | 20.47 | 94.49 | 33.07 | 23.62 | 3.78            | 68.71     |
| 10c19     | 125 | 17.60 | 93.60 | 28.00 | 28.00 | 3.17            | 44.03     |
| 10c20     | 105 | 20.95 | 97.14 | 24.76 | 30.48 | 3.32            | 40.08     |

**Tabela E.7.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLM* para instâncias geradas aleatoriamente com 15 e 20 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 15c1      | 164 | 25.61 | 91.46 | 30.49 | 29.27 | 3.67            | 43.53     |
| 15c2      | 143 | 18.88 | 97.20 | 26.57 | 25.17 | 3.40            | 37.61     |
| 15c3      | 113 | 25.66 | 90.27 | 26.55 | 25.66 | 3.72            | 55.78     |
| 15c4      | 191 | 23.56 | 91.62 | 26.70 | 19.90 | 3.69            | 44.92     |
| 15c5      | 204 | 23.04 | 93.14 | 27.45 | 25.00 | 3.61            | 49.25     |
| 15c6      | 217 | 24.88 | 93.55 | 29.49 | 29.03 | 4.05            | 53.00     |
| 15c7      | 169 | 18.93 | 95.86 | 28.40 | 26.04 | 3.34            | 41.45     |
| 15c8      | 133 | 24.06 | 91.73 | 27.07 | 33.08 | 3.61            | 45.03     |
| 15c9      | 98  | 20.41 | 92.86 | 26.53 | 33.67 | 3.52            | 32.08     |
| 15c10     | 163 | 22.09 | 93.25 | 33.13 | 25.15 | 3.63            | 42.99     |
| 15c11     | 126 | 25.40 | 96.83 | 31.75 | 21.43 | 4.08            | 75.43     |
| 15c12     | 145 | 34.48 | 95.17 | 34.48 | 26.21 | 3.95            | 42.71     |
| 15c13     | 139 | 15.83 | 90.65 | 21.58 | 28.06 | 2.99            | 44.41     |
| 15c14     | 184 | 25.54 | 94.02 | 38.59 | 26.09 | 3.58            | 41.48     |
| 15c15     | 215 | 21.86 | 94.42 | 27.91 | 27.91 | 3.63            | 57.63     |
| 15c16     | 133 | 19.55 | 93.23 | 32.33 | 27.82 | 3.37            | 49.10     |
| 15c17     | 193 | 28.50 | 91.71 | 29.02 | 23.32 | 3.82            | 50.48     |
| 15c18     | 146 | 23.97 | 93.84 | 32.19 | 28.08 | 3.60            | 45.06     |
| 15c19     | 162 | 25.93 | 92.59 | 30.25 | 23.46 | 3.78            | 50.90     |
| 15c20     | 190 | 26.32 | 97.89 | 27.89 | 20.53 | 3.74            | 47.53     |
| 20c1      | 207 | 27.05 | 94.69 | 29.47 | 29.47 | 3.55            | 54.51     |
| 20c2      | 243 | 23.46 | 93.42 | 27.57 | 27.98 | 3.42            | 50.08     |
| 20c3      | 183 | 22.95 | 94.54 | 30.60 | 29.51 | 3.33            | 54.52     |
| 20c4      | 219 | 31.51 | 94.98 | 21.00 | 31.96 | 3.66            | 51.74     |
| 20c5      | 177 | 20.90 | 97.18 | 28.81 | 28.25 | 3.36            | 52.61     |
| 20c6      | 158 | 17.09 | 87.97 | 24.68 | 24.68 | 3.01            | 41.86     |
| 20c7      | 234 | 26.92 | 91.88 | 22.22 | 28.63 | 3.37            | 45.83     |
| 20c8      | 215 | 24.65 | 95.35 | 25.58 | 28.37 | 3.41            | 52.51     |
| 20c9      | 212 | 24.06 | 93.87 | 24.53 | 35.38 | 3.20            | 47.11     |
| 20c10     | 232 | 25.43 | 90.95 | 27.16 | 31.90 | 3.45            | 56.92     |
| 20c11     | 216 | 26.85 | 94.44 | 30.56 | 28.24 | 3.58            | 65.26     |
| 20c12     | 214 | 26.17 | 96.73 | 26.17 | 27.10 | 3.58            | 50.37     |
| 20c13     | 180 | 23.33 | 92.22 | 30.00 | 31.67 | 3.67            | 53.91     |
| 20c14     | 221 | 24.43 | 91.40 | 26.24 | 29.41 | 3.69            | 55.95     |
| 20c15     | 179 | 17.32 | 93.30 | 27.37 | 23.46 | 3.15            | 52.15     |
| 20c16     | 196 | 24.49 | 94.90 | 23.98 | 31.63 | 3.45            | 49.95     |
| 20c17     | 218 | 22.94 | 93.58 | 26.61 | 25.69 | 3.30            | 65.89     |
| 20c18     | 205 | 27.80 | 94.15 | 28.78 | 29.76 | 3.48            | 53.44     |
| 20c19     | 190 | 22.11 | 94.21 | 27.89 | 28.95 | 3.41            | 49.88     |
| 20c20     | 287 | 24.39 | 92.33 | 25.44 | 26.48 | 3.61            | 53.58     |

**Tabela E.9.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLM* para instâncias geradas aleatoriamente com 35 e 40 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 35c1      | 390 | 26.15 | 93.85 | 27.95 | 29.23 | 3.56            | 65.98     |
| 35c2      | 383 | 24.80 | 93.99 | 34.99 | 28.72 | 3.49            | 57.80     |
| 35c3      | 329 | 23.71 | 95.14 | 33.13 | 28.27 | 3.49            | 48.51     |
| 35c4      | 305 | 23.61 | 93.11 | 25.25 | 31.80 | 3.40            | 49.52     |
| 35c5      | 314 | 25.80 | 93.95 | 30.89 | 32.48 | 3.62            | 54.64     |
| 35c6      | 359 | 24.51 | 93.31 | 32.03 | 32.59 | 3.43            | 54.08     |
| 35c7      | 323 | 23.22 | 94.74 | 32.20 | 23.84 | 3.50            | 60.26     |
| 35c8      | 324 | 28.40 | 95.99 | 31.48 | 29.63 | 3.72            | 56.07     |
| 35c9      | 382 | 30.63 | 93.98 | 30.37 | 28.53 | 3.72            | 65.36     |
| 35c10     | 279 | 26.88 | 93.91 | 29.75 | 33.33 | 3.67            | 59.01     |
| 35c11     | 315 | 25.71 | 92.70 | 24.76 | 28.57 | 3.51            | 57.84     |
| 35c12     | 316 | 21.52 | 96.52 | 31.01 | 32.28 | 3.45            | 51.80     |
| 35c13     | 356 | 24.72 | 95.79 | 31.46 | 32.30 | 3.61            | 60.23     |
| 35c14     | 345 | 25.22 | 95.36 | 27.54 | 29.57 | 3.62            | 67.22     |
| 35c15     | 380 | 25.79 | 93.95 | 32.37 | 29.74 | 3.44            | 63.55     |
| 35c16     | 317 | 26.18 | 94.95 | 25.55 | 31.55 | 3.69            | 58.23     |
| 35c17     | 325 | 20.00 | 93.23 | 26.77 | 27.38 | 3.26            | 54.77     |
| 35c18     | 316 | 34.49 | 96.84 | 25.63 | 33.23 | 3.88            | 56.45     |
| 35c19     | 357 | 26.33 | 91.04 | 29.41 | 32.21 | 3.48            | 63.04     |
| 35c20     | 433 | 26.10 | 96.07 | 25.87 | 26.79 | 3.39            | 66.28     |
| 40c1      | 398 | 26.63 | 95.73 | 27.89 | 28.14 | 3.55            | 66.33     |
| 40c2      | 434 | 21.66 | 94.01 | 31.80 | 28.57 | 3.45            | 61.73     |
| 40c3      | 331 | 22.05 | 93.05 | 32.63 | 26.59 | 3.54            | 58.25     |
| 40c4      | 447 | 25.06 | 93.06 | 28.86 | 29.08 | 3.46            | 53.80     |
| 40c5      | 415 | 26.27 | 95.66 | 27.47 | 35.42 | 3.67            | 58.85     |
| 40c6      | 358 | 24.30 | 93.30 | 30.45 | 25.14 | 3.55            | 51.01     |
| 40c7      | 412 | 24.51 | 93.45 | 35.44 | 24.51 | 3.45            | 61.05     |
| 40c8      | 474 | 22.57 | 95.78 | 29.96 | 30.80 | 3.43            | 57.64     |
| 40c9      | 347 | 26.80 | 95.10 | 22.48 | 25.65 | 3.33            | 54.04     |
| 40c10     | 293 | 25.60 | 92.83 | 27.99 | 23.89 | 3.50            | 59.54     |
| 40c11     | 403 | 24.81 | 90.32 | 29.53 | 27.30 | 3.61            | 57.35     |
| 40c12     | 316 | 28.80 | 93.04 | 28.16 | 26.90 | 3.65            | 61.11     |
| 40c13     | 342 | 25.15 | 94.15 | 25.15 | 28.36 | 3.55            | 52.04     |
| 40c14     | 373 | 23.59 | 95.17 | 25.74 | 33.24 | 3.45            | 59.38     |
| 40c15     | 324 | 25.31 | 94.75 | 29.94 | 29.32 | 3.64            | 58.78     |
| 40c16     | 321 | 22.43 | 95.02 | 30.53 | 29.60 | 3.43            | 58.44     |
| 40c17     | 452 | 24.12 | 96.90 | 26.99 | 32.96 | 3.71            | 68.81     |
| 40c18     | 355 | 25.63 | 94.93 | 27.04 | 30.99 | 3.47            | 56.20     |
| 40c19     | 387 | 25.32 | 94.06 | 24.29 | 27.13 | 3.54            | 59.92     |
| 40c20     | 420 | 24.29 | 92.62 | 31.19 | 25.00 | 3.51            | 59.22     |

**Tabela E.10.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLM* para instâncias geradas aleatoriamente com 45 e 50 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 45c1      | 399 | 28.07 | 96.24 | 28.57 | 34.84 | 3.62            | 55.12     |
| 45c2      | 404 | 25.74 | 93.32 | 27.72 | 30.45 | 3.60            | 57.08     |
| 45c3      | 373 | 22.79 | 93.83 | 26.27 | 29.49 | 3.49            | 59.36     |
| 45c4      | 558 | 27.60 | 93.73 | 28.14 | 30.11 | 3.57            | 59.96     |
| 45c5      | 350 | 23.43 | 94.29 | 28.57 | 25.43 | 3.44            | 55.80     |
| 45c6      | 437 | 29.06 | 95.42 | 29.52 | 29.98 | 3.76            | 56.90     |
| 45c7      | 503 | 27.63 | 93.84 | 30.62 | 32.01 | 3.64            | 57.47     |
| 45c8      | 382 | 19.90 | 93.46 | 28.53 | 29.32 | 3.38            | 61.79     |
| 45c9      | 289 | 26.30 | 93.43 | 28.03 | 29.41 | 3.63            | 53.30     |
| 45c10     | 418 | 27.03 | 94.98 | 31.10 | 26.08 | 3.53            | 63.80     |
| 45c11     | 444 | 26.13 | 95.95 | 28.83 | 29.73 | 3.64            | 54.13     |
| 45c12     | 371 | 23.72 | 92.18 | 26.68 | 23.99 | 3.53            | 65.99     |
| 45c13     | 375 | 24.00 | 93.33 | 31.20 | 30.40 | 3.48            | 54.63     |
| 45c14     | 418 | 26.79 | 95.93 | 25.84 | 25.84 | 3.55            | 47.20     |
| 45c15     | 381 | 26.77 | 95.54 | 31.23 | 27.56 | 3.63            | 48.60     |
| 45c16     | 437 | 26.54 | 94.51 | 28.83 | 32.49 | 3.53            | 53.99     |
| 45c17     | 498 | 26.10 | 91.97 | 26.10 | 31.53 | 3.66            | 59.29     |
| 45c18     | 424 | 25.24 | 94.81 | 29.25 | 33.25 | 3.43            | 52.77     |
| 45c19     | 479 | 28.18 | 96.03 | 28.18 | 32.57 | 3.60            | 54.31     |
| 45c20     | 319 | 27.27 | 95.61 | 28.53 | 31.97 | 3.63            | 49.07     |
| 50c1      | 367 | 25.34 | 92.37 | 33.24 | 27.79 | 3.80            | 66.08     |
| 50c2      | 534 | 26.03 | 92.88 | 31.27 | 30.34 | 3.54            | 56.82     |
| 50c3      | 420 | 24.76 | 91.19 | 28.81 | 29.05 | 3.44            | 54.52     |
| 50c4      | 462 | 29.00 | 93.07 | 30.52 | 30.30 | 3.49            | 59.70     |
| 50c5      | 457 | 27.35 | 91.47 | 32.60 | 27.35 | 3.53            | 54.62     |
| 50c6      | 436 | 23.17 | 94.95 | 32.34 | 30.96 | 3.65            | 60.14     |
| 50c7      | 485 | 24.12 | 91.55 | 28.25 | 29.90 | 3.51            | 60.31     |
| 50c8      | 469 | 26.23 | 94.46 | 30.49 | 29.42 | 3.62            | 54.72     |
| 50c9      | 538 | 27.70 | 93.31 | 29.18 | 32.16 | 3.72            | 53.76     |
| 50c10     | 384 | 28.39 | 95.31 | 24.74 | 29.43 | 3.69            | 61.20     |
| 50c11     | 401 | 23.44 | 95.51 | 28.18 | 25.69 | 3.43            | 63.25     |
| 50c12     | 571 | 26.62 | 94.22 | 28.72 | 30.30 | 3.66            | 64.19     |
| 50c13     | 449 | 25.61 | 93.99 | 28.73 | 26.95 | 3.45            | 59.49     |
| 50c14     | 437 | 28.15 | 93.36 | 27.23 | 31.81 | 3.66            | 69.90     |
| 50c15     | 445 | 27.64 | 94.38 | 31.69 | 27.19 | 3.70            | 60.77     |
| 50c16     | 464 | 28.66 | 94.83 | 25.22 | 34.05 | 3.82            | 62.68     |
| 50c17     | 450 | 27.33 | 94.44 | 27.56 | 30.00 | 3.53            | 58.89     |
| 50c18     | 431 | 24.13 | 94.43 | 22.97 | 34.11 | 3.51            | 66.98     |
| 50c19     | 343 | 25.66 | 95.92 | 29.15 | 34.99 | 3.53            | 58.02     |
| 50c20     | 407 | 25.80 | 95.82 | 31.70 | 31.45 | 3.64            | 51.85     |

**Tabela E.11.** Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLS* para instâncias geradas aleatoriamente com 5 e 10 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 5c1       | 60  | 13.33 | 91.67 | 31.67 | 21.67 | 2.68            | 30.30     |
| 5c2       | 66  | 19.70 | 83.33 | 27.27 | 22.73 | 2.59            | 14.45     |
| 5c3       | 55  | 14.55 | 89.09 | 30.91 | 18.18 | 2.68            | 28.09     |
| 5c4       | 80  | 23.75 | 86.25 | 20.00 | 35.00 | 2.95            | 31.81     |
| 5c5       | 56  | 19.64 | 83.93 | 35.71 | 14.29 | 2.86            | 35.99     |
| 5c6       | 65  | 21.54 | 87.69 | 24.62 | 38.46 | 2.73            | 17.09     |
| 5c7       | 44  | 11.36 | 81.82 | 15.91 | 22.73 | 2.42            | 47.79     |
| 5c8       | 38  | 26.32 | 94.74 | 28.95 | 36.84 | 4.23            | 20.12     |
| 5c9       | 77  | 14.29 | 87.01 | 29.87 | 24.68 | 2.55            | 29.41     |
| 5c10      | 70  | 18.57 | 90.00 | 20.00 | 32.86 | 2.72            | 19.30     |
| 5c11      | 44  | 4.55  | 81.82 | 31.82 | 27.27 | 2.22            | 23.91     |
| 5c12      | 52  | 13.46 | 88.46 | 21.15 | 28.85 | 2.68            | 31.02     |
| 5c13      | 81  | 14.81 | 88.89 | 22.22 | 33.33 | 2.50            | 12.60     |
| 5c14      | 39  | 23.08 | 82.05 | 25.64 | 20.51 | 3.04            | 43.83     |
| 5c15      | 72  | 18.06 | 95.83 | 26.39 | 23.61 | 2.77            | 16.26     |
| 5c16      | 76  | 23.68 | 86.84 | 32.89 | 25.00 | 2.92            | 23.79     |
| 5c17      | 44  | 13.64 | 81.82 | 27.27 | 31.82 | 2.94            | 42.16     |
| 5c18      | 63  | 11.11 | 92.06 | 26.98 | 33.33 | 2.46            | 15.80     |
| 5c19      | 45  | 15.56 | 86.67 | 33.33 | 13.33 | 2.35            | 16.43     |
| 5c20      | 40  | 10.00 | 80.00 | 22.50 | 32.50 | 2.18            | 19.50     |
| 10c1      | 94  | 18.09 | 89.36 | 27.66 | 28.72 | 3.12            | 66.24     |
| 10c2      | 133 | 21.80 | 93.99 | 20.30 | 24.81 | 3.24            | 51.31     |
| 10c3      | 68  | 17.65 | 89.71 | 25.00 | 26.47 | 3.32            | 33.77     |
| 10c4      | 117 | 24.79 | 95.73 | 26.50 | 23.08 | 3.41            | 38.95     |
| 10c5      | 141 | 25.53 | 92.91 | 19.86 | 29.79 | 3.84            | 63.03     |
| 10c6      | 121 | 19.83 | 88.43 | 23.14 | 28.93 | 3.25            | 47.84     |
| 10c7      | 144 | 18.75 | 88.89 | 32.64 | 19.44 | 3.35            | 46.34     |
| 10c8      | 133 | 20.30 | 89.47 | 24.06 | 22.56 | 3.40            | 55.76     |
| 10c9      | 109 | 21.10 | 88.07 | 29.36 | 17.43 | 3.14            | 47.80     |
| 10c10     | 161 | 21.12 | 91.93 | 26.71 | 21.12 | 3.58            | 56.89     |
| 10c11     | 96  | 19.79 | 89.58 | 21.88 | 25.00 | 2.85            | 30.65     |
| 10c12     | 107 | 25.23 | 91.59 | 20.56 | 19.63 | 3.55            | 61.70     |
| 10c13     | 91  | 23.08 | 89.01 | 30.77 | 19.78 | 3.94            | 66.20     |
| 10c14     | 98  | 19.39 | 89.80 | 30.61 | 19.39 | 3.41            | 56.17     |
| 10c15     | 119 | 15.97 | 93.28 | 23.53 | 19.33 | 2.86            | 39.62     |
| 10c16     | 146 | 21.92 | 95.21 | 30.82 | 27.40 | 3.66            | 48.99     |
| 10c17     | 128 | 21.09 | 90.63 | 25.78 | 26.56 | 3.48            | 45.93     |
| 10c18     | 131 | 19.85 | 92.37 | 32.06 | 25.19 | 3.78            | 69.01     |
| 10c19     | 132 | 16.67 | 92.42 | 27.27 | 27.27 | 3.17            | 43.86     |
| 10c20     | 109 | 20.18 | 97.25 | 23.85 | 29.36 | 3.39            | 42.90     |

**Tabela E.12.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLS* para instâncias geradas aleatoriamente com 15 e 20 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 15c1      | 180 | 23.33 | 88.89 | 30.56 | 28.33 | 3.77            | 47.36     |
| 15c2      | 153 | 17.65 | 93.46 | 27.45 | 24.18 | 3.51            | 42.35     |
| 15c3      | 122 | 23.77 | 86.07 | 25.41 | 24.59 | 3.86            | 61.77     |
| 15c4      | 195 | 23.08 | 90.26 | 26.67 | 19.49 | 3.73            | 46.76     |
| 15c5      | 214 | 21.96 | 88.79 | 29.44 | 24.30 | 3.76            | 55.41     |
| 15c6      | 225 | 24.00 | 90.67 | 30.67 | 28.44 | 4.18            | 57.70     |
| 15c7      | 189 | 16.93 | 92.59 | 28.57 | 24.34 | 3.50            | 48.17     |
| 15c8      | 151 | 21.19 | 89.40 | 25.17 | 31.13 | 3.79            | 52.10     |
| 15c9      | 101 | 19.80 | 90.10 | 26.73 | 32.67 | 3.62            | 35.56     |
| 15c10     | 178 | 20.22 | 92.70 | 32.58 | 23.03 | 3.72            | 46.57     |
| 15c11     | 138 | 23.19 | 92.03 | 31.88 | 21.74 | 4.12            | 77.25     |
| 15c12     | 179 | 27.93 | 93.30 | 29.05 | 22.35 | 4.24            | 53.30     |
| 15c13     | 146 | 15.07 | 86.99 | 22.60 | 28.77 | 3.12            | 50.41     |
| 15c14     | 204 | 23.04 | 93.63 | 36.27 | 23.53 | 3.72            | 46.91     |
| 15c15     | 243 | 19.34 | 89.30 | 28.40 | 26.34 | 3.79            | 64.59     |
| 15c16     | 153 | 16.99 | 88.89 | 32.68 | 25.49 | 3.61            | 59.85     |
| 15c17     | 202 | 27.23 | 90.10 | 28.71 | 22.77 | 4.01            | 57.83     |
| 15c18     | 172 | 20.35 | 88.95 | 31.98 | 25.00 | 3.79            | 52.52     |
| 15c19     | 179 | 23.46 | 89.39 | 29.05 | 22.91 | 3.95            | 57.87     |
| 15c20     | 199 | 25.13 | 93.97 | 30.15 | 20.10 | 3.88            | 53.16     |
| 20c1      | 230 | 24.35 | 91.30 | 30.00 | 26.96 | 3.71            | 61.66     |
| 20c2      | 265 | 21.51 | 90.57 | 27.55 | 27.92 | 3.59            | 57.39     |
| 20c3      | 198 | 21.21 | 90.40 | 32.83 | 27.27 | 3.48            | 61.64     |
| 20c4      | 237 | 29.11 | 92.41 | 20.68 | 29.54 | 3.85            | 59.49     |
| 20c5      | 193 | 19.17 | 94.82 | 28.50 | 26.42 | 3.58            | 62.51     |
| 20c6      | 170 | 15.88 | 85.29 | 24.12 | 23.53 | 3.14            | 47.98     |
| 20c7      | 247 | 25.51 | 89.47 | 24.29 | 27.13 | 3.57            | 54.36     |
| 20c8      | 240 | 22.08 | 90.83 | 27.50 | 25.83 | 3.54            | 58.43     |
| 20c9      | 245 | 20.82 | 89.80 | 24.08 | 31.43 | 3.42            | 57.14     |
| 20c10     | 258 | 22.87 | 86.05 | 29.46 | 29.85 | 3.58            | 62.93     |
| 20c11     | 232 | 25.00 | 92.67 | 30.17 | 26.72 | 3.74            | 72.66     |
| 20c12     | 236 | 23.73 | 93.22 | 25.85 | 25.42 | 3.79            | 58.85     |
| 20c13     | 196 | 21.43 | 88.78 | 31.12 | 29.08 | 3.78            | 58.53     |
| 20c14     | 223 | 24.22 | 91.03 | 26.46 | 29.15 | 3.93            | 66.07     |
| 20c15     | 196 | 15.82 | 88.78 | 28.57 | 21.94 | 3.31            | 59.85     |
| 20c16     | 212 | 22.64 | 92.92 | 24.53 | 29.25 | 3.60            | 56.61     |
| 20c17     | 230 | 21.74 | 90.43 | 27.83 | 24.35 | 3.45            | 73.29     |
| 20c18     | 229 | 24.89 | 87.77 | 28.38 | 28.82 | 3.76            | 65.75     |
| 20c19     | 207 | 20.29 | 91.30 | 28.99 | 26.57 | 3.56            | 56.58     |
| 20c20     | 303 | 23.10 | 91.09 | 25.08 | 25.74 | 3.77            | 60.49     |

**Tabela E.13.** Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLS* para instâncias geradas aleatoriamente com 25 e 30 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 25c1      | 308 | 26.95 | 91.88 | 29.55 | 28.57 | 3.78            | 70.69     |
| 25c2      | 238 | 21.01 | 87.82 | 31.51 | 25.63 | 3.64            | 61.44     |
| 25c3      | 263 | 24.71 | 93.54 | 24.71 | 29.28 | 3.65            | 61.09     |
| 25c4      | 230 | 26.09 | 89.13 | 23.04 | 30.00 | 3.80            | 60.83     |
| 25c5      | 241 | 17.43 | 89.63 | 27.80 | 31.12 | 3.38            | 61.17     |
| 25c6      | 218 | 20.64 | 88.53 | 27.06 | 26.15 | 3.53            | 65.95     |
| 25c7      | 292 | 25.68 | 87.67 | 27.74 | 30.14 | 3.60            | 76.24     |
| 25c8      | 281 | 20.28 | 93.24 | 25.62 | 28.11 | 3.64            | 60.85     |
| 25c9      | 322 | 25.16 | 89.44 | 31.99 | 31.68 | 3.84            | 58.19     |
| 25c10     | 232 | 22.84 | 87.93 | 28.88 | 24.57 | 3.77            | 61.91     |
| 25c11     | 323 | 22.29 | 90.09 | 27.24 | 27.86 | 3.40            | 58.04     |
| 25c12     | 243 | 23.87 | 91.77 | 28.40 | 29.22 | 3.68            | 55.30     |
| 25c13     | 346 | 21.10 | 92.49 | 29.19 | 28.61 | 3.39            | 50.36     |
| 25c14     | 317 | 21.14 | 90.22 | 25.24 | 27.44 | 3.53            | 67.32     |
| 25c15     | 277 | 22.38 | 90.25 | 31.41 | 23.10 | 3.59            | 59.57     |
| 25c16     | 246 | 22.76 | 93.50 | 32.11 | 29.27 | 3.67            | 54.57     |
| 25c17     | 276 | 19.93 | 90.58 | 29.71 | 25.36 | 3.51            | 63.92     |
| 25c18     | 294 | 19.73 | 91.16 | 27.55 | 36.05 | 3.61            | 62.50     |
| 25c19     | 252 | 24.60 | 87.30 | 28.17 | 27.78 | 3.93            | 74.65     |
| 25c20     | 272 | 20.59 | 90.07 | 30.51 | 25.37 | 3.49            | 65.74     |
| 30c1      | 300 | 22.33 | 93.33 | 26.67 | 33.67 | 3.81            | 58.76     |
| 30c2      | 355 | 19.44 | 88.73 | 31.83 | 27.04 | 3.39            | 61.39     |
| 30c3      | 359 | 20.89 | 90.25 | 30.92 | 25.35 | 3.68            | 62.93     |
| 30c4      | 293 | 19.11 | 87.71 | 26.96 | 29.35 | 3.45            | 68.86     |
| 30c5      | 325 | 23.08 | 89.23 | 29.85 | 27.08 | 3.65            | 67.11     |
| 30c6      | 382 | 28.01 | 89.27 | 29.84 | 29.32 | 3.80            | 65.30     |
| 30c7      | 306 | 24.51 | 86.60 | 26.47 | 27.12 | 3.58            | 73.66     |
| 30c8      | 350 | 21.43 | 90.00 | 25.14 | 22.57 | 3.55            | 72.95     |
| 30c9      | 305 | 20.33 | 90.49 | 29.51 | 27.87 | 3.49            | 64.37     |
| 30c10     | 367 | 19.62 | 90.19 | 29.70 | 28.88 | 3.93            | 74.59     |
| 30c11     | 271 | 18.45 | 87.82 | 27.68 | 23.99 | 3.39            | 56.85     |
| 30c12     | 403 | 19.35 | 91.81 | 29.78 | 29.28 | 3.60            | 60.61     |
| 30c13     | 338 | 21.89 | 90.83 | 29.59 | 23.08 | 3.69            | 61.30     |
| 30c14     | 297 | 22.56 | 87.88 | 27.27 | 26.26 | 3.73            | 71.27     |
| 30c15     | 355 | 24.79 | 91.83 | 27.61 | 28.73 | 3.82            | 59.20     |
| 30c16     | 258 | 19.38 | 91.09 | 33.33 | 25.19 | 3.59            | 55.56     |
| 30c17     | 302 | 27.48 | 95.36 | 25.83 | 30.46 | 4.00            | 68.11     |
| 30c18     | 369 | 22.76 | 92.95 | 29.27 | 27.64 | 3.63            | 67.96     |
| 30c19     | 348 | 22.41 | 93.68 | 26.44 | 20.69 | 3.75            | 58.68     |
| 30c20     | 286 | 21.33 | 91.61 | 29.72 | 26.92 | 3.70            | 63.94     |

**Tabela E.14.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLS* para instâncias geradas aleatoriamente com 35 e 40 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 35c1      | 442 | 23.08 | 90.72 | 28.05 | 26.47 | 3.77            | 75.70     |
| 35c2      | 427 | 22.25 | 90.16 | 34.43 | 27.40 | 3.69            | 66.47     |
| 35c3      | 364 | 21.43 | 90.93 | 34.07 | 26.65 | 3.70            | 57.57     |
| 35c4      | 343 | 20.99 | 88.34 | 24.20 | 29.45 | 3.65            | 60.44     |
| 35c5      | 353 | 22.95 | 90.65 | 30.88 | 30.03 | 3.83            | 63.50     |
| 35c6      | 405 | 21.73 | 91.11 | 31.11 | 29.14 | 3.58            | 61.08     |
| 35c7      | 363 | 20.66 | 91.46 | 30.30 | 23.14 | 3.68            | 68.55     |
| 35c8      | 379 | 24.54 | 90.50 | 32.98 | 26.91 | 3.87            | 62.02     |
| 35c9      | 444 | 26.35 | 89.64 | 30.18 | 26.35 | 3.91            | 73.66     |
| 35c10     | 317 | 23.66 | 90.85 | 29.34 | 31.23 | 3.94            | 70.76     |
| 35c11     | 362 | 22.38 | 87.29 | 25.97 | 27.07 | 3.70            | 66.30     |
| 35c12     | 378 | 17.99 | 91.80 | 30.95 | 27.51 | 3.62            | 58.91     |
| 35c13     | 403 | 22.08 | 91.07 | 32.75 | 29.28 | 3.75            | 66.77     |
| 35c14     | 388 | 22.42 | 89.95 | 28.09 | 28.35 | 3.85            | 77.94     |
| 35c15     | 432 | 22.69 | 90.28 | 33.80 | 27.31 | 3.67            | 74.41     |
| 35c16     | 365 | 22.74 | 90.14 | 26.03 | 29.04 | 3.84            | 64.72     |
| 35c17     | 361 | 18.01 | 88.09 | 26.32 | 27.70 | 3.39            | 61.17     |
| 35c18     | 358 | 30.45 | 92.74 | 26.54 | 30.45 | 4.03            | 62.83     |
| 35c19     | 410 | 22.93 | 88.29 | 29.02 | 28.54 | 3.72            | 74.18     |
| 35c20     | 486 | 23.25 | 91.56 | 27.57 | 24.90 | 3.54            | 73.34     |
| 40c1      | 454 | 23.35 | 90.97 | 28.63 | 25.55 | 3.70            | 73.44     |
| 40c2      | 509 | 18.47 | 88.80 | 33.01 | 24.75 | 3.62            | 69.66     |
| 40c3      | 383 | 19.06 | 87.99 | 31.85 | 25.59 | 3.76            | 67.95     |
| 40c4      | 499 | 22.44 | 90.18 | 28.66 | 27.25 | 3.68            | 63.63     |
| 40c5      | 494 | 22.06 | 89.88 | 28.34 | 31.58 | 3.80            | 64.47     |
| 40c6      | 402 | 21.64 | 88.81 | 31.09 | 23.38 | 3.79            | 61.41     |
| 40c7      | 477 | 21.17 | 88.05 | 35.64 | 22.85 | 3.69            | 72.45     |
| 40c8      | 531 | 20.15 | 90.96 | 31.45 | 29.19 | 3.59            | 64.87     |
| 40c9      | 376 | 24.73 | 91.49 | 23.94 | 24.47 | 3.52            | 62.41     |
| 40c10     | 318 | 23.58 | 90.88 | 27.67 | 22.96 | 3.69            | 68.07     |
| 40c11     | 449 | 22.27 | 86.19 | 30.96 | 25.17 | 3.74            | 63.32     |
| 40c12     | 367 | 24.80 | 88.83 | 28.88 | 23.43 | 3.80            | 67.66     |
| 40c13     | 385 | 22.34 | 89.61 | 25.19 | 27.53 | 3.79            | 62.37     |
| 40c14     | 416 | 21.15 | 91.35 | 25.96 | 31.01 | 3.67            | 69.32     |
| 40c15     | 384 | 21.35 | 89.32 | 30.21 | 25.52 | 3.84            | 67.79     |
| 40c16     | 363 | 19.83 | 90.36 | 30.03 | 28.37 | 3.62            | 67.33     |
| 40c17     | 518 | 21.04 | 92.86 | 27.03 | 29.34 | 3.88            | 76.72     |
| 40c18     | 410 | 22.20 | 91.22 | 26.83 | 27.80 | 3.71            | 66.94     |
| 40c19     | 420 | 23.33 | 91.43 | 23.57 | 26.19 | 3.78            | 70.74     |
| 40c20     | 455 | 22.42 | 89.01 | 30.99 | 25.05 | 3.70            | 67.75     |



**Tabela E.15.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLS* para instâncias geradas aleatoriamente com 45 e 50 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 45c1      | 456 | 24.56 | 93.20 | 28.73 | 30.92 | 3.84            | 64.29     |
| 45c2      | 454 | 22.91 | 88.99 | 27.53 | 29.74 | 3.80            | 65.95     |
| 45c3      | 414 | 20.53 | 89.61 | 25.85 | 28.99 | 3.69            | 68.36     |
| 45c4      | 636 | 24.21 | 89.62 | 28.46 | 28.46 | 3.72            | 66.76     |
| 45c5      | 400 | 20.50 | 89.50 | 27.75 | 25.00 | 3.65            | 65.37     |
| 45c6      | 510 | 24.90 | 89.41 | 30.59 | 27.84 | 3.90            | 62.71     |
| 45c7      | 550 | 25.27 | 90.73 | 31.09 | 30.18 | 3.78            | 63.87     |
| 45c8      | 437 | 17.39 | 88.56 | 27.69 | 28.60 | 3.52            | 68.38     |
| 45c9      | 337 | 22.55 | 88.72 | 28.19 | 26.11 | 3.83            | 61.83     |
| 45c10     | 480 | 23.54 | 91.25 | 30.83 | 24.17 | 3.66            | 69.72     |
| 45c11     | 506 | 22.92 | 90.32 | 30.24 | 27.87 | 3.84            | 62.39     |
| 45c12     | 414 | 21.26 | 89.13 | 26.57 | 22.71 | 3.74            | 76.10     |
| 45c13     | 413 | 21.79 | 89.59 | 31.72 | 29.06 | 3.66            | 62.52     |
| 45c14     | 477 | 23.48 | 92.66 | 25.37 | 23.90 | 3.79            | 56.95     |
| 45c15     | 434 | 23.50 | 89.86 | 32.03 | 25.81 | 3.81            | 55.88     |
| 45c16     | 517 | 22.44 | 89.36 | 28.82 | 29.79 | 3.71            | 61.81     |
| 45c17     | 564 | 23.05 | 88.30 | 27.31 | 28.72 | 3.83            | 67.06     |
| 45c18     | 483 | 22.15 | 89.86 | 28.99 | 31.26 | 3.59            | 60.03     |
| 45c19     | 560 | 24.11 | 92.32 | 27.50 | 30.18 | 3.77            | 61.68     |
| 45c20     | 365 | 23.84 | 90.14 | 27.95 | 30.14 | 3.92            | 61.22     |
| 50c1      | 422 | 22.04 | 89.10 | 32.46 | 24.64 | 3.95            | 72.50     |
| 50c2      | 618 | 22.49 | 88.19 | 32.04 | 27.35 | 3.70            | 63.63     |
| 50c3      | 490 | 21.22 | 87.76 | 28.16 | 26.12 | 3.63            | 62.62     |
| 50c4      | 525 | 25.52 | 88.95 | 30.29 | 28.00 | 3.67            | 68.03     |
| 50c5      | 504 | 24.80 | 88.89 | 32.14 | 25.79 | 3.77            | 65.41     |
| 50c6      | 506 | 19.96 | 90.91 | 31.03 | 27.67 | 3.84            | 68.70     |
| 50c7      | 558 | 20.97 | 86.56 | 27.06 | 27.96 | 3.64            | 66.27     |
| 50c8      | 531 | 23.16 | 90.96 | 30.32 | 27.31 | 3.82            | 63.09     |
| 50c9      | 620 | 24.03 | 89.19 | 28.23 | 30.32 | 3.87            | 60.04     |
| 50c10     | 419 | 26.01 | 91.65 | 23.87 | 29.83 | 3.94            | 72.38     |
| 50c11     | 456 | 20.61 | 89.69 | 28.29 | 25.00 | 3.62            | 72.27     |
| 50c12     | 644 | 23.60 | 90.37 | 28.57 | 28.73 | 3.86            | 73.28     |
| 50c13     | 513 | 22.42 | 87.72 | 29.82 | 25.54 | 3.67            | 69.40     |
| 50c14     | 506 | 24.31 | 89.13 | 27.08 | 29.64 | 3.84            | 78.14     |
| 50c15     | 522 | 23.56 | 87.74 | 30.46 | 27.01 | 3.90            | 69.56     |
| 50c16     | 528 | 25.19 | 91.48 | 25.57 | 30.68 | 4.02            | 71.47     |
| 50c17     | 504 | 24.40 | 90.08 | 26.98 | 28.97 | 3.82            | 72.02     |
| 50c18     | 507 | 20.51 | 90.34 | 23.67 | 30.18 | 3.70            | 75.79     |
| 50c19     | 391 | 22.51 | 92.07 | 29.67 | 31.71 | 3.69            | 65.22     |
| 50c20     | 466 | 22.53 | 92.27 | 31.12 | 27.90 | 3.85            | 60.84     |

**Tabela E.16.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $FM$  para instâncias geradas aleatoriamente com 5 e 10 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 5c1       | 60  | 13.33 | 91.67 | 31.67 | 21.67 | 2.65            | 28.90     |
| 5c2       | 66  | 19.70 | 83.33 | 27.27 | 22.73 | 2.58            | 13.98     |
| 5c3       | 56  | 14.29 | 87.50 | 30.36 | 17.86 | 2.67            | 27.89     |
| 5c4       | 80  | 23.75 | 86.25 | 20.00 | 35.00 | 2.92            | 30.65     |
| 5c5       | 57  | 19.30 | 82.46 | 35.09 | 14.04 | 2.78            | 32.39     |
| 5c6       | 65  | 21.54 | 87.69 | 24.62 | 38.46 | 2.74            | 17.65     |
| 5c7       | 44  | 11.36 | 81.82 | 15.91 | 22.73 | 2.43            | 48.10     |
| 5c8       | 38  | 26.32 | 94.74 | 28.95 | 36.84 | 4.06            | 15.38     |
| 5c9       | 77  | 14.29 | 87.01 | 29.87 | 24.68 | 2.51            | 27.47     |
| 5c10      | 70  | 18.57 | 90.00 | 20.00 | 32.86 | 2.71            | 18.53     |
| 5c11      | 44  | 4.55  | 81.82 | 31.82 | 27.27 | 2.22            | 23.77     |
| 5c12      | 52  | 13.46 | 88.46 | 21.15 | 28.85 | 2.58            | 26.01     |
| 5c13      | 81  | 14.81 | 88.89 | 22.22 | 33.33 | 2.50            | 12.42     |
| 5c14      | 39  | 23.08 | 82.05 | 25.64 | 20.51 | 2.76            | 30.84     |
| 5c15      | 72  | 18.06 | 95.83 | 26.39 | 23.61 | 2.75            | 15.16     |
| 5c16      | 76  | 23.68 | 86.84 | 32.89 | 25.00 | 2.90            | 22.91     |
| 5c17      | 44  | 13.64 | 81.82 | 27.27 | 31.82 | 2.88            | 39.35     |
| 5c18      | 63  | 11.11 | 92.06 | 26.98 | 33.33 | 2.47            | 15.95     |
| 5c19      | 45  | 15.56 | 86.67 | 33.33 | 13.33 | 2.35            | 16.15     |
| 5c20      | 40  | 10.00 | 80.00 | 22.50 | 32.50 | 2.15            | 17.92     |
| 10c1      | 97  | 17.53 | 86.60 | 26.80 | 30.93 | 2.97            | 58.47     |
| 10c2      | 138 | 21.01 | 92.03 | 19.57 | 25.36 | 3.12            | 45.77     |
| 10c3      | 69  | 17.39 | 88.41 | 24.64 | 26.09 | 3.00            | 20.78     |
| 10c4      | 121 | 23.97 | 93.39 | 25.62 | 23.97 | 3.33            | 35.95     |
| 10c5      | 142 | 25.35 | 92.25 | 19.72 | 30.28 | 3.56            | 51.24     |
| 10c6      | 127 | 18.90 | 85.04 | 25.20 | 28.35 | 3.08            | 40.18     |
| 10c7      | 148 | 18.24 | 87.84 | 32.43 | 19.59 | 3.16            | 37.89     |
| 10c8      | 140 | 19.29 | 85.71 | 24.29 | 23.57 | 3.17            | 45.33     |
| 10c9      | 109 | 21.10 | 88.07 | 29.36 | 17.43 | 3.04            | 42.82     |
| 10c10     | 162 | 20.99 | 91.36 | 26.54 | 20.99 | 3.27            | 43.46     |
| 10c11     | 99  | 19.19 | 86.87 | 22.22 | 25.25 | 2.81            | 28.98     |
| 10c12     | 114 | 23.68 | 85.96 | 19.30 | 21.05 | 3.31            | 50.70     |
| 10c13     | 91  | 23.08 | 89.01 | 30.77 | 19.78 | 3.79            | 59.93     |
| 10c14     | 106 | 17.92 | 83.02 | 33.02 | 20.75 | 3.10            | 42.33     |
| 10c15     | 122 | 15.57 | 90.98 | 23.77 | 18.85 | 2.79            | 36.12     |
| 10c16     | 149 | 21.48 | 93.29 | 30.20 | 28.19 | 3.41            | 38.95     |
| 10c17     | 129 | 20.93 | 89.92 | 25.58 | 26.36 | 3.15            | 32.44     |
| 10c18     | 136 | 19.12 | 88.97 | 33.09 | 24.26 | 3.55            | 58.53     |
| 10c19     | 138 | 15.94 | 92.03 | 27.54 | 26.09 | 3.08            | 39.98     |
| 10c20     | 114 | 19.30 | 93.86 | 25.44 | 28.95 | 3.23            | 36.00     |

**Tabela E.17.** Resultados obtidos com o modelo modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $FM$  para instâncias geradas aleatoriamente com 15 e 20 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 15c1      | 184 | 22.83 | 88.59 | 29.89 | 27.72 | 3.53            | 38.24     |
| 15c2      | 157 | 17.20 | 91.72 | 28.03 | 23.57 | 3.43            | 38.94     |
| 15c3      | 126 | 23.02 | 83.33 | 25.40 | 26.19 | 3.73            | 56.46     |
| 15c4      | 196 | 22.96 | 90.31 | 26.53 | 19.39 | 3.44            | 35.39     |
| 15c5      | 216 | 21.76 | 88.43 | 29.17 | 24.54 | 3.49            | 44.09     |
| 15c6      | 228 | 23.68 | 89.91 | 30.26 | 28.51 | 3.85            | 45.20     |
| 15c7      | 196 | 16.33 | 90.82 | 27.55 | 25.00 | 3.25            | 37.56     |
| 15c8      | 160 | 20.00 | 90.00 | 23.75 | 29.38 | 3.46            | 38.65     |
| 15c9      | 104 | 19.23 | 87.50 | 25.96 | 31.73 | 3.36            | 25.80     |
| 15c10     | 189 | 19.05 | 93.12 | 31.75 | 21.69 | 3.33            | 31.35     |
| 15c11     | 138 | 23.19 | 92.03 | 31.88 | 21.74 | 3.72            | 60.01     |
| 15c12     | 189 | 26.46 | 90.48 | 28.04 | 23.28 | 3.62            | 30.82     |
| 15c13     | 148 | 14.86 | 86.49 | 22.30 | 29.05 | 2.95            | 42.16     |
| 15c14     | 222 | 21.17 | 88.74 | 33.33 | 23.87 | 3.37            | 33.32     |
| 15c15     | 247 | 19.03 | 89.07 | 27.94 | 26.32 | 3.58            | 55.41     |
| 15c16     | 161 | 16.15 | 88.20 | 31.68 | 25.47 | 3.39            | 50.17     |
| 15c17     | 208 | 26.44 | 89.90 | 28.37 | 22.12 | 3.74            | 47.24     |
| 15c18     | 173 | 20.23 | 88.44 | 31.79 | 24.86 | 3.50            | 40.81     |
| 15c19     | 183 | 22.95 | 88.52 | 28.96 | 22.95 | 3.71            | 48.01     |
| 15c20     | 207 | 24.15 | 91.30 | 29.95 | 22.22 | 3.41            | 34.29     |
| 20c1      | 238 | 23.53 | 90.76 | 29.83 | 26.89 | 3.48            | 51.37     |
| 20c2      | 275 | 20.73 | 90.55 | 27.27 | 26.91 | 3.38            | 48.20     |
| 20c3      | 208 | 20.19 | 89.42 | 31.25 | 27.40 | 3.26            | 51.36     |
| 20c4      | 254 | 27.17 | 90.94 | 21.26 | 28.74 | 3.65            | 51.52     |
| 20c5      | 198 | 18.69 | 93.43 | 28.28 | 25.76 | 3.41            | 54.96     |
| 20c6      | 175 | 15.43 | 84.00 | 24.57 | 23.43 | 3.00            | 41.53     |
| 20c7      | 258 | 24.42 | 87.60 | 24.81 | 27.13 | 3.32            | 43.52     |
| 20c8      | 250 | 21.20 | 90.00 | 26.40 | 26.00 | 3.29            | 47.15     |
| 20c9      | 250 | 20.40 | 89.60 | 23.60 | 31.20 | 3.21            | 47.38     |
| 20c10     | 265 | 22.26 | 85.28 | 29.06 | 29.43 | 3.37            | 53.20     |
| 20c11     | 245 | 23.67 | 90.61 | 28.98 | 26.12 | 3.48            | 60.49     |
| 20c12     | 246 | 22.76 | 92.28 | 24.80 | 25.61 | 3.56            | 49.45     |
| 20c13     | 205 | 20.49 | 87.32 | 29.76 | 29.76 | 3.57            | 49.66     |
| 20c14     | 223 | 24.22 | 91.03 | 26.46 | 29.15 | 3.52            | 48.61     |
| 20c15     | 200 | 15.50 | 87.50 | 28.50 | 22.00 | 3.16            | 52.30     |
| 20c16     | 219 | 21.92 | 91.32 | 24.20 | 29.68 | 3.42            | 48.45     |
| 20c17     | 236 | 21.19 | 88.98 | 27.97 | 24.15 | 3.23            | 62.33     |
| 20c18     | 240 | 23.75 | 85.00 | 27.50 | 28.75 | 3.58            | 58.12     |
| 20c19     | 217 | 19.35 | 90.32 | 28.11 | 26.27 | 3.29            | 44.72     |
| 20c20     | 314 | 22.29 | 89.81 | 24.20 | 26.11 | 3.53            | 50.09     |

**Tabela E.18.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $FM$  para instâncias geradas aleatoriamente com 25 e 30 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 25c1      | 325 | 25.54 | 91.08 | 29.23 | 27.69 | 3.47            | 56.66     |
| 25c2      | 245 | 20.41 | 86.12 | 30.61 | 26.94 | 3.41            | 51.59     |
| 25c3      | 272 | 23.90 | 93.01 | 23.90 | 28.68 | 3.39            | 49.69     |
| 25c4      | 239 | 25.10 | 87.87 | 22.59 | 29.71 | 3.61            | 52.58     |
| 25c5      | 251 | 16.73 | 89.64 | 26.69 | 30.28 | 3.11            | 48.42     |
| 25c6      | 228 | 19.74 | 87.28 | 26.32 | 25.88 | 3.29            | 54.92     |
| 25c7      | 301 | 24.92 | 87.38 | 26.91 | 29.90 | 3.26            | 59.34     |
| 25c8      | 284 | 20.07 | 92.25 | 25.35 | 28.17 | 3.45            | 52.56     |
| 25c9      | 340 | 23.82 | 88.82 | 31.47 | 30.88 | 3.59            | 47.72     |
| 25c10     | 252 | 21.03 | 82.54 | 26.59 | 23.81 | 3.58            | 53.85     |
| 25c11     | 341 | 21.11 | 89.74 | 26.39 | 26.98 | 3.07            | 42.57     |
| 25c12     | 258 | 22.48 | 89.53 | 27.13 | 28.29 | 3.42            | 44.20     |
| 25c13     | 364 | 20.05 | 91.21 | 27.75 | 28.85 | 3.09            | 37.29     |
| 25c14     | 328 | 20.43 | 88.72 | 24.39 | 27.74 | 3.39            | 60.64     |
| 25c15     | 288 | 21.53 | 88.89 | 30.90 | 22.92 | 3.38            | 50.51     |
| 25c16     | 253 | 22.13 | 92.89 | 31.23 | 29.25 | 3.39            | 42.91     |
| 25c17     | 283 | 19.43 | 90.11 | 28.98 | 25.09 | 3.28            | 53.25     |
| 25c18     | 312 | 18.59 | 90.71 | 26.28 | 34.62 | 3.32            | 49.29     |
| 25c19     | 258 | 24.03 | 87.21 | 27.52 | 27.52 | 3.64            | 61.50     |
| 25c20     | 280 | 20.00 | 89.64 | 30.00 | 25.00 | 3.28            | 55.60     |
| 30c1      | 304 | 22.04 | 93.09 | 26.32 | 33.22 | 3.54            | 47.45     |
| 30c2      | 370 | 18.65 | 88.38 | 31.08 | 26.49 | 3.21            | 52.53     |
| 30c3      | 370 | 20.27 | 90.27 | 30.00 | 24.59 | 3.43            | 51.83     |
| 30c4      | 304 | 18.42 | 86.84 | 26.32 | 28.95 | 3.22            | 57.72     |
| 30c5      | 334 | 22.46 | 89.22 | 29.34 | 26.95 | 3.34            | 52.66     |
| 30c6      | 392 | 27.30 | 88.78 | 29.34 | 29.34 | 3.57            | 55.19     |
| 30c7      | 317 | 23.66 | 85.49 | 25.87 | 27.44 | 3.27            | 58.59     |
| 30c8      | 363 | 20.66 | 89.26 | 24.24 | 22.87 | 3.24            | 57.96     |
| 30c9      | 318 | 19.50 | 89.94 | 28.93 | 27.04 | 3.29            | 54.95     |
| 30c10     | 376 | 19.15 | 89.89 | 29.26 | 28.72 | 3.70            | 64.56     |
| 30c11     | 272 | 18.38 | 87.50 | 27.57 | 24.26 | 3.12            | 44.40     |
| 30c12     | 413 | 18.89 | 91.77 | 29.06 | 29.06 | 3.34            | 48.67     |
| 30c13     | 343 | 21.57 | 90.38 | 29.15 | 22.74 | 3.49            | 52.42     |
| 30c14     | 314 | 21.34 | 87.58 | 25.80 | 25.80 | 3.42            | 57.45     |
| 30c15     | 362 | 24.31 | 91.99 | 27.35 | 28.18 | 3.56            | 48.41     |
| 30c16     | 266 | 18.80 | 90.60 | 32.33 | 25.19 | 3.38            | 46.69     |
| 30c17     | 319 | 26.02 | 94.36 | 24.76 | 29.78 | 3.72            | 56.10     |
| 30c18     | 381 | 22.05 | 92.65 | 28.87 | 27.03 | 3.38            | 56.38     |
| 30c19     | 350 | 22.29 | 93.43 | 26.29 | 20.57 | 3.39            | 43.48     |
| 30c20     | 301 | 20.27 | 92.03 | 28.57 | 25.58 | 3.43            | 51.87     |

**Tabela E.19.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $FM$  para instâncias geradas aleatoriamente com 35 e 40 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 35c1      | 455 | 22.42 | 89.23 | 27.47 | 26.59 | 3.48            | 62.44     |
| 35c2      | 445 | 21.35 | 89.89 | 33.03 | 26.52 | 3.39            | 53.13     |
| 35c3      | 374 | 20.86 | 91.18 | 33.42 | 25.94 | 3.42            | 45.55     |
| 35c4      | 360 | 20.00 | 87.22 | 23.06 | 28.89 | 3.36            | 47.69     |
| 35c5      | 368 | 22.01 | 90.49 | 29.62 | 29.35 | 3.58            | 52.96     |
| 35c6      | 414 | 21.26 | 90.82 | 30.43 | 28.74 | 3.30            | 48.61     |
| 35c7      | 376 | 19.95 | 91.49 | 29.26 | 22.34 | 3.40            | 56.07     |
| 35c8      | 395 | 23.54 | 89.87 | 31.90 | 26.58 | 3.64            | 52.39     |
| 35c9      | 461 | 25.38 | 89.37 | 29.28 | 25.81 | 3.55            | 57.68     |
| 35c10     | 328 | 22.87 | 90.85 | 28.35 | 30.49 | 3.57            | 54.61     |
| 35c11     | 371 | 21.83 | 87.06 | 25.34 | 26.68 | 3.40            | 52.69     |
| 35c12     | 379 | 17.94 | 91.82 | 30.87 | 27.44 | 3.44            | 51.27     |
| 35c13     | 419 | 21.24 | 89.98 | 31.50 | 29.36 | 3.52            | 56.44     |
| 35c14     | 399 | 21.80 | 89.72 | 27.57 | 28.07 | 3.58            | 65.35     |
| 35c15     | 453 | 21.63 | 89.18 | 32.67 | 27.15 | 3.42            | 62.31     |
| 35c16     | 374 | 22.19 | 89.57 | 25.94 | 28.61 | 3.59            | 53.91     |
| 35c17     | 374 | 17.38 | 86.36 | 25.40 | 26.74 | 3.22            | 53.06     |
| 35c18     | 372 | 29.30 | 92.20 | 25.54 | 29.84 | 3.72            | 50.08     |
| 35c19     | 439 | 21.41 | 86.10 | 27.11 | 27.33 | 3.55            | 66.31     |
| 35c20     | 507 | 22.29 | 91.32 | 26.43 | 24.26 | 3.34            | 63.47     |
| 40c1      | 464 | 22.84 | 90.73 | 28.02 | 25.22 | 3.39            | 59.01     |
| 40c2      | 522 | 18.01 | 87.93 | 32.76 | 24.71 | 3.41            | 60.02     |
| 40c3      | 388 | 18.81 | 87.89 | 31.44 | 25.26 | 3.40            | 51.98     |
| 40c4      | 509 | 22.00 | 89.98 | 28.09 | 27.11 | 3.36            | 49.34     |
| 40c5      | 503 | 21.67 | 89.66 | 27.83 | 31.41 | 3.53            | 52.77     |
| 40c6      | 416 | 20.91 | 87.74 | 30.29 | 23.08 | 3.54            | 50.79     |
| 40c7      | 485 | 20.82 | 87.63 | 35.26 | 22.89 | 3.38            | 57.78     |
| 40c8      | 546 | 19.60 | 90.84 | 30.95 | 28.94 | 3.30            | 51.64     |
| 40c9      | 386 | 24.09 | 90.93 | 23.32 | 24.35 | 3.24            | 49.73     |
| 40c10     | 326 | 23.01 | 90.49 | 27.61 | 22.39 | 3.36            | 53.13     |
| 40c11     | 461 | 21.69 | 86.12 | 30.15 | 25.16 | 3.53            | 53.93     |
| 40c12     | 374 | 24.33 | 88.50 | 28.34 | 23.26 | 3.45            | 52.16     |
| 40c13     | 400 | 21.50 | 89.25 | 24.50 | 27.00 | 3.47            | 48.70     |
| 40c14     | 423 | 20.80 | 90.54 | 25.53 | 31.21 | 3.38            | 55.81     |
| 40c15     | 397 | 20.65 | 88.41 | 29.22 | 25.69 | 3.48            | 51.92     |
| 40c16     | 375 | 19.20 | 89.87 | 29.07 | 28.27 | 3.33            | 53.84     |
| 40c17     | 536 | 20.34 | 92.54 | 26.31 | 28.92 | 3.70            | 68.71     |
| 40c18     | 419 | 21.72 | 90.93 | 26.49 | 27.21 | 3.43            | 54.44     |
| 40c19     | 430 | 22.79 | 89.77 | 23.02 | 26.74 | 3.56            | 60.80     |
| 40c20     | 460 | 22.17 | 88.48 | 30.87 | 25.22 | 3.44            | 56.07     |

**Tabela E.20.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros  $FM$  para instâncias geradas aleatoriamente com 45 e 50 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 45c1      | 472 | 23.73 | 92.80 | 27.75 | 30.72 | 3.48            | 49.03     |
| 45c2      | 461 | 22.56 | 88.94 | 27.55 | 29.28 | 3.55            | 55.10     |
| 45c3      | 426 | 19.95 | 89.67 | 25.35 | 28.40 | 3.41            | 55.93     |
| 45c4      | 656 | 23.48 | 89.02 | 28.35 | 28.20 | 3.51            | 57.42     |
| 45c5      | 410 | 20.00 | 89.27 | 27.07 | 24.88 | 3.32            | 50.38     |
| 45c6      | 530 | 23.96 | 88.68 | 29.62 | 27.55 | 3.61            | 50.70     |
| 45c7      | 572 | 24.30 | 90.56 | 29.90 | 29.72 | 3.50            | 51.41     |
| 45c8      | 450 | 16.89 | 88.22 | 26.89 | 28.44 | 3.29            | 57.79     |
| 45c9      | 345 | 22.03 | 88.41 | 27.54 | 26.09 | 3.53            | 49.40     |
| 45c10     | 500 | 22.60 | 90.80 | 30.00 | 23.80 | 3.41            | 58.36     |
| 45c11     | 522 | 22.22 | 89.66 | 29.89 | 27.59 | 3.53            | 49.50     |
| 45c12     | 422 | 20.85 | 88.39 | 26.07 | 22.51 | 3.52            | 65.48     |
| 45c13     | 426 | 21.13 | 89.44 | 30.99 | 28.64 | 3.42            | 51.80     |
| 45c14     | 494 | 22.67 | 92.11 | 24.49 | 23.48 | 3.49            | 44.45     |
| 45c15     | 443 | 23.02 | 89.84 | 31.60 | 25.51 | 3.54            | 44.73     |
| 45c16     | 530 | 21.89 | 89.25 | 28.30 | 29.43 | 3.42            | 49.17     |
| 45c17     | 583 | 22.30 | 87.65 | 26.42 | 28.82 | 3.56            | 55.25     |
| 45c18     | 495 | 21.62 | 89.49 | 28.28 | 31.11 | 3.34            | 48.59     |
| 45c19     | 576 | 23.44 | 92.53 | 26.91 | 29.34 | 3.49            | 49.73     |
| 45c20     | 379 | 22.96 | 90.24 | 26.91 | 29.29 | 3.64            | 49.38     |
| 50c1      | 434 | 21.43 | 88.94 | 31.80 | 23.96 | 3.76            | 64.35     |
| 50c2      | 628 | 22.13 | 87.58 | 31.69 | 27.55 | 3.46            | 52.98     |
| 50c3      | 502 | 20.72 | 86.65 | 27.69 | 26.10 | 3.27            | 46.48     |
| 50c4      | 538 | 24.91 | 88.48 | 29.55 | 28.07 | 3.47            | 58.78     |
| 50c5      | 511 | 24.46 | 88.26 | 31.70 | 25.83 | 3.53            | 54.66     |
| 50c6      | 525 | 19.24 | 89.52 | 30.10 | 28.00 | 3.58            | 57.41     |
| 50c7      | 568 | 20.60 | 86.27 | 26.58 | 27.99 | 3.44            | 57.17     |
| 50c8      | 550 | 22.36 | 90.00 | 29.45 | 27.09 | 3.56            | 52.28     |
| 50c9      | 639 | 23.32 | 88.89 | 27.86 | 29.73 | 3.63            | 50.32     |
| 50c10     | 429 | 25.41 | 90.91 | 23.54 | 29.60 | 3.69            | 61.16     |
| 50c11     | 471 | 19.96 | 89.60 | 27.60 | 24.63 | 3.32            | 58.21     |
| 50c12     | 666 | 22.82 | 89.94 | 27.78 | 28.38 | 3.57            | 60.32     |
| 50c13     | 527 | 21.82 | 86.34 | 29.22 | 25.62 | 3.40            | 56.95     |
| 50c14     | 514 | 23.93 | 88.52 | 26.65 | 29.77 | 3.56            | 65.15     |
| 50c15     | 538 | 22.86 | 87.92 | 29.55 | 26.21 | 3.56            | 54.76     |
| 50c16     | 543 | 24.49 | 90.98 | 25.05 | 30.39 | 3.71            | 58.25     |
| 50c17     | 521 | 23.61 | 89.44 | 26.30 | 28.79 | 3.47            | 56.13     |
| 50c18     | 523 | 19.89 | 89.10 | 22.94 | 30.40 | 3.43            | 62.94     |
| 50c19     | 406 | 21.67 | 91.87 | 28.57 | 30.79 | 3.39            | 51.58     |
| 50c20     | 487 | 21.56 | 91.58 | 29.77 | 27.52 | 3.64            | 51.84     |

**Tabela E.8.** Resultados obtidos com o modelo linearizado e o conjunto de parâmetros *RLM* para instâncias geradas aleatoriamente com 25 e 30 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  | $IGC_{Docente}$ | Ganho (%) |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|
| 25c1      | 276 | 30.07 | 96.01 | 29.35 | 30.07 | 3.59            | 61.93     |
| 25c2      | 211 | 23.70 | 92.89 | 30.81 | 27.49 | 3.44            | 52.69     |
| 25c3      | 240 | 27.08 | 95.00 | 26.25 | 30.83 | 3.44            | 51.84     |
| 25c4      | 206 | 29.13 | 92.72 | 22.33 | 31.55 | 3.61            | 52.73     |
| 25c5      | 206 | 20.39 | 92.23 | 29.61 | 34.95 | 3.23            | 54.09     |
| 25c6      | 195 | 23.08 | 93.85 | 24.10 | 28.21 | 3.29            | 55.02     |
| 25c7      | 254 | 29.53 | 92.52 | 26.77 | 33.07 | 3.32            | 62.16     |
| 25c8      | 245 | 23.27 | 97.55 | 27.35 | 30.61 | 3.47            | 53.26     |
| 25c9      | 285 | 28.42 | 92.98 | 31.58 | 35.09 | 3.63            | 49.45     |
| 25c10     | 208 | 25.48 | 92.31 | 28.85 | 25.48 | 3.56            | 53.05     |
| 25c11     | 293 | 24.57 | 93.52 | 27.30 | 29.35 | 3.23            | 49.89     |
| 25c12     | 224 | 25.89 | 93.75 | 30.36 | 29.46 | 3.47            | 46.36     |
| 25c13     | 302 | 24.17 | 94.37 | 30.13 | 32.12 | 3.24            | 43.74     |
| 25c14     | 290 | 23.10 | 93.45 | 25.17 | 28.28 | 3.38            | 60.21     |
| 25c15     | 248 | 25.00 | 94.35 | 31.85 | 24.60 | 3.37            | 49.77     |
| 25c16     | 223 | 25.11 | 97.76 | 31.84 | 30.49 | 3.51            | 48.16     |
| 25c17     | 239 | 23.01 | 93.72 | 28.87 | 28.87 | 3.45            | 61.02     |
| 25c18     | 254 | 22.83 | 94.88 | 27.17 | 41.34 | 3.46            | 55.77     |
| 25c19     | 220 | 28.18 | 91.36 | 28.18 | 29.55 | 3.63            | 61.21     |
| 25c20     | 245 | 22.86 | 94.29 | 28.57 | 28.16 | 3.35            | 59.18     |
| 30c1      | 256 | 26.17 | 96.88 | 27.34 | 38.28 | 3.58            | 49.36     |
| 30c2      | 311 | 22.19 | 93.89 | 31.19 | 29.26 | 3.25            | 54.58     |
| 30c3      | 308 | 24.35 | 95.45 | 31.82 | 26.95 | 3.44            | 52.31     |
| 30c4      | 265 | 21.13 | 92.08 | 25.28 | 31.70 | 3.30            | 61.63     |
| 30c5      | 286 | 26.22 | 94.76 | 28.67 | 28.67 | 3.42            | 56.35     |
| 30c6      | 348 | 30.75 | 93.39 | 28.16 | 30.75 | 3.64            | 58.62     |
| 30c7      | 271 | 27.68 | 92.25 | 23.99 | 29.15 | 3.30            | 60.05     |
| 30c8      | 314 | 23.89 | 93.95 | 25.48 | 22.93 | 3.30            | 60.48     |
| 30c9      | 264 | 23.48 | 95.45 | 28.79 | 30.68 | 3.33            | 56.62     |
| 30c10     | 322 | 22.36 | 94.10 | 30.12 | 31.37 | 3.72            | 65.42     |
| 30c11     | 247 | 20.24 | 93.12 | 26.72 | 23.89 | 3.22            | 49.14     |
| 30c12     | 357 | 21.85 | 94.96 | 30.25 | 31.93 | 3.38            | 50.70     |
| 30c13     | 300 | 24.67 | 93.67 | 30.33 | 25.00 | 3.51            | 53.37     |
| 30c14     | 259 | 25.87 | 91.89 | 26.25 | 29.73 | 3.53            | 62.22     |
| 30c15     | 302 | 29.14 | 94.70 | 28.15 | 32.45 | 3.70            | 54.17     |
| 30c16     | 228 | 21.93 | 95.61 | 34.65 | 26.32 | 3.47            | 50.38     |
| 30c17     | 270 | 30.74 | 96.67 | 26.67 | 33.33 | 3.80            | 59.45     |
| 30c18     | 337 | 24.93 | 95.25 | 27.89 | 30.27 | 3.48            | 61.11     |
| 30c19     | 290 | 26.90 | 97.24 | 28.28 | 23.45 | 3.55            | 50.37     |
| 30c20     | 250 | 24.40 | 94.80 | 30.80 | 30.00 | 3.51            | 55.52     |







## Apêndice F

# Apresentação Analítica dos Experimentos Computacionais com a Formulação Não Linear Inteira

**Tabela F.1.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 5 até 7 cursos.

| Cod | C | T   | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | IGC     |
|-----|---|-----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5C1 | 5 | 264 | 55  | 27.2727 | 90.9091 | 52.7273 | 32.7273 | 2.40109 |
| 5C2 | 5 | 206 | 38  | 28.9474 | 81.5789 | 44.7368 | 18.4211 | 2.60921 |
| 5C3 | 5 | 275 | 49  | 26.5306 | 85.7143 | 61.2245 | 30.6122 | 2.50608 |
| 5C4 | 5 | 243 | 42  | 14.2857 | 85.7143 | 59.5238 | 33.3333 | 2.30263 |
| 5C5 | 5 | 216 | 40  | 27.5    | 90      | 40      | 25      | 2.11878 |
| 5C6 | 5 | 205 | 56  | 21.4286 | 92.8571 | 51.7857 | 16.0714 | 2.33397 |
| 5C7 | 5 | 304 | 63  | 11.1111 | 77.7778 | 58.7302 | 34.9206 | 1.87059 |
| 6C1 | 6 | 395 | 76  | 15.7895 | 88.1579 | 57.8947 | 34.2105 | 2.15235 |
| 6C2 | 6 | 290 | 65  | 21.5385 | 92.3077 | 46.1538 | 23.0769 | 2.34864 |
| 6C3 | 6 | 428 | 113 | 21.2389 | 89.3805 | 61.0619 | 32.7434 | 2.60631 |
| 6C4 | 6 | 345 | 86  | 18.6047 | 90.6977 | 61.6279 | 33.7209 | 2.48813 |
| 6C5 | 6 | 225 | 58  | 17.2414 | 96.5517 | 58.6207 | 29.3103 | 2.27447 |
| 6C6 | 6 | 248 | 44  | 36.3636 | 88.6364 | 56.8182 | 34.0909 | 2.89195 |
| 6C7 | 6 | 198 | 58  | 18.9655 | 91.3793 | 58.6207 | 31.0345 | 2.42884 |
| 7C1 | 7 | 455 | 78  | 17.9487 | 80.7692 | 53.8462 | 32.0513 | 2.06171 |
| 7C2 | 7 | 469 | 96  | 20.8333 | 85.4167 | 56.25   | 21.875  | 2.46544 |
| 7C3 | 7 | 441 | 121 | 14.876  | 85.124  | 57.8512 | 31.405  | 2.31443 |
| 7C4 | 7 | 263 | 66  | 21.2121 | 90.9091 | 56.0606 | 25.7576 | 3.00949 |
| 7C5 | 7 | 365 | 59  | 16.9492 | 93.2203 | 45.7627 | 23.7288 | 2.25771 |
| 7C6 | 7 | 360 | 92  | 17.3913 | 85.8696 | 60.8696 | 27.1739 | 2.48501 |
| 7C7 | 7 | 284 | 64  | 15.625  | 89.0625 | 57.8125 | 23.4375 | 2.33392 |

**Tabela F.2.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 8 até 10 cursos.

| Cod  | C  | T   | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | IGC     |
|------|----|-----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 8C1  | 8  | 496 | 97  | 19.5876 | 88.6598 | 52.5773 | 32.9897 | 2.30898 |
| 8C2  | 8  | 512 | 144 | 23.6111 | 85.4167 | 51.3889 | 26.3889 | 2.37182 |
| 8C3  | 8  | 465 | 109 | 33.945  | 88.9908 | 50.4587 | 27.5229 | 2.6496  |
| 8C4  | 8  | 371 | 98  | 23.4694 | 88.7755 | 53.0612 | 26.5306 | 2.57329 |
| 8C5  | 8  | 440 | 97  | 18.5567 | 93.8144 | 52.5773 | 24.7423 | 2.76843 |
| 8C6  | 8  | 379 | 91  | 17.5824 | 90.1099 | 59.3407 | 25.2747 | 2.8653  |
| 8C7  | 8  | 363 | 93  | 15.0538 | 89.2473 | 48.3871 | 22.5806 | 2.18618 |
| 9C1  | 9  | 618 | 158 | 25.9494 | 89.8734 | 56.962  | 26.5823 | 2.86806 |
| 9C2  | 9  | 449 | 94  | 20.2128 | 91.4894 | 52.1277 | 24.4681 | 2.43177 |
| 9C3  | 9  | 468 | 94  | 23.4043 | 84.0426 | 52.1277 | 22.3404 | 2.59226 |
| 9C4  | 9  | 345 | 86  | 22.093  | 89.5349 | 47.6744 | 30.2326 | 2.65515 |
| 9C5  | 9  | 312 | 73  | 19.1781 | 86.3014 | 63.0137 | 30.137  | 2.63063 |
| 9C6  | 9  | 517 | 126 | 29.3651 | 91.2698 | 50.7937 | 24.6032 | 2.54922 |
| 9C7  | 9  | 550 | 97  | 20.6186 | 86.5979 | 49.4845 | 25.7732 | 2.42534 |
| 10C1 | 10 | 578 | 130 | 21.5385 | 88.4615 | 54.6154 | 26.1538 | 2.34724 |
| 10C2 | 10 | 554 | 108 | 23.1481 | 90.7407 | 45.3704 | 25      | 2.63373 |
| 10C3 | 10 | 492 | 116 | 30.1724 | 89.6552 | 49.1379 | 27.5862 | 3.00245 |
| 10C4 | 10 | 538 | 119 | 18.4874 | 80.6723 | 50.4202 | 26.8908 | 2.3348  |
| 10C5 | 10 | 448 | 95  | 13.6842 | 89.4737 | 49.4737 | 21.0526 | 2.25463 |
| 10C6 | 10 | 567 | 98  | 27.551  | 92.8571 | 52.0408 | 32.6531 | 2.69905 |
| 10C7 | 10 | 462 | 125 | 19.2    | 88.8    | 55.2    | 32.8    | 2.67433 |

**Tabela F.3.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 11 até 13 cursos.

| Cod  | C  | T   | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | IGC     |
|------|----|-----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 11C1 | 11 | 563 | 111 | 22.5225 | 93.6937 | 50.4505 | 19.8198 | 2.64588 |
| 11C2 | 11 | 566 | 117 | 20.5128 | 86.3248 | 48.7179 | 24.7863 | 2.44694 |
| 11C3 | 11 | 491 | 132 | 26.5152 | 89.3939 | 51.5152 | 33.3333 | 2.90137 |
| 11C4 | 11 | 470 | 97  | 19.5876 | 83.5052 | 52.5773 | 22.6804 | 2.47969 |
| 11C5 | 11 | 514 | 138 | 15.942  | 92.029  | 56.5217 | 27.5362 | 2.61888 |
| 11C6 | 11 | 795 | 171 | 19.883  | 95.9064 | 46.7836 | 23.9766 | 2.4079  |
| 11C7 | 11 | 665 | 156 | 19.2308 | 88.4615 | 53.8462 | 25.641  | 2.48532 |
| 11C1 | 11 | 563 | 111 | 22.5225 | 93.6937 | 50.4505 | 19.8198 | 2.64588 |
| 11C2 | 11 | 566 | 117 | 20.5128 | 86.3248 | 48.7179 | 24.7863 | 2.44694 |
| 11C3 | 11 | 491 | 132 | 26.5152 | 89.3939 | 51.5152 | 33.3333 | 2.90137 |
| 11C4 | 11 | 470 | 97  | 19.5876 | 83.5052 | 52.5773 | 22.6804 | 2.47969 |
| 11C5 | 11 | 514 | 138 | 15.942  | 92.029  | 56.5217 | 27.5362 | 2.61888 |
| 11C6 | 11 | 795 | 171 | 19.883  | 95.9064 | 46.7836 | 23.9766 | 2.4079  |
| 11C7 | 11 | 665 | 156 | 19.2308 | 88.4615 | 53.8462 | 25.641  | 2.48532 |
| 12C1 | 12 | 594 | 134 | 17.1642 | 86.5672 | 55.9701 | 27.6119 | 2.33392 |
| 12C2 | 12 | 718 | 133 | 16.5414 | 90.9774 | 53.3835 | 30.0752 | 1.92453 |
| 12C3 | 12 | 565 | 145 | 16.5517 | 88.2759 | 52.4138 | 28.2759 | 2.26767 |
| 12C4 | 12 | 651 | 132 | 14.3939 | 90.1515 | 47.7273 | 22.7273 | 2.13273 |
| 12C5 | 12 | 675 | 199 | 20.1005 | 95.4774 | 47.2362 | 19.598  | 2.44767 |
| 12C6 | 12 | 586 | 115 | 12.1739 | 89.5652 | 51.3043 | 26.087  | 1.96955 |
| 12C7 | 12 | 527 | 123 | 13.8211 | 84.5528 | 52.0325 | 30.8943 | 2.26405 |
| 13C1 | 13 | 669 | 120 | 21.6667 | 88.3333 | 45.8333 | 26.6667 | 2       |
| 13C2 | 13 | 894 | 210 | 21.4286 | 90.4762 | 50.9524 | 24.2857 | 2.46998 |
| 13C3 | 13 | 523 | 130 | 23.0769 | 86.9231 | 53.8462 | 27.6923 | 2.52423 |
| 13C4 | 13 | 837 | 203 | 16.7488 | 88.67   | 57.6355 | 27.0936 | 2.18955 |
| 13C5 | 13 | 712 | 148 | 19.5946 | 88.5135 | 52.7027 | 27.7027 | 1.95855 |
| 13C6 | 13 | 851 | 194 | 16.4948 | 91.2371 | 60.3093 | 30.4124 | 2.29023 |
| 13C7 | 13 | 704 | 186 | 17.7419 | 88.172  | 50      | 22.5806 | 2.33001 |

**Tabela F.4.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 14 até 16 cursos.

| Cod  | C  | T    | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | IGC     |
|------|----|------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 14C1 | 14 | 1020 | 181 | 18.7845 | 85.0829 | 49.7238 | 28.1768 | 2.0683  |
| 14C2 | 14 | 887  | 214 | 19.1589 | 88.3178 | 61.6822 | 31.7757 | 2.41735 |
| 14C3 | 14 | 777  | 196 | 20.4082 | 89.2857 | 50.5102 | 22.449  | 2.29363 |
| 14C4 | 14 | 715  | 132 | 18.1818 | 89.3939 | 52.2727 | 30.303  | 2.09818 |
| 14C5 | 14 | 829  | 203 | 18.2266 | 91.6256 | 53.6946 | 24.6305 | 2.51199 |
| 14C6 | 14 | 642  | 145 | 13.1034 | 83.4483 | 48.2759 | 24.1379 | 2.11536 |
| 14C7 | 14 | 821  | 197 | 19.797  | 87.8173 | 51.269  | 23.3503 | 2.54122 |
| 15C1 | 15 | 817  | 176 | 25.5682 | 92.0455 | 52.2727 | 22.1591 | 2.69628 |
| 15C2 | 15 | 932  | 226 | 18.5841 | 93.8053 | 51.7699 | 30.9735 | 2.51627 |
| 15C3 | 15 | 723  | 162 | 20.3704 | 92.5926 | 54.321  | 26.5432 | 2.57316 |
| 15C4 | 15 | 787  | 166 | 20.4819 | 90.9639 | 48.1928 | 22.2892 | 2.55437 |
| 15C5 | 15 | 754  | 165 | 15.1515 | 89.0909 | 53.3333 | 29.0909 | 2.51109 |
| 15C6 | 15 | 711  | 150 | 16      | 81.3333 | 50.6667 | 25.3333 | 2.28481 |
| 15C7 | 15 | 808  | 174 | 21.2644 | 90.2299 | 58.046  | 31.0345 | 2.82308 |
| 16C1 | 16 | 785  | 162 | 19.1358 | 89.5062 | 48.7654 | 25.9259 | 2.57975 |
| 16C2 | 16 | 846  | 175 | 16.5714 | 85.1429 | 50.8571 | 32      | 2.22004 |
| 16C3 | 16 | 810  | 195 | 17.4359 | 91.7949 | 57.4359 | 29.7436 | 2.51599 |
| 16C4 | 16 | 814  | 205 | 20.4878 | 91.2195 | 52.6829 | 25.8537 | 2.52069 |
| 16C5 | 16 | 846  | 175 | 16.5714 | 85.1429 | 50.8571 | 32      | 2.22004 |
| 16C6 | 16 | 816  | 188 | 20.2128 | 90.4255 | 53.7234 | 21.8085 | 2.40619 |
| 16C7 | 16 | 922  | 200 | 22.5    | 88.5    | 60.5    | 31      | 2.74586 |

**Tabela F.5.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C1

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 33 | 30.303  | 90.9091 | 51.5152 | 36.3636 | 15.1515 | 2.84091 |
| 2 | 16 | 43.75   | 100     | 68.75   | 50      | 18.75   | 3.08824 |
| 3 | 29 | 31.0345 | 86.2069 | 58.6207 | 34.4828 | 24.1379 | 2.51329 |
| 4 | 33 | 30.303  | 87.8788 | 51.5152 | 33.3333 | 18.1818 | 2.4053  |
| 5 | 27 | 29.6296 | 85.1852 | 55.5556 | 40.7407 | 14.8148 | 2.25309 |

**Tabela F.6.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C2

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 23 | 21.7391 | 78.2609 | 52.1739 | 17.3913 | 34.7826 | 2.3913  |
| 2 | 23 | 34.7826 | 86.9565 | 52.1739 | 26.087  | 26.087  | 2.33096 |
| 3 | 11 | 54.5455 | 100     | 72.7273 | 36.3636 | 36.3636 | 3.66761 |
| 4 | 6  | 50      | 83.3333 | 33.3333 | 33.3333 | 0       | 2.57813 |
| 5 | 24 | 29.1667 | 79.1667 | 50      | 20.8333 | 29.1667 | 2.03125 |

**Tabela F.7.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C3

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 27 | 29.6296 | 88.8889 | 59.2593 | 29.6296 | 29.6296 | 2.88889 |
| 2 | 31 | 29.0323 | 83.871  | 64.5161 | 29.0323 | 35.4839 | 2.32418 |
| 3 | 29 | 27.5862 | 89.6552 | 62.069  | 27.5862 | 34.4828 | 2.53556 |
| 4 | 29 | 27.5862 | 86.2069 | 65.5172 | 24.1379 | 41.3793 | 2.47845 |
| 5 | 29 | 37.931  | 89.6552 | 79.3103 | 41.3793 | 37.931  | 2.91667 |

**Tabela F.8.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C4

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 14 | 28.5714 | 100     | 85.7143 | 50      | 35.7143 | 3.32143 |
| 2 | 22 | 18.1818 | 86.3636 | 54.5455 | 31.8182 | 22.7273 | 1.94226 |
| 3 | 27 | 14.8148 | 88.8889 | 59.2593 | 25.9259 | 33.3333 | 2.1169  |
| 4 | 26 | 11.5385 | 84.6154 | 57.6923 | 26.9231 | 30.7692 | 1.94712 |
| 5 | 21 | 23.8095 | 95.2381 | 76.1905 | 42.8571 | 33.3333 | 2.63228 |

**Tabela F.9.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C5

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 23 | 26.087  | 86.9565 | 39.1304 | 17.3913 | 21.7391 | 2.48913 |
| 2 | 15 | 40      | 86.6667 | 60      | 40      | 20      | 2.58211 |
| 3 | 19 | 26.3158 | 89.4737 | 47.3684 | 21.0526 | 26.3158 | 2.28893 |
| 4 | 19 | 31.5789 | 89.4737 | 47.3684 | 36.8421 | 10.5263 | 2.41776 |
| 5 | 22 | 27.2727 | 95.4545 | 45.4545 | 31.8182 | 13.6364 | 2.25379 |

**Tabela F.10.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C6

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 27 | 22.2222 | 96.2963 | 51.8519 | 14.8148 | 37.037  | 2.62963 |
| 2 | 13 | 38.4615 | 100     | 84.6154 | 23.0769 | 61.5385 | 3.21267 |
| 3 | 32 | 21.875  | 93.75   | 53.125  | 12.5    | 40.625  | 2.33268 |
| 4 | 20 | 25      | 95      | 60      | 15      | 45      | 2.52344 |
| 5 | 34 | 20.5882 | 91.1765 | 50      | 23.5294 | 26.4706 | 2.06699 |

**Tabela F.11.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 5C7

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 18 | 33.3333 | 83.3333 | 77.7778 | 50      | 27.7778 | 3.18056 |
| 2 | 32 | 18.75   | 90.625  | 68.75   | 43.75   | 25      | 2.27281 |
| 3 | 32 | 15.625  | 81.25   | 62.5    | 25      | 37.5    | 2.02637 |
| 4 | 36 | 11.1111 | 77.7778 | 58.3333 | 36.1111 | 22.2222 | 1.80556 |
| 5 | 35 | 14.2857 | 82.8571 | 57.1429 | 34.2857 | 22.8571 | 1.84524 |

**Tabela F.12.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C1

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 43 | 18.6047 | 90.6977 | 58.1395 | 30.2326 | 27.907  | 2.51163 |
| 2 | 40 | 17.5    | 90      | 57.5    | 30      | 27.5    | 2.04688 |
| 3 | 38 | 18.4211 | 89.4737 | 60.5263 | 26.3158 | 34.2105 | 2.24945 |
| 4 | 42 | 26.1905 | 97.619  | 61.9048 | 35.7143 | 26.1905 | 2.63021 |
| 5 | 40 | 20      | 90      | 57.5    | 30      | 27.5    | 2.14236 |
| 6 | 40 | 20      | 85      | 62.5    | 35      | 27.5    | 2.13281 |

**Tabela F.13.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C2

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 22 | 27.2727 | 95.4545 | 54.5455 | 22.7273 | 31.8182 | 2.82955 |
| 2 | 13 | 46.1538 | 100     | 69.2308 | 7.69231 | 61.5385 | 3.15611 |
| 3 | 37 | 21.6216 | 94.5946 | 45.9459 | 24.3243 | 21.6216 | 2.24212 |
| 4 | 40 | 20      | 90      | 45      | 22.5    | 22.5    | 2.10938 |
| 5 | 35 | 20      | 97.1429 | 48.5714 | 17.1429 | 31.4286 | 2.15476 |
| 6 | 35 | 25.7143 | 94.2857 | 45.7143 | 20      | 25.7143 | 2.1875  |

**Tabela F.14.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C3

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 36 | 36.1111 | 83.3333 | 75      | 38.8889 | 36.1111 | 3.24306 |
| 2 | 55 | 25.4545 | 90.9091 | 63.6364 | 30.9091 | 32.7273 | 2.36347 |
| 3 | 59 | 20.339  | 91.5254 | 64.4068 | 23.7288 | 40.678  | 2.40131 |
| 4 | 49 | 30.6122 | 97.9592 | 81.6327 | 40.8163 | 40.8163 | 2.99426 |
| 5 | 60 | 21.6667 | 91.6667 | 63.3333 | 33.3333 | 30      | 2.30787 |
| 6 | 54 | 20.3704 | 92.5926 | 66.6667 | 35.1852 | 31.4815 | 2.34954 |

**Tabela F.15.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C4

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 45 | 20      | 88.8889 | 64.4444 | 31.1111 | 33.3333 | 2.61667 |
| 2 | 48 | 18.75   | 91.6667 | 62.5    | 29.1667 | 33.3333 | 2.19286 |
| 3 | 34 | 29.4118 | 100     | 79.4118 | 41.1765 | 38.2353 | 3.04687 |
| 4 | 24 | 25      | 100     | 79.1667 | 41.6667 | 37.5    | 2.86458 |
| 5 | 46 | 19.5652 | 93.4783 | 65.2174 | 41.3043 | 23.913  | 2.32186 |
| 6 | 20 | 35      | 95      | 70      | 35      | 35      | 2.8125  |

**Tabela F.16.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C5

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 18 | 27.7778 | 94.4444 | 77.7778 | 27.7778 | 50      | 3.125   |
| 2 | 38 | 23.6842 | 97.3684 | 57.8947 | 31.5789 | 26.3158 | 2.35754 |
| 3 | 18 | 22.2222 | 94.4444 | 66.6667 | 38.8889 | 27.7778 | 2.54745 |
| 4 | 36 | 22.2222 | 100     | 55.5556 | 33.3333 | 22.2222 | 2.5     |
| 5 | 7  | 42.8571 | 100     | 71.4286 | 28.5714 | 42.8571 | 3.13492 |
| 6 | 16 | 18.75   | 100     | 68.75   | 31.25   | 37.5    | 2.48047 |



**Tabela F.17.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C6

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 24 | 41.6667 | 91.6667 | 54.1667 | 29.1667 | 25      | 3.28125 |
| 2 | 10 | 50      | 100     | 70      | 40      | 30      | 3.26471 |
| 3 | 22 | 36.3636 | 95.4545 | 59.0909 | 40.9091 | 18.1818 | 2.86411 |
| 4 | 26 | 38.4615 | 88.4615 | 65.3846 | 38.4615 | 26.9231 | 2.79447 |
| 5 | 17 | 47.0588 | 94.1176 | 70.5882 | 47.0588 | 23.5294 | 3.10458 |
| 6 | 25 | 36      | 92      | 60      | 36      | 24      | 2.625   |

**Tabela F.18.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 6C7

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 34 | 20.5882 | 94.1176 | 61.7647 | 29.4118 | 32.3529 | 2.66912 |
| 2 | 28 | 25      | 92.8571 | 57.1429 | 28.5714 | 28.5714 | 2.28663 |
| 3 | 26 | 23.0769 | 88.4615 | 65.3846 | 26.9231 | 38.4615 | 2.42909 |
| 4 | 26 | 23.0769 | 96.1538 | 53.8462 | 30.7692 | 23.0769 | 2.42188 |
| 5 | 22 | 27.2727 | 90.9091 | 68.1818 | 36.3636 | 31.8182 | 2.50631 |
| 6 | 8  | 37.5    | 100     | 75      | 50      | 25      | 3.04687 |

**Tabela F.19.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C1

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 32 | 28.125  | 87.5    | 56.25   | 31.25   | 25      | 2.78125 |
| 2 | 40 | 25      | 85      | 55      | 25      | 30      | 2.09237 |
| 3 | 45 | 22.2222 | 88.8889 | 60      | 35.5556 | 24.4444 | 2.33796 |
| 4 | 44 | 18.1818 | 81.8182 | 59.0909 | 34.0909 | 25      | 2.07386 |
| 5 | 46 | 15.2174 | 82.6087 | 52.1739 | 32.6087 | 19.5652 | 1.78744 |
| 6 | 17 | 35.2941 | 88.2353 | 58.8235 | 29.4118 | 29.4118 | 2.51838 |
| 7 | 45 | 22.2222 | 84.4444 | 55.5556 | 26.6667 | 28.8889 | 2.30556 |

**Tabela F.20.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C2

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 55 | 21.8182 | 85.4545 | 56.3636 | 20      | 36.3636 | 2.53636 |
| 2 | 46 | 23.913  | 89.1304 | 63.0435 | 26.087  | 36.9565 | 2.27921 |
| 3 | 51 | 21.5686 | 88.2353 | 58.8235 | 15.6863 | 43.1373 | 2.28922 |
| 4 | 27 | 25.9259 | 100     | 70.3704 | 29.6296 | 40.7407 | 2.77778 |
| 5 | 53 | 22.6415 | 88.6792 | 58.4906 | 24.5283 | 33.9623 | 2.19602 |
| 6 | 22 | 36.3636 | 100     | 81.8182 | 36.3636 | 45.4545 | 3.125   |
| 7 | 56 | 21.4286 | 85.7143 | 58.9286 | 19.6429 | 39.2857 | 2.34375 |

**Tabela F.21.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C3

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 14 | 35.7143 | 78.5714 | 64.2857 | 35.7143 | 28.5714 | 3.03571 |
| 2 | 46 | 15.2174 | 86.9565 | 60.8696 | 30.4348 | 30.4348 | 1.9825  |
| 3 | 60 | 15      | 86.6667 | 61.6667 | 26.6667 | 35      | 2.10972 |
| 4 | 62 | 14.5161 | 87.0968 | 58.0645 | 22.5806 | 35.4839 | 2.07661 |
| 5 | 62 | 14.5161 | 87.0968 | 59.6774 | 25.8065 | 33.871  | 1.97805 |
| 6 | 30 | 30      | 96.6667 | 86.6667 | 43.3333 | 43.3333 | 2.97917 |
| 7 | 45 | 26.6667 | 95.5556 | 77.7778 | 44.4444 | 33.3333 | 2.83333 |

**Tabela F.22.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C4

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 38 | 34.2105 | 97.3684 | 50      | 21.0526 | 28.9474 | 3.03947 |
| 2 | 36 | 25      | 100     | 69.4444 | 22.2222 | 47.2222 | 2.63072 |
| 3 | 10 | 60      | 100     | 70      | 20      | 50      | 3.78437 |
| 4 | 13 | 46.1538 | 100     | 53.8462 | 30.7692 | 23.0769 | 3.07692 |
| 5 | 19 | 31.5789 | 100     | 89.4737 | 36.8421 | 52.6316 | 3.12865 |
| 6 | 31 | 22.5806 | 87.0968 | 61.2903 | 29.0323 | 32.2581 | 2.21774 |
| 7 | 23 | 34.7826 | 95.6522 | 78.2609 | 34.7826 | 43.4783 | 3.04348 |

**Tabela F.23.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C5

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 32 | 25      | 96.875  | 46.875  | 25      | 21.875  | 2.67187 |
| 2 | 33 | 15.1515 | 96.9697 | 45.4545 | 21.2121 | 24.2424 | 1.93488 |
| 3 | 32 | 15.625  | 96.875  | 46.875  | 12.5    | 34.375  | 2.13216 |
| 4 | 9  | 22.2222 | 88.8889 | 55.5556 | 22.2222 | 33.3333 | 2.27431 |
| 5 | 19 | 36.8421 | 100     | 84.2105 | 36.8421 | 47.3684 | 3.17982 |
| 6 | 23 | 26.087  | 91.3043 | 56.5217 | 34.7826 | 21.7391 | 2.30978 |
| 7 | 31 | 19.3548 | 96.7742 | 45.1613 | 12.9032 | 32.2581 | 2.25806 |

**Tabela F.24.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C6

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 12 | 33.3333 | 100     | 100     | 58.3333 | 41.6667 | 3.66667 |
| 2 | 45 | 20      | 86.6667 | 66.6667 | 35.5556 | 31.1111 | 2.18995 |
| 3 | 47 | 19.1489 | 89.3617 | 65.9574 | 34.0426 | 31.9149 | 2.34419 |
| 4 | 21 | 19.0476 | 90.4762 | 61.9048 | 28.5714 | 33.3333 | 0       |
| 5 | 50 | 18      | 90      | 64      | 30      | 34      | 2.19167 |
| 6 | 48 | 22.9167 | 89.5833 | 62.5    | 31.25   | 31.25   | 2.29167 |
| 7 | 50 | 20      | 90      | 64      | 34      | 30      | 2.425   |

**Tabela F.25.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 7C7

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 27 | 22.2222 | 88.8889 | 77.7778 | 37.037  | 40.7407 | 2.86111 |
| 2 | 16 | 18.75   | 81.25   | 75      | 37.5    | 37.5    | 2.18348 |
| 3 | 37 | 16.2162 | 86.4865 | 54.0541 | 24.3243 | 29.7297 | 2.0335  |
| 4 | 24 | 16.6667 | 95.8333 | 70.8333 | 33.3333 | 37.5    | 2.46745 |
| 5 | 37 | 18.9189 | 89.1892 | 59.4595 | 18.9189 | 40.5405 | 2.12838 |
| 6 | 28 | 17.8571 | 92.8571 | 64.2857 | 28.5714 | 35.7143 | 2.25446 |
| 7 | 13 | 30.7692 | 100     | 84.6154 | 38.4615 | 46.1538 | 3.07692 |

**Tabela F.26.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C1

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 25 | 24      | 96      | 76      | 48      | 28      | 2.99    |
| 2 | 50 | 22      | 92      | 58      | 38      | 20      | 2.20809 |
| 3 | 49 | 18.3673 | 91.8367 | 55.102  | 26.5306 | 28.5714 | 2.22088 |
| 4 | 22 | 36.3636 | 100     | 68.1818 | 50      | 18.1818 | 3.01136 |
| 5 | 47 | 21.2766 | 91.4894 | 57.4468 | 31.9149 | 25.5319 | 2.20449 |
| 6 | 50 | 20      | 92      | 58      | 40      | 18      | 2.19375 |
| 7 | 51 | 21.5686 | 88.2353 | 54.902  | 31.3725 | 23.5294 | 2.32843 |
| 8 | 51 | 19.6078 | 88.2353 | 52.9412 | 37.2549 | 15.6863 | 1.88375 |

**Tabela F.27.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C2

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 63 | 28.5714 | 92.0635 | 53.9683 | 33.3333 | 20.6349 | 2.8254  |
| 2 | 46 | 39.1304 | 89.1304 | 67.3913 | 32.6087 | 34.7826 | 2.72998 |
| 3 | 38 | 36.8421 | 100     | 71.0526 | 39.4737 | 31.5789 | 3.14062 |
| 4 | 52 | 32.6923 | 86.5385 | 61.5385 | 30.7692 | 30.7692 | 2.5631  |
| 5 | 69 | 23.1884 | 85.5072 | 49.2754 | 21.7391 | 27.5362 | 2.00282 |
| 6 | 42 | 33.3333 | 90.4762 | 71.4286 | 42.8571 | 28.5714 | 2.70833 |
| 7 | 58 | 25.8621 | 93.1034 | 56.8966 | 24.1379 | 32.7586 | 2.52155 |
| 8 | 34 | 41.1765 | 76.4706 | 64.7059 | 29.4118 | 35.2941 | 2.33193 |

**Tabela F.28.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C3

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 55 | 30.9091 | 90.9091 | 49.0909 | 27.2727 | 21.8182 | 2.83182 |
| 2 | 60 | 31.6667 | 86.6667 | 46.6667 | 25      | 21.6667 | 2.15809 |
| 3 | 46 | 60.8696 | 97.8261 | 58.6957 | 23.913  | 34.7826 | 3.60485 |
| 4 | 46 | 41.3043 | 86.9565 | 60.8696 | 32.6087 | 28.2609 | 2.77853 |
| 5 | 60 | 31.6667 | 90      | 50      | 21.6667 | 28.3333 | 2.31944 |
| 6 | 22 | 40.9091 | 86.3636 | 54.5455 | 22.7273 | 31.8182 | 2.55682 |
| 7 | 19 | 57.8947 | 94.7368 | 63.1579 | 26.3158 | 36.8421 | 3.42105 |
| 8 | 45 | 42.2222 | 88.8889 | 60      | 35.5556 | 24.4444 | 2.5873  |

**Tabela F.29.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C4

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 19 | 42.1053 | 100     | 68.4211 | 21.0526 | 47.3684 | 3.57895 |
| 2 | 9  | 33.3333 | 100     | 66.6667 | 33.3333 | 33.3333 | 2.79412 |
| 3 | 51 | 23.5294 | 90.1961 | 52.9412 | 21.5686 | 31.3725 | 2.3031  |
| 4 | 54 | 24.0741 | 92.5926 | 51.8519 | 20.3704 | 31.4815 | 2.34954 |
| 5 | 33 | 33.3333 | 93.9394 | 66.6667 | 27.2727 | 39.3939 | 2.69781 |
| 6 | 21 | 47.619  | 100     | 66.6667 | 42.8571 | 23.8095 | 3.16964 |
| 7 | 51 | 23.5294 | 90.1961 | 50.9804 | 25.4902 | 25.4902 | 2.35294 |
| 8 | 47 | 23.4043 | 91.4894 | 55.3191 | 25.5319 | 29.7872 | 2.10106 |

**Tabela F.30.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C5

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 33 | 45.4545 | 100     | 72.7273 | 21.2121 | 51.5152 | 3.75    |
| 2 | 52 | 26.9231 | 100     | 63.4615 | 19.2308 | 44.2308 | 2.58201 |
| 3 | 38 | 21.0526 | 100     | 65.7895 | 26.3158 | 39.4737 | 2.6176  |
| 4 | 46 | 26.087  | 100     | 80.4348 | 34.7826 | 45.6522 | 2.90761 |
| 5 | 55 | 20      | 92.7273 | 56.3636 | 29.0909 | 27.2727 | 2.18182 |
| 6 | 22 | 45.4545 | 95.4545 | 81.8182 | 36.3636 | 45.4545 | 3.26705 |
| 7 | 27 | 18.5185 | 96.2963 | 66.6667 | 33.3333 | 33.3333 | 2.5     |
| 8 | 48 | 18.75   | 91.6667 | 56.25   | 25      | 31.25   | 2.00521 |

**Tabela F.31.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C6

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 6  | 33.3333 | 100     | 66.6667 | 33.3333 | 33.3333 | 3.25    |
| 2 | 24 | 45.8333 | 91.6667 | 66.6667 | 25      | 41.6667 | 2.93735 |
| 3 | 33 | 30.303  | 93.9394 | 72.7273 | 30.303  | 42.4242 | 2.85196 |
| 4 | 34 | 32.3529 | 94.1176 | 76.4706 | 32.3529 | 44.1176 | 2.89522 |
| 5 | 49 | 22.449  | 97.9592 | 67.3469 | 24.4898 | 42.8571 | 2.51984 |
| 6 | 27 | 25.9259 | 88.8889 | 85.1852 | 37.037  | 48.1481 | 2.70833 |
| 7 | 59 | 16.9492 | 88.1356 | 52.5424 | 18.6441 | 33.8983 | 2.1822  |
| 8 | 19 | 47.3684 | 100     | 84.2105 | 36.8421 | 47.3684 | 3.41165 |

**Tabela F.32.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 8C7

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 39 | 17.9487 | 89.7436 | 56.4103 | 20.5128 | 35.8974 | 2.45513 |
| 2 | 24 | 25      | 79.1667 | 70.8333 | 33.3333 | 37.5    | 2.23001 |
| 3 | 11 | 36.3636 | 90.9091 | 72.7273 | 27.2727 | 45.4545 | 2.96117 |
| 4 | 38 | 18.4211 | 89.4737 | 63.1579 | 15.7895 | 47.3684 | 2.28618 |
| 5 | 30 | 23.3333 | 86.6667 | 66.6667 | 23.3333 | 43.3333 | 2.2963  |
| 6 | 37 | 29.7297 | 94.5946 | 54.0541 | 16.2162 | 37.8378 | 2.42399 |
| 7 | 52 | 15.3846 | 92.3077 | 51.9231 | 15.3846 | 36.5385 | 2.1875  |
| 8 | 55 | 18.1818 | 98.1818 | 58.1818 | 21.8182 | 36.3636 | 2.18723 |

**Tabela F.33.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C1

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 70 | 25.7143 | 95.7143 | 58.5714 | 24.2857 | 34.2857 | 2.82857 |
| 2 | 53 | 37.7358 | 98.1132 | 86.7925 | 41.5094 | 45.283  | 3.19142 |
| 3 | 48 | 37.5    | 91.6667 | 70.8333 | 29.1667 | 41.6667 | 2.98264 |
| 4 | 44 | 45.4545 | 97.7273 | 77.2727 | 38.6364 | 38.6364 | 3.30611 |
| 5 | 66 | 27.2727 | 95.4545 | 63.6364 | 25.7576 | 37.8788 | 2.53157 |
| 6 | 30 | 46.6667 | 76.6667 | 70      | 16.6667 | 53.3333 | 2.76042 |
| 7 | 50 | 38      | 98      | 68      | 30      | 38      | 3.025   |
| 8 | 64 | 37.5    | 92.1875 | 67.1875 | 32.8125 | 34.375  | 2.67578 |
| 9 | 71 | 25.3521 | 94.3662 | 59.1549 | 25.3521 | 33.8028 | 2.40845 |

**Tabela F.34.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C2

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 47 | 23.4043 | 93.617  | 51.0638 | 25.5319 | 25.5319 | 2.62766 |
| 2 | 20 | 40      | 95      | 60      | 30      | 30      | 2.75138 |
| 3 | 17 | 35.2941 | 94.1176 | 64.7059 | 17.6471 | 47.0588 | 2.8848  |
| 4 | 37 | 24.3243 | 89.1892 | 56.7568 | 18.9189 | 37.8378 | 2.34797 |
| 5 | 25 | 36      | 96      | 84      | 32      | 52      | 3.07222 |
| 6 | 36 | 30.5556 | 100     | 55.5556 | 16.6667 | 38.8889 | 2.56944 |
| 7 | 51 | 21.5686 | 92.1569 | 50.9804 | 21.5686 | 29.4118 | 2.32843 |
| 8 | 35 | 25.7143 | 82.8571 | 68.5714 | 28.5714 | 40      | 2.17177 |
| 9 | 54 | 25.9259 | 100     | 50      | 16.6667 | 33.3333 | 2.39815 |

**Tabela F.35.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C3

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 17 | 41.1765 | 100     | 70.5882 | 35.2941 | 35.2941 | 3.57353 |
| 2 | 41 | 31.7073 | 85.3659 | 60.9756 | 19.5122 | 41.4634 | 2.36415 |
| 3 | 29 | 44.8276 | 89.6552 | 68.9655 | 17.2414 | 51.7241 | 3.12284 |
| 4 | 48 | 27.0833 | 89.5833 | 58.3333 | 18.75   | 39.5833 | 2.44466 |
| 5 | 46 | 28.2609 | 89.1304 | 56.5217 | 23.913  | 32.6087 | 2.31582 |
| 6 | 22 | 54.5455 | 100     | 63.6364 | 27.2727 | 36.3636 | 3.29545 |
| 7 | 45 | 26.6667 | 95.5556 | 62.2222 | 22.2222 | 40      | 2.63889 |
| 8 | 48 | 25      | 83.3333 | 52.0833 | 16.6667 | 35.4167 | 1.8812  |
| 9 | 15 | 46.6667 | 100     | 66.6667 | 33.3333 | 33.3333 | 3.16667 |

**Tabela F.36.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C4

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 47 | 23.4043 | 89.3617 | 53.1915 | 34.0426 | 19.1489 | 2.60106 |
| 2 | 28 | 25      | 92.8571 | 42.8571 | 35.7143 | 7.14286 | 2.05554 |
| 3 | 48 | 20.8333 | 89.5833 | 47.9167 | 27.0833 | 20.8333 | 2.14301 |
| 4 | 44 | 22.7273 | 88.6364 | 56.8182 | 31.8182 | 25      | 2.29759 |
| 5 | 18 | 27.7778 | 100     | 72.2222 | 50      | 22.2222 | 2.77006 |
| 6 | 31 | 41.9355 | 100     | 61.2903 | 41.9355 | 19.3548 | 2.94355 |
| 7 | 6  | 83.3333 | 100     | 16.6667 | 16.6667 | 0       | 3.54167 |
| 8 | 34 | 20.5882 | 94.1176 | 52.9412 | 35.2941 | 17.6471 | 2.05532 |
| 9 | 5  | 60      | 100     | 60      | 40      | 20      | 3.4     |

**Tabela F.37.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C5

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 5  | 40      | 100     | 80      | 40      | 40      | 3.65    |
| 2 | 41 | 19.5122 | 87.8049 | 63.4146 | 21.9512 | 41.4634 | 2.14827 |
| 3 | 5  | 40      | 100     | 100     | 20      | 80      | 3.6375  |
| 4 | 37 | 21.6216 | 86.4865 | 67.5676 | 21.6216 | 45.9459 | 2.36064 |
| 5 | 24 | 29.1667 | 91.6667 | 70.8333 | 29.1667 | 41.6667 | 2.60995 |
| 6 | 17 | 35.2941 | 100     | 100     | 35.2941 | 64.7059 | 3.38235 |
| 7 | 28 | 28.5714 | 89.2857 | 67.8571 | 39.2857 | 28.5714 | 2.67857 |
| 8 | 35 | 20      | 85.7143 | 68.5714 | 25.7143 | 42.8571 | 2.10034 |
| 9 | 34 | 20.5882 | 85.2941 | 64.7059 | 35.2941 | 29.4118 | 2.19118 |

**Tabela F.38.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C6

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 34 | 47.0588 | 97.0588 | 64.7059 | 32.3529 | 32.3529 | 3.66912 |
| 2 | 24 | 50      | 91.6667 | 62.5    | 25      | 37.5    | 2.97411 |
| 3 | 69 | 28.9855 | 91.3043 | 50.7246 | 20.2899 | 30.4348 | 2.45018 |
| 4 | 37 | 37.8378 | 94.5946 | 67.5676 | 29.7297 | 37.8378 | 2.93074 |
| 5 | 64 | 29.6875 | 93.75   | 54.6875 | 23.4375 | 31.25   | 2.4197  |
| 6 | 56 | 30.3571 | 94.6429 | 53.5714 | 23.2143 | 30.3571 | 2.43304 |
| 7 | 30 | 40      | 93.3333 | 70      | 33.3333 | 36.6667 | 3.04167 |
| 8 | 38 | 28.9474 | 86.8421 | 52.6316 | 28.9474 | 23.6842 | 0       |
| 9 | 67 | 32.8358 | 91.0448 | 50.7463 | 23.8806 | 26.8657 | 2.40299 |

**Tabela F.39.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 9C7

| C | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 15 | 46.6667 | 80      | 73.3333 | 26.6667 | 46.6667 | 3.55    |
| 2 | 5  | 40      | 100     | 60      | 20      | 40      | 2.85294 |
| 3 | 54 | 22.2222 | 87.037  | 50      | 24.0741 | 25.9259 | 2.15876 |
| 4 | 51 | 23.5294 | 88.2353 | 52.9412 | 21.5686 | 31.3725 | 2.26103 |
| 5 | 52 | 23.0769 | 92.3077 | 48.0769 | 19.2308 | 28.8462 | 2.1234  |
| 6 | 48 | 22.9167 | 89.5833 | 54.1667 | 22.9167 | 31.25   | 2.16146 |
| 7 | 49 | 22.449  | 91.8367 | 53.0612 | 24.4898 | 28.5714 | 2.37245 |
| 8 | 53 | 24.5283 | 88.6792 | 50.9434 | 22.6415 | 28.3019 | 1.98338 |
| 9 | 10 | 40      | 100     | 80      | 50      | 30      | 3.2     |

**Tabela F.40.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 37 | 27.027  | 97.2973 | 72.973  | 32.4324 | 40.5405 | 3.07432 |
| 2  | 69 | 21.7391 | 86.9565 | 52.1739 | 26.087  | 26.087  | 2.00488 |
| 3  | 67 | 20.8955 | 86.5672 | 53.7313 | 25.3731 | 28.3582 | 2.16371 |
| 4  | 58 | 20.6897 | 94.8276 | 56.8966 | 22.4138 | 34.4828 | 2.37338 |
| 5  | 36 | 27.7778 | 100     | 80.5556 | 36.1111 | 44.4444 | 2.89738 |
| 6  | 30 | 23.3333 | 83.3333 | 76.6667 | 26.6667 | 50      | 2.40625 |
| 7  | 48 | 29.1667 | 91.6667 | 62.5    | 22.9167 | 39.5833 | 2.65625 |
| 8  | 57 | 22.807  | 91.2281 | 59.6491 | 26.3158 | 33.3333 | 2.15434 |
| 9  | 67 | 19.403  | 83.5821 | 53.7313 | 32.8358 | 20.8955 | 1.96269 |
| 10 | 60 | 20      | 93.3333 | 56.6667 | 23.3333 | 33.3333 | 2.68981 |



**Tabela F.41.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 52 | 25      | 98.0769 | 48.0769 | 19.2308 | 28.8462 | 2.70192 |
| 2  | 56 | 26.7857 | 98.2143 | 48.2143 | 23.2143 | 25      | 2.29566 |
| 3  | 19 | 36.8421 | 84.2105 | 63.1579 | 36.8421 | 26.3158 | 2.70066 |
| 4  | 58 | 25.8621 | 94.8276 | 48.2759 | 17.2414 | 31.0345 | 2.39494 |
| 5  | 57 | 24.5614 | 92.9825 | 49.1228 | 22.807  | 26.3158 | 2.19055 |
| 6  | 41 | 29.2683 | 87.8049 | 58.5366 | 31.7073 | 26.8293 | 2.35518 |
| 7  | 56 | 21.4286 | 94.6429 | 48.2143 | 25      | 23.2143 | 2.32143 |
| 8  | 19 | 31.5789 | 100     | 78.9474 | 47.3684 | 31.5789 | 2.92607 |
| 9  | 20 | 50      | 100     | 85      | 50      | 35      | 3.525   |
| 10 | 33 | 36.3636 | 93.9394 | 63.6364 | 36.3636 | 27.2727 | 3.45118 |

**Tabela F.42.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 43 | 44.186  | 90.6977 | 48.8372 | 30.2326 | 18.6047 | 3.2907  |
| 2  | 39 | 51.2821 | 92.3077 | 69.2308 | 51.2821 | 17.9487 | 3.12806 |
| 3  | 62 | 33.871  | 93.5484 | 50      | 29.0323 | 20.9677 | 2.62567 |
| 4  | 45 | 35.5556 | 91.1111 | 53.3333 | 35.5556 | 17.7778 | 2.625   |
| 5  | 38 | 42.1053 | 100     | 57.8947 | 36.8421 | 21.0526 | 2.90936 |
| 6  | 35 | 40      | 91.4286 | 71.4286 | 40      | 31.4286 | 2.89286 |
| 7  | 44 | 40.9091 | 95.4545 | 61.3636 | 29.5455 | 31.8182 | 2.98295 |
| 8  | 61 | 32.7869 | 90.1639 | 52.459  | 24.5902 | 27.8689 | 2.25312 |
| 9  | 48 | 35.4167 | 95.8333 | 58.3333 | 27.0833 | 31.25   | 2.67708 |
| 10 | 6  | 50      | 100     | 100     | 100     | 0       | 4.53704 |

**Tabela F.43.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 17 | 35.2941 | 88.2353 | 52.9412 | 41.1765 | 11.7647 | 3       |
| 2  | 44 | 25      | 97.7273 | 68.1818 | 29.5455 | 38.6364 | 2.56413 |
| 3  | 15 | 33.3333 | 80      | 53.3333 | 26.6667 | 26.6667 | 2.375   |
| 4  | 53 | 22.6415 | 81.1321 | 52.8302 | 32.0755 | 20.7547 | 2.09316 |
| 5  | 35 | 22.8571 | 97.1429 | 62.8571 | 31.4286 | 31.4286 | 2.44444 |
| 6  | 55 | 20      | 87.2727 | 49.0909 | 27.2727 | 21.8182 | 1.96591 |
| 7  | 58 | 18.9655 | 82.7586 | 55.1724 | 24.1379 | 31.0345 | 2.19828 |
| 8  | 26 | 38.4615 | 92.3077 | 65.3846 | 46.1538 | 19.2308 | 2.6717  |
| 9  | 60 | 20      | 85      | 58.3333 | 23.3333 | 35      | 2.075   |
| 10 | 65 | 18.4615 | 80      | 52.3077 | 30.7692 | 21.5385 | 2.40598 |

**Tabela F.44.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 47 | 17.0213 | 93.617  | 51.0638 | 23.4043 | 27.6596 | 2.40426 |
| 2  | 37 | 24.3243 | 94.5946 | 59.4595 | 32.4324 | 27.027  | 2.34251 |
| 3  | 48 | 14.5833 | 89.5833 | 56.25   | 22.9167 | 33.3333 | 2.08247 |
| 4  | 16 | 31.25   | 100     | 81.25   | 50      | 31.25   | 3.04688 |
| 5  | 8  | 0       | 100     | 62.5    | 25      | 37.5    | 1.92708 |
| 6  | 11 | 27.2727 | 90.9091 | 63.6364 | 9.09091 | 54.5455 | 2.44318 |
| 7  | 12 | 16.6667 | 100     | 83.3333 | 25      | 58.3333 | 2.70833 |
| 8  | 48 | 14.5833 | 93.75   | 50      | 22.9167 | 27.0833 | 1.84524 |
| 9  | 50 | 16      | 94      | 54      | 24      | 30      | 2.09    |
| 10 | 51 | 15.6863 | 94.1176 | 52.9412 | 19.6078 | 33.3333 | 2.47731 |

**Tabela F.45.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C6

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 30 | 40      | 100     | 70      | 43.3333 | 26.6667 | 3.525   |
| 2  | 52 | 26.9231 | 94.2308 | 48.0769 | 25      | 23.0769 | 2.21596 |
| 3  | 21 | 47.619  | 95.2381 | 57.1429 | 38.0952 | 19.0476 | 3.15228 |
| 4  | 39 | 28.2051 | 97.4359 | 53.8462 | 28.2051 | 25.641  | 2.57612 |
| 5  | 53 | 26.4151 | 94.3396 | 50.9434 | 24.5283 | 26.4151 | 2.29298 |
| 6  | 44 | 29.5455 | 95.4545 | 50      | 29.5455 | 20.4545 | 2.37216 |
| 7  | 52 | 28.8462 | 94.2308 | 53.8462 | 32.6923 | 21.1538 | 2.57212 |
| 8  | 35 | 40      | 97.1429 | 71.4286 | 34.2857 | 37.1429 | 2.93537 |
| 9  | 52 | 28.8462 | 98.0769 | 50      | 26.9231 | 23.0769 | 2.43269 |
| 10 | 51 | 29.4118 | 98.0392 | 54.902  | 39.2157 | 15.6863 | 3.11002 |

**Tabela F.46.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 10C7

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 60 | 20      | 93.3333 | 60      | 33.3333 | 26.6667 | 2.61667 |
| 2  | 63 | 20.6349 | 90.4762 | 58.7302 | 31.746  | 26.9841 | 2.15482 |
| 3  | 30 | 23.3333 | 100     | 66.6667 | 36.6667 | 30      | 2.69479 |
| 4  | 18 | 27.7778 | 100     | 83.3333 | 38.8889 | 44.4444 | 2.98611 |
| 5  | 55 | 21.8182 | 89.0909 | 56.3636 | 38.1818 | 18.1818 | 2.15152 |
| 6  | 51 | 19.6078 | 94.1176 | 56.8627 | 35.2941 | 21.5686 | 2.20588 |
| 7  | 65 | 18.4615 | 86.1538 | 52.3077 | 26.1538 | 26.1538 | 2.19231 |
| 8  | 7  | 42.8571 | 100     | 100     | 57.1429 | 42.8571 | 3.57143 |
| 9  | 6  | 50      | 100     | 66.6667 | 50      | 16.6667 | 3.25    |
| 10 | 25 | 36      | 96      | 88      | 56      | 32      | 3.76667 |

**Tabela F.47.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 21 | 42.8571 | 100     | 52.381  | 28.5714 | 23.8095 | 3.40476 |
| 2  | 62 | 19.3548 | 95.1613 | 54.8387 | 19.3548 | 35.4839 | 2.15503 |
| 3  | 32 | 31.25   | 96.875  | 71.875  | 34.375  | 37.5    | 2.92806 |
| 4  | 58 | 22.4138 | 94.8276 | 55.1724 | 18.9655 | 36.2069 | 2.39494 |
| 5  | 13 | 30.7692 | 100     | 76.9231 | 15.3846 | 61.5385 | 2.91667 |
| 6  | 36 | 25      | 100     | 69.4444 | 22.2222 | 47.2222 | 2.64757 |
| 7  | 60 | 23.3333 | 91.6667 | 50      | 16.6667 | 33.3333 | 2.35417 |
| 8  | 19 | 31.5789 | 100     | 73.6842 | 26.3158 | 47.3684 | 2.83521 |
| 9  | 60 | 21.6667 | 95      | 51.6667 | 18.3333 | 33.3333 | 2.21667 |
| 10 | 56 | 21.4286 | 98.2143 | 53.5714 | 17.8571 | 35.7143 | 2.77034 |
| 11 | 21 | 33.3333 | 95.2381 | 71.4286 | 19.0476 | 52.381  | 2.89187 |

**Tabela F.48.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 62 | 22.5806 | 90.3226 | 46.7742 | 22.5806 | 24.1935 | 2.50403 |
| 2  | 59 | 23.7288 | 89.8305 | 45.7627 | 25.4237 | 20.339  | 2.00928 |
| 3  | 8  | 25      | 100     | 87.5    | 62.5    | 25      | 3.03516 |
| 4  | 32 | 25      | 93.75   | 53.125  | 21.875  | 31.25   | 2.41211 |
| 5  | 34 | 32.3529 | 97.0588 | 67.6471 | 35.2941 | 32.3529 | 2.75327 |
| 6  | 14 | 35.7143 | 92.8571 | 71.4286 | 50      | 21.4286 | 2.8125  |
| 7  | 62 | 22.5806 | 90.3226 | 48.3871 | 24.1935 | 24.1935 | 2.29839 |
| 8  | 56 | 21.4286 | 91.0714 | 48.2143 | 26.7857 | 21.4286 | 1.91858 |
| 9  | 28 | 28.5714 | 100     | 75      | 42.8571 | 32.1429 | 2.83929 |
| 10 | 60 | 21.6667 | 91.6667 | 48.3333 | 20      | 28.3333 | 2.63272 |
| 11 | 60 | 23.3333 | 90      | 46.6667 | 23.3333 | 23.3333 | 2.23958 |

**Tabela F.49.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 61 | 29.5082 | 91.8033 | 50.8197 | 34.4262 | 16.3934 | 2.81557 |
| 2  | 42 | 35.7143 | 97.619  | 64.2857 | 47.619  | 16.6667 | 2.76676 |
| 3  | 10 | 60      | 100     | 80      | 40      | 40      | 3.925   |
| 4  | 54 | 31.4815 | 98.1481 | 55.5556 | 38.8889 | 16.6667 | 2.69387 |
| 5  | 21 | 42.8571 | 95.2381 | 76.1905 | 52.381  | 23.8095 | 3.10847 |
| 6  | 36 | 41.6667 | 94.4444 | 63.8889 | 38.8889 | 25      | 2.87326 |
| 7  | 63 | 28.5714 | 93.6508 | 55.5556 | 34.9206 | 20.6349 | 2.57937 |
| 8  | 55 | 30.9091 | 94.5455 | 58.1818 | 30.9091 | 27.2727 | 2.4145  |
| 9  | 18 | 55.5556 | 94.4444 | 61.1111 | 33.3333 | 27.7778 | 3.19444 |
| 10 | 30 | 43.3333 | 96.6667 | 76.6667 | 46.6667 | 30      | 3.9321  |
| 11 | 67 | 26.8657 | 88.0597 | 50.7463 | 32.8358 | 17.9104 | 2.34453 |

**Tabela F.50.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 47 | 19.1489 | 85.1064 | 53.1915 | 23.4043 | 29.7872 | 2.39894 |
| 2  | 42 | 26.1905 | 90.4762 | 50      | 23.8095 | 26.1905 | 2.15249 |
| 3  | 21 | 28.5714 | 100     | 66.6667 | 28.5714 | 38.0952 | 2.84375 |
| 4  | 23 | 30.4348 | 100     | 69.5652 | 26.087  | 43.4783 | 2.88043 |
| 5  | 8  | 50      | 100     | 75      | 0       | 75      | 3.36806 |
| 6  | 32 | 25      | 96.875  | 71.875  | 21.875  | 50      | 2.62695 |
| 7  | 36 | 25      | 91.6667 | 66.6667 | 25      | 41.6667 | 2.60417 |
| 8  | 48 | 20.8333 | 87.5    | 54.1667 | 25      | 29.1667 | 1.91716 |
| 9  | 50 | 22      | 84      | 56      | 24      | 32      | 2.07    |
| 10 | 47 | 21.2766 | 87.234  | 51.0638 | 29.7872 | 21.2766 | 2.59555 |
| 11 | 23 | 26.087  | 91.3043 | 69.5652 | 30.4348 | 39.1304 | 2.61775 |

**Tabela F.51.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 11 | 36.3636 | 90.9091 | 100     | 45.4545 | 54.5455 | 3.65909 |
| 2  | 57 | 17.5439 | 96.4912 | 59.6491 | 29.8246 | 29.8246 | 2.21459 |
| 3  | 32 | 25      | 96.875  | 81.25   | 25      | 56.25   | 2.88216 |
| 4  | 30 | 20      | 96.6667 | 83.3333 | 43.3333 | 40      | 2.72396 |
| 5  | 48 | 20.8333 | 93.75   | 70.8333 | 35.4167 | 35.4167 | 2.44502 |
| 6  | 33 | 21.2121 | 100     | 75.7576 | 36.3636 | 39.3939 | 2.65152 |
| 7  | 74 | 16.2162 | 91.8919 | 52.7027 | 28.3784 | 24.3243 | 2.21284 |
| 8  | 53 | 18.8679 | 94.3396 | 69.8113 | 33.9623 | 35.8491 | 2.30907 |
| 9  | 12 | 41.6667 | 100     | 100     | 58.3333 | 41.6667 | 3.54167 |
| 10 | 60 | 18.3333 | 95      | 63.3333 | 36.6667 | 26.6667 | 2.72608 |
| 11 | 70 | 14.2857 | 91.4286 | 55.7143 | 24.2857 | 31.4286 | 2.15179 |

**Tabela F.52.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C6

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 85  | 20      | 92.9412 | 47.0588 | 24.7059 | 22.3529 | 2.45    |
| 2  | 55  | 18.1818 | 98.1818 | 58.1818 | 32.7273 | 25.4545 | 2.24114 |
| 3  | 65  | 18.4615 | 98.4615 | 52.3077 | 26.1538 | 26.1538 | 2.32228 |
| 4  | 100 | 19      | 95      | 49      | 26      | 23      | 2.23594 |
| 5  | 6   | 50      | 100     | 66.6667 | 50      | 16.6667 | 3.24074 |
| 6  | 101 | 19.802  | 95.0495 | 49.505  | 24.7525 | 24.7525 | 2.11324 |
| 7  | 25  | 24      | 100     | 80      | 40      | 40      | 2.85    |
| 8  | 58  | 20.6897 | 100     | 55.1724 | 27.5862 | 27.5862 | 2.24343 |
| 9  | 27  | 22.2222 | 100     | 59.2593 | 25.9259 | 33.3333 | 2.44444 |
| 10 | 42  | 28.5714 | 95.2381 | 64.2857 | 33.3333 | 30.9524 | 3.15807 |
| 11 | 35  | 34.2857 | 100     | 80      | 51.4286 | 28.5714 | 3.10714 |

**Tabela F.53.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C7

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 35 | 40      | 100     | 82.8571 | 42.8571 | 40      | 3.68571 |
| 2  | 13 | 38.4615 | 92.3077 | 84.6154 | 30.7692 | 53.8462 | 3.05642 |
| 3  | 49 | 22.449  | 97.9592 | 67.3469 | 28.5714 | 38.7755 | 2.63669 |
| 4  | 52 | 25      | 100     | 69.2308 | 34.6154 | 34.6154 | 2.74038 |
| 5  | 68 | 20.5882 | 89.7059 | 58.8235 | 33.8235 | 25      | 2.17116 |
| 6  | 86 | 18.6047 | 90.6977 | 55.814  | 24.4186 | 31.3953 | 2.10029 |
| 7  | 74 | 20.2703 | 90.5405 | 52.7027 | 25.6757 | 27.027  | 2.2973  |
| 8  | 18 | 27.7778 | 100     | 88.8889 | 33.3333 | 55.5556 | 3.00265 |
| 9  | 70 | 21.4286 | 94.2857 | 61.4286 | 24.2857 | 37.1429 | 2.34286 |
| 10 | 64 | 21.875  | 98.4375 | 59.375  | 28.125  | 31.25   | 2.86386 |
| 11 | 41 | 24.3902 | 97.561  | 73.1707 | 36.5854 | 36.5854 | 2.7312  |

**Tabela F.54.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 21 | 42.8571 | 100     | 52.381  | 28.5714 | 23.8095 | 3.40476 |
| 2  | 62 | 19.3548 | 95.1613 | 54.8387 | 19.3548 | 35.4839 | 2.15503 |
| 3  | 32 | 31.25   | 96.875  | 71.875  | 34.375  | 37.5    | 2.92806 |
| 4  | 58 | 22.4138 | 94.8276 | 55.1724 | 18.9655 | 36.2069 | 2.39494 |
| 5  | 13 | 30.7692 | 100     | 76.9231 | 15.3846 | 61.5385 | 2.91667 |
| 6  | 36 | 25      | 100     | 69.4444 | 22.2222 | 47.2222 | 2.64757 |
| 7  | 60 | 23.3333 | 91.6667 | 50      | 16.6667 | 33.3333 | 2.35417 |
| 8  | 19 | 31.5789 | 100     | 73.6842 | 26.3158 | 47.3684 | 2.83521 |
| 9  | 60 | 21.6667 | 95      | 51.6667 | 18.3333 | 33.3333 | 2.21667 |
| 10 | 56 | 21.4286 | 98.2143 | 53.5714 | 17.8571 | 35.7143 | 2.77034 |
| 11 | 21 | 33.3333 | 95.2381 | 71.4286 | 19.0476 | 52.381  | 2.89187 |

**Tabela F.55.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 62 | 22.5806 | 90.3226 | 46.7742 | 22.5806 | 24.1935 | 2.50403 |
| 2  | 59 | 23.7288 | 89.8305 | 45.7627 | 25.4237 | 20.339  | 2.00928 |
| 3  | 8  | 25      | 100     | 87.5    | 62.5    | 25      | 3.03516 |
| 4  | 32 | 25      | 93.75   | 53.125  | 21.875  | 31.25   | 2.41211 |
| 5  | 34 | 32.3529 | 97.0588 | 67.6471 | 35.2941 | 32.3529 | 2.75327 |
| 6  | 14 | 35.7143 | 92.8571 | 71.4286 | 50      | 21.4286 | 2.8125  |
| 7  | 62 | 22.5806 | 90.3226 | 48.3871 | 24.1935 | 24.1935 | 2.29839 |
| 8  | 56 | 21.4286 | 91.0714 | 48.2143 | 26.7857 | 21.4286 | 1.91858 |
| 9  | 28 | 28.5714 | 100     | 75      | 42.8571 | 32.1429 | 2.83929 |
| 10 | 60 | 21.6667 | 91.6667 | 48.3333 | 20      | 28.3333 | 2.63272 |
| 11 | 60 | 23.3333 | 90      | 46.6667 | 23.3333 | 23.3333 | 2.23958 |

**Tabela F.56.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 61 | 29.5082 | 91.8033 | 50.8197 | 34.4262 | 16.3934 | 2.81557 |
| 2  | 42 | 35.7143 | 97.619  | 64.2857 | 47.619  | 16.6667 | 2.76676 |
| 3  | 10 | 60      | 100     | 80      | 40      | 40      | 3.925   |
| 4  | 54 | 31.4815 | 98.1481 | 55.5556 | 38.8889 | 16.6667 | 2.69387 |
| 5  | 21 | 42.8571 | 95.2381 | 76.1905 | 52.381  | 23.8095 | 3.10847 |
| 6  | 36 | 41.6667 | 94.4444 | 63.8889 | 38.8889 | 25      | 2.87326 |
| 7  | 63 | 28.5714 | 93.6508 | 55.5556 | 34.9206 | 20.6349 | 2.57937 |
| 8  | 55 | 30.9091 | 94.5455 | 58.1818 | 30.9091 | 27.2727 | 2.4145  |
| 9  | 18 | 55.5556 | 94.4444 | 61.1111 | 33.3333 | 27.7778 | 3.19444 |
| 10 | 30 | 43.3333 | 96.6667 | 76.6667 | 46.6667 | 30      | 3.9321  |
| 11 | 67 | 26.8657 | 88.0597 | 50.7463 | 32.8358 | 17.9104 | 2.34453 |



**Tabela F.57.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 47 | 19.1489 | 85.1064 | 53.1915 | 23.4043 | 29.7872 | 2.39894 |
| 2  | 42 | 26.1905 | 90.4762 | 50      | 23.8095 | 26.1905 | 2.15249 |
| 3  | 21 | 28.5714 | 100     | 66.6667 | 28.5714 | 38.0952 | 2.84375 |
| 4  | 23 | 30.4348 | 100     | 69.5652 | 26.087  | 43.4783 | 2.88043 |
| 5  | 8  | 50      | 100     | 75      | 0       | 75      | 3.36806 |
| 6  | 32 | 25      | 96.875  | 71.875  | 21.875  | 50      | 2.62695 |
| 7  | 36 | 25      | 91.6667 | 66.6667 | 25      | 41.6667 | 2.60417 |
| 8  | 48 | 20.8333 | 87.5    | 54.1667 | 25      | 29.1667 | 1.91716 |
| 9  | 50 | 22      | 84      | 56      | 24      | 32      | 2.07    |
| 10 | 47 | 21.2766 | 87.234  | 51.0638 | 29.7872 | 21.2766 | 2.59555 |
| 11 | 23 | 26.087  | 91.3043 | 69.5652 | 30.4348 | 39.1304 | 2.61775 |

**Tabela F.58.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 11 | 36.3636 | 90.9091 | 100     | 45.4545 | 54.5455 | 3.65909 |
| 2  | 57 | 17.5439 | 96.4912 | 59.6491 | 29.8246 | 29.8246 | 2.21459 |
| 3  | 32 | 25      | 96.875  | 81.25   | 25      | 56.25   | 2.88216 |
| 4  | 30 | 20      | 96.6667 | 83.3333 | 43.3333 | 40      | 2.72396 |
| 5  | 48 | 20.8333 | 93.75   | 70.8333 | 35.4167 | 35.4167 | 2.44502 |
| 6  | 33 | 21.2121 | 100     | 75.7576 | 36.3636 | 39.3939 | 2.65152 |
| 7  | 74 | 16.2162 | 91.8919 | 52.7027 | 28.3784 | 24.3243 | 2.21284 |
| 8  | 53 | 18.8679 | 94.3396 | 69.8113 | 33.9623 | 35.8491 | 2.30907 |
| 9  | 12 | 41.6667 | 100     | 100     | 58.3333 | 41.6667 | 3.54167 |
| 10 | 60 | 18.3333 | 95      | 63.3333 | 36.6667 | 26.6667 | 2.72608 |
| 11 | 70 | 14.2857 | 91.4286 | 55.7143 | 24.2857 | 31.4286 | 2.15179 |

**Tabela F.59.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C6

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 85  | 20      | 92.9412 | 47.0588 | 24.7059 | 22.3529 | 2.45    |
| 2  | 55  | 18.1818 | 98.1818 | 58.1818 | 32.7273 | 25.4545 | 2.24114 |
| 3  | 65  | 18.4615 | 98.4615 | 52.3077 | 26.1538 | 26.1538 | 2.32228 |
| 4  | 100 | 19      | 95      | 49      | 26      | 23      | 2.23594 |
| 5  | 6   | 50      | 100     | 66.6667 | 50      | 16.6667 | 3.24074 |
| 6  | 101 | 19.802  | 95.0495 | 49.505  | 24.7525 | 24.7525 | 2.11324 |
| 7  | 25  | 24      | 100     | 80      | 40      | 40      | 2.85    |
| 8  | 58  | 20.6897 | 100     | 55.1724 | 27.5862 | 27.5862 | 2.24343 |
| 9  | 27  | 22.2222 | 100     | 59.2593 | 25.9259 | 33.3333 | 2.44444 |
| 10 | 42  | 28.5714 | 95.2381 | 64.2857 | 33.3333 | 30.9524 | 3.15807 |
| 11 | 35  | 34.2857 | 100     | 80      | 51.4286 | 28.5714 | 3.10714 |

**Tabela F.60.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 11C7

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 35 | 40      | 100     | 82.8571 | 42.8571 | 40      | 3.68571 |
| 2  | 13 | 38.4615 | 92.3077 | 84.6154 | 30.7692 | 53.8462 | 3.05642 |
| 3  | 49 | 22.449  | 97.9592 | 67.3469 | 28.5714 | 38.7755 | 2.63669 |
| 4  | 52 | 25      | 100     | 69.2308 | 34.6154 | 34.6154 | 2.74038 |
| 5  | 68 | 20.5882 | 89.7059 | 58.8235 | 33.8235 | 25      | 2.17116 |
| 6  | 86 | 18.6047 | 90.6977 | 55.814  | 24.4186 | 31.3953 | 2.10029 |
| 7  | 74 | 20.2703 | 90.5405 | 52.7027 | 25.6757 | 27.027  | 2.2973  |
| 8  | 18 | 27.7778 | 100     | 88.8889 | 33.3333 | 55.5556 | 3.00265 |
| 9  | 70 | 21.4286 | 94.2857 | 61.4286 | 24.2857 | 37.1429 | 2.34286 |
| 10 | 64 | 21.875  | 98.4375 | 59.375  | 28.125  | 31.25   | 2.86386 |
| 11 | 41 | 24.3902 | 97.561  | 73.1707 | 36.5854 | 36.5854 | 2.7312  |

**Tabela F.61.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 34 | 23.5294 | 100     | 79.4118 | 38.2353 | 41.1765 | 3.06618 |
| 2  | 45 | 17.7778 | 95.5556 | 62.2222 | 35.5556 | 26.6667 | 2.24306 |
| 3  | 66 | 19.697  | 90.9091 | 60.6061 | 27.2727 | 33.3333 | 2.31676 |
| 4  | 56 | 17.8571 | 92.8571 | 62.5    | 28.5714 | 33.9286 | 2.33259 |
| 5  | 59 | 16.9492 | 86.4407 | 55.9322 | 33.8983 | 22.0339 | 1.96798 |
| 6  | 12 | 33.3333 | 100     | 83.3333 | 50      | 33.3333 | 3.07292 |
| 7  | 43 | 18.6047 | 93.0233 | 55.814  | 32.5581 | 23.2558 | 2.32558 |
| 8  | 24 | 29.1667 | 95.8333 | 83.3333 | 37.5    | 45.8333 | 2.8373  |
| 9  | 61 | 18.0328 | 88.5246 | 57.377  | 24.5902 | 32.7869 | 2.08197 |
| 10 | 44 | 15.9091 | 88.6364 | 59.0909 | 25      | 34.0909 | 2.49474 |
| 11 | 55 | 18.1818 | 89.0909 | 56.3636 | 34.5455 | 21.8182 | 2.21591 |
| 12 | 62 | 14.5161 | 90.3226 | 61.2903 | 32.2581 | 29.0323 | 1.13306 |

**Tabela F.62.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 66 | 16.6667 | 93.9394 | 57.5758 | 28.7879 | 28.7879 | 2.47727 |
| 2  | 14 | 28.5714 | 100     | 78.5714 | 57.1429 | 21.4286 | 2.86765 |
| 3  | 44 | 20.4545 | 97.7273 | 65.9091 | 29.5455 | 36.3636 | 2.55492 |
| 4  | 38 | 23.6842 | 97.3684 | 65.7895 | 42.1053 | 23.6842 | 2.61102 |
| 5  | 60 | 16.6667 | 96.6667 | 55      | 25      | 30      | 2.15972 |
| 6  | 31 | 25.8065 | 100     | 87.0968 | 45.1613 | 41.9355 | 2.94355 |
| 7  | 37 | 24.3243 | 100     | 78.3784 | 40.5405 | 37.8378 | 2.83784 |
| 8  | 70 | 17.1429 | 92.8571 | 54.2857 | 34.2857 | 20      | 1.96088 |
| 9  | 70 | 17.1429 | 90      | 51.4286 | 32.8571 | 18.5714 | 2       |
| 10 | 65 | 16.9231 | 90.7692 | 52.3077 | 29.2308 | 23.0769 | 2.47792 |
| 11 | 71 | 16.9014 | 92.9577 | 50.7042 | 26.7606 | 23.9437 | 2.18163 |
| 12 | 47 | 19.1489 | 100     | 65.9574 | 34.0426 | 31.9149 | 1.7766  |

**Tabela F.63.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 10 | 50      | 100     | 80      | 10      | 70      | 4       |
| 2  | 72 | 15.2778 | 90.2778 | 50      | 29.1667 | 20.8333 | 1.87564 |
| 3  | 73 | 16.4384 | 91.7808 | 49.3151 | 27.3973 | 21.9178 | 2.08348 |
| 4  | 28 | 25      | 100     | 78.5714 | 32.1429 | 46.4286 | 2.85714 |
| 5  | 61 | 18.0328 | 91.8033 | 52.459  | 27.8689 | 24.5902 | 2.05373 |
| 6  | 49 | 18.3673 | 91.8367 | 57.1429 | 28.5714 | 28.5714 | 2.13648 |
| 7  | 16 | 25      | 93.75   | 81.25   | 68.75   | 12.5    | 2.8125  |
| 8  | 24 | 25      | 100     | 83.3333 | 37.5    | 45.8333 | 2.8373  |
| 9  | 74 | 17.5676 | 90.5405 | 51.3514 | 27.027  | 24.3243 | 2.02027 |
| 10 | 40 | 25      | 95      | 70      | 35      | 35      | 3.08102 |
| 11 | 28 | 28.5714 | 92.8571 | 53.5714 | 17.8571 | 35.7143 | 2.50744 |
| 12 | 21 | 23.8095 | 100     | 85.7143 | 52.381  | 33.3333 | 2.24745 |

**Tabela F.64.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 47 | 29.7872 | 100     | 51.0638 | 19.1489 | 31.9149 | 2.93085 |
| 2  | 24 | 25      | 95.8333 | 58.3333 | 16.6667 | 41.6667 | 2.36634 |
| 3  | 47 | 17.0213 | 100     | 53.1915 | 21.2766 | 31.9149 | 2.3258  |
| 4  | 30 | 20      | 100     | 63.3333 | 26.6667 | 36.6667 | 2.54167 |
| 5  | 56 | 19.6429 | 87.5    | 57.1429 | 32.1429 | 25      | 2.07589 |
| 6  | 55 | 16.3636 | 96.3636 | 50.9091 | 21.8182 | 29.0909 | 2.07386 |
| 7  | 23 | 30.4348 | 100     | 73.913  | 34.7826 | 39.1304 | 2.93478 |
| 8  | 66 | 12.1212 | 89.3939 | 42.4242 | 19.697  | 22.7273 | 1.54401 |
| 9  | 55 | 20      | 98.1818 | 50.9091 | 27.2727 | 23.6364 | 2.22727 |
| 10 | 59 | 20.339  | 94.9153 | 49.1525 | 18.6441 | 30.5085 | 2.62947 |
| 11 | 59 | 16.9492 | 98.3051 | 49.1525 | 23.7288 | 25.4237 | 2.25812 |
| 12 | 50 | 16      | 96      | 48      | 20      | 28      | 1.17    |

**Tabela F.65.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 88 | 20.4545 | 97.7273 | 50      | 21.5909 | 28.4091 | 2.5625  |
| 2  | 77 | 22.0779 | 100     | 53.2468 | 23.3766 | 29.8701 | 2.29565 |
| 3  | 90 | 17.7778 | 94.4444 | 48.8889 | 16.6667 | 32.2222 | 2.17106 |
| 4  | 57 | 28.0702 | 98.2456 | 61.4035 | 26.3158 | 35.0877 | 2.68366 |
| 5  | 85 | 22.3529 | 96.4706 | 45.8824 | 20      | 25.8824 | 2.1585  |
| 6  | 40 | 32.5    | 95      | 72.5    | 37.5    | 35      | 2.78906 |
| 7  | 8  | 25      | 87.5    | 100     | 37.5    | 62.5    | 2.96875 |
| 8  | 19 | 42.1053 | 100     | 73.6842 | 31.5789 | 42.1053 | 3.09837 |
| 9  | 37 | 27.027  | 100     | 75.6757 | 29.7297 | 45.9459 | 2.81081 |
| 10 | 38 | 26.3158 | 100     | 65.7895 | 23.6842 | 42.1053 | 3.14449 |
| 11 | 28 | 21.4286 | 100     | 64.2857 | 21.4286 | 42.8571 | 2.58929 |
| 12 | 92 | 19.5652 | 95.6522 | 48.913  | 23.913  | 25      | 1.16984 |

**Tabela F.66.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C6

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 47 | 14.8936 | 93.617  | 61.7021 | 36.1702 | 25.5319 | 2.46277 |
| 2  | 60 | 13.3333 | 95      | 53.3333 | 30      | 23.3333 | 1.97687 |
| 3  | 31 | 16.129  | 96.7742 | 70.9677 | 35.4839 | 35.4839 | 2.4832  |
| 4  | 61 | 13.1148 | 90.1639 | 49.1803 | 27.8689 | 21.3115 | 1.99283 |
| 5  | 61 | 13.1148 | 91.8033 | 57.377  | 37.7049 | 19.6721 | 2.00592 |
| 6  | 24 | 16.6667 | 100     | 75      | 45.8333 | 29.1667 | 2.52604 |
| 7  | 43 | 16.2791 | 95.3488 | 55.814  | 37.2093 | 18.6047 | 2.29651 |
| 8  | 26 | 19.2308 | 100     | 80.7692 | 50      | 30.7692 | 2.64881 |
| 9  | 60 | 13.3333 | 95      | 55      | 30      | 25      | 2.05833 |
| 10 | 9  | 33.3333 | 100     | 55.5556 | 44.4444 | 11.1111 | 3.30247 |
| 11 | 55 | 10.9091 | 92.7273 | 52.7273 | 25.4545 | 27.2727 | 2.05303 |
| 12 | 24 | 20.8333 | 95.8333 | 75      | 41.6667 | 33.3333 | 1.73438 |

**Tabela F.67.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 12C7

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 28 | 25      | 82.1429 | 75      | 42.8571 | 32.1429 | 2.83929 |
| 2  | 55 | 14.5455 | 89.0909 | 50.9091 | 32.7273 | 18.1818 | 1.84793 |
| 3  | 27 | 25.9259 | 81.4815 | 55.5556 | 37.037  | 18.5185 | 2.22647 |
| 4  | 6  | 50      | 66.6667 | 83.3333 | 66.6667 | 16.6667 | 2.86458 |
| 5  | 45 | 24.4444 | 93.3333 | 73.3333 | 33.3333 | 40      | 2.56481 |
| 6  | 45 | 17.7778 | 95.5556 | 48.8889 | 24.4444 | 24.4444 | 2.0625  |
| 7  | 44 | 20.4545 | 100     | 59.0909 | 36.3636 | 22.7273 | 2.5     |
| 8  | 8  | 37.5    | 75      | 87.5    | 50      | 37.5    | 2.59673 |
| 9  | 60 | 13.3333 | 86.6667 | 55      | 31.6667 | 23.3333 | 1.89167 |
| 10 | 47 | 12.766  | 93.617  | 61.7021 | 29.7872 | 31.9149 | 2.46158 |
| 11 | 56 | 16.0714 | 78.5714 | 64.2857 | 41.0714 | 23.2143 | 2.07589 |
| 12 | 21 | 28.5714 | 100     | 76.1905 | 42.8571 | 33.3333 | 2.19813 |

**Tabela F.68.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 61 | 22.9508 | 88.5246 | 45.9016 | 26.2295 | 19.6721 | 2.48361 |
| 2  | 43 | 23.2558 | 97.6744 | 55.814  | 32.5581 | 23.2558 | 2.31938 |
| 3  | 62 | 24.1935 | 93.5484 | 46.7742 | 27.4194 | 19.3548 | 2.30511 |
| 4  | 10 | 30      | 90      | 50      | 10      | 40      | 2.42188 |
| 5  | 55 | 25.4545 | 92.7273 | 47.2727 | 23.6364 | 23.6364 | 2.17929 |
| 6  | 40 | 27.5    | 90      | 60      | 37.5    | 22.5    | 2.375   |
| 7  | 64 | 25      | 93.75   | 46.875  | 25      | 21.875  | 2.38281 |
| 8  | 61 | 22.9508 | 91.8033 | 50.8197 | 31.1475 | 19.6721 | 2.01991 |
| 9  | 11 | 36.3636 | 90.9091 | 72.7273 | 18.1818 | 54.5455 | 2.81818 |
| 10 | 6  | 66.6667 | 100     | 66.6667 | 33.3333 | 33.3333 | 4.79938 |
| 11 | 51 | 23.5294 | 94.1176 | 49.0196 | 31.3725 | 17.6471 | 2.34681 |
| 12 | 46 | 30.4348 | 97.8261 | 67.3913 | 39.1304 | 28.2609 | 1.94876 |
| 13 | 37 | 24.3243 | 89.1892 | 64.8649 | 32.4324 | 32.4324 | 2.25386 |

**Tabela F.69.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 80 | 25      | 91.25   | 60      | 26.25   | 33.75   | 2.76562 |
| 2  | 65 | 30.7692 | 98.4615 | 70.7692 | 36.9231 | 33.8462 | 2.76513 |
| 3  | 86 | 24.4186 | 95.3488 | 55.814  | 31.3953 | 24.4186 | 2.47614 |
| 4  | 52 | 28.8462 | 98.0769 | 73.0769 | 42.3077 | 30.7692 | 2.84555 |
| 5  | 52 | 30.7692 | 100     | 69.2308 | 44.2308 | 25      | 2.79915 |
| 6  | 31 | 38.7097 | 96.7742 | 83.871  | 32.2581 | 51.6129 | 3.15524 |
| 7  | 89 | 23.5955 | 93.2584 | 55.0562 | 29.2135 | 25.8427 | 2.44382 |
| 8  | 77 | 24.6753 | 96.1039 | 61.039  | 24.6753 | 36.3636 | 2.34694 |
| 9  | 36 | 33.3333 | 97.2222 | 69.4444 | 38.8889 | 30.5556 | 2.81944 |
| 10 | 66 | 27.2727 | 96.9697 | 65.1515 | 31.8182 | 33.3333 | 3.13763 |
| 11 | 89 | 23.5955 | 93.2584 | 56.1798 | 23.5955 | 32.5843 | 2.42275 |
| 12 | 71 | 26.7606 | 97.1831 | 57.7465 | 23.9437 | 33.8028 | 1.58954 |
| 13 | 86 | 24.4186 | 98.8372 | 56.9767 | 26.7442 | 30.2326 | 2.45256 |

**Tabela F.70.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 13 | 46.1538 | 84.6154 | 84.6154 | 61.5385 | 23.0769 | 3.73077 |
| 2  | 20 | 40      | 100     | 75      | 30      | 45      | 3.09559 |
| 3  | 8  | 37.5    | 100     | 50      | 25      | 25      | 2.86328 |
| 4  | 65 | 21.5385 | 86.1538 | 53.8462 | 30.7692 | 23.0769 | 2.18029 |
| 5  | 67 | 23.8806 | 92.5373 | 56.7164 | 32.8358 | 23.8806 | 2.28027 |
| 6  | 68 | 25      | 88.2353 | 54.4118 | 29.4118 | 25      | 2.1921  |
| 7  | 12 | 41.6667 | 100     | 83.3333 | 33.3333 | 50      | 3.33333 |
| 8  | 69 | 26.087  | 86.9565 | 52.1739 | 21.7391 | 30.4348 | 2.00052 |
| 9  | 19 | 31.5789 | 89.4737 | 73.6842 | 26.3158 | 47.3684 | 2.68421 |
| 10 | 67 | 25.3731 | 91.0448 | 53.7313 | 20.8955 | 32.8358 | 2.84342 |
| 11 | 10 | 20      | 90      | 60      | 40      | 20      | 2.32292 |
| 12 | 12 | 41.6667 | 100     | 91.6667 | 75      | 16.6667 | 2.94792 |
| 13 | 21 | 47.619  | 95.2381 | 85.7143 | 33.3333 | 52.381  | 3.33137 |

**Tabela F.71.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 7  | 28.5714 | 85.7143 | 85.7143 | 14.2857 | 71.4286 | 3.14286 |
| 2  | 92 | 17.3913 | 89.1304 | 61.9565 | 34.7826 | 27.1739 | 2.09859 |
| 3  | 37 | 21.6216 | 100     | 83.7838 | 32.4324 | 51.3514 | 2.88682 |
| 4  | 73 | 17.8082 | 100     | 67.1233 | 24.6575 | 42.4658 | 2.53425 |
| 5  | 29 | 31.0345 | 100     | 79.3103 | 48.2759 | 31.0345 | 2.95977 |
| 6  | 70 | 21.4286 | 95.7143 | 65.7143 | 24.2857 | 41.4286 | 2.41964 |
| 7  | 82 | 15.8537 | 95.122  | 59.7561 | 25.6098 | 34.1463 | 2.33232 |
| 8  | 88 | 17.0455 | 93.1818 | 62.5    | 27.2727 | 35.2273 | 2.10836 |
| 9  | 56 | 17.8571 | 98.2143 | 75      | 32.1429 | 42.8571 | 2.53571 |
| 10 | 69 | 17.3913 | 88.4058 | 69.5652 | 36.2319 | 33.3333 | 2.68317 |
| 11 | 82 | 19.5122 | 93.9024 | 62.1951 | 21.9512 | 40.2439 | 2.40727 |
| 12 | 90 | 17.7778 | 92.2222 | 60      | 24.4444 | 35.5556 | 1.2125  |
| 13 | 41 | 21.9512 | 95.122  | 80.4878 | 36.5854 | 43.9024 | 2.61056 |

**Tabela F.72.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 24 | 29.1667 | 100     | 79.1667 | 41.6667 | 37.5    | 3.26042 |
| 2  | 69 | 20.2899 | 89.8551 | 52.1739 | 20.2899 | 31.8841 | 2.02752 |
| 3  | 70 | 18.5714 | 87.1429 | 52.8571 | 28.5714 | 24.2857 | 2.09732 |
| 4  | 60 | 20      | 98.3333 | 60      | 31.6667 | 28.3333 | 2.46615 |
| 5  | 72 | 19.4444 | 90.2778 | 52.7778 | 27.7778 | 25      | 2.06211 |
| 6  | 56 | 21.4286 | 96.4286 | 60.7143 | 37.5    | 23.2143 | 2.35491 |
| 7  | 62 | 22.5806 | 91.9355 | 58.0645 | 30.6452 | 27.4194 | 2.43952 |
| 8  | 41 | 26.8293 | 97.561  | 63.4146 | 34.1463 | 29.2683 | 2.47822 |
| 9  | 14 | 28.5714 | 92.8571 | 85.7143 | 50      | 35.7143 | 2.85714 |
| 10 | 46 | 17.3913 | 80.4348 | 65.2174 | 36.9565 | 28.2609 | 0       |
| 11 | 18 | 38.8889 | 100     | 77.7778 | 33.3333 | 44.4444 | 3.19444 |
| 12 | 40 | 27.5    | 100     | 72.5    | 37.5    | 35      | 2.08527 |
| 13 | 73 | 21.9178 | 91.7808 | 52.0548 | 24.6575 | 27.3973 | 2.09224 |



**Tabela F.73.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C6

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 43 | 18.6047 | 81.3953 | 67.4419 | 39.5349 | 27.907  | 0       |
| 2  | 56 | 25      | 100     | 78.5714 | 46.4286 | 32.1429 | 2.77836 |
| 3  | 60 | 20      | 98.3333 | 80      | 40      | 40      | 2.75278 |
| 4  | 81 | 20.9877 | 97.5309 | 66.6667 | 28.3951 | 38.2716 | 2.55787 |
| 5  | 64 | 17.1875 | 98.4375 | 76.5625 | 32.8125 | 43.75   | 2.53906 |
| 6  | 45 | 24.4444 | 93.3333 | 77.7778 | 37.7778 | 40      | 2.63889 |
| 7  | 84 | 19.0476 | 95.2381 | 61.9048 | 25      | 36.9048 | 2.44048 |
| 8  | 33 | 21.2121 | 96.9697 | 93.9394 | 39.3939 | 54.5455 | 2.84993 |
| 9  | 40 | 25      | 100     | 80      | 35      | 45      | 2.825   |
| 10 | 76 | 27.6316 | 97.3684 | 65.7895 | 28.9474 | 36.8421 | 3.1652  |
| 11 | 47 | 25.5319 | 100     | 82.9787 | 36.1702 | 46.8085 | 2.92553 |
| 12 | 80 | 21.25   | 96.25   | 63.75   | 32.5    | 31.25   | 1.51875 |
| 13 | 98 | 15.3061 | 93.8776 | 63.2653 | 28.5714 | 34.6939 | 2.15603 |

**Tabela F.74.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 13C7

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 54 | 20.3704 | 92.5926 | 66.6667 | 22.2222 | 44.4444 | 2.7037  |
| 2  | 30 | 23.3333 | 96.6667 | 76.6667 | 33.3333 | 43.3333 | 2.63817 |
| 3  | 43 | 20.9302 | 95.3488 | 58.1395 | 39.5349 | 18.6047 | 2.40964 |
| 4  | 53 | 26.4151 | 92.4528 | 62.2642 | 28.3019 | 33.9623 | 2.53538 |
| 5  | 21 | 52.381  | 100     | 52.381  | 14.2857 | 38.0952 | 3.08201 |
| 6  | 37 | 29.7297 | 83.7838 | 70.2703 | 29.7297 | 40.5405 | 2.47466 |
| 7  | 53 | 33.9623 | 98.1132 | 60.3774 | 28.3019 | 32.0755 | 2.83019 |
| 8  | 56 | 26.7857 | 89.2857 | 66.0714 | 33.9286 | 32.1429 | 2.31611 |
| 9  | 56 | 28.5714 | 80.3571 | 62.5    | 28.5714 | 33.9286 | 2.25893 |
| 10 | 17 | 35.2941 | 82.3529 | 64.7059 | 23.5294 | 41.1765 | 3.27614 |
| 11 | 61 | 19.6721 | 93.4426 | 57.377  | 26.2295 | 31.1475 | 2.3429  |
| 12 | 34 | 29.4118 | 97.0588 | 76.4706 | 32.3529 | 44.1176 | 2.06565 |
| 13 | 87 | 16.092  | 91.954  | 51.7241 | 26.4368 | 25.2874 | 1.94739 |

**Tabela F.75.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C1

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC      |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1  | 54  | 25.9259 | 94.4444 | 62.963  | 31.4815 | 31.4815 | 2.875    |
| 2  | 74  | 18.9189 | 91.8919 | 55.4054 | 27.027  | 28.3784 | 2.08689  |
| 3  | 12  | 25      | 100     | 75      | 50      | 25      | 2.85937  |
| 4  | 82  | 19.5122 | 86.5854 | 51.2195 | 31.7073 | 19.5122 | 2.10556  |
| 5  | 51  | 23.5294 | 98.0392 | 62.7451 | 39.2157 | 23.5294 | 2.47821  |
| 6  | 42  | 26.1905 | 95.2381 | 76.1905 | 40.4762 | 35.7143 | 2.69345  |
| 7  | 79  | 18.9873 | 88.6076 | 50.6329 | 27.8481 | 22.7848 | 2.21519  |
| 8  | 62  | 22.5806 | 98.3871 | 59.6774 | 41.9355 | 17.7419 | 2.32815  |
| 9  | 22  | 31.8182 | 95.4545 | 68.1818 | 22.7273 | 45.4545 | 2.72727  |
| 10 | 90  | 18.8889 | 84.4444 | 48.8889 | 28.8889 | 20      | 2.43621  |
| 11 | 35  | 22.8571 | 91.4286 | 62.8571 | 25.7143 | 37.1429 | 2.45536  |
| 12 | 86  | 19.7674 | 88.3721 | 48.8372 | 24.4186 | 24.4186 | 0.758721 |
| 13 | 88  | 20.4545 | 86.3636 | 51.1364 | 25      | 26.1364 | 1.86829  |
| 14 | 101 | 17.8218 | 87.1287 | 50.495  | 27.7228 | 22.7723 | 2.2786   |

**Tabela F.76.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C2

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 91  | 20.8791 | 89.011  | 56.044  | 29.6703 | 26.3736 | 2.54396 |
| 2  | 47  | 36.1702 | 100     | 76.5957 | 34.0426 | 42.5532 | 3.02566 |
| 3  | 79  | 21.519  | 92.4051 | 64.557  | 37.9747 | 26.5823 | 2.4553  |
| 4  | 15  | 33.3333 | 100     | 86.6667 | 40      | 46.6667 | 3.16667 |
| 5  | 120 | 18.3333 | 85.8333 | 60.8333 | 33.3333 | 27.5    | 2.06481 |
| 6  | 49  | 22.449  | 95.9184 | 85.7143 | 38.7755 | 46.9388 | 2.76148 |
| 7  | 38  | 28.9474 | 94.7368 | 86.8421 | 36.8421 | 50      | 2.99342 |
| 8  | 11  | 18.1818 | 90.9091 | 81.8182 | 45.4545 | 36.3636 | 2.41342 |
| 9  | 56  | 21.4286 | 96.4286 | 78.5714 | 37.5    | 41.0714 | 2.64286 |
| 10 | 73  | 27.3973 | 95.8904 | 73.9726 | 41.0959 | 32.8767 | 3.23947 |
| 11 | 67  | 22.3881 | 97.0149 | 70.1493 | 29.8507 | 40.2985 | 2.63371 |
| 12 | 33  | 24.2424 | 90.9091 | 81.8182 | 51.5152 | 30.303  | 1.66721 |
| 13 | 59  | 18.6441 | 94.9153 | 72.8814 | 40.678  | 32.2034 | 2.41153 |
| 14 | 85  | 20      | 95.2941 | 67.0588 | 31.7647 | 35.2941 | 2.68301 |

**Tabela F.77.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 23 | 39.1304 | 91.3043 | 47.8261 | 17.3913 | 30.4348 | 3.1087  |
| 2  | 32 | 28.125  | 96.875  | 87.5    | 40.625  | 46.875  | 2.93744 |
| 3  | 33 | 30.303  | 100     | 78.7879 | 27.2727 | 51.5152 | 3.06345 |
| 4  | 77 | 22.0779 | 100     | 58.4416 | 20.7792 | 37.6623 | 2.53247 |
| 5  | 74 | 24.3243 | 97.2973 | 59.4595 | 20.2703 | 39.1892 | 2.43243 |
| 6  | 70 | 25.7143 | 100     | 67.1429 | 22.8571 | 44.2857 | 2.62946 |
| 7  | 65 | 18.4615 | 84.6154 | 41.5385 | 23.0769 | 18.4615 | 0       |
| 8  | 87 | 22.9885 | 93.1034 | 52.8736 | 24.1379 | 28.7356 | 2.08881 |
| 9  | 21 | 38.0952 | 100     | 80.9524 | 28.5714 | 52.381  | 3.16667 |
| 10 | 25 | 40      | 100     | 84      | 36      | 48      | 3.92963 |
| 11 | 60 | 23.3333 | 96.6667 | 68.3333 | 30      | 38.3333 | 2.62847 |
| 12 | 88 | 20.4545 | 92.0455 | 54.5455 | 25      | 29.5455 | 1.08665 |
| 13 | 31 | 32.2581 | 96.7742 | 80.6452 | 32.2581 | 48.3871 | 2.92361 |
| 14 | 50 | 30      | 98      | 66      | 32      | 34      | 3.04444 |

**Tabela F.78.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 19 | 42.1053 | 94.7368 | 68.4211 | 47.3684 | 21.0526 | 3.51316 |
| 2  | 68 | 19.1176 | 86.7647 | 47.0588 | 29.4118 | 17.6471 | 1.8527  |
| 3  | 63 | 20.6349 | 95.2381 | 49.2063 | 30.1587 | 19.0476 | 2.27331 |
| 4  | 63 | 20.6349 | 92.0635 | 52.381  | 33.3333 | 19.0476 | 2.25942 |
| 5  | 48 | 18.75   | 97.9167 | 52.0833 | 29.1667 | 22.9167 | 2.19329 |
| 6  | 43 | 18.6047 | 97.6744 | 67.4419 | 32.5581 | 34.8837 | 2.41279 |
| 7  | 23 | 34.7826 | 100     | 73.913  | 39.1304 | 34.7826 | 3.04348 |
| 8  | 65 | 18.4615 | 90.7692 | 49.2308 | 23.0769 | 26.1538 | 1.8544  |
| 9  | 32 | 25      | 100     | 75      | 43.75   | 31.25   | 2.75    |
| 10 | 62 | 20.9677 | 91.9355 | 53.2258 | 24.1935 | 29.0323 | 2.66876 |
| 11 | 19 | 21.0526 | 84.2105 | 52.6316 | 31.5789 | 21.0526 | 0       |
| 12 | 39 | 28.2051 | 100     | 61.5385 | 35.8974 | 25.641  | 1.875   |
| 13 | 41 | 14.6341 | 100     | 58.5366 | 26.8293 | 31.7073 | 2.26782 |
| 14 | 67 | 19.403  | 91.0448 | 52.2388 | 28.3582 | 23.8806 | 2.41294 |

**Tabela F.79.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 65 | 24.6154 | 98.4615 | 67.6923 | 32.3077 | 35.3846 | 2.93846 |
| 2  | 33 | 33.3333 | 93.9394 | 84.8485 | 42.4242 | 42.4242 | 2.96513 |
| 3  | 79 | 18.9873 | 98.7342 | 59.4937 | 29.1139 | 30.3797 | 2.44396 |
| 4  | 38 | 26.3158 | 97.3684 | 84.2105 | 34.2105 | 50      | 2.90707 |
| 5  | 81 | 19.7531 | 96.2963 | 60.4938 | 24.6914 | 35.8025 | 2.3131  |
| 6  | 30 | 23.3333 | 100     | 76.6667 | 30      | 46.6667 | 2.71875 |
| 7  | 74 | 17.5676 | 93.2432 | 62.1622 | 27.027  | 35.1351 | 2.38176 |
| 8  | 75 | 25.3333 | 98.6667 | 60      | 28      | 32      | 2.40952 |
| 9  | 56 | 23.2143 | 96.4286 | 66.0714 | 37.5    | 28.5714 | 2.5     |
| 10 | 92 | 20.6522 | 93.4783 | 54.3478 | 26.087  | 28.2609 | 2.68921 |
| 11 | 57 | 21.0526 | 96.4912 | 70.1754 | 38.5965 | 31.5789 | 2.59137 |
| 12 | 46 | 26.087  | 97.8261 | 76.087  | 41.3043 | 34.7826 | 1.99379 |
| 13 | 37 | 21.6216 | 97.2973 | 72.973  | 37.8378 | 35.1351 | 2.56386 |
| 14 | 58 | 25.8621 | 94.8276 | 67.2414 | 25.8621 | 41.3793 | 2.87356 |

**Tabela F.80.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C6

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 6  | 33.3333 | 100     | 66.6667 | 66.6667 | 0       | 3.25    |
| 2  | 28 | 25      | 71.4286 | 60.7143 | 25      | 35.7143 | 1.90914 |
| 3  | 52 | 19.2308 | 80.7692 | 63.4615 | 26.9231 | 36.5385 | 2.13241 |
| 4  | 6  | 50      | 100     | 50      | 33.3333 | 16.6667 | 3.125   |
| 5  | 68 | 13.2353 | 89.7059 | 50      | 25      | 25      | 1.85253 |
| 6  | 55 | 20      | 80      | 63.6364 | 29.0909 | 34.5455 | 2.05682 |
| 7  | 38 | 18.4211 | 78.9474 | 65.7895 | 34.2105 | 31.5789 | 2.26974 |
| 8  | 43 | 23.2558 | 74.4186 | 72.093  | 27.907  | 44.186  | 1.96013 |
| 9  | 52 | 11.5385 | 96.1538 | 55.7692 | 26.9231 | 28.8462 | 2.04808 |
| 10 | 39 | 23.0769 | 94.8718 | 74.359  | 38.4615 | 35.8974 | 3.05556 |
| 11 | 46 | 23.913  | 78.2609 | 69.5652 | 32.6087 | 36.9565 | 2.33243 |
| 12 | 49 | 22.449  | 93.8776 | 71.4286 | 28.5714 | 42.8571 | 1.55576 |
| 13 | 49 | 16.3265 | 93.8776 | 53.0612 | 24.4898 | 28.5714 | 2.03437 |
| 14 | 23 | 21.7391 | 100     | 69.5652 | 34.7826 | 34.7826 | 2.8442  |

**Tabela F.81.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 14C7

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 102 | 20.5882 | 87.2549 | 52.9412 | 21.5686 | 31.3725 | 2.47304 |
| 2  | 84  | 20.2381 | 92.8571 | 57.1429 | 23.8095 | 33.3333 | 2.16759 |
| 3  | 54  | 25.9259 | 98.1481 | 66.6667 | 29.6296 | 37.037  | 2.72994 |
| 4  | 59  | 22.0339 | 91.5254 | 66.1017 | 28.8136 | 37.2881 | 2.45498 |
| 5  | 39  | 30.7692 | 94.8718 | 76.9231 | 48.7179 | 28.2051 | 2.80983 |
| 6  | 14  | 21.4286 | 85.7143 | 85.7143 | 35.7143 | 50      | 2.54464 |
| 7  | 72  | 20.8333 | 91.6667 | 56.9444 | 27.7778 | 29.1667 | 2.37847 |
| 8  | 37  | 32.4324 | 97.2973 | 75.6757 | 40.5405 | 35.1351 | 2.82336 |
| 9  | 26  | 34.6154 | 100     | 76.9231 | 30.7692 | 46.1538 | 3.01923 |
| 10 | 43  | 32.5581 | 95.3488 | 72.093  | 23.2558 | 48.8372 | 3.41947 |
| 11 | 79  | 22.7848 | 94.9367 | 56.962  | 30.3797 | 26.5823 | 2.44198 |
| 12 | 55  | 23.6364 | 98.1818 | 60      | 30.9091 | 29.0909 | 1.59318 |
| 13 | 60  | 28.3333 | 96.6667 | 63.3333 | 25      | 38.3333 | 2.57234 |
| 14 | 46  | 30.4348 | 93.4783 | 69.5652 | 32.6087 | 36.9565 | 3.03442 |

**Tabela F.82.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 31 | 45.1613 | 100     | 70.9677 | 32.2581 | 38.7097 | 3.71774 |
| 2  | 62 | 30.6452 | 100     | 59.6774 | 25.8065 | 33.871  | 2.61385 |
| 3  | 68 | 26.4706 | 98.5294 | 57.3529 | 19.1176 | 38.2353 | 2.6224  |
| 4  | 76 | 28.9474 | 97.3684 | 56.5789 | 25      | 31.5789 | 2.62747 |
| 5  | 48 | 37.5    | 100     | 75      | 29.1667 | 45.8333 | 3.05556 |
| 6  | 70 | 28.5714 | 100     | 61.4286 | 27.1429 | 34.2857 | 2.61161 |
| 7  | 56 | 35.7143 | 94.6429 | 64.2857 | 21.4286 | 42.8571 | 2.87946 |
| 8  | 39 | 30.7692 | 92.3077 | 71.7949 | 23.0769 | 48.7179 | 2.59005 |
| 9  | 41 | 31.7073 | 97.561  | 63.4146 | 26.8293 | 36.5854 | 2.69512 |
| 10 | 86 | 30.2326 | 89.5349 | 54.6512 | 24.4186 | 30.2326 | 3.03402 |
| 11 | 77 | 24.6753 | 96.1039 | 54.5455 | 20.7792 | 33.7662 | 2.47971 |
| 12 | 5  | 60      | 100     | 60      | 40      | 20      | 2.86429 |
| 13 | 84 | 22.619  | 94.0476 | 51.1905 | 20.2381 | 30.9524 | 2.17017 |
| 14 | 44 | 36.3636 | 95.4545 | 72.7273 | 29.5455 | 43.1818 | 3.30177 |
| 15 | 8  | 50      | 100     | 75      | 25      | 50      | 4.0625  |

**Tabela F.83.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 22 | 31.8182 | 100     | 77.2727 | 22.7273 | 54.5455 | 3.32955 |
| 2  | 50 | 26      | 96      | 72      | 46      | 26      | 2.61581 |
| 3  | 67 | 23.8806 | 100     | 74.6269 | 47.7612 | 26.8657 | 2.82229 |
| 4  | 14 | 28.5714 | 100     | 85.7143 | 57.1429 | 28.5714 | 3.03571 |
| 5  | 79 | 21.519  | 94.9367 | 54.4304 | 31.6456 | 22.7848 | 2.23629 |
| 6  | 57 | 26.3158 | 98.2456 | 73.6842 | 42.1053 | 31.5789 | 2.71382 |
| 7  | 47 | 31.9149 | 100     | 78.7234 | 46.8085 | 31.9149 | 3.03191 |
| 8  | 35 | 28.5714 | 100     | 85.7143 | 51.4286 | 34.2857 | 2.96769 |
| 9  | 78 | 24.359  | 98.7179 | 67.9487 | 35.8974 | 32.0513 | 2.60256 |
| 10 | 87 | 19.5402 | 96.5517 | 57.4713 | 34.4828 | 22.9885 | 2.72137 |
| 11 | 78 | 24.359  | 98.7179 | 67.9487 | 46.1538 | 21.7949 | 2.68563 |
| 12 | 67 | 20.8955 | 98.5075 | 74.6269 | 43.2836 | 31.3433 | 1.87687 |
| 13 | 79 | 21.519  | 97.4684 | 62.0253 | 32.9114 | 29.1139 | 2.40889 |
| 14 | 87 | 20.6897 | 98.8506 | 62.069  | 33.3333 | 28.7356 | 2.69796 |
| 15 | 68 | 23.5294 | 100     | 69.1176 | 36.7647 | 32.3529 | 2.99632 |

**Tabela F.84.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 7  | 42.8571 | 100     | 85.7143 | 28.5714 | 57.1429 | 3.82143 |
| 2  | 22 | 31.8182 | 95.4545 | 77.2727 | 27.2727 | 50      | 2.83548 |
| 3  | 77 | 20.7792 | 97.4026 | 58.4416 | 28.5714 | 29.8701 | 2.45238 |
| 4  | 42 | 28.5714 | 100     | 76.1905 | 35.7143 | 40.4762 | 2.91667 |
| 5  | 55 | 27.2727 | 100     | 69.0909 | 40      | 29.0909 | 2.7096  |
| 6  | 22 | 36.3636 | 100     | 81.8182 | 45.4545 | 36.3636 | 3.125   |
| 7  | 29 | 27.5862 | 96.5517 | 82.7586 | 31.0345 | 51.7241 | 2.93103 |
| 8  | 33 | 27.2727 | 100     | 84.8485 | 39.3939 | 45.4545 | 2.92027 |
| 9  | 68 | 22.0588 | 94.1176 | 63.2353 | 27.9412 | 35.2941 | 2.38235 |
| 10 | 74 | 20.2703 | 93.2432 | 52.7027 | 20.2703 | 32.4324 | 2.65015 |
| 11 | 53 | 24.5283 | 96.2264 | 71.6981 | 33.9623 | 37.7358 | 2.69261 |
| 12 | 40 | 30      | 100     | 77.5    | 37.5    | 40      | 2.27187 |
| 13 | 10 | 30      | 90      | 100     | 70      | 30      | 2.92857 |
| 14 | 83 | 21.6867 | 92.7711 | 56.6265 | 26.506  | 30.1205 | 2.57028 |
| 15 | 77 | 23.3766 | 96.1039 | 59.7403 | 31.1688 | 28.5714 | 2.82468 |

**Tabela F.85.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 42 | 26.1905 | 97.619  | 61.9048 | 30.9524 | 30.9524 | 2.91071 |
| 2  | 51 | 31.3725 | 98.0392 | 60.7843 | 35.2941 | 25.4902 | 2.61011 |
| 3  | 19 | 26.3158 | 100     | 68.4211 | 21.0526 | 47.3684 | 2.80428 |
| 4  | 76 | 22.3684 | 94.7368 | 51.3158 | 18.4211 | 32.8947 | 2.34375 |
| 5  | 65 | 27.6923 | 98.4615 | 50.7692 | 20      | 30.7692 | 2.40812 |
| 6  | 79 | 24.0506 | 93.6709 | 51.8987 | 21.519  | 30.3797 | 2.23101 |
| 7  | 73 | 24.6575 | 93.1507 | 50.6849 | 24.6575 | 26.0274 | 2.41438 |
| 8  | 22 | 40.9091 | 100     | 81.8182 | 40.9091 | 40.9091 | 3.20887 |
| 9  | 77 | 23.3766 | 93.5065 | 48.0519 | 22.0779 | 25.974  | 2.17532 |
| 10 | 73 | 24.6575 | 90.411  | 54.7945 | 28.7671 | 26.0274 | 2.81963 |
| 11 | 18 | 33.3333 | 100     | 77.7778 | 55.5556 | 22.2222 | 3.05556 |
| 12 | 10 | 30      | 100     | 100     | 70      | 30      | 2.75    |
| 13 | 38 | 28.9474 | 100     | 68.4211 | 18.4211 | 50      | 2.76822 |
| 14 | 51 | 33.3333 | 98.0392 | 70.5882 | 37.2549 | 33.3333 | 3.21351 |
| 15 | 40 | 35      | 95      | 67.5    | 42.5    | 25      | 3.34375 |

**Tabela F.86.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC      |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1  | 9  | 33.3333 | 88.8889 | 88.8889 | 55.5556 | 33.3333 | 3.38889  |
| 2  | 18 | 33.3333 | 100     | 83.3333 | 50      | 33.3333 | 3.06373  |
| 3  | 64 | 18.75   | 98.4375 | 64.0625 | 29.6875 | 34.375  | 2.49528  |
| 4  | 71 | 15.493  | 94.3662 | 57.7465 | 30.9859 | 26.7606 | 2.24472  |
| 5  | 27 | 25.9259 | 96.2963 | 88.8889 | 40.7407 | 48.1481 | 2.90123  |
| 6  | 70 | 17.1429 | 97.1429 | 55.7143 | 30      | 25.7143 | 2.18304  |
| 7  | 18 | 27.7778 | 100     | 77.7778 | 50      | 27.7778 | 2.91667  |
| 8  | 38 | 21.0526 | 97.3684 | 76.3158 | 47.3684 | 28.9474 | 2.55169  |
| 9  | 68 | 19.1176 | 98.5294 | 60.2941 | 30.8824 | 29.4118 | 2.35294  |
| 10 | 38 | 15.7895 | 97.3684 | 81.5789 | 42.1053 | 39.4737 | 2.88012  |
| 11 | 38 | 15.7895 | 97.3684 | 68.4211 | 34.2105 | 34.2105 | 2.4534   |
| 12 | 79 | 13.9241 | 88.6076 | 54.4304 | 29.1139 | 25.3165 | 0.890823 |
| 13 | 40 | 12.5    | 77.5    | 42.5    | 27.5    | 15      | 0        |
| 14 | 64 | 14.0625 | 96.875  | 56.25   | 23.4375 | 32.8125 | 2.37413  |
| 15 | 76 | 15.7895 | 92.1053 | 56.5789 | 26.3158 | 30.2632 | 2.45066  |

**Tabela F.87.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C6

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 57 | 21.0526 | 89.4737 | 57.8947 | 22.807  | 35.0877 | 2.57895 |
| 2  | 61 | 13.1148 | 88.5246 | 57.377  | 27.8689 | 29.5082 | 1.90529 |
| 3  | 66 | 15.1515 | 90.9091 | 51.5152 | 24.2424 | 27.2727 | 2.05966 |
| 4  | 29 | 37.931  | 86.2069 | 68.9655 | 37.931  | 31.0345 | 2.78017 |
| 5  | 66 | 21.2121 | 89.3939 | 51.5152 | 27.2727 | 24.2424 | 2.0686  |
| 6  | 26 | 15.3846 | 88.4615 | 80.7692 | 46.1538 | 34.6154 | 2.36779 |
| 7  | 6  | 33.3333 | 83.3333 | 33.3333 | 16.6667 | 16.6667 | 2.29167 |
| 8  | 13 | 15.3846 | 92.3077 | 76.9231 | 53.8462 | 23.0769 | 2.29396 |
| 9  | 49 | 26.5306 | 91.8367 | 53.0612 | 18.3673 | 34.6939 | 2.29592 |
| 10 | 32 | 31.25   | 87.5    | 65.625  | 37.5    | 28.125  | 3.18721 |
| 11 | 58 | 15.5172 | 87.931  | 53.4483 | 22.4138 | 31.0345 | 2.09231 |
| 12 | 59 | 25.4237 | 93.2203 | 69.4915 | 32.2034 | 37.2881 | 1.57324 |
| 13 | 39 | 28.2051 | 89.7436 | 79.4872 | 28.2051 | 51.2821 | 2.5796  |
| 14 | 17 | 41.1765 | 94.1176 | 52.9412 | 35.2941 | 17.6471 | 3.19444 |
| 15 | 35 | 31.4286 | 80      | 62.8571 | 31.4286 | 31.4286 | 2.96429 |

**Tabela F.88.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 15C7

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 82  | 25.6098 | 95.122  | 59.7561 | 34.1463 | 25.6098 | 2.83232 |
| 2  | 9   | 22.2222 | 100     | 88.8889 | 33.3333 | 55.5556 | 2.87582 |
| 3  | 26  | 34.6154 | 100     | 100     | 57.6923 | 42.3077 | 3.48437 |
| 4  | 37  | 29.7297 | 100     | 81.0811 | 45.9459 | 35.1351 | 3.00676 |
| 5  | 42  | 28.5714 | 97.619  | 80.9524 | 35.7143 | 45.2381 | 2.87368 |
| 6  | 70  | 21.4286 | 95.7143 | 67.1429 | 35.7143 | 31.4286 | 2.44196 |
| 7  | 18  | 38.8889 | 100     | 94.4444 | 61.1111 | 33.3333 | 3.40278 |
| 8  | 24  | 25      | 100     | 95.8333 | 66.6667 | 29.1667 | 3.05308 |
| 9  | 22  | 27.2727 | 95.4545 | 81.8182 | 50      | 31.8182 | 2.81818 |
| 10 | 38  | 31.5789 | 100     | 81.5789 | 39.4737 | 42.1053 | 3.55629 |
| 11 | 51  | 25.4902 | 100     | 70.5882 | 31.3725 | 39.2157 | 2.76961 |
| 12 | 48  | 27.0833 | 97.9167 | 75      | 37.5    | 37.5    | 2.00781 |
| 13 | 13  | 38.4615 | 100     | 92.3077 | 69.2308 | 23.0769 | 3.35059 |
| 14 | 101 | 20.7921 | 89.1089 | 58.4158 | 29.703  | 28.7129 | 2.50688 |
| 15 | 88  | 21.5909 | 90.9091 | 59.0909 | 28.4091 | 30.6818 | 2.68466 |



**Tabela F.89.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C1

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 39 | 30.7692 | 100     | 71.7949 | 41.0256 | 30.7692 | 3.22436 |
| 2  | 30 | 30      | 100     | 73.3333 | 43.3333 | 30      | 2.81863 |
| 3  | 42 | 33.3333 | 100     | 69.0476 | 40.4762 | 28.5714 | 3.01265 |
| 4  | 33 | 24.2424 | 100     | 66.6667 | 36.3636 | 30.303  | 2.68939 |
| 5  | 81 | 18.5185 | 90.1235 | 51.8519 | 25.9259 | 25.9259 | 2.0216  |
| 6  | 36 | 33.3333 | 97.2222 | 63.8889 | 30.5556 | 33.3333 | 2.71701 |
| 7  | 38 | 34.2105 | 94.7368 | 76.3158 | 42.1053 | 34.2105 | 2.99342 |
| 8  | 44 | 27.2727 | 97.7273 | 61.3636 | 40.9091 | 20.4545 | 2.45806 |
| 9  | 68 | 20.5882 | 95.5882 | 52.9412 | 27.9412 | 25      | 2.22059 |
| 10 | 76 | 19.7368 | 94.7368 | 51.3158 | 23.6842 | 27.6316 | 2.62975 |
| 11 | 41 | 31.7073 | 97.561  | 63.4146 | 31.7073 | 31.7073 | 2.79217 |
| 12 | 7  | 42.8571 | 100     | 71.4286 | 28.5714 | 42.8571 | 2.55612 |
| 13 | 41 | 26.8293 | 100     | 70.7317 | 34.1463 | 36.5854 | 2.74859 |
| 14 | 72 | 18.0556 | 91.6667 | 48.6111 | 26.3889 | 22.2222 | 2.33218 |
| 15 | 33 | 33.3333 | 96.9697 | 75.7576 | 45.4545 | 30.303  | 3.40909 |
| 16 | 72 | 16.6667 | 94.4444 | 51.3889 | 27.7778 | 23.6111 | 2.25935 |

**Tabela F.90.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C2

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 18 | 27.7778 | 94.4444 | 77.7778 | 55.5556 | 22.2222 | 3.125   |
| 2  | 12 | 33.3333 | 75      | 66.6667 | 25      | 41.6667 | 2.28631 |
| 3  | 14 | 21.4286 | 100     | 85.7143 | 42.8571 | 42.8571 | 2.90848 |
| 4  | 78 | 16.6667 | 91.0256 | 55.1282 | 37.1795 | 17.9487 | 2.17348 |
| 5  | 60 | 18.3333 | 95      | 60      | 38.3333 | 21.6667 | 2.24306 |
| 6  | 69 | 18.8406 | 95.6522 | 60.8696 | 40.5797 | 20.2899 | 2.27808 |
| 7  | 40 | 20      | 100     | 62.5    | 32.5    | 30      | 2.53125 |
| 8  | 19 | 36.8421 | 100     | 68.4211 | 36.8421 | 31.5789 | 2.87594 |
| 9  | 62 | 19.3548 | 93.5484 | 54.8387 | 37.0968 | 17.7419 | 2.17742 |
| 10 | 32 | 21.875  | 90.625  | 90.625  | 68.75   | 21.875  | 3.15683 |
| 11 | 61 | 22.9508 | 75.4098 | 70.4918 | 37.7049 | 32.7869 | 2.26947 |
| 12 | 54 | 24.0741 | 94.4444 | 75.9259 | 50      | 25.9259 | 1.73545 |
| 13 | 58 | 22.4138 | 91.3793 | 58.6207 | 43.1034 | 15.5172 | 2.18643 |
| 14 | 83 | 18.0723 | 87.9518 | 55.4217 | 33.7349 | 21.6867 | 2.36111 |
| 15 | 78 | 19.2308 | 92.3077 | 53.8462 | 30.7692 | 23.0769 | 2.54808 |
| 16 | 43 | 18.6047 | 79.0698 | 76.7442 | 48.8372 | 27.907  | 2.38465 |

**Tabela F.91.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C3

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 25 | 28      | 100     | 84      | 48      | 36      | 3.28    |
| 2  | 33 | 24.2424 | 93.9394 | 75.7576 | 51.5152 | 24.2424 | 2.5908  |
| 3  | 63 | 19.0476 | 98.4127 | 71.4286 | 33.3333 | 38.0952 | 2.60681 |
| 4  | 8  | 50      | 100     | 62.5    | 62.5    | 0       | 3.28125 |
| 5  | 89 | 19.1011 | 94.382  | 55.0562 | 34.8315 | 20.2247 | 2.17385 |
| 6  | 45 | 20      | 100     | 84.4444 | 44.4444 | 40      | 2.75694 |
| 7  | 46 | 21.7391 | 95.6522 | 71.7391 | 36.9565 | 34.7826 | 2.63587 |
| 8  | 22 | 22.7273 | 95.4545 | 72.7273 | 36.3636 | 36.3636 | 2.48377 |
| 9  | 24 | 20.8333 | 95.8333 | 83.3333 | 45.8333 | 37.5    | 2.6875  |
| 10 | 83 | 18.0723 | 92.7711 | 63.8554 | 33.7349 | 30.1205 | 2.69411 |
| 11 | 66 | 19.697  | 95.4545 | 63.6364 | 37.8788 | 25.7576 | 2.45739 |
| 12 | 51 | 19.6078 | 98.0392 | 80.3922 | 50.9804 | 29.4118 | 1.97304 |
| 13 | 69 | 17.3913 | 98.5507 | 63.7681 | 34.7826 | 28.9855 | 2.36562 |
| 14 | 71 | 19.7183 | 95.7746 | 64.7887 | 36.6197 | 28.169  | 2.65258 |
| 15 | 46 | 23.913  | 97.8261 | 71.7391 | 36.9565 | 34.7826 | 3.0163  |
| 16 | 58 | 20.6897 | 98.2759 | 67.2414 | 46.5517 | 20.6897 | 2.62838 |

**Tabela F.92.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C4

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 59 | 27.1186 | 98.3051 | 66.1017 | 38.9831 | 27.1186 | 3.00424 |
| 2  | 45 | 8.88889 | 82.2222 | 55.5556 | 35.5556 | 20      | 0       |
| 3  | 68 | 26.4706 | 97.0588 | 63.2353 | 33.8235 | 29.4118 | 2.67448 |
| 4  | 80 | 21.25   | 97.5    | 58.75   | 31.25   | 27.5    | 2.46484 |
| 5  | 51 | 25.4902 | 94.1176 | 66.6667 | 31.3725 | 35.2941 | 2.50545 |
| 6  | 20 | 30      | 100     | 80      | 40      | 40      | 2.9375  |
| 7  | 29 | 31.0345 | 100     | 86.2069 | 48.2759 | 37.931  | 3.10345 |
| 8  | 62 | 24.1935 | 93.5484 | 64.5161 | 35.4839 | 29.0323 | 2.33103 |
| 9  | 83 | 22.8916 | 93.9759 | 56.6265 | 27.7108 | 28.9157 | 2.3012  |
| 10 | 32 | 25      | 96.875  | 78.125  | 25      | 53.125  | 3.20602 |
| 11 | 10 | 40      | 100     | 90      | 50      | 40      | 3.375   |
| 12 | 65 | 24.6154 | 98.4615 | 64.6154 | 36.9231 | 27.6923 | 1.73846 |
| 13 | 34 | 23.5294 | 97.0588 | 76.4706 | 29.4118 | 47.0588 | 2.65433 |
| 14 | 60 | 25      | 100     | 58.3333 | 30      | 28.3333 | 2.8125  |
| 15 | 35 | 34.2857 | 94.2857 | 71.4286 | 34.2857 | 37.1429 | 3.35714 |
| 16 | 55 | 23.6364 | 98.1818 | 69.0909 | 38.1818 | 30.9091 | 2.73051 |

**Tabela F.93.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C5

| C  | P  | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 18 | 27.7778 | 94.4444 | 77.7778 | 55.5556 | 22.2222 | 3.125   |
| 2  | 12 | 33.3333 | 75      | 66.6667 | 25      | 41.6667 | 2.28631 |
| 3  | 14 | 21.4286 | 100     | 85.7143 | 42.8571 | 42.8571 | 2.90848 |
| 4  | 78 | 16.6667 | 91.0256 | 55.1282 | 37.1795 | 17.9487 | 2.17348 |
| 5  | 60 | 18.3333 | 95      | 60      | 38.3333 | 21.6667 | 2.24306 |
| 6  | 69 | 18.8406 | 95.6522 | 60.8696 | 40.5797 | 20.2899 | 2.27808 |
| 7  | 40 | 20      | 100     | 62.5    | 32.5    | 30      | 2.53125 |
| 8  | 19 | 36.8421 | 100     | 68.4211 | 36.8421 | 31.5789 | 2.87594 |
| 9  | 62 | 19.3548 | 93.5484 | 54.8387 | 37.0968 | 17.7419 | 2.17742 |
| 10 | 32 | 21.875  | 90.625  | 90.625  | 68.75   | 21.875  | 3.15683 |
| 11 | 61 | 22.9508 | 75.4098 | 70.4918 | 37.7049 | 32.7869 | 2.26947 |
| 12 | 54 | 24.0741 | 94.4444 | 75.9259 | 50      | 25.9259 | 1.73545 |
| 13 | 58 | 22.4138 | 91.3793 | 58.6207 | 43.1034 | 15.5172 | 2.18643 |
| 14 | 83 | 18.0723 | 87.9518 | 55.4217 | 33.7349 | 21.6867 | 2.36111 |
| 15 | 78 | 19.2308 | 92.3077 | 53.8462 | 30.7692 | 23.0769 | 2.54808 |
| 16 | 43 | 18.6047 | 79.0698 | 76.7442 | 48.8372 | 27.907  | 2.38465 |

**Tabela F.94.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C6

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 106 | 18.8679 | 87.7358 | 55.6604 | 21.6981 | 33.9623 | 2.45283 |
| 2  | 25  | 36      | 96      | 88      | 40      | 48      | 3.12463 |
| 3  | 74  | 24.3243 | 98.6486 | 58.1081 | 21.6216 | 36.4865 | 2.57447 |
| 4  | 74  | 25.6757 | 97.2973 | 56.7568 | 25.6757 | 31.0811 | 2.54645 |
| 5  | 46  | 30.4348 | 93.4783 | 76.087  | 32.6087 | 43.4783 | 2.75966 |
| 6  | 54  | 29.6296 | 92.5926 | 68.5185 | 25.9259 | 42.5926 | 2.60995 |
| 7  | 75  | 22.6667 | 98.6667 | 58.6667 | 25.3333 | 33.3333 | 2.53333 |
| 8  | 30  | 33.3333 | 93.3333 | 83.3333 | 36.6667 | 46.6667 | 2.87897 |
| 9  | 67  | 22.3881 | 95.5224 | 55.2239 | 20.8955 | 34.3284 | 2.29851 |
| 10 | 10  | 50      | 90      | 60      | 20      | 40      | 3.91204 |
| 11 | 13  | 53.8462 | 100     | 76.9231 | 38.4615 | 38.4615 | 3.55769 |
| 12 | 6   | 33.3333 | 100     | 66.6667 | 50      | 16.6667 | 2.14881 |
| 13 | 81  | 20.9877 | 93.8272 | 58.0247 | 22.2222 | 35.8025 | 2.22087 |
| 14 | 59  | 25.4237 | 98.3051 | 62.7119 | 27.1186 | 35.5932 | 2.85546 |
| 15 | 33  | 33.3333 | 96.9697 | 75.7576 | 39.3939 | 36.3636 | 3.40909 |
| 16 | 13  | 38.4615 | 100     | 100     | 53.8462 | 46.1538 | 3.55086 |

**Tabela F.95.** Resultados obtidos com o modelo não linear inteiro para a instância geradas aleatoriamente 16C7

| C  | P   | %Doc    | %MSc    | %RT     | %TI     | %TP     | CPC     |
|----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 15  | 53.3333 | 100     | 86.6667 | 66.6667 | 20      | 4.2     |
| 2  | 71  | 26.7606 | 98.5915 | 69.0141 | 33.8028 | 35.2113 | 2.63916 |
| 3  | 63  | 23.8095 | 98.4127 | 69.8413 | 41.2698 | 28.5714 | 2.71991 |
| 4  | 104 | 25      | 87.5    | 57.6923 | 29.8077 | 27.8846 | 2.34225 |
| 5  | 22  | 36.3636 | 100     | 86.3636 | 45.4545 | 40.9091 | 3.20076 |
| 6  | 31  | 32.2581 | 100     | 87.0968 | 45.1613 | 41.9355 | 3.10484 |
| 7  | 21  | 52.381  | 100     | 71.4286 | 42.8571 | 28.5714 | 3.45238 |
| 8  | 76  | 21.0526 | 94.7368 | 61.8421 | 26.3158 | 35.5263 | 2.23606 |
| 9  | 78  | 21.7949 | 97.4359 | 64.1026 | 32.0513 | 32.0513 | 2.45513 |
| 10 | 44  | 38.6364 | 95.4545 | 77.2727 | 50      | 27.2727 | 3.73316 |
| 11 | 92  | 23.913  | 89.1304 | 58.6957 | 30.4348 | 28.2609 | 2.38904 |
| 12 | 73  | 26.0274 | 98.6301 | 71.2329 | 36.9863 | 34.2466 | 1.93395 |
| 13 | 29  | 24.1379 | 96.5517 | 79.3103 | 34.4828 | 44.8276 | 2.6942  |
| 14 | 65  | 26.1538 | 95.3846 | 72.3077 | 29.2308 | 43.0769 | 2.95513 |
| 15 | 56  | 30.3571 | 94.6429 | 73.2143 | 33.9286 | 39.2857 | 3.23661 |
| 16 | 45  | 33.3333 | 95.5556 | 73.3333 | 40      | 33.3333 | 3.00671 |

## Apêndice G

**Apresentação analítica dos dados relativos às instâncias geradas aleatoriamente de 5 a 50 cursos e dos resultados obtidos nos experimentos computacionais**

Nesse apêndice são apresentados os resultados, de forma analítica, para as instâncias que foram geradas aleatoriamente de 5 a 50 cursos.

**Tabela G.1.** Síntese das características da indicação docente das instâncias geradas aleatoriamente com 60, 65, 70 e 75 cursos

| Instância | <i>P</i> | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 60c1      | 831      | 19,37 | 83,15 | 25,15 | 24,55 |
| 60c2      | 543      | 19,34 | 83,98 | 23,94 | 27,07 |
| 60c3      | 830      | 19,76 | 85,78 | 26,51 | 23,13 |
| 60c4      | 750      | 19,87 | 84,13 | 23,07 | 24,93 |
| 60c5      | 856      | 18,57 | 83,29 | 24,42 | 26,17 |
| 60c6      | 781      | 16,90 | 83,35 | 25,74 | 25,48 |
| 60c7      | 736      | 19,84 | 83,97 | 23,10 | 22,69 |
| 60c8      | 546      | 19,60 | 82,05 | 28,02 | 25,27 |
| 60c9      | 911      | 18,88 | 84,85 | 28,65 | 23,38 |
| 60c10     | 831      | 22,02 | 85,08 | 27,32 | 23,83 |
| 65c1      | 833      | 18,25 | 83,55 | 24,01 | 23,77 |
| 65c2      | 751      | 15,05 | 81,89 | 26,63 | 22,64 |
| 65c3      | 800      | 19,75 | 82,75 | 24,38 | 24,50 |
| 65c4      | 719      | 18,22 | 84,28 | 25,73 | 25,31 |
| 65c5      | 595      | 17,14 | 84,71 | 23,70 | 25,38 |
| 65c6      | 766      | 19,71 | 85,51 | 26,63 | 27,28 |
| 65c7      | 737      | 20,90 | 84,53 | 26,19 | 22,12 |
| 65c8      | 751      | 20,37 | 84,55 | 25,97 | 21,97 |
| 65c9      | 823      | 22,11 | 83,23 | 24,54 | 26,49 |
| 65c10     | 773      | 19,53 | 83,83 | 24,19 | 26,00 |
| 70c1      | 950      | 20,00 | 84,32 | 25,37 | 24,42 |
| 70c2      | 1109     | 18,03 | 84,04 | 23,99 | 25,61 |
| 70c3      | 999      | 16,92 | 82,78 | 25,73 | 23,72 |
| 70c4      | 958      | 20,77 | 84,86 | 26,30 | 23,59 |
| 70c5      | 930      | 21,08 | 81,83 | 26,45 | 22,80 |
| 70c6      | 784      | 19,90 | 84,06 | 23,60 | 23,72 |
| 70c7      | 718      | 19,50 | 86,21 | 24,93 | 24,37 |
| 70c8      | 704      | 19,74 | 83,95 | 25,28 | 28,41 |
| 70c9      | 781      | 21,13 | 83,61 | 23,82 | 25,86 |
| 70c10     | 984      | 17,07 | 84,35 | 24,29 | 25,20 |
| 75c1      | 758      | 21,77 | 85,49 | 24,80 | 25,46 |
| 75c2      | 893      | 19,71 | 85,44 | 22,17 | 25,53 |
| 75c3      | 1055     | 19,24 | 84,74 | 22,27 | 27,20 |
| 75c4      | 853      | 20,40 | 84,99 | 25,56 | 25,79 |
| 75c5      | 835      | 17,37 | 83,23 | 24,07 | 22,87 |
| 75c6      | 940      | 18,51 | 81,60 | 26,49 | 23,30 |
| 75c7      | 842      | 18,53 | 85,51 | 23,04 | 24,23 |
| 75c8      | 1197     | 18,13 | 82,46 | 25,56 | 24,90 |
| 75c9      | 735      | 18,23 | 83,95 | 25,31 | 24,90 |
| 75c10     | 809      | 19,04 | 84,18 | 26,33 | 22,99 |

**Tabela G.2.** Síntese das características da indicação docente das instâncias geradas aleatoriamente com 80, 85, 90 e 95 cursos

| Instância | $P$  | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 80c1      | 1154 | 18,20 | 83,80 | 24,09 | 25,13 |
| 80c2      | 884  | 17,87 | 84,16 | 26,02 | 27,26 |
| 80c3      | 1099 | 17,65 | 84,26 | 23,02 | 24,39 |
| 80c4      | 837  | 18,88 | 83,39 | 24,01 | 21,98 |
| 80c5      | 782  | 20,33 | 86,70 | 26,34 | 24,81 |
| 80c6      | 1184 | 17,99 | 84,04 | 25,08 | 22,47 |
| 80c7      | 1303 | 17,81 | 83,12 | 25,71 | 25,48 |
| 80c8      | 909  | 17,71 | 81,52 | 22,66 | 26,95 |
| 80c9      | 829  | 18,21 | 84,92 | 24,97 | 25,69 |
| 80c10     | 1291 | 18,67 | 85,13 | 26,49 | 24,24 |
| 85c1      | 983  | 20,45 | 83,32 | 22,69 | 24,82 |
| 85c2      | 830  | 17,83 | 84,58 | 25,78 | 25,42 |
| 85c3      | 1091 | 19,25 | 83,50 | 25,11 | 23,01 |
| 85c4      | 1309 | 19,40 | 85,79 | 24,14 | 25,67 |
| 85c5      | 1283 | 17,54 | 83,32 | 23,38 | 26,89 |
| 85c6      | 858  | 19,00 | 84,73 | 25,29 | 24,83 |
| 85c7      | 1186 | 19,22 | 83,98 | 26,98 | 25,30 |
| 85c8      | 1213 | 17,97 | 83,92 | 26,30 | 25,47 |
| 85c9      | 1153 | 16,65 | 85,00 | 25,76 | 25,33 |
| 85c10     | 822  | 18,49 | 82,36 | 26,16 | 23,24 |
| 90c1      | 1218 | 18,56 | 83,66 | 27,75 | 23,23 |
| 90c2      | 1388 | 19,96 | 84,73 | 24,57 | 25,79 |
| 90c3      | 1073 | 19,94 | 84,16 | 26,10 | 23,67 |
| 90c4      | 948  | 18,35 | 84,81 | 24,47 | 24,16 |
| 90c5      | 1311 | 19,45 | 85,13 | 27,38 | 24,18 |
| 90c6      | 1125 | 17,16 | 83,29 | 24,09 | 24,27 |
| 90c7      | 951  | 18,40 | 83,07 | 24,61 | 27,55 |
| 90c8      | 826  | 16,95 | 82,57 | 23,97 | 24,33 |
| 90c9      | 1227 | 18,58 | 83,70 | 23,31 | 25,02 |
| 90c10     | 1167 | 16,71 | 82,01 | 26,14 | 23,91 |
| 95c1      | 1614 | 18,90 | 83,40 | 25,22 | 25,46 |
| 95c2      | 1432 | 18,78 | 83,94 | 22,07 | 26,68 |
| 95c3      | 1060 | 19,81 | 84,06 | 26,32 | 21,13 |
| 95c4      | 1240 | 19,68 | 86,45 | 27,02 | 25,73 |
| 95c5      | 969  | 19,92 | 86,89 | 26,63 | 24,87 |
| 95c6      | 1258 | 19,00 | 83,62 | 21,86 | 26,63 |
| 95c7      | 1048 | 18,23 | 82,25 | 23,86 | 24,90 |
| 95c8      | 1511 | 20,58 | 83,79 | 24,42 | 25,48 |
| 95c9      | 1085 | 19,08 | 86,18 | 24,06 | 25,44 |
| 95c10     | 1587 | 19,47 | 82,48 | 25,46 | 24,26 |

**Tabela G.3.** Síntese das características da indicação docente das instâncias geradas aleatoriamente com 100 e 105 cursos

| Instância | $P$  | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 100c1     | 1212 | 19,64 | 84,24 | 25,25 | 25,00 |
| 100c2     | 1263 | 18,92 | 85,59 | 25,18 | 25,73 |
| 100c3     | 1345 | 17,40 | 83,72 | 26,77 | 24,91 |
| 100c4     | 1267 | 18,47 | 82,40 | 25,89 | 22,49 |
| 100c5     | 932  | 20,71 | 84,01 | 25,21 | 25,21 |
| 100c6     | 1129 | 21,61 | 85,65 | 25,95 | 25,24 |
| 100c7     | 1329 | 19,11 | 82,99 | 21,90 | 24,30 |
| 100c8     | 1249 | 20,18 | 83,35 | 25,54 | 22,26 |
| 100c9     | 1540 | 19,03 | 83,96 | 25,06 | 23,96 |
| 100c10    | 1214 | 18,29 | 83,86 | 24,71 | 24,46 |
| 105c1     | 1452 | 18,18 | 83,88 | 25,41 | 22,93 |
| 105c2     | 1240 | 16,77 | 85,48 | 23,63 | 24,92 |
| 105c3     | 1144 | 20,02 | 84,53 | 22,38 | 28,06 |
| 105c4     | 1628 | 18,92 | 84,21 | 25,00 | 25,68 |
| 105c5     | 1659 | 20,01 | 84,51 | 25,32 | 23,15 |
| 105c6     | 1324 | 18,28 | 84,44 | 24,47 | 25,91 |
| 105c7     | 1394 | 17,58 | 84,58 | 24,61 | 26,04 |
| 105c8     | 1414 | 19,02 | 84,72 | 25,11 | 25,46 |
| 105c9     | 1393 | 18,59 | 83,63 | 23,91 | 23,98 |
| 105c10    | 1758 | 18,94 | 84,19 | 24,06 | 25,20 |



**Tabela G.4.** Resultados obtidos com o modelo linearizado inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 60, 65, 70 e 75 cursos

| Instância | $P$ | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 60c1      | 726 | 22,18 | 85,40 | 27,00 | 26,31 |
| 60c2      | 505 | 20,79 | 83,96 | 25,15 | 29,11 |
| 60c3      | 733 | 22,37 | 87,31 | 28,10 | 25,51 |
| 60c4      | 635 | 23,46 | 87,56 | 26,14 | 27,87 |
| 60c5      | 713 | 22,30 | 86,40 | 26,79 | 30,86 |
| 60c6      | 665 | 19,85 | 86,32 | 27,82 | 29,47 |
| 60c7      | 647 | 22,57 | 87,64 | 24,42 | 24,58 |
| 60c8      | 489 | 21,88 | 84,25 | 29,86 | 27,61 |
| 60c9      | 804 | 21,39 | 87,44 | 31,09 | 24,88 |
| 60c10     | 724 | 25,28 | 87,29 | 29,83 | 26,38 |
| 65c1      | 720 | 21,11 | 87,08 | 25,69 | 26,25 |
| 65c2      | 666 | 16,97 | 84,83 | 28,38 | 25,38 |
| 65c3      | 651 | 24,27 | 86,64 | 27,65 | 28,26 |
| 65c4      | 670 | 19,55 | 85,67 | 26,72 | 26,12 |
| 65c5      | 542 | 18,82 | 86,72 | 25,09 | 27,31 |
| 65c6      | 685 | 22,04 | 87,59 | 28,18 | 28,91 |
| 65c7      | 685 | 22,48 | 85,99 | 27,30 | 23,50 |
| 65c8      | 638 | 23,98 | 86,99 | 28,06 | 25,08 |
| 65c9      | 717 | 25,38 | 85,50 | 26,78 | 29,15 |
| 65c10     | 680 | 22,21 | 84,56 | 26,62 | 29,12 |
| 70c1      | 798 | 23,68 | 87,84 | 27,57 | 28,32 |
| 70c2      | 930 | 21,40 | 88,06 | 26,24 | 30,11 |
| 70c3      | 862 | 19,61 | 86,54 | 28,07 | 26,33 |
| 70c4      | 850 | 23,41 | 86,59 | 27,76 | 25,41 |
| 70c5      | 762 | 25,59 | 87,01 | 30,18 | 24,02 |
| 70c6      | 679 | 22,98 | 86,60 | 26,07 | 26,07 |
| 70c7      | 636 | 22,01 | 89,62 | 27,52 | 26,73 |
| 70c8      | 640 | 21,72 | 85,47 | 26,25 | 30,63 |
| 70c9      | 718 | 22,98 | 86,35 | 23,68 | 26,60 |
| 70c10     | 809 | 20,77 | 88,88 | 26,08 | 30,16 |
| 75c1      | 689 | 23,95 | 86,65 | 26,27 | 27,00 |
| 75c2      | 801 | 21,97 | 87,14 | 23,97 | 27,59 |
| 75c3      | 907 | 22,38 | 87,43 | 23,93 | 31,20 |
| 75c4      | 773 | 22,51 | 87,45 | 26,78 | 27,56 |
| 75c5      | 748 | 19,39 | 84,63 | 26,60 | 24,60 |
| 75c6      | 823 | 21,14 | 84,45 | 28,80 | 25,76 |
| 75c7      | 744 | 20,97 | 87,90 | 24,73 | 26,34 |
| 75c8      | 934 | 23,23 | 89,40 | 29,23 | 26,66 |
| 75c9      | 667 | 20,09 | 87,11 | 26,54 | 26,39 |
| 75c10     | 714 | 21,57 | 86,83 | 27,87 | 25,49 |

**Tabela G.5.** Resultados obtidos com o modelo linearizado inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 80, 85, 90 e 95 cursos.

| Instância | $P$  | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 80c1      | 986  | 21,30 | 86,31 | 26,17 | 28,70 |
| 80c2      | 783  | 20,18 | 86,21 | 27,97 | 29,63 |
| 80c3      | 981  | 19,78 | 86,54 | 24,36 | 27,01 |
| 80c4      | 737  | 21,44 | 86,70 | 25,24 | 24,29 |
| 80c5      | 709  | 22,43 | 88,58 | 28,35 | 26,23 |
| 80c6      | 1009 | 21,11 | 87,41 | 26,66 | 26,16 |
| 80c7      | 1047 | 22,16 | 87,39 | 28,37 | 30,75 |
| 80c8      | 808  | 19,93 | 82,92 | 24,63 | 29,33 |
| 80c9      | 742  | 20,35 | 87,47 | 26,55 | 27,90 |
| 80c10     | 1102 | 21,87 | 87,84 | 28,31 | 27,77 |
| 85c1      | 823  | 24,42 | 87,61 | 25,52 | 25,52 |
| 85c2      | 774  | 19,12 | 85,53 | 27,00 | 27,13 |
| 85c3      | 925  | 22,70 | 85,41 | 27,78 | 24,97 |
| 85c4      | 1085 | 23,41 | 88,02 | 26,91 | 29,77 |
| 85c5      | 1070 | 20,93 | 86,26 | 25,61 | 31,12 |
| 85c6      | 805  | 20,25 | 85,84 | 26,09 | 26,34 |
| 85c7      | 987  | 23,10 | 87,54 | 29,18 | 30,19 |
| 85c8      | 999  | 21,82 | 85,69 | 29,23 | 29,83 |
| 85c9      | 942  | 20,38 | 89,49 | 29,51 | 26,01 |
| 85c10     | 756  | 20,11 | 84,52 | 27,38 | 24,87 |
| 90c1      | 1007 | 22,44 | 87,39 | 30,09 | 27,61 |
| 90c2      | 1127 | 24,58 | 88,11 | 26,89 | 31,32 |
| 90c3      | 949  | 22,55 | 86,62 | 28,13 | 26,03 |
| 90c4      | 835  | 20,84 | 87,19 | 26,23 | 26,71 |
| 90c5      | 1123 | 22,71 | 88,07 | 29,83 | 27,69 |
| 90c6      | 966  | 19,98 | 85,92 | 26,60 | 28,16 |
| 90c7      | 831  | 21,06 | 87,00 | 25,99 | 30,57 |
| 90c8      | 763  | 18,35 | 84,27 | 25,03 | 25,95 |
| 90c9      | 1002 | 22,75 | 88,82 | 26,75 | 26,45 |
| 90c10     | 997  | 19,56 | 84,85 | 28,08 | 27,78 |
| 95c1      | 1314 | 23,21 | 87,14 | 27,32 | 29,98 |
| 95c2      | 1228 | 21,91 | 85,75 | 24,27 | 30,46 |
| 95c3      | 929  | 22,61 | 86,01 | 28,42 | 22,71 |
| 95c4      | 1018 | 23,87 | 89,49 | 31,83 | 25,54 |
| 95c5      | 862  | 22,39 | 88,75 | 28,31 | 26,68 |
| 95c6      | 1035 | 23,09 | 88,50 | 25,02 | 27,05 |
| 95c7      | 881  | 21,68 | 85,93 | 26,67 | 25,43 |
| 95c8      | 1211 | 25,60 | 87,28 | 26,75 | 30,06 |
| 95c9      | 892  | 23,09 | 90,70 | 27,91 | 27,24 |
| 95c10     | 1317 | 23,46 | 86,26 | 26,80 | 28,63 |

**Tabela G.6.** Resultados obtidos com o modelo linearizado inteiro para a instância geradas aleatoriamente com 100 e 105 cursos.

| Instância | $P$  | % DOC | % MSc | % TI  | % TP  |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 100c1     | 1046 | 22,75 | 87,00 | 28,20 | 26,48 |
| 100c2     | 1050 | 22,76 | 88,38 | 28,76 | 26,48 |
| 100c3     | 1169 | 20,02 | 86,48 | 29,00 | 28,49 |
| 100c4     | 1082 | 21,63 | 85,31 | 28,00 | 26,16 |
| 100c5     | 860  | 22,44 | 84,88 | 26,51 | 26,98 |
| 100c6     | 983  | 24,82 | 87,69 | 27,77 | 28,38 |
| 100c7     | 1148 | 22,13 | 85,45 | 23,34 | 27,96 |
| 100c8     | 1026 | 24,56 | 88,11 | 28,75 | 22,51 |
| 100c9     | 1270 | 23,07 | 86,93 | 27,72 | 28,03 |
| 100c10    | 1016 | 21,85 | 87,99 | 27,85 | 25,69 |
| 105c1     | 1206 | 21,89 | 88,06 | 28,52 | 23,22 |
| 105c2     | 1043 | 19,94 | 89,45 | 26,65 | 25,50 |
| 105c3     | 990  | 23,13 | 87,78 | 24,85 | 27,88 |
| 105c4     | 1384 | 22,25 | 87,07 | 27,38 | 29,48 |
| 105c5     | 1336 | 24,85 | 87,80 | 27,99 | 28,22 |
| 105c6     | 1118 | 21,65 | 88,28 | 27,37 | 27,73 |
| 105c7     | 1182 | 20,73 | 87,48 | 27,33 | 29,78 |
| 105c8     | 1189 | 22,62 | 87,30 | 27,67 | 29,77 |
| 105c9     | 1134 | 22,75 | 88,54 | 27,07 | 25,04 |
| 105c10    | 1440 | 23,13 | 87,71 | 27,08 | 30,00 |