

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Departamento de Estatística - ICex

Curso de Especialização em Estatística

Lucas Xavier de Miranda Ferreira

**ANÁLISE DO RADAR DA INOVAÇÃO POR MEIO DO AGRUPAMENTO DE
VARIÁVEIS: um estudo de caso para a microrregião de São João del Rei**

Belo Horizonte - MG

2023

Lucas Xavier de Miranda Ferreira

ANÁLISE DO RADAR DA INOVAÇÃO POR MEIO DO AGRUPAMENTO DE
VARIÁVEIS: um estudo de caso para a microrregião de São João del Rei

Monografia de especialização apresentada ao
Instituto de Ciências Exatas da Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito
parcial para obtenção do título de Especialista
em Especialista

Orientador: Prof. Thiago Rezende dos Santos

Belo Horizonte - MG

2023

2023, Lucas Xavier de Miranda Ferreira.
Todos os direitos reservados.

Ferreira, Lucas Xavier de Miranda.

F383a Análise do radar da inovação por meio do agrupamento de variáveis: [recurso eletrônico] um estudo de caso para a microrregião de São João del Rei / Lucas Xavier de Miranda Ferreira. — 2023.

1 recurso online (35 f. il, color.): pdf.

Orientador: Thiago Rezende dos Santos.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística.

Referências: 35

1. Estatística. 2. Inovações tecnológicas. 3. Pequenas e médias empresas. 4. Agrupamento de Variáveis. I. Santos, Thiago Rezende dos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. I. Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística. III. Título.

CDU 519.2 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Belkiz Inez Rezende Costa
CRB 6/1510 Universidade Federal de Minas Gerais – ICEx



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Programa de Pós-Graduação / Especialização
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
31270-901 – Belo Horizonte – MG

E-mail: pgest@ufmg.br
Tel: 3409-5923 – FAX: 3409-5924

ATA DO 295ª. TRABALHO DE FIM DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA DE LUCAS XAVIER DE MIRANDA FERREIRA.

Aos trinta dias do mês de maio de 2023, às 14:00 horas, com utilização de recursos de videoconferência a distância, reuniram-se os professores abaixo relacionados, formando a Comissão Examinadora homologada pela Comissão do Curso de Especialização em Estatística, para julgar a apresentação do trabalho de fim de curso do aluno **Lucas Xavier de Miranda Ferreira**, intitulado: “Análise do radar da inovação por meio do agrupamento de variáveis: um estudo de caso para a microrregião de São João del Rei Belo Horizonte MG 2023”, como requisito para obtenção do Grau de Especialista em Estatística. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Professor Thiago Rezende dos Santos – Orientador, após dar conhecimento aos presentes do teor das normas regulamentares, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Após a defesa, os membros da banca examinadora reuniram-se sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foi atribuída a seguinte indicação: o candidato foi considerado Aprovado condicional às modificações sugeridas pela banca examinadora no prazo de 30 dias a partir da data de hoje por unanimidade. O resultado final foi comunicado publicamente o candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente Ata, que será assinada por todos os membros participantes da banca examinadora. Belo Horizonte, 30 de maio de 2023.

Prof. Thiago Rezende dos Santos (Orientador)
Departamento de Estatística / ICEX / UFMG

Profa. Lourdes Coral Montenegro
Departamento de Estatística / ICEX / UFMG

Prof. Uriel Moreira Silva
Departamento de Estatística / ICEX / UFMG



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Programa de Pós-Graduação / Especialização
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
31270-901 – Belo Horizonte – MG

E-mail: pgest@ufmg.br
Tel: 3409-5923 – FAX: 3409-5924

DECLARAÇÃO DE CUMPRIMENTO DE REQUISITOS PARA CONCLUSÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA.

Declaro para os devidos fins que Lucas Xavier de Miranda Ferreira, número de registro 2020705839, cumpriu todos os requisitos necessários para conclusão do curso de Especialização em Estatística e que entregou para seu orientador, o professor Thiago Rezende dos Santos, que aprovou a versão final. O trabalho foi apresentado no dia 30 de maio de 2023 com o título “*Análise do radar da inovação por meio do agrupamento de variáveis: um estudo de caso para a microrregião de São João del Rei Belo Horizonte MG 2023*”.

Belo Horizonte, 21 de junho de 2023

Roberto da Costa
Quinino:8087129
1720

Assinado de forma digital por
Roberto da Costa
Quinino:80871291720
Dados: 2023.06.21 10:28:11
-03'00'

Prof. Roberto da Costa Quinino
Coordenador do curso de
Especialização em Estatística
Departamento de Estatística / UFMG

RESUMO

O Programa Agentes Locais de Inovação – Brasil Mais é um acompanhamento realizado pelo SEBRAE que busca o desenvolvimento de práticas inovadoras nas micro e pequenas empresas brasileiras. No início e fim do trabalho é realizado um diagnóstico da gestão empresarial por meio do Radar da Inovação. O diagnóstico é composto por dezoito questões agrupadas em seis dimensões, as quais são apresentadas ao empresário por meio da média do resultado obtido pelas questões que compõem cada dimensão. Visando compreender a qualidade do agrupamento realizado, o presente trabalho analisa o modelo original do SEBRAE e realiza uma proposta de modelo alternativo fazendo uso da técnica de agrupamento de variáveis propondo um novo modelo de agrupamento em que haja maior proximidade entre as variáveis que compõem o mesmo agrupamento. Para isso, são analisadas as respostas fornecidas ao Radar da Inovação por um grupo de 106 micro e pequenas empresas da microrregião de São João del Rei, Minas Gerais. Posteriormente, é comparada a qualidade dos dois modelos de agrupamentos e as limitações encontradas na amostra utilizada para o estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Agentes Locais de Inovação. Micro e Pequenas Empresas. Agrupamento de Variáveis.

ABSTRACT

The Local Innovation Agents Program - Brasil Mais is a support program implemented by SEBRAE that aims to promote innovative practices in Brazilian micro and small businesses. At the beginning and end of the program, a diagnosis of the business management is conducted using the Innovation Radar. The diagnosis consists of eighteen questions grouped into six clusters, named dimensions, which are presented to the entrepreneurs based on the average results obtained from the questions in each dimension. In order to understand the quality of the grouping process, this study analyzes SEBRAE's original model and proposes an alternative model using the variable clustering technique. The study analyzes the responses provided to the Innovation Radar by a group of 106 micro and small businesses in the microregion of São João del Rei, Minas Gerais. Subsequently, the quality of the two clustering models is compared, as well as the limitations found in the sample used for the study.

KEYWORDS: Local Innovation Agents. Micro and Small Businesses. Variable Clustering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Gráfico de dispersão das dimensões que compõem o Radar da Inovação de uma empresa.....	14
Figura 2- Gráfico de dispersão e distribuição dos temas do Radar da Inovação.....	18
Figura 3- Matriz de correlação de Kendall do Radar da Inovação, organizada por dimensões.....	19
Figura 4- Gráfico da técnica do “cotovelo” para k número de <i>clusters</i>	23
Figura 5- Gráfico da técnica da silhueta para k número de <i>clusters</i>	23
Figura 6- Gráfico da técnica da estabilidade para k número de <i>clusters</i>	24
Figura 7- Dendrograma dos agrupamentos propostos ao Radar da Inovação.....	26
Figura 8- Matriz de correlação de Kendall do Radar da Inovação, reorganizada por agrupamentos.....	26
Figura 9- Dendrograma dos agrupamentos com as medidas AU (vermelho) e BP (verde).....	28
Figura 10- Gráfico de dispersão dos temas em função da 1ª e 2ª componentes principais.....	29
Figura 11- Gráfico box-plot da variância generalizada padronizada dos temas do Radar da Inovação.....	31
Figura 12- Gráfico box-plot do coeficiente de silhueta dos temas do Radar da Inovação.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Temas e dimensões do Radar da Inovação.....	13
Tabela 2- Apresentação dos temas, a pergunta realizada pelo agente e as classificações inferior e superior.....	14
Tabela 3- Empresas participantes por ciclo do Programa ALI.....	16
Tabela 4- Medidas descritivas dos temas do Radar da Inovação.....	17
Tabela 5- Teste de normalidade de Shapiro-Wilk aplicado aos temas do Radar da Inovação.....	18
Tabela 6- Coeficiente de silhueta dos temas do Radar da Inovação, organizado por dimensões.....	20
Tabela 7- Composição e descrição dos agrupamentos propostos ao Radar da Inovação.....	25
Tabela 8- Coeficiente de silhueta dos agrupamentos do Radar da Inovação, organizado por agrupamentos.....	27
Tabela 9- Variância generalizada padronizada dos temas do Radar da Inovação por modelo de agrupamento.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. O MODELO ORIGINAL.....	13
3. MODELO ALTERNATIVO.....	22
4. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS.....	30
5. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O Programa Brasil Mais – Agentes Locais de Inovação (Programa ALI) foi criado em 2008, a partir de uma experiência piloto desenvolvida no estado de Santa Catarina e no Distrito Federal. Desde então, o programa expandiu sua atuação para todo o território nacional. O programa é um acompanhamento oferecido pelos Agentes Locais de Inovação (ALI), que são bolsistas de extensão capacitados pelo SEBRAE responsáveis por conduzir, por um ciclo de atuação de quatro a seis meses, um conjunto de aproximadamente vinte e cinco microempresas na Jornada de Melhoria da Produtividade. Nesse período, os microempresários realizam um total de nove encontros com o ALI e passam pelas etapas de Problema, Solução, Implantação e Avaliação. Desde o início do Programa ALI, o SEBRAE realizou a capacitação de mais de seis mil bolsistas e realizou o atendimento de cerca de cento e quarenta mil pequenos negócios em todo o Brasil.

Na primeira e última visita da Jornada de Melhoria da Produtividade é aplicada a ferramenta de diagnóstico Radar da Inovação, questionário composto por dezoito questões, denominadas temas, que são agrupadas de três em três em grupos denominados dimensões. De acordo com os organizadores da metodologia, as dimensões têm como função “avaliar as bases de conhecimento em práticas inovadoras que contribuem para produtividade” (SEBRAE, 2020b, p. 9), enquanto os temas “apreciam a forma como a empresa pratica suas políticas internas, de forma a identificar oportunidades de inovação e seu desenvolvimento” (SEBRAE, 2020b, p. 9). O objetivo do Radar da Inovação é oferecer ao empresário um diagnóstico de seu negócio e posicionando-o em um dos cinco graus de maturidade apresentados para cada tema. Segundo o SEBRAE,

O Radar, no contexto da metodologia inovação para a produtividade do Projeto ALI, tem a função de medir o grau de maturidade de um pequeno negócio com o objetivo de desenvolver soluções inovadoras, permitindo à empresa elevar seus índices de produtividade.

O desafio que se busca com a aplicação do Radar ALI é identificar os elementos-chave que precisam ser trabalhados nas organizações para torná-las mais inovadoras, produtivas e sustentáveis. (SEBRAE, 2020b, p. 10)

No relatório gerado pelo SEBRAE, a informação sobre o desempenho das empresas é realizada por meio da média de cada dimensão. Naturalmente, surgem questões sobre como é definida a composição de cada uma das dimensões, uma vez que, a efetividade da média de cada dimensão em atuar como medida resumo da informação contida nos temas depende da

presença de uma relação entre estes. Sendo assim, a partir da análise exclusiva da pontuação obtida na dimensão seria possível derivar uma interpretação do desempenho da empresa nos temas que as compõem? Para buscar solucionar esta questão, seria interessante observar, para um conjunto de empresas, o quão correlacionados entre si estão os temas que são representados sob uma mesma dimensão.

Tendo em vista esta questão, o presente trabalho realiza uma análise da correlação entre os temas do Radar da Inovação, buscando observar a qualidade do agrupamento gerado pelo modelo original do SEBRAE. Em continuidade, utilizando a técnica de agrupamento de variáveis (clusterização) (MINGOTI, 2005; KASSAMBARA, 2017; FERREIRA, 1996; CHAVENT, *et al*, 2012) propõe-se um modelo alternativo ao arranjo original proposto pelo SEBRAE. Em contraposição ao trabalho (FERREIRA; SILVA, 2021), desenvolvido pelo autor, a preferência pelo uso dos agrupamentos de variáveis sob outras técnicas de estatística multivariada, tais como a análise fatorial, se dá ao considerar que a técnica de agrupamentos permite uma interpretação mais simples dos resultados e cumpre o papel de garantir uma observação mais clara do tipo de relação existente entre as variáveis que compõem o Radar da Inovação, permitindo, por exemplo, dentro de um mesmo agrupamento, observar quais variáveis são mais próximas entre si.

O trabalho a seguir é composto, além desta introdução de outras quatro seções: na primeira seção apresenta-se o modelo original do Radar da Inovação composto pelos temas e pelas dimensões. Na segunda seção, é apresentado um modelo alternativo ao original obtido pela técnica de agrupamento de variáveis. Em sequência, a terceira seção realiza uma comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos distintos e encerra-se o trabalho com as considerações finais.

2. O MODELO ORIGINAL

O Radar da Inovação é composto por dezoito perguntas, nomeadas de temas, que são agrupadas em seis grupos, denominados de dimensões. Na Tabela 1, temos o nome de cada um dos temas e suas respectivas dimensões. No presente trabalho, os temas serão apresentados como Q1, Q2, ..., Q18, seguindo a referência apresentada na Tabela 1.

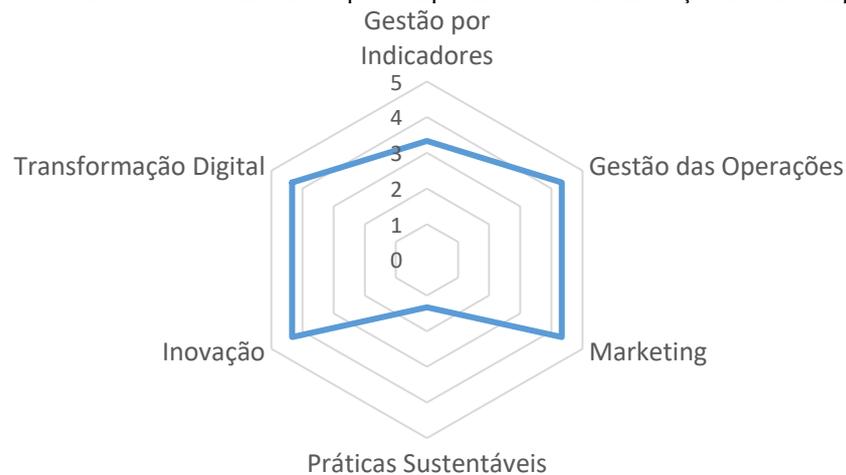
Tabela 1 – Temas e dimensões do Radar da Inovação

Dimensão	Tema	Dimensão	Tema
Gestão por Indicadores	Q1 - Indicadores-chave	Práticas Sustentáveis	Q10 - Gestão de Energia
	Q2 - Estabelecimento de Metas		Q11 - Gestão de Água
	Q3 - Monitoramento		Q12 - Gestão de Desperdícios
Gestão das Operações	Q4 - Operação Enxuta	Inovação	Q13 - Inovação de Processos
	Q5 - Gestão por Processos		Q14 - Inovação de Produtos e Serviços
	Q6 - Cultura de Alta Performance		Q15 - Cultura da Inovação
Marketing	Q7 - Satisfação do Cliente	Transformação Digital	Q16 - Digitalização Interna
	Q8 - Formação de Preços		Q17 - Presença Digital
	Q9 - Publicidade		Q18 - Meios Eletrônicos de Pagamento

Fonte: Elaborada pelo autor, com base em SEBRAE (2020a)

Na aplicação do Radar da Inovação, o Agente Local de Inovação realiza um questionário em que classifica a maturidade da empresa em cada um dos temas seguindo uma pontuação de um a cinco, sendo a nota um o menor grau de maturidade - em geral, associada à não adoção de ações avaliadas no tema - e a nota cinco referente ao maior grau de maturidade - em geral, associada à adoção plena de ações avaliadas no tema -. As pontuações entre dois e quatro atuam como gradações intermediárias da maturidade de gestão da empresa nos tópicos que são apresentados aos empresários e sua equipe.

O resultado obtido pela empresa no Radar da Inovação é apresentado no formato de relatório composto por duas partes: a primeira apresenta o desempenho global da empresa por meio de um gráfico no formato de radar que possui em cada vértice uma das seis dimensões analisadas no diagnóstico e cuja pontuação é obtida por meio da média alcançada pela pontuação dos três temas que compõem cada dimensão. A pontuação é representada graficamente por meio de círculos concêntricos, medidos de um a cinco, de forma que quanto maior a pontuação, mais distante do centro do radar será posicionado o ponto correspondente ao desempenho da empresa nesta dimensão, tal como no exemplo apresentado na Figura 1. Na segunda parte, é apresentada, de forma detalhada, a pontuação obtida em cada tema do radar, com a evidência coletada pelo ALI e uma recomendação de melhoria do desempenho gerada pelo sistema do SEBRAE.

Figura 1 – Gráfico de radar das dimensões que compõem o Radar da Inovação de uma empresa

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 2 contém para cada um dos temas, a pergunta realizada aos empresários e a descrição referente à gradação mais baixa e mais alta da tabela de classificação.

Tabela 2 – Apresentação dos temas, a pergunta realizada pelo agente e as classificações inferior e superior

Temas - Radar Da Inovação	Descrição
Q1- Indicadores Chave	Pergunta: Quantos indicadores-chaves de desempenho são monitorados no negócio? Eles são só financeiros, ou também são de operação e qualidade? Nível 1: Não temos indicadores chaves. Nível 5: Temos mais de 5 indicadores chaves que são financeiros, operacionais e qualidade.
Q2- Estabelecimento de Metas	Pergunta: Quão desafiador foi para sua empresa atingir as metas do último ano? Nível 1: Não estabelecemos metas no último ano. Nível 5: Atingimos nossas metas com um nível extraordinário de esforço.
Q3- Monitoramento	Pergunta: No último ano você fez reuniões periódicas com seus sócios e/ou funcionários para discutir os indicadores-chaves e seus resultados e realizar ajustes no planejamento? Eles são apenas financeiros, ou também são de operação, marketing etc? Nível 1: Não fizemos reuniões para discutir indicadores. Nível 5: Fizemos reuniões quinzenais ou semanais para discutir os indicadores-chaves e resultados.
Q4- Operação Enxuta	Pergunta: Sobre a rotina da sua empresa, você e os seus funcionários sabem exatamente quais tarefas têm que fazer diariamente? Há lista de afazeres escrita? O cliente tem que esperar muito para ser servido, achar um produto ou conseguir uma informação? Nível 1: Em geral, não usamos listas de afazeres diários, os funcionários não sabem exatamente quais tarefas têm que fazer. O cliente costuma ter que esperar muito para ser servido, achar um produto ou conseguir uma informação. Nível 5: Usamos listas de afazeres diários e as tarefas diárias estão claras para todos. O cliente não costuma esperar muito para ser servido, achar um produto ou conseguir uma informação.
Q5- Gestão por Processos	Pergunta: Quando aparece um problema na sua empresa o que melhor descreve a sua atitude ou de sua gerência? Nível 1: Em geral, consideramos que o problema foi pontual e não realizamos nenhuma mudança nos processos. Nível 5: Em geral solucionamos, agimos para assegurar que não aconteça novamente, melhorando de forma proativa e contínua os processos para antecipar problemas similares.
Q6- Cultura de Alta Performance	Pergunta: Na sua empresa existe bônus, recompensas ou premiações para atingimento de resultados? Nível 1: Não trabalhamos com bônus, recompensas ou premiações, apenas com comissões de venda, iguais as praticadas no mercado. Nível 5: Oferecemos baseado nos resultados do negócio como um todo, nos resultados específicos da equipe e também nos resultados individuais de cada funcionário.

Q7- Satisfação do Cliente	<p>Pergunta: Como você acompanha a satisfação de seus clientes com seus produtos e serviços?</p> <p>Nível 1: Não costumamos acompanhar a satisfação de nossos clientes.</p> <p>Nível 5: Temos um sistema que mede a satisfação dos nossos clientes toda vez que eles vêm à nossa empresa ou fazem negócio conosco para identificamos outros produtos e serviços que poderíamos vender.</p>
Q8- Formação de Preços	<p>Pergunta: Normalmente, como sua empresa determina o preço dos seus produtos e serviços?</p> <p>Nível 1: Escolhemos o preço que consideramos "razoável" ou baseado no que achamos que cada cliente pode pagar, sem levar muito em conta os nossos custos e os preços da concorrência.</p> <p>Nível 5: Escolhemos o preço baseado em nossos custos, os preços dos concorrentes e a percepção do valor do cliente.</p>
Q9- Publicidade	<p>Pergunta: Nos últimos seis meses a sua empresa fez algum tipo de divulgação de seus produtos ou serviços?</p> <p>Nível 1: Não fizemos divulgação nos últimos seis meses.</p> <p>Nível 5: Fizemos divulgação, temos planejamento específico para isso e indicadores para medir se os esforços deram resultado. No período, esses indicadores mostraram que os esforços de divulgação têm dado retornos dentro ou acima do esperado.</p>
Q10- Gestão de Energia	<p>Pergunta: Nos últimos seis meses a sua empresa realizou ações para reduzir o consumo de energia elétrica? Sua empresa tem indicadores e metas específicos para reduzir esse consumo?</p> <p>Nível 1: Não realizamos ações específicas para reduzir o consumo de energia nos últimos seis meses.</p> <p>Nível 5: Realizamos ações específicas para reduzir consumo de energia nos últimos seis meses, temos indicadores específicos para monitorar esse consumo, estabelecemos metas para redução de desperdício, e conseguimos alcançá-las nos últimos meses.</p>
Q11- Gestão de Água	<p>Pergunta: Nos últimos seis meses a sua empresa realizou ações para reduzir o consumo de água? Sua empresa tem indicadores e metas específicos para reduzir esse consumo?</p> <p>Nível 1: Não realizamos ações específicas para reduzir o consumo de água nos últimos seis meses.</p> <p>Nível 5: Realizamos ações específicas para reduzir consumo de água nos últimos seis meses, temos indicadores específicos para monitorar esse consumo, estabelecemos metas para redução de desperdício, e conseguimos alcançá-las nos últimos meses.</p>
Q12- Redução de Desperdício	<p>Pergunta: Nos últimos seis meses a sua empresa realizou ações para desperdício de insumos e/ou matérias primas? Sua empresa tem indicadores e metas específicas para monitorar desperdícios?</p> <p>Nível 1: Não realizamos ações específicas para reduzir o desperdício nos últimos seis meses.</p> <p>Nível 5: Realizamos ações específicas para reduzir o desperdício nos últimos seis meses, temos indicadores específicos para monitorar isso, estabelecemos metas para redução de desperdício, e conseguimos alcançá-las nos últimos meses.</p>
Q13- Inovação de Processos	<p>Pergunta: Como a empresa inova em seus processos internos para aumentar a produtividade e reduzir custos?</p> <p>Nível 1: Os processos da empresa não tiveram alterações nos últimos 2 anos.</p> <p>Nível 5: A empresa desenvolveu mais de 2 projetos para aumento de produtividade ou redução de custos nos últimos 2 anos, introduzindo inovações significativas em seus processos.</p>
Q14- Inovação de Produtos e Serviços	<p>Pergunta: Com que frequência novos produtos, serviços ou modelo de negócio são apresentados com sucesso aos clientes?</p> <p>Nível 1: Não foram apresentados novos produtos, serviços ou modelo de negócio inovadores aos clientes com sucesso nos últimos dois anos.</p> <p>Nível 5: Mais de dois novos produtos, serviços ou modelo de negócio inovador reconhecidos e valorizados pelos clientes por ano.</p>
Q15- Cultura da Inovação	<p>Pergunta: Como a empresa busca e analisa informações para identificar oportunidades para inovar?</p> <p>Nível 1: A partir de ideias internas dos gestores, são implementadas algumas iniciativas.</p> <p>Nível 5: A empresa utiliza métodos e ferramentas de identificação de oportunidades, sempre interagindo com os clientes e potenciais clientes, e atuando de forma sistematizada na análise e validação de todos os tipos de oportunidades. Três ou mais oportunidades são validadas por ano.</p>

Q16- Digitalização Interna	Pergunta: Sua empresa utiliza softwares para monitorar as operações e finanças da empresa? Qual uso é feito desses softwares (frequência de atualização, áreas que utilizam)? Nível 1: Não utilizamos nenhum software para monitorar as operações e finanças. Nível 5: Além das obrigações legais e da gestão do dia-a-dia, e do uso de painéis de indicadores e relatórios, utilizamos softwares para fazermos uma melhor gestão do relacionamento com nossos clientes (CRM, por exemplo) e para melhorar a experiência do cliente na interação com a empresa.
Q17- Presença Digital	Pergunta: De que forma a empresa faz uso da internet e das redes sociais? Nível 1: Não utilizamos a internet ou redes sociais para nossa empresa. Nível 5: Estamos nas redes sociais e na internet, utilizamos ativamente para divulgar nossos serviços e interagir com clientes. Além disso, usamos ferramentas pagas de impulsionamento (Google Adwords, anúncios pagos no Facebook ou Instagram, por exemplo) e vendemos nossos produtos e serviços online.
Q18- Meios Eletrônicos de Pagamentos	Pergunta: Sua empresa utiliza máquina de cartão? Tem conhecimento de quanto paga por ela em taxas e outros custos? Sua empresa possui conta corrente de pessoa jurídica? Sabe quanto paga por ela em taxas? Nível 1: Não temos conta corrente de pessoa jurídica nem máquina de cartão. Nível 5: Temos conta corrente de pessoa jurídica e máquina de cartão. Sabemos exatamente quanto pagamos em taxas de saque, emissão de boletos, transferências e outros custos da conta corrente. Também sabemos exatamente quanto pagamos em taxas de crédito e débito, de antecipação, aluguel e outros custos da máquina de cartão.

Fonte: SEBRAE (2020a)

No presente trabalho, realizamos no software R a análise das respostas fornecidas por 106 empresas. Destas, 49 realizaram a mensuração inicial e final do diagnóstico, totalizando assim um conjunto de 155 observações das dezoito variáveis que compõem o Radar da Inovação. A coleta de dados foi realizada pelo autor do presente trabalho, entre os meses de março de 2021 e julho de 2022 na microrregião de São João del Rei, em Minas Gerais, conforme descrito na Tabela 3. Para este trabalho, não foi utilizado nenhum método de amostragem para selecionar os dados analisados, estando presente na amostra os dados de todas as empresas que foram atendidas pelo autor nos meses supracitados. Em função da confidencialidade dos dados, neste trabalho as empresas não serão mencionadas por características que permitam sua identificação.

Tabela 3 – Empresas participantes por ciclo do Programa ALI

Ciclo	Número de Empresas (Inicial)	Mensuração Inicial	Número de Empresas (Final)	Mensuração Final
Ciclo 1	22 empresas	Abril/2021	12 empresas	Setembro/2021
Ciclo 2	17 empresas	Agosto/2021	9 empresas	Janeiro/2022
Ciclo 3	25 empresas	Novembro/2021	15 empresas	Abril/2022
Ciclo 4	21 empresas	Abril/2022	13 empresas	Setembro/2022
Ciclo 5	19 empresas	Agosto/2022	0 empresas	(não se aplica)

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 4 contém a média, desvio padrão, valor mínimo e máximo da pontuação obtida em cada uma dos temas do Radar da Inovação pelas empresas que compõem a amostra analisada.

Tabela 4 – Medidas descritivas dos temas do Radar da Inovação

Temas - Radar Da Inovação	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Q1- Indicadores Chave	2,8	1,34	1,0	5,0
Q2- Estabelecimento de Metas	2,5	1,40	1,0	5,0
Q3- Monitoramento	3,2	1,62	1,0	5,0
Q4- Operação Enxuta	3,9	1,05	1,0	5,0
Q5- Gestão por Processos	3,6	1,00	1,0	5,0
Q6- Cultura de Alta Performance	2,6	1,63	1,0	5,0
Q7- Satisfação do Cliente	2,7	1,09	1,0	5,0
Q8- Formação de Preços	3,6	1,17	1,0	5,0
Q9- Publicidade	3,3	1,47	1,0	5,0
Q10- Gestão de Energia	2,5	1,60	1,0	5,0
Q11- Gestão de Água	1,6	1,17	1,0	5,0
Q12- Redução de Desperdício	2,7	1,30	1,0	5,0
Q13- Inovação de Processos	3,7	1,19	1,0	5,0
Q14- Inovação de Produtos e Serviços	3,2	1,38	1,0	5,0
Q15- Cultura da Inovação	2,8	1,19	1,0	5,0
Q16- Digitalização Interna	3,3	1,04	1,0	5,0
Q17- Presença Digital	3,8	1,24	1,0	5,0
Q18- Meios Eletrônicos de Pagamentos	4,7	0,75	1,0	5,0
Média do Radar	3,1	1,25	1,0	5,0

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível observar que os temas em que as empresas possuem, em média, menor desempenho são Q11- Gestão de Água, com valor médio de 1,6; e os temas Q2- Estabelecimento de Metas e Q10- Gestão de Energia, com valor médio de 2,5. Por outro lado, os melhores desempenhos são observados nos temas Q18- Meios Eletrônicos de Pagamentos, com valor médio de 4,7 e Q17- Presença Digital, com valor médio de 3,8.

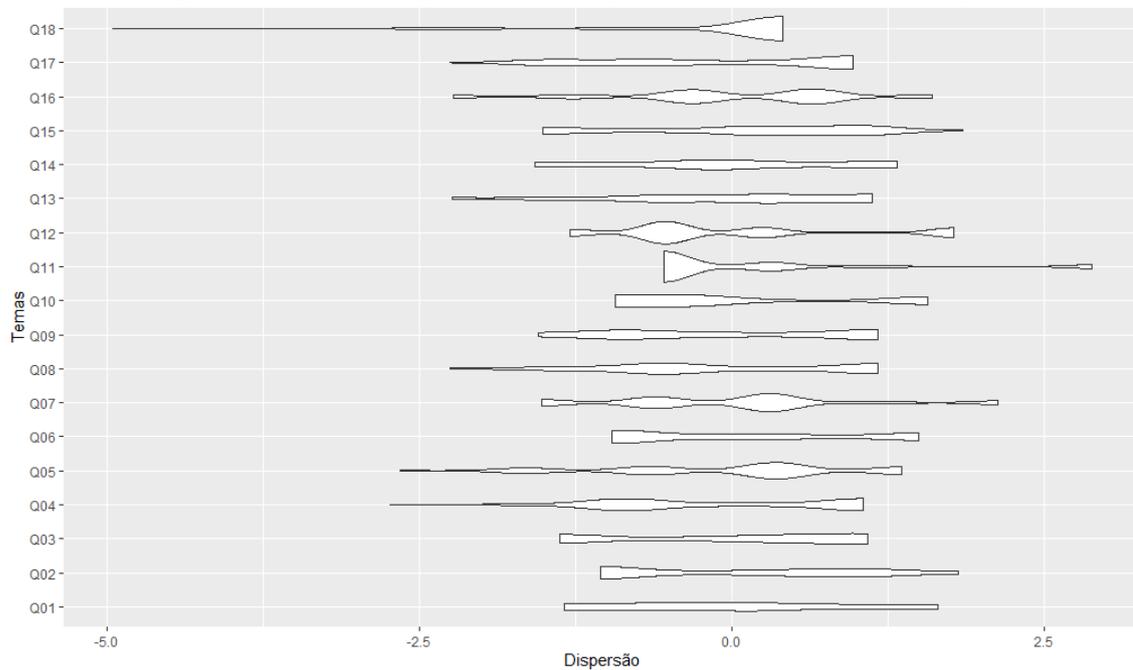
Em relação à dispersão dos dados, temos maior variabilidade nos temas Q6- Cultura de Alta Performance, com desvio padrão de 1,63 e Q3- Monitoramento, com desvio padrão de 1,62. Já os temas com a menor dispersão observada, por sua vez, são Q18- Meios Eletrônicos de Pagamentos, com desvio padrão de 0,75 e Q5- Gestão por Processos, com desvio padrão de 1,0. Para todos os temas, considerando a amostra analisada, o valor mínimo e o valor máximo estão localizados no intervalo de 1 a 5.

Na Figura 2, obtemos uma representação visual da distribuição das variáveis padronizadas por meio dos “gráficos de violino”, do inglês *violin plot*. Realizando a padronização das variáveis, torna-se mais claro o padrão da distribuição dos temas em função da pontuação obtida pelas empresas.

Neste gráfico, destaca-se a presença de valores concentrados em um dos lados e caudas longas nas variáveis Q11 - Gestão de Água e Q18 - Meios Eletrônicos de Pagamento. Esta característica demonstra que, para o conjunto das empresas analisadas, em relação à Gestão de Água, a grande maioria não adotou ações específicas para a redução do consumo de água nos últimos seis meses e, em relação aos Meios Eletrônicos de Pagamento, a grande maioria das

empresas possui conta corrente de pessoa jurídica e faz uso de cartão de crédito como meio de pagamento, sabendo determinar as taxas pagas por ambos os serviços.

Figura 2– Gráfico de dispersão e distribuição dos temas do Radar da Inovação



Fonte: Elaborado pelo autor

Os “gráficos de violino” da Figura 2 trazem a percepção de não-normalidade dos dados, confirmada pela realização do teste de normalidade de Shapiro-Wilk apresentado na Tabela 5, composta pelo valor da estatística do teste (W) e o p-valor obtido para cada um dos temas do Radar da Inovação.

Tabela 5 – Teste de normalidade de Shapiro-Wilk aplicado aos temas do Radar da Inovação

Temas - Radar Da Inovação	Estatística do Teste (W)	P-valor
Q1- Indicadores Chave	0,8958	< 0,01
Q2- Estabelecimento de Metas	0,8235	< 0,01
Q3- Monitoramento	0,8090	< 0,01
Q4- Operação Enxuta	0,7835	< 0,01
Q5- Gestão por Processos	0,8788	< 0,01
Q6- Cultura de Alta Performance	0,7837	< 0,01
Q7- Satisfação do Cliente	0,8798	< 0,01
Q8- Formação de Preços	0,8437	< 0,01
Q9- Publicidade	0,8373	< 0,01
Q10- Gestão de Energia	0,7510	< 0,01
Q11- Gestão de Água	0,5857	< 0,01
Q12- Redução de Desperdício	0,8201	< 0,01
Q13- Inovação de Processos	0,8732	< 0,01
Q14- Inovação de Produtos e Serviços	0,8336	< 0,01
Q15- Cultura da Inovação	0,8336	< 0,01
Q16- Digitalização Interna	0,8899	< 0,01
Q17- Presença Digital	0,7917	< 0,01
Q18- Meios Eletrônicos de Pagamentos	0,4687	< 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 3 temos a matriz de correlação de Kendall dos temas que compõem o Radar da Inovação. O uso da correlação de Kendall se dá em função da não-normalidade dos dados, limitando, assim, o uso adequado da correlação de Pearson; e pelo fato de se observar a presença de pares de valores que se repetem, impedindo o uso adequado da correlação de Spearman.

Os valores de correlação são apresentados seguindo a escala de cores: verde escuro para os valores acima de 0,45, verde claro para os valores entre 0,45 e 0,25 e branco para os valores abaixo de 0,25. As caixas pretas são utilizadas para demarcar os temas que compõem uma mesma dimensão. Em negrito, estão marcados os pares cuja correlação é estatisticamente significativa ao p-valor < 0,01.

Figura 3– Matriz de correlação de Kendall do Radar da Inovação, organizada por dimensões

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18
Q1	1,0	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2
Q2	0,4	1,0	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1
Q3	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
Q4	0,2	0,1	0,2	1,0	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
Q5	0,3	0,3	0,2	0,3	1,0	0,1	0,3	0,2	0,3	-0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1
Q6	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	1,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1
Q7	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,0	1,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
Q8	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,0
Q9	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	1,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5	0,2
Q10	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0
Q11	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	1,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Q12	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	1,0	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,2
Q13	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,4	1,0	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2
Q14	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,0	0,1	0,3	0,5	1,0	0,5	0,1	0,3	0,2
Q15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	-0,1	0,1	0,4	0,4	0,5	1,0	0,2	0,2	0,2
Q16	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	1,0	0,2	0,1
Q17	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	0,0	0,1	0,1	0,4	0,3	0,2	0,2	1,0	0,3
Q18	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	1,0

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível observar que à exceção da dimensão Inovação, constituída pelos temas Q13, Q14 e Q15, não há uma maior disposição de elementos correlacionados intragrupos que entre grupos, reforçando a hipótese de que as dimensões não atuam adequadamente como forma de resumir a informação contida nos temas. Destaque é feito à dimensão Marketing, formada pelos temas Q7, Q8 e Q9, em que não se observa a presença de correlação maior que 0,25 entre as variáveis que a compõem. Em relação à dimensão Práticas Sustentáveis, é possível perceber que os temas Q10 – Gestão de Água e Q11 – Gestão de Energia somente possuem correlação estatisticamente significativa entre si mesmos, destacando, que para a amostra, não se observa correspondência entre o desempenho em maturidade de gestão, no geral, e a adoção de redução e/ou racionalização do consumo de água ou energia e/ou substituição por fontes renováveis.

Com o objetivo de avaliar a qualidade do agrupamento dos temas por meio das dimensões, será utilizada o coeficiente de silhueta, que avalia a qualidade do agrupamento ao qual está submetido uma variável por meio da comparação entre a distância média entre os elementos de um agrupamento e a menor distância entre este elemento e o agrupamento mais próximo deste. Segundo Kassambara (2017, p. 140), a análise do coeficiente de silhueta deve ser feita seguindo a análise:

1. Para cada observação i , deve-se calcular a distância média a_i entre i e todos os demais elementos pertencentes ao agrupamento ao qual i faz parte.
2. Para os demais agrupamentos C , calcular a distância média $d(i, C)$ entre i e todos os demais elementos de C . Calculando $d(i, C)$ de todos os demais agrupamentos, obtêm-se $b_i = \min_C d(i, C)$. Onde b_i é a distância entre i e o agrupamento mais próximo ao qual i não pertence.
3. Por fim, obtêm-se o coeficiente de silhueta da observação i por meio da equação $S_i = (b_i - a_i) / \max(a_i, b_i)$.
4. A interpretação do coeficiente de silhueta deverá ser:
 - a. Observações com um S_i próximo a 1 estão adequadamente agrupadas;
 - b. Observações com um S_i próximo a 0 estão situadas entre dois agrupamentos - para este trabalho, será utilizado o valor 0,05 como determinação de variáveis entre dois agrupamentos-;
 - c. Observações com um S_i menor que 0 estão inadequadamente agrupadas.

Na Tabela 6 pode-se observar o coeficiente de silhueta obtido e a interpretação do resultado para cada um dos temas do Radar da Inovação.

Tabela 6 – Coeficiente de silhueta dos temas do Radar da Inovação, organizado por dimensões

Temas - Radar Da Inovação	Dimensão do Tema (Distância média)	Dimensão Mais próxima (Distância média)	Coeficiente de Silhueta
Q1- Indicadores Chave	Gestão por Indicadores (0,70)	Transformação Digital (0,72)	Entre dois agrupamentos (-0,03)
Q2- Estabelecimento de Metas	Gestão por Indicadores (0,70)	Marketing (0,74)	Entre dois agrupamentos (0,05)
Q3- Monitoramento	Gestão por Indicadores (0,75)	Inovação (0,77)	Entre dois agrupamentos (0,02)
Q4- Operação Enxuta	Gestão das Operações (0,77)	Inovação (0,73)	Agrupamento incorreto (-0,05)
Q5- Gestão por Processos	Gestão das Operações (0,80)	Inovação (0,70)	Agrupamento incorreto (-0,12)
Q6- Cultura de Alta Performance	Gestão das Operações (0,87)	Transformação Digital (0,81)	Agrupamento incorreto (-0,07)
Q7- Satisfação do Cliente	Marketing (0,89)	Gestão das Operações (0,79)	Agrupamento incorreto (-0,12)
Q8- Formação de Preços	Marketing (0,80)	Inovação (0,75)	Agrupamento incorreto (-0,06)

Q9- Publicidade	Marketing (0,85)	Inovação (0,60)	Agrupamento incorreto (-0,29)
Q10- Gestão de Energia	Práticas Sustentáveis (0,78)	Transformação Digital (0,96)	Agrupamento correto (0,19)
Q11- Gestão de Água	Práticas Sustentáveis (0,77)	Transformação Digital (0,87)	Agrupamento correto (0,11)
Q12- Redução de Desperdício	Práticas Sustentáveis (0,85)	Inovação (0,65)	Agrupamento incorreto (-0,24)
Q13- Inovação de Processos	Inovação (0,57)	Gestão por Indicadores (0,76)	Agrupamento correto (0,25)
Q14- Inovação de Produtos e Serviços	Inovação (0,41)	Marketing (0,77)	Agrupamento correto (0,35)
Q15- Cultura da Inovação	Inovação (0,57)	Marketing (0,68)	Agrupamento correto (0,16)
Q16- Digitalização Interna	Transformação Digital (0,83)	Gestão por Indicadores (0,73)	Agrupamento incorreto (-0,12)
Q17- Presença Digital	Transformação Digital (0,76)	Inovação (0,70)	Agrupamento incorreto (-0,08)
Q18- Meios Eletrônicos de Pagamentos	Transformação Digital (0,77)	Inovação (0,80)	Entre dois agrupamentos (0,03)

Fonte: Elaborado pelo autor

Por meio do coeficiente de silhueta, observa-se que nove das dezoito variáveis possuem uma distância média maior com os temas de sua própria dimensão que com os temas de uma dimensão externa, indicando que estas variáveis não se encontram agrupadas corretamente. Quatro temas - Q1, Q2, Q3 e Q18 - possuem uma distância média similar entre sua própria dimensão e uma dimensão externa, indicando estarem entre dois agrupamentos. Somente cinco temas - Q10, Q11, Q13, Q14 e Q15 - possuem distância média menor entre os temas de sua própria dimensão em relação a dimensões externas, indicando estarem corretamente agrupadas.

A partir desta análise, é possível perceber que, estatisticamente, o agrupamento por dimensões, para a amostra analisada, não cumpre o papel de garantir uma maior correlação entre as variáveis que estão em um mesmo agrupamento, tornando, assim, o uso do valor médio da dimensão como uma medida resumo inadequada para a interpretação do desempenho da empresa em ações relacionadas a estes temas. Em função desta observação, sugere-se na seguinte seção um novo tipo de agrupamento entre as variáveis que faça uso de técnicas estatísticas que permita a melhoria da qualidade do agrupamento das variáveis.

3. MODELO ALTERNATIVO

A apresentação de um modelo alternativo de agrupamento dos temas é feita seguindo o conceito de agrupamento de variáveis pela técnica de clusterização. Conforme apresentado em Mingoti, (2005, p. 143),

A análise de agrupamentos (...) tem como objetivo dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a essas mesmas características.

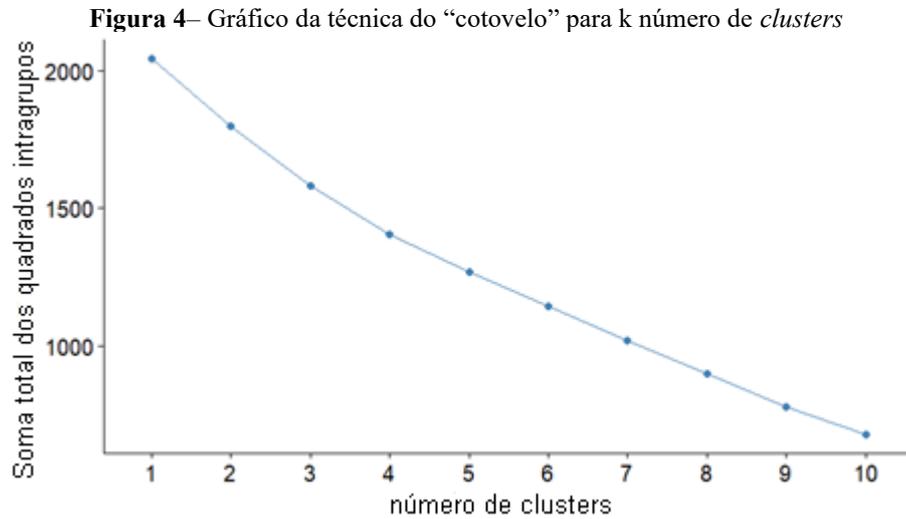
A técnica de agrupamento é mais comumente utilizada para classificar elementos do que variáveis, as quais, usualmente são trabalhadas por meio de análise fatorial exploratória. Para a análise do relacionamento entre os temas que compõem o Radar da Inovação, esta técnica já foi utilizada em Ferreira e Silva, (2021) e em Carvalho, Almeida, *et al.*, (2016). Neste trabalho, a preferência pela técnica do agrupamento se dá devido à maior ênfase na técnica de agrupamentos em apresentar os padrões observados nos dados, tais como subgrupos entre variáveis, a composição dos clusters, a separação entre diferentes agrupamentos, invés de focar na investigação de dimensões não diretamente observadas que explicariam a correlação entre as variáveis. Além disso, considerando o possível uso das análises realizadas neste trabalho em um contexto empresarial, prefere-se a utilização de uma técnica cujos resultados e análises possam ser entendidos por maior facilidade por um público mais amplo. Podemos encontrar na literatura referências do uso adequado da técnica para o agrupamento de variáveis em, por exemplo, (CHAVENT, *et al.*, 2012; KASSAMBARA, 2017).

Realizando a análise a partir do uso de agrupamentos hierárquicos, o primeiro passo para a realização do processo é a obtenção da matriz de diferenças entre as variáveis determinada em função da matriz de correlação Kendall conforme apresentado na Figura 3 da seção anterior. O método de ligação utilizado será o ward.D2, algoritmo que tem como característica a geração de agrupamentos mais homogêneos, com menor variação entre o valor médio das variáveis que o compõe (KASSAMBARA, 2017, p. 71).

Quanto à definição do número de agrupamentos adequado, seguimos com a apresentação de três diferentes técnicas:

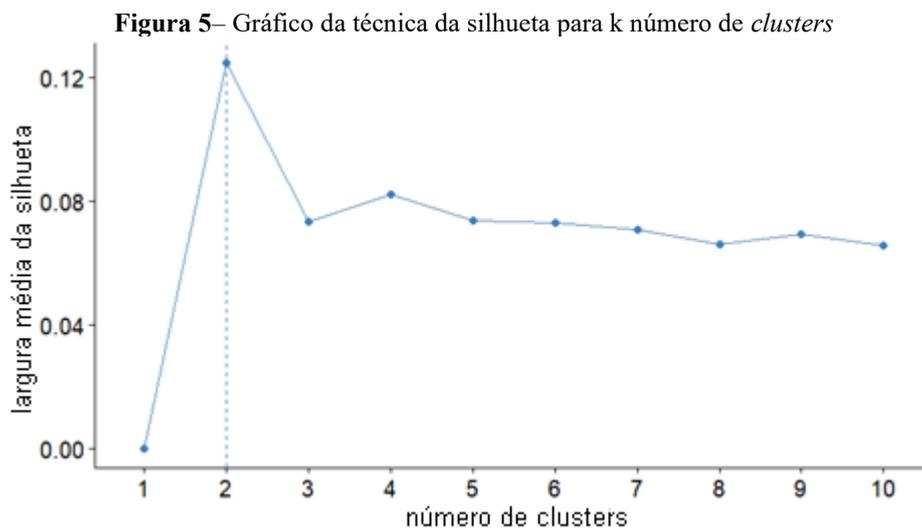
1. A “técnica do cotovelo”, que se baseia na mensuração da variação total intragrupos, valor que visamos minimizar. A técnica da escolha do número adequado se dá em

função da mudança na inclinação da reta formada pela variação total intragrupos de diferentes números de agrupamentos, ver Figura 4.



Fonte: Elaborado pelo autor

2. A técnica da silhueta, já apresentada anteriormente, mas que, neste caso, analisa a qualidade dos agrupamentos ao quais as variáveis estão submetidas. Em função do valor médio do coeficiente de silhueta para cada número de agrupamentos, elege-se aquele que oferece o maior coeficiente, ou seja, o número de agrupamentos no qual os elementos presentes em cada agrupamento possuem a menor distância média entre si e a maior distância dos elementos dos demais grupos, ver Figura 5.

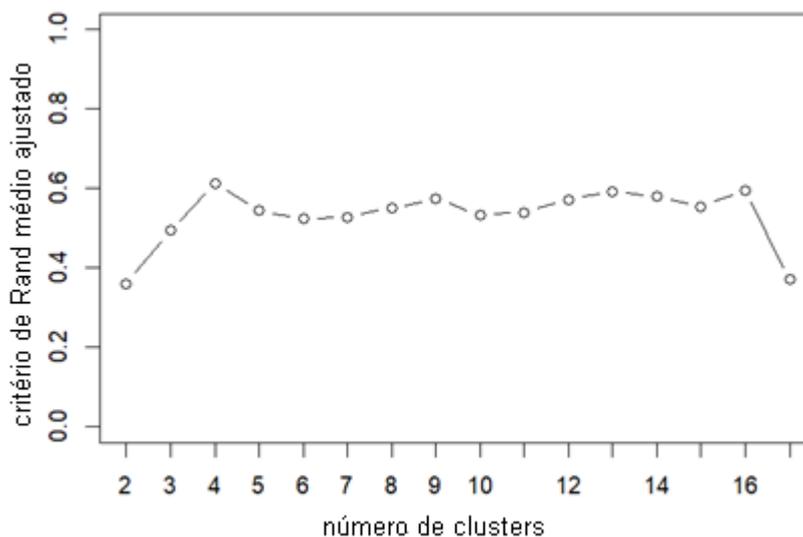


Fonte: Elaborado pelo autor

3. A técnica da estabilidade (CHAVENT, *et al.*, 2012), que utiliza a técnica de *bootstrap* para realizar a análise de repetidas amostras com reposição dos dados, visando identificar a robustez das partições realizadas nos dados. O objetivo da técnica é

assegurar que a formação dos agrupamentos e o número adequado não seja fruto da aleatoriedade ou de correlação espúria, ver Figura 6.

Figura 6– Gráfico da técnica da estabilidade para k número de clusters



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da análise do resultado dos três métodos de avaliação chega-se a um resultado inconclusivo: na “técnica do cotovelo” não se observa uma mudança significativa da inclinação da reta em nenhum ponto. Na técnica da silhueta, observa-se o melhor resultado na divisão em dois agrupamentos e na técnica da estabilidade, se observam partições mais estáveis com quatro agrupamentos.

Considerando o objetivo do trabalho em apresentar uma metodologia alternativa ao agrupamento por dimensões, elege-se a divisão das variáveis em quatro partições visando, assim, oferecer uma alternativa mais prudente às seis originais dimensões, visto que o agrupamento em somente duas partições reduziria o poder de análise do ALI em oferecer uma interpretação da relação entre os temas em um único indicador.

Observando o dendrograma na Figura 7, temos a disposição dos temas nos quatro agrupamentos descritos pela Tabela 7.

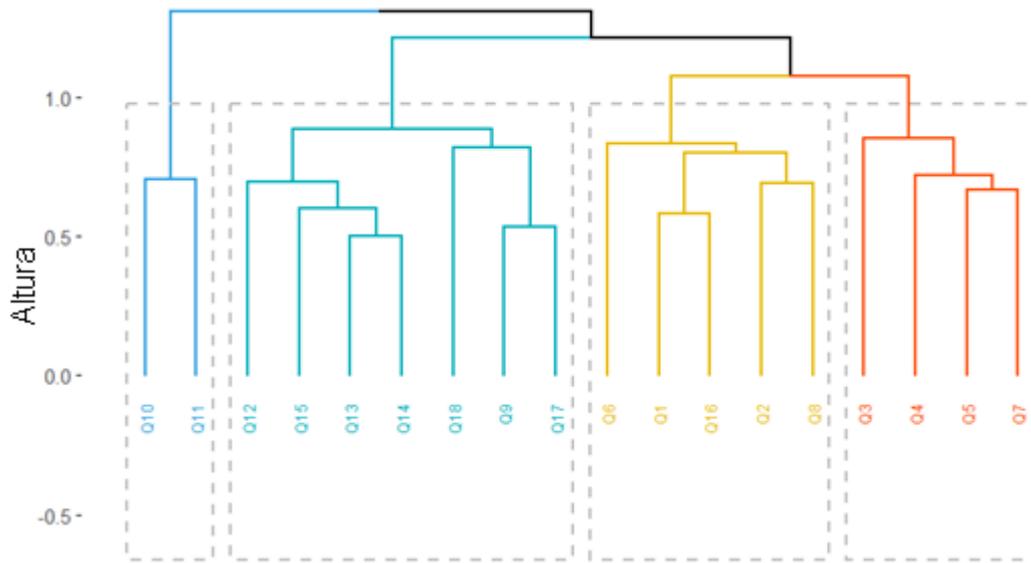
Tabela 7 – Composição e descrição dos agrupamentos propostos ao Radar da Inovação

Agrupamentos	Temas	Descrição
Cluster 1 – Gestão por Metas e Indicadores	Q1 – Indicadores-chave; Q2 - Estabelecimento de Metas; Q6 - Cultura de Alta Performance; Q8 - Formação de Preços; Q16 - Digitalização Interna	Representa o grau de domínio do uso de dados e controles da operação, por meio da aplicação do sistema ERP, bonificações, estabelecimento de indicadores e metas.
Cluster 2 – Gestão das Operações	Q3 – Monitoramento; Q4 - Operação Enxuta; Q5 - Gestão por Processos; Q7 - Satisfação do Cliente	Representa o grau de controle da gestão e das operações, por meio da descrição de tarefas, resolução de problema via implantação de processos, realização de reuniões com a equipe e investigação da satisfação do cliente
Cluster 3 – Práticas de Inovação	Q9 – Publicidade; Q12 - Gestão de Desperdícios; Q13 - Inovação de Processos; Q14 - Inovação de Produtos e Serviços; Q15 - Cultura da Inovação; Q17 - Presença Digital; Q18 - Meios Eletrônicos de Pagamento	Representa o nível de implantação de práticas inovadoras na divulgação, desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos e dos meios de pagamento
Cluster 4 – Práticas Sustentáveis	Q10 - Gestão de Energia; Q11 - Gestão de Água	Representa o nível de implantação de práticas voltadas à redução e otimização dos custos relacionados ao consumo de água e energia.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em FERREIRA; SILVA (2021)

Na Figura 7 temos o dendrograma dos agrupamentos tomando por base a correlação de Kendall para construir a matriz de diferenças. Nota-se, inicialmente, o grau de separação das variáveis relacionadas às práticas sustentáveis dos demais agrupamentos do Radar da Inovação. Destaca-se também variáveis que apresentam forte interligação entre si, a se notar, os três temas relacionados à dimensão Inovação: Q13 – Inovação de Processos, Q14 – Inovação de Produtos e Serviços e Q15 – Cultura da Inovação. Os temas Q16 – Digitalização Interna e Q17 – Presença Digital antes inseridos na dimensão Transformação Digital, agora estão marcadamente ligados, respectivamente, aos temas Q1 – Indicadores Chave e Q9 – Publicidade. Esta observação evidencia que empresas que possuem sistemas computadorizados para controle da gestão, na média, realizam controle da gestão da empresa por meio de indicadores e que empresas com forte presença digital – uso de redes sociais, tráfego pago, venda online etc. – no geral, realizam um maior planejamento das ações em divulgação.

Figura 7– Dendrograma dos agrupamentos propostos ao Radar da Inovação



Fonte: Elaborado pelo autor

Por outro lado, observa-se uma maior desagregação das variáveis Q3 – Monitoramento, Q6 – Cultura de Alta Performance e Q18 – Meios Eletrônicos de Pagamento de seus respectivos agrupamentos. Conforme se observa na Figura 8, onde se apresenta a matriz de correlação de Kendall dos temas reorganizados por agrupamentos, tais variáveis não possuem correlação destacada com as demais variáveis, notando, para tais temas, somente uma correlação acima de 0,25, cada uma, com as demais variáveis.

Figura 8– Matriz de correlação de Kendall do Radar da Inovação, reorganizada por agrupamentos

	Q10	Q11	Q12	Q15	Q13	Q14	Q18	Q9	Q17	Q6	Q1	Q16	Q2	Q8	Q3	Q4	Q5	Q7
Q10	1,0	0,3	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0
Q11	0,3	1,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
Q12	0,1	0,2	1,0	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2
Q15	-0,1	0,1	0,4	1,0	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
Q13	0,0	0,0	0,4	0,4	1,0	0,5	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,0
Q14	0,0	0,1	0,3	0,5	0,5	1,0	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1
Q18	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Q9	0,0	0,0	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	1,0	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Q17	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	0,3	0,5	1,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Q6	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	1,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0
Q1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	1,0	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Q16	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	1,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1
Q2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	1,0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2
Q8	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	1,0	0,1	0,2	0,2	0,2
Q3	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	1,0	0,2	0,2	0,2
Q4	0,0	0,0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	1,0	0,3	0,3
Q5	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	1,0	0,3
Q7	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	1,0

Fonte: Elaborado pelo autor

De modo geral, é possível observar pela matriz de correlação que os temas dos agrupamentos Gestão por Metas e Indicadores, Gestão das Operações e Práticas de Inovação

possuem certo grau de correlação extra grupos, o que não ocorre com o agrupamento Práticas Sustentáveis. Avaliar a qualidade do modelo, em função de indicadores como a medida de silhueta pode nos auxiliar a analisar o potencial da proposta de reorganização do Radar da Inovação.

Utilizando o limiar de 0,05 no coeficiente de silhueta como determinante de que a variável se encontra corretamente agrupada ou entre dois agrupamentos, temos em resumo, na Tabela 8, um total de dezesseis variáveis corretamente agrupadas neste modelo, com as exceções de Q1 – Indicadores Chave que se encontra entre dois agrupamentos e Q3 – Monitoramento que se encontra incorretamente agrupada.

Tabela 8– Coeficiente de silhueta dos agrupamentos do Radar da Inovação, organizado por agrupamentos

Temas - Radar Da Inovação	Agrupamento do Tema (Distância média)	Agrupamento Mais próximo (Distância média)	Coeficiente de Silhueta
Q10 -Gestão de Energia	Práticas Sustentáveis (0,7)	Gestão por Metas e Indicadores (0,96)	Agrupamento correto (0,27)
Q11 -Gestão de Agua	Práticas Sustentáveis (0,7)	Gestão das Operações (0,9)	Agrupamento correto (0,22)
Q12 -Redução de Desperdício	Práticas de Inovação (0,73)	Gestão das Operações (0,79)	Agrupamento correto (0,08)
Q15 -Cultura da Inovação	Práticas de Inovação (0,66)	Gestão das Operações (0,73)	Agrupamento correto (0,09)
Q13 -Inovação de Processos	Práticas de Inovação (0,64)	Gestão das Operações (0,78)	Agrupamento correto (0,19)
Q14 -Inovação de Produtos e Serviços	Práticas de Inovação (0,63)	Gestão das Operações (0,8)	Agrupamento correto (0,21)
Q18 -Meios Eletrônicos de Pagamentos	Práticas de Inovação (0,79)	Gestão das Operações (0,9)	Agrupamento correto (0,12)
Q9 -Publicidade	Práticas de Inovação (0,63)	Gestão por Metas e Indicadores (0,75)	Agrupamento correto (0,15)
Q17 -Presença Digital	Práticas de Inovação (0,7)	Gestão por Metas e Indicadores (0,79)	Agrupamento correto (0,11)
Q6 -Cultura de Alta Performance	Gestão por Metas e Indicadores (0,79)	Práticas de Inovação (0,87)	Agrupamento correto (0,09)
Q1 -Indicadores Chave	Gestão por Metas e Indicadores (0,71)	Gestão das Operações (0,75)	Entre dois agrupamentos (0,05)
Q16 -Digitalização Interna	Gestão por Metas e Indicadores (0,7)	Gestão das Operações (0,83)	Agrupamento correto (0,16)
Q2 -Estabelecimento de Metas	Gestão por Metas e Indicadores (0,72)	Práticas de Inovação (0,76)	Agrupamento correto (0,06)
Q8 -Formação de Preços	Gestão por Metas e Indicadores (0,75)	Práticas de Inovação (0,82)	Agrupamento correto (0,09)
Q3 -Monitoramento	Gestão das Operações (0,8)	Práticas de Inovação (0,8)	Agrupamento incorreto (0)
Q4 -Operação Enxuta	Gestão das Operações (0,73)	Práticas de Inovação (0,8)	Agrupamento correto (0,08)
Q5 -Gestão por Processos	Gestão das Operações (0,71)	Práticas de Inovação (0,75)	Agrupamento correto (0,05)
Q7 -Satisfação do Cliente	Gestão das Operações (0,74)	Gestão por Metas e Indicadores (0,85)	Agrupamento correto (0,13)

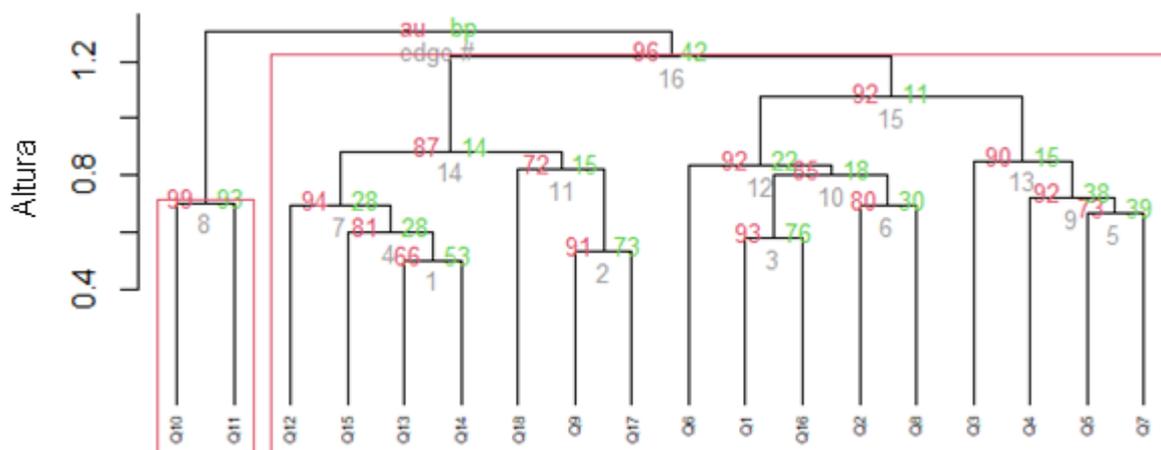
Fonte: Elaborado pelo autor

Em vistas de analisar se os resultados obtidos pelo método de agrupamentos hierárquicos realizado no presente trabalho são fruto de erros ou vieses na amostragem dos dados, utilizamos o pacote *pvclust* desenvolvido para o software R. No pacote, desenvolve-se o método de *bootstrap* para a realização de 1000 reamostragens aleatórias dos dados e gera-se uma estrutura de agrupamentos hierárquicos para cada nova reamostra. Posteriormente, são computadas as medidas BP –, do inglês *bootstrap probability* (probabilidade do *bootstrap*) – que corresponde à frequência com que um agrupamento determinado é observado em cada uma das reamostragens e AU – do inglês *approximately unbiased probability values* (valores de probabilidade aproximadamente não-viesados) – que auxilia na avaliação da significância e confiabilidade dos clusters obtidos por meio do agrupamento hierárquico. Considera-se que os agrupamentos com valor de AU superior a 0,95 são fortemente suportados pelos dados, conforme apresentado em Suzuki (2023),

Para um cluster com valor da probabilidade $AU > 0,95$, a hipótese de que "o cluster não existe" é rejeitada com nível de significância de 0,05; em termos gerais, podemos pensar que esses clusters destacados não apenas "parecem existir" devido a erros de amostragem, mas podem ser observados de forma estável se aumentarmos o número de observações.

O detalhamento das funcionalidades do pacote pode ser encontrado em Kassambara (2017, p. 156-160), Suzuki e Shimodaira (2006) e Suzuki (2023). Na Figura 9, temos o dendrograma obtido para os dados da amostra e os valores BP e AU de cada um dos agrupamentos, os quadros em vermelho indicam os agrupamentos que possuem valor de AU acima de 0,95.

Figura 9– Dendrograma dos agrupamentos com as medidas AU (vermelho) e BP (verde)

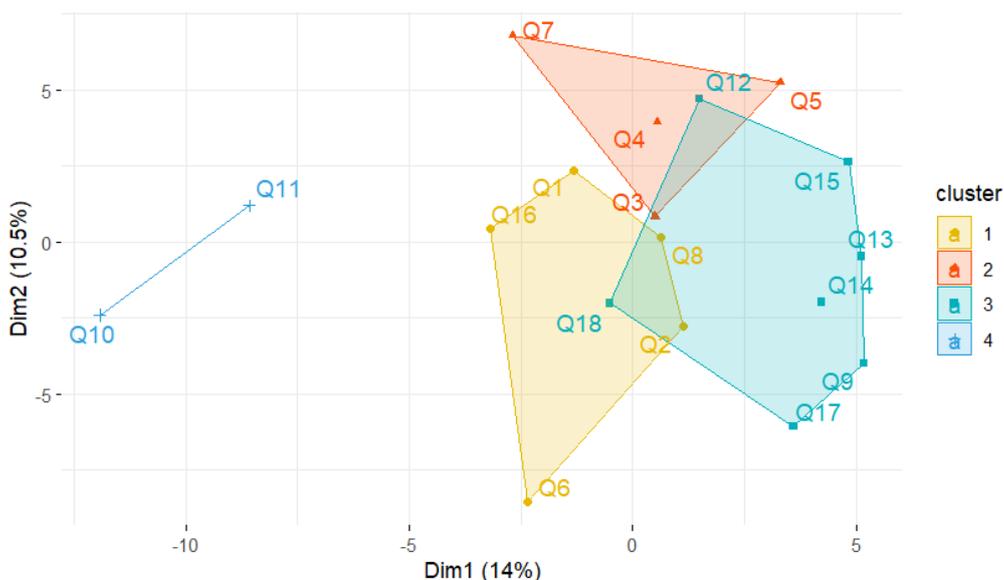


Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da análise da Figura 9, podemos perceber que, para a amostra analisada, a separação entre os agrupamentos Gestão por Metas e Indicadores, Gestão das Operações e

Práticas de Inovação não pode ser confirmada pelos dados, possivelmente indicando a necessidade de uma amostra de dados maior a fim de assegurar a separação entre estes três agrupamentos. Complementa-se a análise a partir da observação da Figura 7, que evidencia a presença de correlação entre grupos entre os temas que compõem estes três agrupamentos e pela Figura 10, em que se observa o gráfico de dispersão dos temas em função das duas primeiras componentes principais obtidas a partir da amostra de dados.

Figura 10– Gráfico de dispersão dos temas em função da 1ª e 2ª componentes principais



Fonte: Elaborado pelo autor

Como é possível observar, nota-se uma sobreposição dos temas que compõem os agrupamentos 1, 2 e 3, respectivamente referindo-se a Gestão por Metas e Indicadores, Gestão das Operações e Práticas de Inovação. A presença de sobreposição entre os dados pode invalidar, parcialmente, a solução apresentada enquanto método que possibilitaria a análise de categorias intrinsecamente distintas entre si em relação ao conjunto de empresas analisadas.

No entanto, para os objetivos do trabalho, a ausência de correlação e sobreposição entre os agrupamentos não é necessariamente uma exigência, bastando somente a identificação de grupos no conjunto das variáveis que nos permita realizar uma análise mais direcionada do desempenho das empresas, como por exemplo, a geração de escores em função da média da pontuação obtida nos temas que compõem uma dimensão/agrupamento. A comparação entre o método original apresentado pelo SEBRAE e a proposta de agrupamentos deste trabalho será tema da próxima seção, onde discutiremos os potenciais dos dois métodos e suas limitações.

4. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

O Radar da Inovação é uma importante ferramenta quantitativa para o diagnóstico da maturidade de gestão das empresas atendidas pelo Programa ALI. A apresentação dos resultados do radar, originalmente, ocorre por meio das dimensões e do gráfico de radar – ver Figura 1-, no qual se apresenta a média obtida pela empresa nos temas que compõe cada uma das dimensões. Dentre outros fatores, a qualidade da informação apresentada por meio da média obtida em cada uma das dimensões, dependerá, efetivamente, da variabilidade da pontuação obtida pela empresa analisada nos temas que compõem cada dimensão. De tal modo, a presente seção realizará a comparação entre o método de agrupamento original dos temas por meio das dimensões com o agrupamento realizado por clusters hierárquicos conforme apresentado na seção anterior deste trabalho seguindo dois métodos principais: a análise da variância generalizada padronizada do Radar da Inovação e a análise do coeficiente de silhueta de cada tema considerando os dois métodos de agrupamento.

A variância generalizada é uma resposta à, por vezes necessária, análise da variação dos dados em um conjunto de variáveis por meio de um único indicador, já que, usualmente, em caso de análise multivariada, realiza-se o uso da matriz de covariância/correlação. Conforme apresentado em (FERREIRA, 1996, p. 104-166; SENGUPTA, 2006), a variância generalizada é obtida a partir do determinante da matriz de covariância dos dados. A interpretação do indicador é similar ao da variância unidimensional, sendo entendida que quanto mais próxima de zero, menor é a dispersão observada nos dados, considerando o conjunto de variáveis em análise. A fim de comparação da variância generalizada em conjuntos de dados que possuam um número diferente de variáveis, seguindo o apresentado em (SENGUPTA, 1987; 2006), realiza-se o cálculo da variância generalizada padronizada, que consiste em realizar a raiz de p ordem da variância generalizada, sendo p o número de variáveis no conjunto de dados.

Tendo em vista o critério de quanto menor a variância de um conjunto de dados, mais próximos os valores estarão da média, analisamos a partir da Tabela 9 a variância generalizada padronizada das seis dimensões do modelo de agrupamento original e dos quatro agrupamentos do modelo alternativo. Na Figura 11, temos o gráfico de *box-plot* da variância generalizada padronizada para os dois métodos apresentados. O ponto em preto representa a média dos valores da variância generalizada padronizada. Os resultados permitem observar que o modelo alternativo, de agrupamentos hierárquicos, apresenta, em média, menor variância generalizada padronizada, identificando que o modelo alternativo apresentaria uma

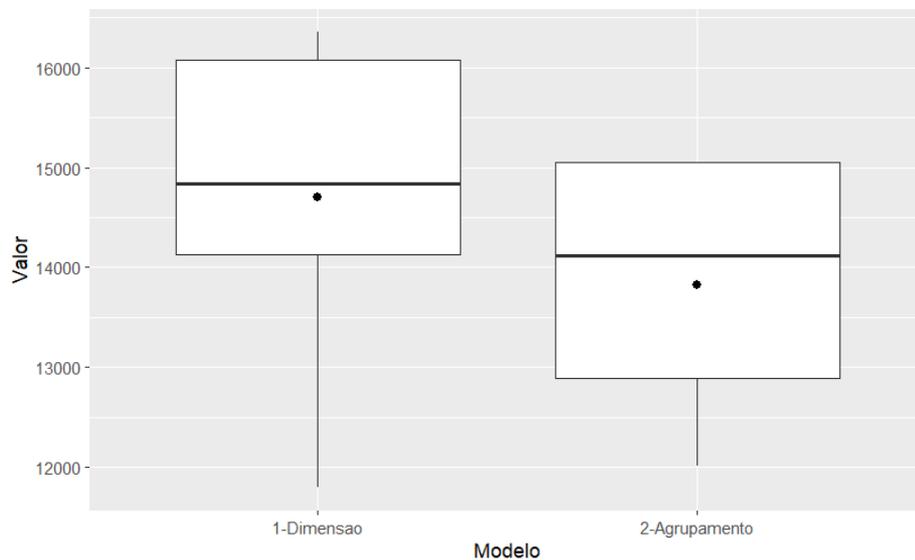
maior precisão na identificação do desempenho da empresa em cada um dos agrupamentos que compõem o Radar da Inovação.

Tabela 9 – Variância generalizada padronizada dos temas do Radar da Inovação por modelo de agrupamento

Dimensões	Variância Generalizada Padronizada	Agrupamentos	Variância Generalizada Padronizada
Gestão por Indicadores	16.341,2	Gestão por Metas e Indicadores	15.050,0
Gestão das Operações	15.293,2	Gestão das Operações	15.052,5
Marketing	16.359,6	Práticas de Inovação	12.014,0
Práticas Sustentáveis	14.050,4	Práticas Sustentáveis	13.185,5
Inovação	14.384,3		
Transformação Digital	11.794,8		

Fonte: Elaborada pelo autor

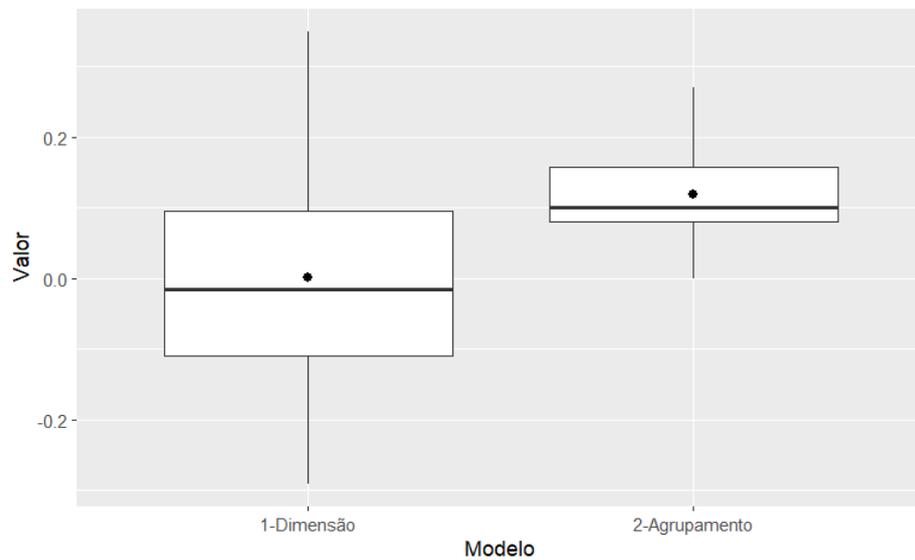
Figura 11– Gráfico box-plot da variância generalizada padronizada dos temas do Radar da Inovação



Fonte: Elaborado pelo autor

Complementarmente, consolidamos na Figura 12 os resultados apresentados nas Tabelas 5 e 7, onde se apresentam os coeficientes de silhueta de cada uma das variáveis em relação ao grupo em que estão alocadas. O ponto em preto representa a média dos valores da coeficiente de silhueta em cada um dos *box-plots*. Conforme apresentado nas sessões anteriores, quanto maior o coeficiente de silhueta, menor a distância da variável em relação às demais de seu grupo e a maior a distância da variável em questão às variáveis dos demais grupos, indicando assim, a qualidade do agrupamento realizado.

Figura 12– Gráfico box-plot do coeficiente de silhueta dos temas do Radar da Inovação



Fonte: Elaborado pelo autor

É possível perceber que para o modelo alternativo de agrupamento hierárquicos, o coeficiente de silhueta possui valor médio superior a zero e é maior que o coeficiente de silhueta médio pelo modelo de agrupamento por dimensões, indicando a maior qualidade do ajuste do modelo alternativo. Percebe-se, por fim, que em consideração aos dois métodos de comparação dos modelos apresentados nesta seção, o modelo alternativo possui maior consistência nos agrupamentos realizados e que estes, possuem, em média, menor variância dos dados, indicando, assim, maior precisão no uso do valor médio de cada grupo como indicador do desempenho da empresa neste quesito. Não obstante, é importante notarmos que, a fim de validar o modelo alternativo em substituição ao modelo original, seria necessário observarmos uma amostra mais diversificada, por exemplo, coletar dados de empresas de diferentes localidades e cuja mensuração tenha sido realizada por diferentes agentes locais de inovação a fim de suprimir vieses de classificação e tendências locais ou regionais. Tais objetivos não podem ser realizados somente pela amostra de dados apresentada neste trabalho, evidenciando abertura para uma pesquisa mais ampla e que trabalhe com uma amostra mais diversificada.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho analisamos o Radar da Inovação, ferramenta de diagnóstico da maturidade de gestão de micro e pequenas empresas desenvolvido pelo SEBRAE. Levando em consideração a apresentação dos dados aos empresários, realizado por meio do gráfico de dispersão que considera a média obtida nas dimensões dos temas do Radar, levanta-se a questão importante: quão assertiva é a informação gerada pelas dimensões levando em consideração os temas que as compõem.

Na segunda seção do trabalho, analisamos o Radar da Inovação conforme proposto pelo SEBRAE para um conjunto de micro e pequenas empresas da microrregião de São João del Rei, em Minas Gerais, as quais tiveram seu desempenho mensurado pelo autor entre os anos de 2021 e 2022. Nesta análise, observa-se, por meio do coeficiente de silhueta, que para a grande maioria das variáveis, não se nota um agrupamento de qualidade satisfatória, uma vez que, estas variáveis possuem maior correlação com variáveis fora de sua dimensão que com aquelas que estão na mesma dimensão. Levando em consideração que, quanto menor a variância entre os dados de um grupo, mais precisa é a informação retratada pela média, observa-se que há indícios de inadequação do uso das dimensões como forma de reduzir a informação contida nos temas do Radar da Inovação.

Como alternativa ao modelo original, é proposto um método baseado na técnica de agrupamentos hierárquicos de variáveis, no qual as seis dimensões originais são substituídas por quatro agrupamentos: Gestão por Metas e Indicadores, Gestão das Operações, Práticas de Inovação e Práticas Sustentáveis. As dimensões Marketing e Transformação Digital, presentes no modelo original, são suprimidas e os temas que antes as compunham passaram a integrar os novos agrupamentos. Neste modelo, observa-se uma maior consistência dos agrupamentos, a partir da análise de indicador de silhueta, para o qual, do conjunto de dezoito temas, dezesseis estão corretamente agrupados. Nota-se, porém, uma sobreposição entre três dos quatro agrupamentos, indicando, uma possível ausência de independência entre estas dimensões ou a necessidade de uma amostra com maior número de observações a fim de validar o modelo alternativo.

Na quarta seção do trabalho, foram apresentadas as comparações entre os dois métodos por meio da análise da variância generalizada padronizada e do indicador de silhueta para ambos os grupos, indicando uma maior qualidade do agrupamento no caso do modelo alternativo. Sem, no entanto, excluir a importância de uma análise mais ampliada a fim de estabelecer conclusões sobre a revisão do modelo original proposto pelo SEBRAE.

Em conclusão, o presente trabalho realiza uma análise que pode complementar o desempenho do Agente Local de Inovação em oferecer indicações mais precisas aos empresários e gestores de micro e pequenas empresas das áreas em que há maior necessidade de desenvolver ações a fim de gerar um desempenho em gestão e inovação mais avançado e capaz de promover o aumento da produtividade, faturamento e redução de custos.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, G. D. G. D. et al. Estrutura de Agrupamentos das Dimensões do Radar da Inovação de Micro e Pequenas Empresas no Brasil. **Espacios**, Vol 37 (Nº 23) 2016. 19.
- CHAVENT, M.; KUENTZ, V.; LIQUET, B. S. J. ClustOfVar: An R Package for the Clustering of Variables. **Journal of Statistical Software**, Los Angeles, Vol. 50, Issue 13 2012.
- FERREIRA, D. F. **Análise Multivariada**. 1ª. ed. Lavras: Editora UFLA, 1996.
- FERREIRA, L. X. M.; SILVA, W. L. Análise fatorial exploratória aplicada ao Radar da Inovação: Aplicação, limites e potencialidades, São João del Rei, 2021.
- KASSAMBARA, A. **Practical Guide To Cluster Analysis in R - Unsupervised Machine Learning**. 1ª Edição. ed. [S.l.]: STHDA, 2017.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos multivariados: Uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- SEBRAE. **Guia da Metodologia e Ferramentas Encontro 1 - Individual**. SEBRAE. Brasília, p. 68. 2020a.
- SEBRAE. **Guia da Metodologia e Ferramentas Encontro 9 - Individual**. SEBRAE. Brasília, p. 87. 2020b.
- SENGUPTA, A. Tests for Standardized Generalized Variances of Multivariate Normal Populations of Possibly Different Dimensions. **Journal of Multivariate Analysis**, 23 1987. 209-219.
- SENGUPTA, A. Generalized Variance. In: BALAKRISHNAN, N.; READ, C.; VIDAKOVIC, B. **Encyclopedia of Statistical Sciences**. New Jersey: Wiley Interscience, 2006. p. 9420.
- SUZUKI, R.; SHIMODAIRA, H. Pvclust: an R package for assessing the uncertainty in hierarchical clustering. **Bioinformatics**, Tokyo, 2006. 1540-1542.
- SUZUKI, R. Pvclust: Hierarchical Clustering with p-values via Multiscale Bootstrap Resampling. Disponível em: <https://github.com/shimo-lab/pvclust>. Acesso em: 20 jun. 2023.