

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL

THIAGO CALIARI SILVA

**A HETEROGENEIDADE DA DEMANDA EM MODELOS EVOLUCIONÁRIOS:
UM ENSAIO TEÓRICO E O CASO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

Belo Horizonte
2014

THIAGO CALIARI SILVA

HETEROGENEIDADE DA DEMANDA EM MODELOS EVOLUCIONÁRIOS: UM
ENSAIO TEÓRICO E O CASO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Tese apresentada ao curso de doutorado do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Machado Ruiz
Coorientador: Prof. Dr. Marco Valente

Belo Horizonte
2014

Ficha Catalográfica

S586h
2013

Caliari Silva, Thiago.
Heterogeneidade da demanda em modelos evolucionários
[manuscrito] : um ensaio teórico e o caso da indústria
farmacêutica / Thiago Caliari Silva. – 2014.
xvi, 198 f. : il., gráfs. e tabs.

Orientador: Ricardo Machado Ruiz.
Coorientador: Marco Valente.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais,
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
Inclui bibliografia (f. 185-195).

1. Comportamento do consumidor – Brasil – Teses.
2. Indústria farmacêutica – Brasil – Teses. I. Ruiz, Ricardo
Machado. II. Valente, Marco. III. Universidade Federal de
Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento
Regional. IV. Título.

CDD: 658.83

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG – NMM018/2014

*À minha esposa Gabriela, a
quem eu amo imensamente.*

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não poderia ter sido realizado sem o auxílio, primeiramente, de Deus. Não tenho palavras para agradecer a forma maravilhosa como Ele tem cuidado de mim, e como permitiu que eu estivesse nesse momento entregando o resultado de quase cinco anos de labuta.

Agradeço também à minha esposa Gabriela, o meu amor, que soube dar palavras de conforto e de carinho nos momentos de estresse, tristeza e desespero, e também soube ser a minha companheira nos momentos de alegria e júbilo. Soube suportar meus problemas, o meu temperamento complicado e, muitas vezes, errôneo, sempre justificando a alcunha que estabeleci para ela: a pessoa mais especial da minha vida.

Aos meus pais, que mesmo distantes, estiveram ao meu lado em toda a caminhada. Saibam que meu amor é muito grande, e essa vitória é de vocês também. Obrigado por terem me dado a educação e a possibilidade de chegar até esse momento.

Ao meu orientador Ricardo Machado Ruiz. Ricardo é para mim uma pessoa especial. Fora o relacionamento de longa data (desde o início do mestrado em 2007), sua inteligência e conhecimento são especiais e me fizeram crescer sobremaneira como profissional. Agradeço a ele a possibilidade que me deu na orientação, nas grandes e algumas vezes calorosas discussões sobre aspectos teóricos e empíricos. Enfim, minha formação acadêmica é em grande parte influenciada por sua cabeça “brilhante” (no duplo sentido mesmo), e me sinto feliz por isso.

Ao meu coorientador Marco Valente. Posso dizer sem dúvida que Marco é uma das pessoas mais solícitas que conheço. Sua tranquilidade nas explicações, o prazer em ajudar e retirar dúvidas e a paciência nos momentos de definição da construção do modelo são de incontável agradecimento. Isso sem dizer sobre seu profundo conhecimento teórico e computacional. Minha tese não seria a mesma se ele não tivesse aceitado participar dessa empreitada.

Aos professores Mauro Borges Lemos, Édson Domingues, Duda, Gustavo Britto, Rodrigo Simões e Márcia Rapini. Alguns pelo prazer de trabalhar em pesquisas do Cedeplar, podendo receber aprendizado tão importante nessa profissão que eu decidi seguir. Outros também pelas conversas, pelo companheirismo.

Aos meus infimos amigos, dentre os mais próximos Ulisses, Admir, Sibelle, Philipe Scherer, Weslem, Arthur Tutu, Paulo Limão, Éder, Pedro Amaral, Fernanda, Diana, Wesley, Dinho, Ricardo Martini, Léo, Alejandro, Rosa Livia, Aninha, Fabrício Cabelo e todos os demais que aqui não foram citados. São várias as lembranças agradáveis que tenho de todos vocês.

Aos funcionários do Cedeplar, pessoas maravilhosas que realizam seu trabalho com muito carinho.

Ao meu cachorro Van Damme, pelas brincadeiras que me ajudaram a desestressar em grande parte da escrita dessa tese.

RESUMO

O objetivo dessa Tese é discutir a relevância da consideração da heterogeneidade e da limitação racional dos agentes demandantes em modelos evolucionários. O modelo construído procura fazer a conexão entre um modelo de complexidade tecnológica (modelo *pNK*) e um modelo que capta a heterogeneidade da demanda (modelo *Take-the-best*) para mostrar como as distintas considerações sobre o ordenamento e definição de preferências dos consumidores aliado às limitações de seu conjunto de informações podem explicar a dinâmica das flutuações das variáveis de resultados (financeiros, tecnológicos e de mercado) de empresas industriais. Para essa empreitada, foram definidas duas aplicações que comprovam a potencialidade analítica do modelo desenvolvido. Primeiro, em um modelo teórico, é firmada essa relevância demonstrando como modificações no comportamento do consumidor afetam a participação de mercado de empresas inovadoras. Segundo, e mais importante, um modelo do tipo *History-Friendly* utiliza informações empíricas sobre a indústria farmacêutica, com foco nas especificidades brasileiras, para demonstrar como as modificações do comportamento da demanda influenciam e explicam a conduta e o desempenho das empresas, conformando a dinâmica estrutural que pode ser observada em estudos empíricos.

Palavras-chave: modelo evolucionário, demanda, indústria farmacêutica, heterogeneidade, inovação.

ABSTRACT

The present dissertation aims to discuss the relevance of the bounded rationality and heterogeneity of demand in evolutionary models. The proposed model seeks to do a connection between a model of technological complexity (p NK model) and a model of demand heterogeneity (Take-the-Best model) to show how the different considerations about the ordering and definition of consumer preferences associate to limitations on the set of information can explain the dynamics of the fluctuations of the outcome variables of industrial firms. To this work, they were defined two applications with the purpose to exploring some analytic potential of the constructed model. First, in a theoretical model, it is showed how changes in consumer behavior affect the market share of innovative firms. Second, and more importantly, a History-Friendly model uses empirical information about the pharmaceutical industry, focusing on the Brazilian specifications, to demonstrate how behavioral changes in demand influence and explain the conduct and performance of industrial firms, shaping the dynamics structure that can be observed in empirical studies.

Key-words: evolutionary model, demand, pharmaceutical industry, heterogeneity, innovation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Simulação 1 – Participação de Mercado (configurações iniciais, $\Delta = 1$ e $\tau = 1$)	82
FIGURA 2: Simulações 1 a 5 – Inovações realizadas pelas firmas	83
FIGURA 3: Simulação 1 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 1$ e $\tau = 1$).....	84
FIGURA 4: Simulação 2 – Participação de Mercado ($\Delta = 0$ e $\tau = 1$)	85
FIGURA 5: Simulação 2 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 0$ e $\tau = 1$).....	86
FIGURA 6: Simulação 3 – Participação de Mercado ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$).....	88
FIGURA 7: Simulação 3 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)	89
FIGURA 8: Simulação 4 – Participação de Mercado (consumidores Grupo 1, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)	91
FIGURA 9: Simulação 5 – Participação de Mercado (consumidores Grupo 2, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)	91
FIGURA 10: Evolução dos preços dos produtos farmacêuticos (1994-2009)	104
FIGURA 11: Participação de Mercado na Indústria Farmacêutica – Parametrização Inicial	142
FIGURA 12: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) na Indústria Farmacêutica – Parametrização Inicial	143
FIGURA 13: Comparação do Índice Hirschman-Herfindahl (HH) na Indústria Farmacêutica e Quatro Classes Terapêuticas – Parametrização Inicial	144
FIGURA 14: Participação de Mercado – Parametrização Inicial.....	145
FIGURA 15: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Inicial.....	146
FIGURA 16: Lucro por grupo de firmas – Parametrização Inicial	149
FIGURA 17: Participação de Mercado – Parametrização Governo.....	156
FIGURA 18: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Governo.....	157
FIGURA 19: Participação de Mercado – Parametrização Grupo 3.....	162
FIGURA 20: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Grupo 3.....	163
FIGURA 21: Participação de Mercado – Parametrização Grupo 2.....	168
FIGURA 22: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Grupo 2.....	169
FIGURA 23: Participação de Mercado – Patenteamento para 200 simulações	172
FIGURA 24: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Patenteamento para 200 simulações	173
FIGURA A.1: Simulação 4 – Preço praticado pelas firmas (consumidores grupo 1, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$).....	197
FIGURA A.2: Simulação 5 – Preço praticado pelas firmas (consumidores grupo 2, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$).....	197

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Especificações do Modelo de demanda Valente (2012)	57
QUADRO 2: Fluxograma dos ambientes de decisão	76
QUADRO 3: Parametrização Inicial	81
QUADRO 4: Fluxograma dos ambientes de decisão	122
QUADRO 5: Número de atributos tecnológicos acessados (dimensões pesquisadas), número de variações da mutação e capacitação tecnológica – Parametrização	127
QUADRO 6: Ordem de Preferência na Percepção das Características pelo Consumidor e Número de Indivíduos por Grupo – Parametrização Inicial.....	135
QUADRO 7: Parâmetros τ e Δ para os Distintos Grupos de Consumidores – Parametrização Inicial	136
QUADRO 8: Ordem de Preferência e Parâmetros τ e Δ para o Consumidor Governo – Parametrização Inicial e Parametrização Governo	154
QUADRO 9: Ordem de Preferência e Parâmetros τ e Δ para o Consumidor	161
QUADRO 10: Ordem de Preferência e Parâmetros τ e Δ para o Consumidor	167

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Comparativo de Resultados entre as Simulações	93
TABELA 2: Participação de Mercado das Firms da Indústria Farmacêutica no Mercado Brasileiro (1998, 2007 and 2010)	107
TABELA 3: Características Seleccionadas das Firms na Indústria Farmacêutica Brasileira (2000, 2003 and 2005).....	109
TABELA 4: Distribuição do Consumo de Produtos Farmacêuticos (2005)	113
TABELA 5: Gasto familiar (%) com saúde por decil de renda segundo os principais itens de despesa, POF 2002-2003	114
TABELA 6: Gasto médio mensal com saúde e medicamentos por <i>decil</i> de renda, POF 2002-2003, POF 2008-2009	115
TABELA 7: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Inicial (média das classes terapêuticas).....	151
TABELA 8: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Governo (média das classes terapêuticas).....	158
TABELA 9: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Grupo 3 (média das classes terapêuticas).....	165
TABELA 10: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Grupo 2 (média das classes terapêuticas).....	170
TABELA 11: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Patente 200 simulações (média das classes terapêuticas)	174
TABELA 12: Comparação dos Resultados das Simulações para as diferentes Empresas e o Bem-estar dos Demandantes	177

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABM – Modelagem Baseada em Agentes
ANS – Agência Nacional de Saúde
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CADE – Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CAMED – Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos
CF/88 – Constituição Federal Brasileira de 1988
CPI – Comissão Parlamentar de Inquérito
C&T – Ciência e Tecnologia
DCB – Denominação Comum Brasileira
ECD – Estrutura-Condução-Desempenho
EC-29 – Emenda Constitucional 29
EFPIA – European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations
FDA- Food and Drug Administration
HH – Índice Hirschman-Herfindahl
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-M – Índice Geral de Preços de Mercado
LSD – Laboratory for Simulation Development
NBF – Novas Firms Biotecnológicas
NEI – Nova Economia Institucional
PBM – Plano Brasil Maior
PHRMA – Pharmaceutical Research and Manufacturers of America
PINTEC – Pesquisa de Inovação Tecnológica
POF – Pesquisa de Orçamento Familiar
Priority-NME – Priority new molecular entities
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
Standard-NME – Standard new molecular entities
SUS – Sistema Único de Saúde
TCT – Teoria dos Custos de Transação
TRIPS – Agreement on Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights
TTB – Take-the-best

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1. RACIONALIDADE LIMITADA E ASSIMETRIA DA INFORMAÇÃO EM TEORIAS DE ECONOMIA INDUSTRIAL	18
1.2. A Racionalidade Limitada de Simon (1978)	19
1.3. Imperfeições e Assimetrias na Informação, Acumulação Privada e Restrições no Conjunto de Decisão.....	23
1.3.1. O Modelo Estrutura-Conduto-Desempenho (ECD)	24
1.3.2. A Teoria dos Custos de Transação (TCT).....	25
1.3.3. A Teoria do Crescimento da Firma de Edith Penrose	26
1.3.4. A teoria dos jogos e o dilema do prisioneiro	28
Considerações Finais do Capítulo	30
2. A TEORIA EVOLUCIONÁRIA E O INSTRUMENTAL METODOLÓGICO DA MODELAGEM BASEADA EM AGENTES (ABM)	32
2.1. Modelos Microeconômicos de Racionalidade Limitada: A Modelagem Baseada em Agentes (ABM)	37
2.1.1. Modelos Evolucionários Tradicionais	38
2.1.1.1. O Modelo Nelson-Winter (NW).....	38
2.1.1.2. O Modelo Silverberg, Dosi & Orsenigo (1988)	40
2.1.2. <i>History-Friendly</i> Models	41
2.1.2.1. O Modelo Malerba & Orsenigo (2002)	42
2.1.3. Escopo de Análise dos modelos tradicionais e modelos HF	45
2.2. Heterogeneidade do “Lado da Demanda”	48
2.3. Modelos de Demanda	53
2.3.1. O Modelo Windrum & Birchenhall (1998)	53
2.3.2. O Modelo Aversi <i>et al</i> (1999).....	55
2.3.3. O modelo <i>Take-the-best</i> (TTB) de Valente (2012)	56
2.3.4. Escopo de Análise dos Modelos de Demanda.....	62
Considerações Finais do Capítulo	63
3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A HETEROGENEIDADE DA DEMANDA EM UM MODELO EVOLUCIONÁRIO	65
3.1. Complexidade inovativa: o modelo <i>pseudo-NK</i> (<i>pNK</i>) de Valente (2008).....	66
3.2. A Heterogeneidade da Demanda: o modelo <i>Take-the-best</i> (TTB) de Valente (2012) .	73
3.3. O Modelo Teórico	76
3.3.1. Condições tecnológicas	77
3.3.2. Condições da demanda	78
3.3.3. Estratégia de precificação dos produtos	79
3.3.4. Participação de Mercado	80
3.3.5. Lucro.....	80
3.4. Resultados do Modelo	81
3.4.1. Análise dos parâmetros da demanda ($\Delta e \tau$)	82
3.4.2. Análise das preferências do consumidor	90
3.4.3. Comparativo de Resultados	92
Considerações Finais do Capítulo	94
4. ESPECIFICIDADES E CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA	96
4.1. Conformação e Especificidades da Inovação na Indústria Farmacêutica Mundial	96
4.2. A Indústria Farmacêutica Nacional: Breve Histórico desde a Década de 90 até os Dias Atuais com Foco na Política dos Medicamentos Genéricos.....	102

4.3. Especificidades da Demanda por Medicamentos no Brasil.....	112
4.3.1. Demanda das Famílias.....	113
4.3.2. Demanda do Setor Público	115
Considerações Finais do Capítulo	117
5. UM MODELO EVOLUCIONÁRIO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA.....	118
5.1. Características fundamentais	119
5.2. Determinantes da Inovação: Decisões de Investimento e Busca Tecnológica.....	122
5.3. A Questão da Escolha da Oferta, da Possibilidade da Oferta e do Patenteamento	128
5.4. Condições da Demanda	132
5.5. Estratégia de Precificação dos Produtos.....	138
5.6. Participação de Mercado	140
5.7. Receita de Vendas e Lucro	140
5.8. Resultados do Modelo	141
5.8.1. Resultados da Indústria Farmacêutica	141
5.8.2. Resultados intra Classes Terapêuticas.....	144
5.8.2.1. Parametrização Inicial	144
5.8.2.2. A Influência da Preferência dos Consumidores nos Resultados de Mercado	152
O Poder de Compra do Estado: Mudança das Características de Escolha do demandante Governo	153
A Relevância da Inovação Incremental: Mudança das Características de Escolha do demandante Grupo 3.....	160
Estratégia de <i>Marketing</i> : Mudança das Características de Escolha do demandante Grupo 2	166
5.8.2.3. O Período de Patenteamento	171
Considerações Finais do Capítulo	175
CONCLUSÕES.....	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
ANEXOS.....	196

INTRODUÇÃO

Nessa Tese é utilizada a Teoria Evolucionária e a adequação do conceito de Racionalidade Limitada no método de modelagem conhecido como Modelagem Baseada em Agentes (ABM).

A utilização da Teoria Evolucionária se dá justamente no intuito de delinear a relevância da consideração da Racionalidade Limitada em ambientes de mercado com assimetrias de informação, ou seja, conjuntos de informações incertos e diferenciados no âmbito do agente e, portanto, resultados de escolha indeterminados e diversos. A intuição proposta nos exercícios a serem realizados no decorrer dessa Tese é que considerar limites para a racionalidade é reconhecer a limitação cognitiva do conhecimento e da capacidade computacional dos agentes econômicos a uma série de possibilidades de escolha, algumas ainda desconhecidas, como no caso de existir assimetria informacional. Entende-se disso que pode ser relevante a consideração da limitação racional em um modelo econômico que procure captar especificidades setoriais.

Seguindo essa perspectiva, nessa Tese optou-se pela vertente comportamentalista *a la* Simon e pela Teoria Evolucionária, por entender que elas podem fornecer respostas melhores aos estudos de setores com elevado grau de inovação tecnológica e complexos processos de absorção e transferência.

Mas a pergunta a ser respondida aqui surge de um aspecto ainda pouco considerado dentro da própria Teoria Evolucionária. É certo que a limitação racional compreendida dentro do cerne teórico define a utilização de estratégias e regras de decisão nas empresas de maneira diferenciada, além de algoritmos de busca de melhorias, não necessariamente maximizadores. Mas os principais modelos desenvolvidos ainda propõem uma simplificação exógena muito forte a um aspecto crucial de mercado, notadamente o papel dos agentes demandantes.

Alguns modelos teóricos, esses os quais serão devidamente destacados nessa Tese, fornecem um aparato relevante para tratar dessa problemática. Porém, não pude até o momento identificar a utilização de nenhum destes em algum modelo empírico, que demonstrasse tal relevância em setores industriais específicos. Entendi ser essa questão assaz interessante, a se considerar o conhecimento prévio da indústria farmacêutica

adquirido depois dos anos de estudo no mestrado e em trabalhos para entidades do governo.

Assim, essa Tese discorre sobre a necessidade da consideração da heterogeneidade da demanda e a multiplicidade de fatores que a determinam na explicação dos resultados de empresas em mercados com elevado grau de inovação tecnológica. Em suma, a intenção aqui proposta é mostrar que a importância da heterogeneização das preferências dos consumidores e dos distintos graus que a limitação racional pode impor à capacitação destes em relação aos atributos tecnológicos e pecuniário dos produtos pode modificar os resultados de mercado, econômico-financeiro e tecnológico de inovações geradas por empresas.

Para tal empreitada, são apresentados dois modelos padrão: o primeiro deles, um ensaio teórico, procura apresentar a importância da heterogeneidade sobre resultados das empresas em ambientes com inovação frequente, e o segundo, o estudo de caso da indústria farmacêutica, tem o intuito de mostrar como a consideração dessa heterogeneidade é capaz de fornecer importantes referências na explicação da conformação industrial verificada na indústria farmacêutica brasileira nos dias atuais.

Além desta introdução, esta Tese encontra-se organizada em mais 5 capítulos e uma Conclusão. O Capítulo 1 apresenta os conceitos de racionalidade limitada, aos moldes do desenvolvimento de Herbert Simon, e como algumas teorias da economia industrial assimilam as assimetrias de informação em seus procedimentos metodológicos. O intuito dessa apresentação é mostrar a assimetria de informação como uma limitante das ações e causadora de incertezas, levando o leitor a entender a conexão que essa limitação pode ter com o uso da racionalidade limitada em modelos econômicos.

O objetivo do Capítulo 2 é apresentar o corpo teórico e metodológico que baliza esse trabalho. Ele expressa a conjunção da assimetria informacional e da limitação racional nos moldes da Teoria Evolucionária. Assim, é exposta uma apresentação da teoria, seguida da explanação de modelos tradicionais de cunho evolucionário, da ideia contida nos modelos *History-Friendly* e da necessidade da observação da heterogeneidade da demanda, com explanação de alguns modelos, dentre eles o modelo de demanda utilizado no ensaio teórico e no estudo de caso da indústria farmacêutica (modelo de Valente, 2012).

No Capítulo 3 é apresentado o ensaio teórico com as considerações da relevância da demanda em indústrias com alto teor de inovação. Neste capítulo é apresentado o modelo desenvolvido nessa Tese e que faz conexão com os modelos *pNK* de complexidade tecnológica (Valente, 2008) e *Take-the-best* de heterogeneidade da demanda (Valente, 2012). Os resultados e conclusões desenvolvidos nesse capítulo dão o primeiro suporte à validade do exercício teórico-empírico proposto, que tende a se consolidar no estudo de caso industrial proposto no capítulo 5.

Ao Capítulo 4 é delegada a apresentação das especificidades estruturais da indústria farmacêutica e as condutas implementadas pelas empresas frente a essas especificações. Esse capítulo deve ser tido como um apêndice de informações empíricas e fatos estilizados para a definição do modelo *History-Friendly* que será apresentado no capítulo 5. Assim, sua leitura é imprescindível para entender as conformações da indústria farmacêutica brasileira e mundial nos últimos anos frente às mudanças regulatórias e às modificações no comportamento da demanda.

O Capítulo 5 é composto do modelo principal dessa Tese, com base no modelo teórico do Capítulo 3 – e alguns incrementos necessários para aproximá-lo do objetivo proposto – e as informações empíricas de mercado apresentadas no Capítulo 4. Será possível notar que os exercícios desenvolvidos nesse capítulo, que em sua maioria trabalham no estabelecimento de mudanças nos parâmetros de comportamento da demanda, aproximam os resultados alcançados às observações empíricas, validando a relevância do objetivo proposto.

Por fim, nas Conclusões serão tecidas as considerações finais da Tese, salientando as contribuições alcançadas através dos resultados e as limitações metodológicas que podem ser suprimidas em trabalhos futuros.

1. RACIONALIDADE LIMITADA E ASSIMETRIA DA INFORMAÇÃO EM TEORIAS DE ECONOMIA INDUSTRIAL

Diferentes áreas do conhecimento utilizam distintos arcabouços de análise da racionalidade na tomada de decisão do indivíduo, mas até mesmo dentro dessas áreas não há consenso estrito sobre como tratar esse processo decisório particular.

Em estudos da área de economia, o padrão comportamental na tomada de decisão dos agentes econômicos – empresas e demandantes – defendido pela teoria econômica neoclássica é, até os dias de hoje, a regra comportamental utilizada com maior frequência. Essa teoria, intitulada teoria da utilidade marginalista, aperfeiçoou teoricamente a tomada de decisão microeconômica, tanto por parte dos agentes ofertantes quanto dos agentes demandantes e contribuiu para agregar modelos matemáticos à análise econômica. Seus principais expoentes foram Walras, Menger e Jevons, além de Marshall, que, em bases distintas de análise¹, apresentaram a relevância da demanda na definição de preços².

A suposição usual do conceito marginalista é a racionalidade plena dos agentes, externada pelo conceito de maximização do objetivo sujeito a restrições conhecidas. A análise padrão utilitarista estabelece um comportamento racional para o indivíduo que, basicamente, significa maximizar os desejos considerando as restrições monetárias. Tal padrão de decisão é uma atitude homogênea, no sentido de que é considerado tanto como um padrão individual da demanda quanto um padrão geral do comportamento empresarial, independente das dotações e posições relativas da firma e dos consumidores.

Os modelos derivados com o padrão de comportamento maximizador usualmente pressupõem a utilização de agentes representativos da tomada de decisão. Isso equivale a dizer que a informação é simétrica e perfeita e que todos tem capacidade para avaliá-la e maximizar seu interesse pessoal. Ou seja, nas relações de troca de todos os mercados a informação é tomada sem custo e disponível para todos que nele operam.

¹ Como aponta Heimann (1965), em 1871 Carl Menger e Willians Jevons publicaram uma nova teoria do valor com base na utilidade. Jevons baseou sua teoria na psicologia utilitária, enquanto Menger apenas tomava as ações humanas como dadas. Três anos mais tarde, Walras solidificou a linha teórica associando-a a formulações matemáticas e expandindo as fronteiras, e por causa disso é considerado o principal expoente da teoria. A Marshall coube desenvolver a teoria no mesmo período, mas publicar seu livro apenas em 1890.

² Como discute Garegnani (1987), entre outros, a preocupação da corrente clássica não era estabelecer uma propriedade formal da demanda na teoria do valor. O trabalho de estabelecer uma relação negativa preço-quantidade foi resultado dos desenvolvimentos neoclássicos.

Essa informação simétrica e perfeita decorre da racionalidade ilimitada – ou substantiva, como alguns preferem falar – assumida como hipótese comportamental dos agentes. A racionalidade substantiva estabelece o universo infinito e padronizado de conhecimento com o qual o indivíduo lida para buscar seus objetivos. Tal hipótese comportamental – a racionalidade é perfeita, lógica, dedutiva – mostra-se extremamente usual para soluções de problemas teóricos, mas, como expressa Arthur (1994), “ela demanda muito mais do comportamento humano do que ele de fato pode fazer”.

Contestar essa suposição de simetria e perfeição informacional não se torna uma tarefa difícil, visto a facilidade de verificar imperfeições tanto no mercado quanto na tomada de decisão dos agentes. As complicadas interrelações setoriais presentes em mercados oligopolizados não podem ser captadas em modelos que não considerem a importância das diferentes condutas comportamentais dos distintos agentes que nele operam, além das diferentes capacidades individuais e condicionantes estruturais. Procurar-se-á mostrar através do foco teórico e metodológico evolucionário que heterogeneizar estruturas e estratégias que permitam (i) agentes diferenciados e (ii) estruturas oligopolistas é extremamente útil para a explicação de setores desse tipo.

Para tal, serão apresentadas nas próximas seções a consideração da racionalidade limitada de Simon e a crítica à cognição ilimitada dos indivíduos e como a limitação racional em conjunção com as informações assimétricas se apresentam em diferentes correntes teóricas da economia industrial.

1.2. A Racionalidade Limitada de Simon (1978)

O conceito de limitação racional é intimamente ligado à obra de Herbert Alexander Simon (1916-2001). Apesar de ter atuado em diversas disciplinas e ter sido um pesquisador respeitado em grande parte delas, a Teoria da Racionalidade Limitada foi principalmente importante para esse teórico.

Assim como frisado pelo autor (Simon, 1996), a teoria foi ignorada por muitos anos, o que levou Simon a pensar sobre a relevância de seus argumentos. Porém, progressivamente, a utilização de conceitos limitantes de racionalidade por variados estudiosos acabaram por recolocar o pensamento de Simon em voga; algumas correntes teóricas, como é o caso da evolucionária, aceitam a limitação na formulação de suas estratégias modelísticas.

Entretanto, o que é a racionalidade limitada? Em palavras do próprio Simon:

The term "bounded rationality" is used to designate rational choice that takes into account the cognitive limitations of the decision maker - limitations of both knowledge and computational capacity. Bounded rationality is a central theme in the behavioral approach to economics, which is deeply concerned with the ways in which the actual decision-making process influences the decisions that are reached (SIMON, 1996, vol.3 p. 291).

A consideração dos limites racionais humanos significa reconhecer a limitação cognitiva do conhecimento e da capacidade computacional do cérebro humano, em contraponto à racionalidade ilimitada. Segundo a teoria da decisão neoclássica, as escolhas são feitas com as seguintes considerações (Savage, 1954):

- (i) entre uma dada e fixa série de alternativas;
- (ii) com distribuição de probabilidades subjetivas conhecidas para cada um dos produtos dessas alternativas; e
- (iii) dadas as alternativas e suas probabilidades, os agentes maximizam o valor esperado da sua função utilidade.

Segundo Simon, a racionalidade limitada pode ser gerada ao quebrar qualquer uma dessas suposições (Simon, 1996, vol.3 p. 291). Como revela o autor:

Instead of assuming a fixed set of alternatives among with the decision maker chooses, we may postulate a process for generating alternatives. Instead of assuming known probability distributions of outcomes, we may introduce estimating procedures for them, or we may look for strategies for dealing with uncertainty that do not assume knowledge of probabilities. Instead of assuming the maximization of a utility function, we may postulate a satisficing strategy (Simon, 1996, vol.3 p. 291).

É verdade, contudo, que a consideração das probabilidades subjetivas nos modelos de teoria dos jogos é uma adequação da teoria neoclássica às críticas da teoria comportamental (mesmo que de maneira indireta), na tentativa de inserir maior limitação cognitiva na tomada de decisão dos indivíduos. Porém, segundo Simon (1955), “a limitação na habilidade humana para lidar com a incerteza é apenas um caso especial das inúmeras limitações cognitivas com que se depara o ator econômico”. O termo racionalidade limitada é proposto no sentido de entender toda essa gama de limitações no conhecimento humano que pode ser vista no mundo real e que não é adequada na teoria neoclássica, incluindo “a ausência de uma completa e consistente função de utilidade para ordenar todas as possíveis escolhas, falta de habilidade para processar todas as alternativas

relevantes e prever as consequências dessas alternativas, incluindo a falta de habilidade de prever probabilidade de eventos futuros” (Simon, 1996, vol.3 p. 292).

Considerando então a não validade das suposições neoclássicas, qual o critério de escolha proposto por Simon? O autor define o critério de escolha humana como atendendo a uma estratégia de *satisficing*, que indica ao mesmo tempo satisfação e suficiência: o indivíduo está satisfeito e considera suficiente o resultado de seu processo de decisão. Porém, o que leva o indivíduo a escolher por critérios de *satisficing*? Justamente a limitação cognitiva humana, que aplica altos custos de deliberação em processos complexos, em tempo restrito ou finito, onde as alternativas são muitas e o ambiente é incerto.

Hogart (1980) afirma que não é razoável que, na maioria das circunstâncias, o ser humano consiga considerar todas as alternativas. Antes disso, o processo de decisão é usualmente um processo de escolha heurística à procura de alternativas satisfatórias, que representem melhora em relação a todas às demais alternativas disponíveis. É importante notar, portanto, que o *satisficing* assume que o tomador de decisão deseja atingir metas, e usa sua cognição tão melhor quanto possível para este fim (Simon, 1996, p.293).

Dada a racionalidade limitada e o processo de *satisficing*, os estudos de Simon se voltaram com veemência à crítica à racionalidade substantiva, o que pode ser visto em *From Substantive to Procedural Rationality* (Simon, 1976). A partir deste estudo, Simon cunha um modelo de tomada de decisão que era antagônico ao neoclássico, a chamada racionalidade procedimental. O intuito era "prover evidências empíricas de que o processo de tomada de decisão aproxima-se dos modelos de racionalidade limitada" (Simon, 1979: 507).

A racionalidade procedimental mostra-se oposta à racionalidade substantiva naquilo que diz respeito aos aspectos relevantes ao processo de escolha. Como aponta Barros (2004):

A racionalidade substantiva diz respeito apenas a qual escolha é feita, a seu resultado. No entanto, as pesquisas empíricas de Simon - juntamente com Allen Newell - na área de ciência cognitiva, demonstram veementemente que, em situações complexas, a escolha feita, seu resultado, depende fortemente do processo particular que a gerou, e não apenas dos objetivos que a orientaram. Assim, torna-se imprescindível saber como a escolha é feita (Barros, 2004, p.78-79).

Assim como frisou Simon, uma atitude procedimentalmente racional envolve além das características dos objetivos pretendidos, "processos particulares heurísticos" (Simon, 1979: 507). Ao classificar o processo como heurístico, Simon considera a intuição, as

circunstâncias particulares e a experiência passada como decisivas no processo. No sentido mais amplo, pode-se dizer que o processo decisório é dependente do processo histórico.

As decisões são, portanto, um processo de escolha que depende do contexto específico ao agente e que remete às suas experiências passadas. Este posicionamento do autor aponta o indivíduo como um operador de *satisficing*, segundo suposições subjetivas sobre o comportamento humano baseados em suas experiências. Conforme o processo vai se intensificando – conforme o tempo passa – as experiências se modificam, os resultados passados podem ser julgados e as estratégias de decisão podem variar, em constante adaptação comportamental. Um exemplo interessante desse comportamento é o dos jogadores de xadrez, apontado em Arthur (1994). Os jogadores estudam seus oponentes em jogos passados e, a partir da configuração atual do jogo, estabelecem padrões, formando hipóteses sobre estratégias. Fazem deduções locais disso, analisando as possíveis implicações de muitas jogadas à frente.

Esse padrão tem um caráter assaz diferente do neoclássico, pois se configura como indutivo. Arthur (1994) defende esse padrão de escolha no famoso problema do *El Farol Bar* mostrando a coevolução dos preditores (modelos de organização das informações), das predições e da autoorganização do sistema baseado em um processo ecológico. Cabe uma observação detalhada do modelo para um maior entendimento do processo.

No modelo é destacada a importância dos diferentes preditores pessoais para a frequência no Bar El Farol. Cem pessoas decidem ir a um bar, mas só vão se a lotação está próxima de 60%. Muito acima ou muito abaixo disso, eles não vão. Não há comunicação entre os agentes, e a única informação é o número de pessoas que foram nas semanas passadas. Cada agente usa um tipo diferente de predição no primeiro momento e, conforme a semana vai passando, acura sua predição conforme o comparecimento no bar da semana anterior. Assim, a predição determina o comparecimento, mas o comparecimento determina o modelo predito também, num típico processo de coevolução.

Cada agente tem uma série de preditores para tomar expectativas. Se um desses preditores não funciona acuradamente, o agente muda até encontrar um que funcione. Os resultados do experimento mostram que os preditores oscilam na média de presença de sessenta pessoas no bar, no qual 40% são previsões acima de sessenta e 60% previsões abaixo de

sessenta. Os preditores continuam a mudar continuamente, mas o resultado é, na metáfora de Arthur, “como uma floresta cujo contorno nunca muda; apenas as árvores mudam”.

O resultado de Arthur guarda dois aspectos interessantes: as estratégias dos agentes coevoluem para (i) um sistema auto-organizado e (ii) sem equilíbrio, mas no entorno de um ponto focal ou de equilíbrio. Apesar de evoluir para um resultado onde a variação é constante, o resultado final raramente é fixo e único; há uma série de possíveis variantes devido à heterogeneidade do processo decisivo dos agentes. Como conclui o próprio autor:

Sometimes there is a unique such set, it corresponds to a standard rational expectations equilibrium, and beliefs gravitate into it. More often there is a high, possibly very high, multiplicity of such sets. In this case one might expect inductive-reasoning systems in the economy – whether in stock-market speculating, in negotiating, in poker games, in oligopoly pricing, or in positioning products in the market – to cycle through or temporarily lock into psychological patterns that may be nonrecurrent, path-dependent, and increasingly complicated. The possibilities are rich (Arthur, 1994, p.411).

Parafraseando Arthur, as possibilidades realmente são muitas e, em um trabalho de pesquisa bastante interessante, Conslik (1996) aponta uma boa parte delas. Com o objetivo de responder o porquê dos estudos em racionalidade limitada, o autor seleciona uma gama de trabalhos interdisciplinares que apontam evidências empíricas diretas da relevância do tema. Não cabe à presente tese discorrer sobre todos os temas, mas cabe para o momento, porém, citar o trabalho e, nesse sentido, apontar que o campo de pesquisa em racionalidade limitada não é incipiente.

Dado o objetivo do tópico, consideramos que as explicações acima puderam nortear o leitor no modo como a racionalidade limitada pode ser um contraponto à perfeita maximização na decisão, em vistas a fornecer aparatos para corroborar um estudo que privilegie heterogeneidade dos agentes. Será visto no próximo tópico como as restrições de informação viabilizam uma análise por esse foco, incorporando a heterogeneidade e permitindo menor flexibilidade de preços no mercado, rumo ao oligopólio.

1.3. Imperfeições e Assimetrias na Informação, Acumulação Privada e Restrições no Conjunto de Decisão

As explicações anteriores permitiram situar os pressupostos comportamentais díspare da Racionalidade Limitada frente à Racionalidade Substantiva. O ponto de contraste revela diferenças que podem suscitar fervorosas divergências: a constatação da assimetria

informacional e a capacidade de processar esta informação em determinando momento do tempo.

Uma das condições para que o equilíbrio competitivo assegure a ótima alocação é que todos os agentes têm perfeito conhecimento a respeito de preço e produção. No mundo real, as interações de mercado, contudo, estão longe de serem realizadas sobre informações simétricas e linhas de investigação voltadas para a análise dos efeitos das informações imperfeitas sobre o funcionamento dos mercados começaram a surgir nos anos 70, principalmente através dos trabalhos de George Akerlof, Michael Spence e Joseph Stiglitz que, por conta disso, foram agraciados em 2001 com o Prêmio Nobel em Economia (Aldrighi, 2006). A essa corrente de pesquisa convencionou-se chamar Economia da Informação.

A questão é que, ao prevalecer imperfeição informacional ou assimetria informacional, a acumulação privada de conhecimento é diferente para cada indivíduo e, em uma terminologia racional *a la* Simon, significa que as restrições no conjunto de informações para cada indivíduo segue uma dependência de trajetória um tanto dispare. É justamente em um contexto desse tipo, com diferenças de informação por parte dos agentes, que se personificam as relações de mercado oligopolistas.

Não se pode negar a influência do modelo do "*Mercado de Limões*" de Akerlof (1970), que pode ser considerado um precursor na modelagem de assimetria de informação, mas também se deve ter em conta que até mesmo antes dos anos 1970 pesquisadores já estavam preocupados com a incerteza no mercado em que a informação imperfeita e assimétrica poderia provocar. O propósito do presente tópico é apresentar estudos desse tipo, com foco na análise industrial. Serão destacadas, de forma resumida, algumas das principais correntes de pesquisa que focam a análise de mercado e, de formas particulares e diferentes, entendem a assimetria na informação como uma limitante das ações e causadora de incertezas, levando o leitor a entender a conexão que essa limitação pode ter com o conceito de racionalidade limitada.

1.3.1. O Modelo Estrutura-Condução-Desempenho (ECD)

Os modelos ECD, base da Economia Industrial, se desenvolveram principalmente através dos trabalhos de Mason (1939) e Bain (1951), com estudos voltados à explicação das

relações de produção e mercado, com foco em empresas e/ou indústrias³. O escopo dos trabalhos foi, basicamente, o estudo de empresas industriais considerando as particularidades setoriais, valorizando o empiricismo⁴, baseando-se no modelo desenvolvido por Mason (1939) e Bain (1951) chamado Estrutura-Condução-Desempenho (ECD).

De uma maneira sucinta, o modelo ECD preconiza que a estrutura de mercado (número de ofertantes e demandantes, barreiras estruturais à entrada, diferenciação de produto, integração vertical, diferenciação, etc) determina a conduta empresarial (comportamento de preços, P&D, investimento, propaganda, fusões e aquisições, etc) e esta, por fim, define o desempenho das firmas (preço, eficiência alocativa e produtiva, lucros, equidade, progresso técnico, etc) (Bain, 1959).

Ao suscitar estudos analíticos desse tipo, que consideram estruturas heterogêneas, os modelos ECD podem demonstrar padrões gerais de comportamento, além de padrões particulares a determinados mercados, aprimorando o conhecimento específico de mercados, com apreciação de menores limitações a conduta dos agentes, um ponto crucial no entendimento das relações setoriais.

As próximas linhas teóricas a serem apresentadas limitarão, em sua maioria, menos esse aspecto. O importante é, contudo, que, partindo dos modelos ECD, a teoria industrial pôde contemplar estudos mais específicos, contemplando as assimetrias de informação e restrições de mercado que influenciam as estruturas industriais, mesmo que de maneira preliminar.

1.3.2. A Teoria dos Custos de Transação (TCT)

A Teoria dos Custos de Transação, ou Nova Economia Institucional (NEI), apresentou significantes contribuições quanto à relevância da existência de firmas industriais. Apesar

³ Segundo Saldanha Júnior (mimeo), a nomenclatura desses estudos freqüentemente é dúbia. Enquanto o *mainstream* neoclássico chama a vertente de Organização Industrial, as correntes heterodoxas freqüentemente nomeiam-na como Economia Industrial. Kupfer e Hasenclever (2002) denotam que a distinção de nomenclatura é apenas regional. Consideramos na tese que, sendo o escopo de análise similar, utilizar uma ou outra expressão não produz modificação de sentido. Dessa forma, durante toda a tese, utilizaremos a expressão Economia Industrial por a escolha teórica e metodológica da tese ser de cunho ainda heterodoxo.

⁴ Como destaca Caves (2007), muita pesquisa nessa linha procede sem qualquer modelo teórico formal da competição imperfeita.

dos trabalhos pioneiros de Coase (1937), o desenvolvimento da teoria é ligado principalmente a Williamson (1975, 1981 e 1985). Surge de uma pergunta simples, mas muitas vezes negligenciada: porque existem empresas? A perspectiva da TCT para responder essa pergunta pode começar a ser entendida na frase de Arrow (1999)

“Any standard economic theory, not just neoclassical, starts from the existence of firms. Usually, the firm is a point or at any rate a black box. But firms are palpably not points. They have internal structure. This internal structure must arise for some reason” (Arrow, 1999, p. 602).

Analisar a firma de maneira homogênea, como sendo um agente maximizador de lucros independente de sua estrutura interna e de sua trajetória é um equívoco. Ao perguntar por que existem empresas, a TCT procura abrir essa caixa preta focalizando as restrições impostas pelo mecanismo de preços (Williamson, 2002, p.13). Essas restrições dos mecanismos de mercado são suscitadas diretamente pelo custo de transação que, até então, era uma variável negligenciada nas análises de mercados se comparada aos custos de produção da teoria da firma neoclássica.

Em suma, a percepção da assimetria da informação na TCT é forte e significa um desenvolvimento teórico valioso na abertura da “caixa preta” da empresa. Nela são considerados fatores importantes como o funcionamento imperfeito de mercados, considerando que “a incerteza em relação ao futuro não pode ser tratada adequadamente por modelos probabilísticos, tal como pretende a teoria convencional” (Silva Filho, 2006).

Como aponta Williamson (1985), os pressupostos básicos de (i) racionalidade limitada *a la* Simon e (ii) oportunismo dos agentes (estratégias *free-rider*) sustentam a TCT. Williamson desconsidera a racionalidade substantiva neoclássica e, ao pressupor o oportunismo dos agentes, intensifica a relevância da assimetria da informação. Utilizando os conceitos de Simon, para Coase e Williamson os custos de transação poderiam explicar, baseado na racionalidade limitada das ações, na complexidade das relações e na incerteza, porque diferentes etapas do processo produtivo eram internalizadas pela firma e ofertadas de forma conjunta.

1.3.3. A Teoria do Crescimento da Firma de Edith Penrose

Nesse tópico é abordada uma análise industrial que intensifica o estudo no âmbito da firma e não do setor. Trata-se principalmente da obra de Edith Penrose, basicamente por ser a

primeira autora a procurar formular uma teoria para o crescimento da firma. Partindo desse anseio, Penrose projeta em seu livro uma explicação para o processo de crescimento das firmas que não seja "um mero ajustamento ao tamanho adequado em dadas condições" (Penrose, 1959:2006, p.32), uma crítica clara e contundente à teoria da firma tradicional e ao tamanho ótimo preconizado pela mesma. Segundo a teoria da firma tradicional, há uma limitação ao constante crescimento da firma devido aos rendimentos decrescentes da coordenação administrativa, o que estabelece uma curva de custo médio ascendente a partir de um ponto mínimo.

Para Penrose, essa afirmação padece de sustentação empírica. Como ressalta a autora, o crescimento unificado da firma sem limite pode ser alcançado.

*"...essa "unificação" pode ser alcançada por meio de uma **apropriada forma de organização herdada do passado** e desempenhada por **trabalhadores de longa data, imbuídos de uma tradição comum**, acostumados à organização e também uns aos outros, que formam assim uma **entidade que funciona com suficiente constância e eficácia em amplas áreas**. [...] é esta capacidade da firma em alterar sua estrutura administrativa, de tal modo que decisões administrativas não-rotineiras e requerendo julgamentos reais possam ser tomadas por um grande número de pessoas diversas dentro da firma, sem destruir a sua unidade essencial, que tem tornado tão difícil afirmar com confiança a existência de um ponto a partir do qual a firma passa a ser grande demais ou demasiado complexa para ser administrada com eficiência" (Penrose, 1959:2006, p. 53).*

Os grifos são meus e servem para destacar a importância de uma característica peculiar e intrínseca que será o cerne da teoria de Penrose: a especificidade dos ativos da firma, sejam eles físicos ou organizacionais, pois formam um conjunto único moldado intra-firma e não passível de ser adquirido no mercado como um insumo. A dependência de trajetória e a acumulação de conhecimento estabelecem uma "informação" própria a cada firma, que a faz crescer de maneira única, diferente das demais, e que não necessariamente define um ponto ótimo de crescimento para o qual a firma irá convergir.

Assim, no sentido de explicar o surgimento de grandes corporações e suas estratégias de crescimento, Penrose aponta para a relevância de um aspecto que, no contexto e anseio da Tese, é crucial: a heterogeneidade dos processos produtivos e do conhecimento acumulado no nível da firma, da heterogeneidade empresarial. Não se pode, segundo a autora, relevar a história e o ambiente de aprendizado *path-dependence* no intuito de abstrair aspectos importantes para o entendimento da evolução das firmas; essa afirmação é justamente a consideração aceita nesse trabalho, e o sentido de utilizar a teoria evolucionária e a modelagem baseada em agentes é com o intuito de permitir essa flexibilização

heterogênea, que capte a individualidade e a irreversibilidade. A própria Penrose já apontava a relevância de uma teoria biológica, que preconizava que as firmas são "organismos cujos processos de crescimento são essencialmente os mesmos dos organismos vivos do mundo natural" (Penrose, 1959:2006, p.33).

Vale ressaltar que a importância dos fatores internos, intrínsecos à firma, é uma tese defendida também por Alfred Chandler, renomado economista de história industrial. Em um de seus mais famosos trabalhos, *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism* (Chandler, 1999), o autor deixa claro que em sua opinião uma análise de mercado parte da análise dos processos internos e de mudanças burocráticas nas empresas, naquilo que Chandler designa como capacidades organizacionais intra-firma. Trata-se exatamente da maneira como são organizadas as instalações físicas das empresas, (fábricas, escritórios, laboratórios de P&D), o conhecimento tácito via habilidades pessoais para a produção, comercialização, gerenciamento e inovação. É essa dinâmica interna que define os resultados do ambiente externo, intra-setorial.

Nesse sentido, os trabalhos de Penrose e Chandler caminham de maneira muito próxima, apresentando a necessidade de uma análise setorial intra-firma, e não somente intra-setor.

1.3.4. A teoria dos jogos e o dilema do prisioneiro

Dentre as teorias apresentadas no tópico 1.3, a teoria dos jogos pode ser considerada a maior aproximação à teoria clássica da produção, sendo considerada também *mainstream* nos cânones econômicos. O motivo dessa aproximação é a utilização de pressupostos de análise próximos, basicamente o conceito de equilíbrio e a maximização da utilidade. A questão é que, porém, os aprofundamentos da teoria dos jogos durante os últimos anos contribuíram para inserções de assimetria informacional na decisão dos agentes e, apesar de não considerar a racionalidade limitada, inclui várias restrições à racionalidade humana, considerando limitação e ambiguidade nas tomadas de decisão.

Em uma explicação sucinta, os modelos de teoria dos jogos são utilizados para procurar soluções de problemas conjuntos, situações onde a interação envolve um conjunto de decisões que não depende apenas da estratégia própria de um agente e das condições de mercado, mas também das estratégias escolhidas por outros agentes. A questão fundamental na definição das estratégias, contudo, passa pela tomada de decisão dos

indivíduos (ou grupo de indivíduos) e, logicamente, pelo conjunto de possibilidades ponderado pelas probabilidades subjetivas da realização de cada evento (o que não representa incerteza). Afinal, se a modelagem das estratégias não tiver por suposição probabilidades diferentes para os atores envolvidos, fatalmente cairemos no problema do agente representativo, o que também é contestado na teoria dos jogos. Nesse sentido, a obra de Von Neumann e Morgenstern lançou bases sólidas para posteriores desenvolvimentos, como a probabilidade subjetiva de Savage (1954) e o Paradoxo de Ellsberg⁵.

A se contar a simplicidade metodológica dos pressupostos da teoria clássica nos modelos econômicos, a teoria dos jogos representa um avanço, pois trata a tomada de decisão individual resguardada das diferentes probabilidades – que são subjetivas – dadas pelo indivíduo ao conjunto de informações que lhe é cabido.

A questão que se toma a partir de então é a diferença fundamental desse tipo de análise para a de Simon. É claro que tanto a teoria dos jogos quanto Simon concordam na necessidade de heterogeneizar a ação individual; o modo de realizar isso, porém, é controverso na comparação das teorias. Enquanto Simon discorre sobre a necessidade de flexibilizar o uso da racionalidade, para uma situação na qual nem todas as informações estejam disponíveis ao indivíduo, a teoria dos jogos utiliza a racionalidade substantiva, estabelecendo probabilidades subjetivas para todas as informações e considerando que o conjunto de informações é o mesmo para todos os indivíduos. Desse modo, a teoria dos jogos consegue estabelecer equilíbrio através de maximização com várias condicionantes.

No sentido da metodologia, a distância entre as teorias está posto nesse processo maximizador. A questão debatida pelos adeptos da racionalidade limitada, e dentre esses os evolucionários, é que é impossível enquadrar dentro de uma análise todas as variáveis relevantes. O tema é controvertido e passível de discussões. David Kreps, um famoso teórico dos jogos, discute a validade da análise evolucionária – através de uma discussão do modelo de Nelson e Winter (1982) – e conclui o seguinte:

"Esta se trata de uma nova forma de análise econômica, e certamente merece maior desenvolvimento para a construção de modelos, elaboração de simulações, realização de análises mais precisas e desenvolvimento de procedimentos para calibrar e submeter

⁵ Para maiores informações sobre teoria da decisão e seus recentes desenvolvimentos, sugerimos a leitura de Faro e Castro Filho (2005) e Faro (2005).

à prova os modelos. Certamente, os padrões de conduta desenvolvidos nestes modelos são mais realistas que os padrões neoclássicos. Um neoclássico poderia dizer que as especificações evolucionárias podem se acomodar dentro do marco de análise neoclássico ao considerar todo tipo de custos e restrições e que os modelos de Nelson e Winter são ad hoc e a forma correta de se proceder metodologicamente é via maximização. Porém, a introdução de todos os aspectos evolucionários em um modelo neoclássico é uma tarefa complicada, para não dizer impossível" Kreps (1990).

Considerações Finais do Capítulo

Pode-se distinguir a apresentação desse capítulo em duas distintas vertentes: (i) o comportamento racional humano e (ii) as limitações que a assimetria da informação condiciona a esse comportamento. Porém, o intuito de realizar tal apresentação é justamente o de delinear o *link* no qual as assimetrias de informação suscitam a relevância de uma análise comportamental limitada pelos conjuntos de informações incertos e diferenciados no âmbito do agente e, portanto, resultados de escolha indeterminados e diversos.

De forma geral, pode-se dizer que o objetivo seguido pelos modelos econômicos é a inclusão de complexidades microeconômicas relacionadas à informação no âmbito da decisão dos agentes. Nos desenvolvimentos associados às correntes de estudo mais próximas ao *mainstream* econômico – como na teoria dos jogos – já pode ser encontrada a incorporação das imperfeições na informação. A teoria da decisão derivada disso define como as escolhas são feitas baseado em probabilidades subjetivas e maximização do valor esperado. Os resultados alcançados, contudo, muitas vezes invalidam os resultados gerais de bem estar geral dos seus predecessores; nas análises com metodologias que envolvem otimização condicionada, é frequente a descrição de múltiplos equilíbrios com possibilidade de resultados sub-ótimos (ver Kreps, 1990).

Essas constatações despertam a relevância da consideração da Racionalidade Limitada. Considerar limites para a racionalidade humana é reconhecer a limitação cognitiva do conhecimento e da capacidade computacional do cérebro humano frente a uma série de possibilidades de escolha, algumas ainda desconhecidas, como no caso de existir assimetria informacional. Como sugere Simon (1996), a dificuldade em se conhecer todos os eventos possíveis e, ainda, de estabelecer probabilidades conhecidas para cada um destes dificulta a utilização de uma estratégia de maximização e abre caminho para a proposição do processo de decisão via *satisficing*.

Entende-se assim que, consideradas as apreciações destacadas nas distintas teorizações apresentadas no tópico 1.3, pode ser relevante a consideração da limitação racional em um modelo econômico que procure captar especificidades setoriais. Seguindo essa perspectiva, nessa tese optou-se pela vertente comportamentalista *a la* Simon e pela Teoria Evolucionária, por entender que elas podem fornecer respostas melhores aos estudos de setores com elevado grau de inovação tecnológica e complexos processos de absorção e transferência.

O impacto diferenciado de demandantes com distintos padrões comportamentais de escolha e preferências muitas vezes pautada em aspectos de diferenciação de produto e a heterogeneidade no padrão de decisão das firmas no que tange principalmente às suas estratégias de P&D fazem da indústria farmacêutica um lócus interessante de análise setorial através da metodologia evolucionária, em particular devido à presença de inovações de produtos. Em uma observação interessante sobre essa questão, Blaug (1998) acredita que os estudos em economia da saúde devem ser pautados em análises de cunho heterodoxo, que contenham suposições comportamentais mais flexíveis à heterogeneidade dos agentes.

Nos próximos capítulos da Tese se pretende considerar essas afirmações, respaldando a Teoria Evolucionária e a Modelagem Baseada em Agentes como um caminho interessante de análise, principalmente se conectados a informações empíricas setoriais.

2. A TEORIA EVOLUCIONÁRIA E O INSTRUMENTAL METODOLÓGICO DA MODELAGEM BASEADA EM AGENTES (ABM)

"The evolutionary approach to economics has a long history, is currently experiencing an upwing of interest, and might be the longer run mainstream to which economics return, encompassing optimization models as a special case" (Conslík, 1996: p.677).

Passada uma década e meia da fala de Conslík, parece-nos que o longo prazo denominado pelo autor ainda não chegou. Isso não significa, porém, que a teoria evolucionária não esteja galgando um espaço maior no arcabouço econômico⁶. Com o desenvolvimento de computadores e softwares, a teoria evolucionária têm tido um desenvolvimento pautado na metodologia da modelagem baseada em agentes (ABM), intensificando o seu uso e subsidiando o desenvolvimento dessa vertente.

Pode-se dizer que a teoria evolucionária remete ao livro de Richard Nelson e Sidney Winter, *"An Evolutionary Theory of Economic Change"*, de 1982. Esse trabalho, porém, não foi o primeiro a aventar o uso da concepção evolucionária biológica no estudo da ciência econômica, dado que se pode encontrar alusões ao evolucionismo em Alchian (1950) e até mesmo em Penrose (1959:2006), além de outros. Porém, os autores foram além das citações, formulando uma teoria e uma metodologia propriamente baseada nos conceitos evolucionários, e por isso recebem o mérito de precursores dessa corrente teórica.

Bastante provocativo aos cânones econômicos clássicos, os autores reservam boa parte do livro⁷ para críticas à "caixa preta da análise econômica", através das discutíveis questões metodológicas empregadas e da dificuldade da análise clássica frente às mudanças econômicas. Principalmente em relação ao aspecto de mudanças econômicas é que recai o título de economistas evolucionários. Baseada no conceito de evolução de Darwin, a teoria resgata o pensamento *schumpeteriano*⁸ (Schumpeter 1912:1985) potencializando alguns de seus aspectos, principalmente naquele concernente ao principal motor do desenvolvimento

⁶ Uma boa ideia do processo pode ser vista pela importância atual do Journal of Evolutionary Economics, editado desde 1991 e que possui uma posição de destaque entre os periódicos internacionais, publicando apenas artigos relacionados à teoria e a modelos evolucionários.

⁷ Pelo menos as Partes II, III e IV do livro possuem críticas contundentes ao modo de análise estático, ao tratamento dispensado à mudança econômica e aos aspectos metodológicos da economia clássica.

⁸ Apesar de existir uma forte influência de Thorstein Veblen nos escritos dos primeiros autores evolucionários.

capitalista. E, nesse sentido, a separação teórica entre o evolucionismo – naturalmente biológico – e a base de análise mecanicista empregada na teoria econômica *mainstream* se mostra maior.

No contexto evolucionário, a questão econômica é vista como um processo sistêmico, no sentido de que (i) o todo não pode ser desmembrado em análises pontuais e (ii) que existem fontes internas de movimento, adaptações ambientais e temporalidade (Nelson e Winter, 1982; Cerqueira, 2002). Enquanto na economia mecanicista perturbações exógenas não estabelecem caos, visto o caráter balanceado do processo, no modelo evolucionário a tendência para o equilíbrio se torna apenas uma eventualidade; o equilíbrio se torna um caso particular da evolução econômica (Prado, 2001; Arthur, 2005).

O método de análise evolucionário na economia pode não ser, porém, tão recente. Como atesta Prado (2001):

"Marshall considerava que o paradigma evolucionário era mais adequado para apreender o sistema econômico real, já que este é uma manifestação da vida e se desenvolve historicamente. Entretanto, por razões técnicas ligadas à facilidade de manipulação analítica, em suas obras clássicas (nos Princípios de Economia, por exemplo), ele empregou o paradigma mecânico na construção de modelos do funcionamento da economia real. Tais modelos deveriam ser capazes de responder a questões sobre relações de causa e efeito do tipo: se é aumentado o imposto por unidade de veículo, o que acontece com a quantidade vendida desse bem e com a arrecadação de impostos. A visão evolucionária, entretanto, era mantida em seus textos como uma forma de completar e corrigir a simplicidade da visão mecânica" (Prado, 2001, p.1).

A afirmação é controversa – visto que pode ser debatida calorosamente por defensores de diferentes correntes teóricas⁹ – mas lança uma pergunta sobre o desenvolvimento da teoria econômica: seria realmente a teoria evolucionária tão superior a ponto de sacramentar a morte dos estudos mecanicistas? Como argumenta Arthur (2005):

"Out-of-equilibrium studies of course do not answer all possible questions. They do not tell us usually about the formation of tastes, or of technologies, or of structure. David Lane (1993) notes that such studies "offer only very limited scope to the emergence of new structures—and, so far, none at all to the emergence of higher-level entities." What emerges is pattern, not hierarchical structure" (Arthur, 2005, p.3).

Portanto, não parece ser o caso de uma quebra total de padrão. Mas, com propriedade, pode-se dizer que é uma aproximação das ciências humanas a demais áreas do conhecimento que, durante os últimos anos, "vem passando por uma dramática mudança

⁹ Cabe lembrar que Nelson e Winter também destacam essa preocupação na análise evolutiva em Marshall, citando uma passagem do célebre *Principles* (Marshall, 1948) na página 75 de Nelson e Winter (1982).

de paradigma: de uma visão de mundo mecanicista, associada ao pensamento de Newton e Descartes, para uma visão holística ou ecológica" (Cerqueira, 2002, p.56). Essa visão holística ou ecológica é, segundo as palavras de Fritjof Capra, que inspirou as palavras de Cerqueira (2002), firmada na análise de situações que demandam o uso de métodos sistêmicos, que considerem as interligações e interdependências dos elementos do todo (Capra, 1998). A teoria econômica evolucionária parece ser promissora para realizar essa aproximação.

Bianchi (1984) e Cerqueira (2002) apontam uma crise na ciência econômica, que é devida à incapacidade metodológica do *mainstream* econômico de lidar com "processos de mudança que afetam o modo como a economia opera" (Cerqueira, 2002, p.59). Seguindo as definições de Cerqueira, com uma agenda bastante propositiva (e não meramente crítica do *status quo*), as questões que classificam a teoria evolucionária como emergente e relevante baseiam-se em uma abordagem que é holística, sistêmica e evolucionária.

O sentido holístico, apesar de não representar exatamente o pressuposto de agentes heterogêneos, está intimamente ligado a essa definição, pois envolve a consideração particionada dos problemas e suas inter-relações. É nesse sentido que a teoria evolucionária se desprende da "caixa preta" combatida por Nelson & Winter (1982). E, para realizar essa inserção, a teoria se vale de uma mudança no conceito racional empregado pelo *mainstream*; aqui, a aproximação com a racionalidade limitada de Simon é notória¹⁰.

Vejamos um exemplo. O conjunto de informações disponíveis a cada agente pode ser dividida em dois tipos: as informações privadas e as informações públicas. As informações públicas são aquelas que estão disponíveis para o conjunto total de agentes, de forma que todos a utilizam para a tomada de decisões. Esse é o ambiente que torna os agentes homogêneos no que se refere ao conjunto de informações, mas não ao modo como ela é organizada, ponderada, hierarquizada etc, ou seja, a racionalidade como dimensão específica de cada agente. Há, porém, um grupo de informações que é intrínseco a determinados agentes, quer seja por processos históricos, sociais e econômicos distintos, por conhecimento tácito, por segredos industriais, etc. Essa é a parcela de informação que

¹⁰ Sbicca & Fernandes (2005) apontam as congruências e incongruências entre a racionalidade limitada e a teoria evolucionária. Para a presente tese, cabe destacar que as teorias caminham em conjunção, apesar de algumas dificuldades de absorção da primeira pela segunda.

torna os agentes heterogêneos, além do modo como processam as informações externas. Existindo essa informação privada, a informação do indivíduo “A” não está disponível ao indivíduo “B”, e vice-versa, de forma que existe uma parte de informação no mercado que é oculta aos demais agentes. Não existe, portanto, um conjunto inteiro de informações disponíveis de forma que os agentes possam ser considerados da mesma forma em uma modelagem; é frequente que um agente (ou mais de um) possua informações privilegiadas em relação aos demais e, dessa forma, deva ser tratado de maneira igualmente privilegiada no modelo proposto.

É razoável entender, portanto, que é praticamente impossível prever todas as informações privadas dos demais agentes para que, dentro de seu conjunto de informações, possa ser tomada uma decisão substantivamente racional, além de prever o modo como esta informação será processada (racionalidade). Dado que cada agente possui um conjunto de informações limitadas que são processadas de forma específica, as decisões não são tomadas com deliberação sobre a totalidade de informação, mas apenas sobre o conjunto restrito de informação que cada agente possui. É essa consideração da racionalidade limitada que é utilizada nos modelos evolucionários.

E nesse contexto a teoria evolucionária abre mão do método de maximização na tomada de decisões do agente. Segundo Nelson & Winter (1982):

“Segundo o pressuposto ortodoxo, existe uma otimização global, sem erros e definitiva, para um dado conjunto de escolhas que compreende todas as alternativas objetivamente disponíveis. Esta posição é claramente conflitante, por exemplo, com o pressuposto de que a firma atua o tempo todo com uma política de status quo, cuja lucratividade ela compara, sem exatidão, de tempos em tempos, com as alternativas isoladas que se apresentam por meio de processos que não estão totalmente sob seu controle – mudando a política quando a comparação favorece a alternativa apresentada ante ao status quo corrente. Esse último pressuposto está mais de acordo com o espírito da teoria evolucionária: trata-se de um pressuposto de “busca do lucro” ou “objetivo motivado pelo lucro”, mas certamente não de maximização de lucro” (Nelson & Winter, 1982, p. 56).

Portanto, nesse contexto decisório, os argumentos de Simon sobre a impossibilidade de deliberação total somam-se aos argumentos de desequilíbrios instantâneos de Nelson & Winter (1982) para refutar o uso da otimização condicionada. Os próprios autores observam que a teoria evolucionária aceita e absorve as ideias comportamentalistas de Simon (Nelson & Winter, 1982, p. 62) baseando a modelagem na "proposição de que, no médio e curto prazo, o comportamento das firmas pode ser explicado quanto a regras e procedimentos relativamente simples" (Nelson & Winter, 1982, p. 63).

Essas regras e procedimentos de decisão intra-firma permeiam os trabalhos evolucionários, como será visto nas próximas seções, quando serão apresentados alguns destes. O foco é na utilização de rotinas de procedimentos no interior da firma, em uma análoga referência ao conceito de habilidade individual: Nelson & Winter discutem extensivamente os padrões das habilidades individuais como forma de explorar os paralelismos entre estas e as rotinas organizacionais (Nelson & Winter, 1982, p. 149). Estas rotinas decorrem da divisão interna de trabalho dentro de qualquer firma. Note que mesmo em uma firma monocêntrica, o administrador elabora rotinas para facilitar o comando e a tomada de decisão.

No contexto evolucionário, portanto, a regra de decisão na firma industrial é o padrão comportamental rotineiro que permeia as atividades individuais em toda uma análise departamental. A firma segue internamente padrões interdependentes de decisão que estão intrinsecamente ligados às habilidades departamentais – e muitas vezes ao próprio conhecimento tácito – e que são coordenados com vistas a atingir os fins da organização.

Esse processo de decisão, apesar de rotineiro, não é imutável. As firmas seguirão as rotinas com um objetivo específico, na maioria das vezes o lucro corrente¹¹. Se a rotina estabelecida não estiver condizente com os objetivos planejados, a meta pode ser trocada, num processo que dependerá da capacidade de aprendizado da firma, uma função do conhecimento de mercado – as informações públicas – mas principalmente dos seus conhecimentos internos, tácitos ou explícitos – que correspondem quase sempre às informações privadas. Nesse processo de aprendizado, surge a possibilidade de erros sistemáticos decorrentes do processo de incerteza inerente da capacidade limitada dos agentes. Primeiro, há a incerteza pela impossibilidade de prever as ações dos demais agentes (por não possuir informações sobre suas informações privadas) e, segundo, pela limitada capacidade cognitiva dos agentes. Daí decorre o motivo da utilização de rotinas e regras; mesmo ao mudar as regras devido à incapacidade de obtenção dos objetivos, a tendência é estabelecer uma nova rotina pelos riscos inerentes às limitações (Simon, 1958; Dosi & Egidi, 1991; Cerqueira, 2002).

¹¹ Cabe lembrar aqui que o objetivo das firmas nos modelos evolucionários, na maioria das vezes, corresponde com o objetivo das firmas nos modelos ortodoxos. Porém, isso não significa que o processo de deliberação seja o mesmo (visto que nos modelos evolucionários trabalha-se com rotinas e nos modelos ortodoxos com otimização de funções objetivo).

Esse processo dinâmico de escolhas de novas rotinas está intimamente ligado a outro aspecto importante do processo evolucionário: a mudança tecnológica. A interação dinâmica da firma com o universo institucional e com suas concorrentes de mercado constitui o ambiente microeconômico onde se dá a evolução tecnológica, e as variações nos processos decisórios são exatamente os promulgadores desse processo. É a estratégia da firma e suas interações com seu exterior que perfazem o caráter evolucionário do sistema capitalista. Por esse motivo, a consideração de um sistema em constante evolução é o mais plausível para uma análise da evolução tecnológica; a mudança do paradigma mecanicista para o evolucionário pode ser a tendência que a economia terá necessariamente que seguir para entender com mais clareza o fenômeno tecnológico, e nesse sentido a teoria evolucionária está um passo à frente.

Esse capítulo está dividido em subseções que procuram apresentar ao leitor o cerne da discussão evolucionária através de modelos específicos, focalizando os assuntos e modelos relevantes à tese conforme o texto vai sendo apresentado. Inicia-se com a apresentação de modelos evolucionários tradicionais, na seção 2.1.1 e com a definição de modelos *History-friendly* na seção 2.1.2; Na seção 2.2, é apresentada e discutida a necessidade da consideração da heterogeneidade da demanda, e apresentado posteriormente modelos que buscaram essa aproximação.

2.1. Modelos Microeconômicos de Racionalidade Limitada: A Modelagem Baseada em Agentes (ABM)

Como Nelson & Winter (1982) atestam, a caixa preta das suposições dos modelos econômicos tradicionais precisava se aproximar de padrões comportamentais humanos mais “realísticos”, e o emprego da teoria evolucionária – aos moldes da biologia – podem ser o promulgador dessa aproximação. Mas, como também citam os autores:

“...o desafio para uma formulação evolucionária da teoria é o de precisar proporcionar uma análise que, no mínimo, se aproxime do poder da teoria neoclássica de prever e esclarecer os padrões macroeconômicos de crescimento. E também precisa fornecer um instrumental significativamente mais forte para a análise dos processos envolvidos na mudança técnica, tornando possível, em particular, uma integração frutífera da compreensão do que ocorre no nível micro com o que ocorre num nível mais agregado” (Nelson & Winter, 2006:1982, p.303-304).

Essa integração frutífera deve proporcionar análises que tenham ao menos o mesmo poder de explicação dos fenômenos econômicos que possui a teoria ortodoxa.

O objetivo deste tópico é apresentar alguns modelos teóricos e empíricos abordados pela teoria com dois objetivos: (i) situar o leitor no contexto da conexão entre teoria e metodologia e (ii) demonstrar como esta teoria e o seu consequente instrumental de modelagem podem fornecer *insights* relevantes para o estudo da relação demanda-inovação e do estudo de caso que será abordado. Para o primeiro objetivo, na seção 2.1.1 serão apresentados dois modelos elucidativos da teoria evolucionária: o modelo básico de Nelson & Winter (1982) e o modelo de inovação, diversificação e difusão de Silverberg, Dosi & Orsenigo (1988); estes podem fornecer o entendimento referencial de como se comportam e se desenvolvem os modelos evolucionários. Na seção 2.1.2 será apresentado um tipo de modelagem com especificidades setoriais, os chamados *history-friendly models* (modelos HF), que utilizam de informações setoriais empíricas para projetar explicações sobre fenômenos setoriais específicos, com ênfase à análise de um modelo para a indústria farmacêutica de Malerba & Orsenigo (2002). No final da seção, serão discutidos e destacados pontos relevantes sobre os modelos e algumas críticas que devem ser superadas na definição do modelo dessa tese.

2.1.1. Modelos Evolucionários Tradicionais

2.1.1.1. O Modelo Nelson-Winter (NW)

O livro de Nelson & Winter (1982) é marcante na análise evolucionária e merece atenção por poder ser classificado como um avanço na análise do progresso técnico. Foca-se aqui o modelo apresentado no capítulo 12 do livro, pois o mesmo fornece resultados interessantes sobre a relação entre as mudanças tecnológicas e a estrutura de mercado, sendo influente numa série de modelos subsequentes sobre dinâmica industrial, inclusive os que serão apresentados mais abaixo. O modelo, por assim dizer, representa a tentativa heterodoxa de incorporação do enigmático “resíduo de Solow” (Solow, 1957).

A se considerar a análise evolucionária, já deve ser claro ao leitor que os pressupostos básicos de homogeneidade dos agentes e equilíbrio foram suprimidos. A ideia chave evolucionista é que as firmas possuem um arcabouço técnico de aptidão, procedimentos e

regras de decisão para determinar suas escolhas, além de um processo de “busca” que julga as demais possíveis soluções, em vista a possíveis mudanças nas suas diretrizes.

Tal processo de busca, além das regras de decisão, serão o principal aspecto de heterogeneidade das firmas. Segundo Nelson & Winter (1982:2006, p.399), as firmas não são idênticas no que se refere às suas perspectivas *ex ante* em relação ao progresso técnico, não julgam as perspectivas tecnológicas de maneira uniforme. E, além disso, não possuem informações completas sobre a situação de mercado, e por isso atuam sob diferentes julgamentos e distintos processos e regras decisórias. Assim, “as firmas que enfrentam os mesmos sinais podem responder diferentemente a eles, ainda mais se os sinais são relativamente novos” (Nelson & Winter, 2006:1982, p.401).

Nesse contexto de diversidade, é razoável esperar que a concorrência tenda a premiar práticas que se mostrem boas e penalizar práticas que se mostrem ruins. Essa prática concorrencial promove o surgimento de vencedores (na média, firmas que escolhem bem) e perdedores (firmas que escolhem mal), eliminando as últimas ou forçando-as a reformar suas previsões.

Em relação estritamente ao progresso técnico, o modelo NW do capítulo 12 desenvolve o conceito de concorrência *schumpeteriana* e inovação de maneira bi-causal: apesar da causalidade no sentido estrutura de mercado-inovação ser bem entendida e aplicada nos estudos econômicos *schumpeterianos*, o sentido reverso não tinha sido até o momento bem explicitado. Coube aos autores estabelecer essa retroalimentação no modelo, na qual políticas inovativas bem sucedidas podem gerar sobrelucro que permite ao inovador crescer mais rápido que os concorrentes, galgando maior mercado. Esse aumento de escala tem a virtude de provocar também incrementos de produtividade no P&D (oriundos de economia de escala de P&D, de gerenciamento fortuito de riscos, de facilidade na obtenção de financiamentos, etc), o que permite uma maior possibilidade de sucesso na busca inovativa e que garante o fechamento do círculo virtuoso. A base do modelo é essa dinâmica de progresso técnico via busca tecnológica e regras de decisão.

Com uma base simples de modelagem nasce uma dinâmica endógena de progresso. A permissão do modelo de gastos diferenciados de P&D para as firmas individuais estabelece um sistema estocástico dinâmico ao longo do tempo. Se uma empresa consegue realizar uma inovação, sua produtividade aumenta, o que permite incrementar sua participação de

mercado e seu lucro. Ao longo das rodadas temporais, o resultado agregado para a economia é que ocorre um incremento da produtividade total, com decréscimo do custo unitário de produção. Como um resultado secundário do processo concorrencial, o preço tende a cair e a quantidade aumentar, além da estabilidade de firmas lucrativas e contração de firmas não-lucrativas e de resultados incertos para firmas que não realizam inovação ou imitação (Nelson & Winter, 2006:1982, p.416).

2.1.1.2. O Modelo Silverberg, Dosi & Orsenigo (1988)

Apesar da contribuição pioneira do modelo de NW no entendimento da dinâmica endógena de processo técnico, algumas limitações ainda se mostravam latentes. No modelo Silverberg, Dosi & Orsenigo (SDO) os autores procuram fornecer novos critérios que diminuam essas limitações. O modelo explicita a "natureza de processos de difusão em um ambiente evolucionário caracterizado por diversidade tecnológica e comportamental entre os agentes, incerteza sobre o futuro, aprendizado e desequilíbrio dinâmico" (Silverberg, Dosi & Orsenigo, 1988, p.1032).

O processo de difusão tecnológica é uma função endógena da escolha de novas técnicas produtivas, que definem a trajetória tecnológica. A escolha dessas técnicas, diferentemente de NW, não respondem agora apenas a uma aleatoriedade no processo inovativo ou imitativo, mas são endogenamente construídas via aprendizado ou por adequação de experiência de outras firmas, além da mudança de expectativa futura.

No sentido da apropriação e aprendizado tecnológico, o modelo SDO ainda guarda uma diferença relevante em relação ao modelo NW. Aqui, a aquisição de capacidade tecnológica é feita via introdução de novas máquinas e equipamentos pertencentes a diferentes *safras* de uma mesma tecnologia ou que pertencem a diferentes trajetórias tecnológicas. A incorporação desses equipamentos de diferentes *safras* e diferentes trajetórias tecnológicas definem o estoque de capital da firma ($K_{i,t}$), ou seja, representam uma agregação da capacidade produtiva entre o período corrente t e o período de sucateamento T_i dos equipamentos.

Para capturar a dinâmica coletiva de avanço entre diferentes trajetórias tecnológicas, o modelo considera a presença de duas trajetórias tecnológicas diferentes, que representam a cada tempo t a máxima produtividade potencial que pode ser obtida em cada safra

tecnológica. É assumido que as duas tecnologias evoluem a uma taxa qualquer, e que a segunda tecnologia é sempre superior em produtividade à primeira, mas as firmas só podem adquiri-la depois de um tempo t^* , e sua obtenção depende dos níveis de aprendizado e de eficiência com a qual cada firma lida com as tecnologias.

Assim, as firmas inicialmente possuem uma baixa eficiência no uso da tecnologia 2 e a margem para aumentos futuros de desenvolvimento não é conhecida, sendo que cada firma apenas pode ter palpites sobre a taxa do aumento de eficiência adicional. Isso irá refletir que a produtividade da tecnologia não é só uma função da aquisição dos bens de capital necessários, mas também de certos níveis de experiência e *expertise* interno e externo à firma.

Adicionalmente, o incremento de habilidades interna à firma promove o incremento de habilidades da indústria, podendo tomar a forma de trabalho qualificado movendo-se entre firmas, produtores difundindo o resultado de experiências com equipamento, instituições educacionais, espionagem industrial, etc. Existe para a firma um *trade-off* entre a adesão rápida e os ganhos originados pelo pioneirismo ou a espera e consequentes ganhos causados pelo *spillover* no nível da indústria. Assim como bem argumenta Almeida (2004), a decisão tecnológica da firma irá depender dos custos incorridos na adequação da nova tecnologia e as vantagens competitivas (e pecuniárias) que a mesma poderá lhe proporcionar por advento do pioneirismo.

As conclusões do modelo remetem à relevância das considerações do empresário inovador *schumpeteriano*, com o crescimento da participação de mercado de firmas que incorreram em perdas presentes para ganhos futuros (buscaram a adesão rápida), conformando uma curva de difusão de tecnologia de formato “S” (Silverberg, Dosi & Orsenigo, 1988, p.1052).

2.1.2. History-Friendly Models

Inicialmente propostos em Malerba *et al* (1999) em um estudo sobre a indústria de computadores, os modelos HF configuram-se como uma tentativa de elaboração da metodologia ABM a uma estratégia de calibração ligada aos processos históricos setoriais (Yoon e Lee, 2009). Segundo Malerba *et al* (1999), a principal motivação nos modelos HF é a adequação dos argumentos formais teóricos à literatura e constatações empíricas: a

formalização de modelos econômicos deve ser realizada com o máximo de informações empíricas, se o mesmo tem a presunção de explicar a realidade setorial (Malerba et al, 1999, p.4). Em particular, Orsenigo (2007) destaca três questões com as quais surge a proposição de modelos HF:

- “i) realism should be considered as an important merit of theoretical models and that the design of formal economic models ought to proceed well informed by the empirical literature on the subject matter they purport to address;*
- ii) formal evolutionary theory can be a major help to empirical research in economics.*
- iii) formal models play a crucial role for the development of more general theories that are capable to subsume diverse specific instances into a compact, broad and simple conceptual framework.” (Orsenigo, 2007).*

Nessa direção, têm crescido a importância e o uso dos modelos HF: os mesmos tem se mostrado úteis na explicação da evolução industrial de diversos setores, tais como o próprio setor de computadores (Malerba *et al*, 1999) ou na indústria farmacêutica (Malerba & Orsenigo, 2002), entre outros. Em contextos ainda mais específicos, os modelos HF têm sido utilizados na análise setorial em regiões específicas, como é o caso do modelo do mercado de peixes de Marselha, de Kirman & Vriend (2001), o modelo do Vale do Silício, de Zhang (2003) e o modelo do desenvolvimento do motor a vapor, de Frenken & Nuvolari (2004).

Um dos estudos propostos nessa tese segue essas mesmas proposições, com o intuito de estudar a indústria farmacêutica no nível brasileiro. O tópico abaixo apresenta o texto de Malerba & Orsenigo (2002), um modelo *history-friendly* para a indústria farmacêutica. Apesar do mesmo tema, as particularidades do modelo Malerba & Orsenigo (2002) não são totalmente incluídas em nossa modelagem – que será apresentada no capítulo 5 – porque o foco de análise não é exatamente o mesmo. Enquanto os autores procuram estabelecer um modelo que replica padrões competitivos e estruturais do setor em questão, o foco do modelo *history-friendly* da tese será demonstrar como a consideração da heterogeneidade do agente demandante, muitas vezes ignorada, pode ser importante para justificar distintos resultados de mercado.

2.1.2.1. O Modelo Malerba & Orsenigo (2002)

O modelo Malerba & Orsenigo (2002) é o segundo proposto pelos autores dentro dos *History-Friendly models*. A escolha da análise da indústria farmacêutica deu-se, em grande

parte, pela configuração competitiva e inovativa única: apesar de ser, na terminologia de Pavitt (1984), um setor *science based*, possui um grau de concentração relativamente baixo. Mesmo para as empresas inovadoras, o sucesso na obtenção de um novo produto não garante uma vantagem competitiva absoluta para os próximos períodos que as permita estabelecer liderança no agregado setorial. Convém explicar com mais detalhes essa constatação.

Esse resultado é possível pela baixa cumulatividade no processo inovativo. Conforme destacam vários trabalhos da área (por exemplo, Schwartzman, 1976; Orsenigo, 1989; Chandler, 1990, 1998; McKelvey, 1995; entre outros), a atividade de P&D na indústria farmacêutica foi, pelo menos até o fim dos anos 70, dominada pelo processo de *screening* aleatório. Segundo esse processo, compostos naturais e químicos são aleatoriamente rastreados, em busca de potenciais atividades terapêuticas. Milhares de compostos podem se sujeitar a múltiplas rastreagens antes de algum deles conseguir se transformar em alguma substância promissora (Malerba & Orsenigo, 2002, p. 670). Essa constatação por si só já revela a não-cumulatividade: a sintetização de algum composto em produto comercializável realizada por uma empresa não estabelece que no período seguinte essa empresa tenha alguma vantagem para a realização de uma nova descoberta. Assim, uma empresa pode até estabelecer uma liderança de vendas considerável nos sub-setores nos quais essa nova droga é comercializada, mas isso não estabelece que tal empresa terá liderança em todos os sub-setores e, portanto, na indústria farmacêutica como um todo.

Já no fim dos anos 70, a utilização da biotecnologia molecular mudou a forma e os processos de P&D, contribuindo para uma diminuição da aleatoriedade no sistema. As firmas do setor, a partir de então, se defrontam com o desenvolvimento interno de capacidades biotecnológicas e uma maior relevância na interação com demais agentes do sistema de inovação, de forma que o *locus* inovativo se restringe e se solidifica em relações mais determinísticas (Radaelli, 2009). Acontece, porém, que mesmo com o ciclo biotecnológico, não fica claro o efeito da menor aleatoriedade nos processos de busca tecnológica; antes disso, o que se vê nos últimos anos dentro da indústria farmacêutica é um aumento na diferença entre depósito de patentes e patentes concedidas e uma queda no nível de novos compostos farmacêuticos (Gilbert, Henske & Ashish, 2003; Love, 2003; Ganuza *et al*, 2009). Apesar da primeira ser profundamente ligada ao aumento do número

de depósitos de patentes promovido pela legislação da *Agreement on Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPS) (Caliari, Mazzoleni & Póvoa, 2013), a conjunção desses dois fatores aponta para uma escassez no processo inovativo. Apesar de um maior determinismo, o mesmo não está ligado a um incremento de inovações, principalmente em um incremento quantitativo¹². De qualquer forma, a consistência da concentração de mercado ao longo dos anos parece ser bastante explicada por essa baixa relação temporal com o sucesso inovativo.

O modelo procura replicar essa questão. Em aspectos práticos, estabelece-se um processo de busca e adaptação tecnológica por parte das empresas. As empresas começam uma busca tecnológica (que inicialmente é feita por *screening* aleatório) investindo em pesquisas, procurando por moléculas que podem ser utilizadas em categorias terapêuticas particulares. Algumas firmas obtêm sucesso na descoberta, e então entrarão no processo de desenvolvimento da droga, na intenção de torná-la comercializável. O tempo, os recursos disponibilizados e a qualidade dos compostos descobertos classificarão o sucesso das firmas: algumas não encontrarão, por variados motivos, os benefícios de comercializar a droga. As firmas de sucesso, contudo, irão desenvolver suas drogas e, após este estágio, se engajarão em atividades de *marketing* para a venda de seus produtos. Após o início da comercialização, o sucesso do produto será uma função de sua qualidade, dos esforços de *marketing* e do preço do produto. Sendo inovador, gozará de um monopólio inicial garantido pelas patentes, o que permitirá à empresa o retorno de seus investimentos em P&D, ou melhor: ter retorno ainda maior. Após o término da vigência da patente, produtos imitadores entram no mercado, reduzindo os lucros do monopolista (Malerba & Orsenigo, 2002, p. 675).

Devido a essa estrutura de mercado, a estratégia das firmas é o engajamento em diferentes projetos de P&D com vistas a diferentes categorias terapêuticas, procurando estabelecer diversificação de produtos. O processo de P&D será contínuo, pois a monopolização de um mercado tem um tempo finito e pequeno, e que não garante a sobrevivência da firma no longo prazo.

¹² Antes disso, o principal efeito da revolução biotecnológica parece ter sido o incremento qualitativo, principalmente com o aumento da eficácia dos princípios ativos e a consequente diminuição de efeitos colaterais.

A mudança advinda com a revolução biotecnológica não modifica esse processo, apenas intensifica as relações. As novas tecnologias e conhecimentos minimizam o *screening*, permitindo às firmas se deter num espectro menor de moléculas. Permite ainda (i) o incremento qualitativo nas moléculas, o que aumenta a competitividade no período de comercialização; e (ii) a introdução de novos agentes produtores, as *New Biotechnology Firms* (NBF), especializadas em P&D biotecnológico mas que, por possuírem menor escala, frequentemente se interrelacionam com as *Big Pharmas* em processos conjuntos que, ao mesmo tempo, fornecem capacidades para as segundas e escala para as primeiras.

Essa definição estrita de especificidades da indústria farmacêutica garante ao modelo Malerba & Orsenigo (2002) uma gama de interessantes resultados, com padrões comportamentais replicados bastante próximos aos constatados na indústria farmacêutica. E, apesar de não seguir exatamente a mesma especificação proposta, muitos dos *insights* utilizados no modelo *history-friendly* da tese serão extraídos dessa modelagem.

2.1.3. Escopo de Análise dos modelos tradicionais e modelos HF

Para essa seção, nos valeremos em grande parte de observações feitas por Almeida (2004), o qual tinha como foco principal propor reformulações aos modelos supracitados (além de demais modelos). Sendo assim, acreditamos que os problemas pontuais destacados pelo autor podem exceder em minúcias as nossas pontuações, e por isso teve um escopo de críticas e propostas que vai além do que esse texto pode fornecer. Não deixaremos de nos valer, porém, de alguns problemas que constatamos e que podem ser um entrave na formulação de nosso modelo.

Inicialmente, cabe destacar que os modelos aqui apresentados não refletem em sua totalidade as adequações e inovações na modelagem evolucionista. Com absoluta certeza, eles não esgotam as variadas vertentes de análise da modelagem baseada em agentes; a depender do tipo de foco de análise, modelos variados podem ser propostos com diferentes formulações e diferentes ênfases no que se julga mais relevante¹³.

¹³ Cabe ainda destacar a necessidade da parcimônia, seguindo o princípio Kiss (*Keep it simple, stupid!*). O descarte da complexidade desnecessária nos modelos é útil para que se possam extrair conclusões exatas sobre o que se pretende estudar; assim, modelos diferentes, que se prestam a estudos diferentes, irão valorizar mais aquilo que lhe é necessário.

Começando com o modelo NW, duas limitações despontam como prementes: (i) o equilíbrio da oferta durante o tempo e (ii) a não-cumulatividade e a exogeneidade do progresso tecnológico das firmas e do mercado. Em relação ao primeiro, a regra de produção da firma no modelo não vincula importância à demanda. Segundo o modelo, existe equilíbrio constante na produção da firma, de forma que não há excedentes produtivos e estoque não programado a ser realizado no ajuste intertemporal. De uma forma simples, significa dizer que não há influência de erros de oferta (estoques) na determinação de produção e investimento das firmas, visto que tudo que é produzido é vendido; em suma, não há desequilíbrios de mercado.

Em relação ao segundo ponto, faltam aspectos evolucionários à questão do progresso tecnológico. Inicialmente, o mesmo se mostra não cumulativo, sendo aumentado apenas pela intensidade de gastos em P&D, o que não delega influência alguma para a acumulação do conhecimento e da competência tecnológica (via geração de capacitações, *learning by doing*, etc). Assim, mesmo dado que a firma consiga incorrer em alguma inovação no período $t-1$, o conhecimento gerado por essa inovação não incorre em vantagens comparativas de apropriação tecnológica para galgar “um passo à frente” no período t . Mesmo em se tratando da análise com tecnologia cumulativa, onde há a dependência da técnica vigente, a “endogeneidade” garantida pelos autores acontece via parâmetros e formato funcional das equações de maneira pré-determinada, o que personifica mesmo assim um claro enfoque exógeno ao processo (Almeida, 2004, p.39).

No sentido de incorporar a cumulatividade e a apropriação do conhecimento no progresso tecnológico, o modelo SDO proporcionou uma tentativa de análise diferente no rumo da inovação. Acontece, porém, que, a despeito da inclusão da cumulatividade no processo decisório, a heterogeneidade das firmas ainda padece de formulação. Isso porque as capacitações podem ser adquiridas de maneira uniforme no mercado, sem depender da capacitação prévia adquirida pela firma. Ora, se as estruturas de P&D, a educação prévia, as capacitações e aprendizado via processos de *learning by doing* e demais elementos são diferentes entre as estruturas produtivas, porque a incorporação e internalização de qualquer avanço tecnológico de conhecimento público é realizado de forma homogênea entre elas?

Outra crítica premente, mas que já estabelece um viés setorial ao modelo, se faz ao tipo de realização de P&D, permitida apenas no processo produtivo (via inovação de processo). Nos modelos apresentados, o setor industrial introduz inovação apenas pela introdução de novos equipamentos, e o P&D tem importância na adequação e melhoramento desses equipamentos, via aprendizado. Essa introdução de P&D via processos pode, portanto, apenas diminuir custos de produção. Não há a criação de novos produtos e, portanto, novos mercados. Não se pode então gerar novos padrões concorrenciais, novas demandas e modificações na estrutura produtiva. Num contexto específico setorial, como é o caso do setor farmacêutico, essa especificação pode gerar fortes problemas contextuais.

No sentido da incorporação de especificidades setoriais, o modelo HF de Malerba & Orsenigo (2002) apresenta vantagens em relação aos modelos tradicionais anteriores. A utilização de informações empíricas específicas ajuda a delinear com maior acurácia o comportamento dos agentes e resultados derivados deste. Os autores, nesse caso, puderam utilizar características específicas da indústria em relação ao conteúdo e processo tecnológico, aos padrões concorrenciais estabelecidos pelos ofertantes, à baixa cumulatividade tecnológica e fragmentação da demanda para apresentar, dentre outros resultados, a baixa concentração industrial em um setor com elevada incorporação tecnológica. Pode-se dizer que a definição do tema dessa tese foi bastante influenciada após a leitura desse texto.

Uma deficiência, porém, do modelo de Malerba & Orsenigo (2002), e também dos demais modelos tradicionais apresentados, é concernente ao tratamento dado à demanda. Embora as configurações de mercado dependam do relacionamento entre oferta e demanda, a maioria dos estudos evolucionários despendem maior atenção ao lado da oferta, delegando representações simples à demanda. Na verdade, a expectativa dos modelos evolucionários de fornecer informações à dinâmica inovativa dos mercados pode ser a explicação dessa simplificação da demanda, mas delegar perfeita racionalidade aos demandantes – como muitas vezes tem sido feito – torna-se de certo modo curioso, pois recai exatamente sobre a crítica tão difundida pela teoria.

Imaginar um modelo setorial onde a demanda possui características homogêneas pode ser prejudicial ao entendimento da dinâmica desse setor, e por esse motivo a supressão dessa simplicidade modelística será o principal tema da modelagem proposta nessa tese.

2.2. Heterogeneidade do “Lado da Demanda”

Despite the obvious importance of consumer response to the changing and expanding range of goods and services they might buy in influencing this pattern of evolution, until recently evolutionary economists have not paid much attention to household behavior (Nelson, 2013, p.37).

Parece incompreensível que a afirmação acima seja feita ao se considerar a teoria evolucionária, mas o foco nos problemas do “lado da oferta” para o entendimento da dinâmica dos mercados tem delegado à demanda um papel coadjuvante nos modelos evolucionários.

Essa não é uma questão específica da problemática evolucionária. Na verdade, a simplificação da análise nesse aspecto remonta à própria análise de Schumpeter, predecessor e inspirador da teoria evolucionária. A lógica inovativa intrínseca nos trabalhos de Schumpeter remonta à destruição criadora de novos produtos e novos processos realizados no âmbito da firma, no espírito empreendedor do empresário; é este que inova, é este que destrói e constrói sob novas estratégias, novos *designs*; é este que define novos mercados, que incita novas demandas. É fundamentalmente uma forma de análise que delega papel secundário àqueles que demandam (Metcalf, 2001; Nelson & Consoli, 2010).

Porém, não é razoável supor que a demanda não exerça nenhuma influência sobre o nível e condições da inovação. Nelson (2013) destaca que existem grandes diferenças entre setores industriais, no modo como os consumidores respondem a mudanças em preços e características dos bens. Setores intensivos em tecnologia e inovação padecem com análises via curva de demanda usual. Neles, produtos existentes estão a todo o momento sendo repaginados ou até mesmo reconstruídos; novos produtos são lançados rapidamente; novos processos reformulam o modo de produção. Em suma, características e inovações que são concebidas *ceteris paribus* em uma análise estática perdem o sentido no contexto de “contínuos fluxos de novas oportunidades e desafios com os quais os consumidores precisam lidar a todo o tempo” (Nelson, 2013, p.35).

Cada inovação delega ao demandante a oportunidade de mudar o seu padrão de comportamento; porém, em contrapartida, o padrão de comportamento dos agentes demandantes ao longo do tempo também pode determinar o modo como setores estabelecem novas inovações. Essa dupla causalidade leva alguns pesquisadores a

classificar a interação entre usuários e ofertantes como um elemento chave do processo inovativo, como, por exemplo, as análises que consideram o sistema de inovação (Lundvall, 1988). Aliás, é interessante observar essa disparidade teórica entre a modelagem evolucionária e a teorização dos sistemas de inovação; as duas advêm do mesmo embasamento *schumpeteriano*, aceitam os mesmos pressupostos evolutivos e de limitação racional dos agentes, mas a segunda tem incorporado mais rapidamente em seu escopo de análise a heterogeneidade dos agentes demandantes, pressuposto importante para o entendimento da evolução da inovação.

Conforme destacam Nelson & Consoli (2010):

“Ignorance of alternatives aside, the evidence is clear that individuals do not have the kind of stable global preference orderings over different kinds and degrees of want satisfaction assumed by standard theory. Rather, preferences often are weakly established, under the influence of a variety of factors implicitly assumed away in standard theory, in particular strongly influenced by consumption experience, and hence path dependent, and potentially unstable. Under these conditions, it is not clear even how to define fully rational behavior” (Nelson & Consoli, 2010, p.668).

O destaque da questão da heterogeneidade no texto acima perpassa sobre a relação de ordenamento de preferências influenciada por várias relações dependentes de demais experiências. Olshavsky & Granbois (1979) destacam a relevância de vários aspectos intrínsecos ao histórico pessoal como determinantes do processo de decisão de compra; o padrão de decisão pode ser derivado de padrões culturais de consumo, da simples conformidade com normas especificadas por grupos de indivíduos – ou pela restrição dos mesmos –, pode ser feita exclusivamente por recomendações pessoais em relações de confiança (imitação de demanda), mas, até mesmo quando envolve algum processo cognitivo de escolha, este é feito com base em cognições muito limitadas, com a avaliação de poucas alternativas, pequena pesquisa externa e critérios simples de comparação¹⁴.

Sem adentrar profundamente nesse mérito (considerando, contudo, a relevância dessas constatações para o entendimento da instabilidade das decisões de consumo), parece claro que um mercado com alta rotatividade de produtos onde há elevado padrão de inovação – quer seja de novos produtos ou melhoramentos do mesmo – potencializa as limitações cognitivas descritas acima. Os critérios de comparação frente às alternativas expostas, o

¹⁴ Uma série de trabalhos, principalmente no estudo da psicologia cognitiva, tem destacado a influência desses tipos de interações e relações para o padrão de escolha racional dos agentes. Dentre várias leituras, sugerimos Tversky e Kahneman (1986), Thaler (1992) e Slovic (1990).

conhecimento das especificidades dos produtos no mercado e a conseqüente ordenação de qualidade dos mesmos tende a ser prejudicada. Essa problemática, aliada aos custos de deliberação, da necessidade de se incrementar o conhecimento sobre essas variáveis, atesta ainda mais os problemas para a hierarquização de uma escolha racional.

Essa instabilidade na ordenação de preferências é argumentada em Valente (2012). Os consumidores possuem geralmente informações restritas sobre os detalhes tecnológicos das escolhas disponíveis e tem pouca motivação para investir tempo e atenção para decisões que são de frequência relativamente baixa e de baixa importância na vida em geral. No argumento de Nelson & Consoli (2010), expresso na citação *ipsis literis* acima, essa instabilidade recai sobre não deixar de lado a ignorância sobre as alternativas (*"Ignorance of alternatives aside, ..."*).

Saviotti (2001) é mais enfático na afirmação da necessidade de uma consideração da demanda mais apurada e heterogênea. Não são apenas determinados setores industriais que possuem constante modificação estrutural, mas a mudança qualitativa toma lugar no próprio desenvolvimento econômico nacional – e mesmo supranacional – de forma que a disponibilidade de bens muda a cada ano, a cada mês, a cada horizonte de tempo que se julgue necessário analisar. A teoria da demanda tradicional destaca o comportamento do consumidor considerando uma relação dada de preferências. Mas como tratar essa relação de preferências fixa se o ambiente no qual se dá a negociação está em constante mudança?

Exemplos do relacionamento heterogêneo da demanda são intuitivos e ajudam a esclarecer empiricamente o argumento teórico exposto acima; por esse motivo serão apresentados dois mercados: o mercado da telefonia celular e o mercado farmacêutico.

Apesar de ter sua tecnologia desenvolvida em meados do século XX (o primeiro protótipo de telefone celular foi patenteado em 1940 e o primeiro celular comercial foi desenvolvido pela Ericsson em 1956), até pouco tempo atrás, especificamente no começo da década de 80 do século passado, essa tecnologia não era utilizada para fins comerciais. Em 1989, quatro milhões de pessoas ao redor do mundo utilizavam a telefonia móvel; em 2013, é previsto que existam aproximadamente seis bilhões de telefones celulares em uso. Dentre as histórias de difusão tecnológica conhecidas, essa é uma das que possuem um dos maiores percentuais de adoção; em aproximadamente 25 anos (1989-2013), o consumo

médio de uma linha de telefonia móvel *per capita* mundial praticamente pulou de zero para um.

Essa história apresenta apenas a utilização de linhas. A compra de um aparelho que será utilizado nessa linha telefônica guarda ainda mais peculiaridades. Se analisada a sua dinâmica, pode-se constatar uma redução drástica do ciclo médio de vida desse tipo de produto, além das revoluções tecnológicas internas que o lançamento de novos produtos ocasiona. Ademais, a inclusão de novas funções e aplicativos dentro de um mesmo aparelho (como, por exemplo, lentes fotográficas com alta definição, gravação de vídeos, games de última geração) tem proporcionado a inserção desses produtos em diferentes mercados.

Em essência, essa simples observação denota a dificuldade de acreditar em uma estabilidade de preferências para os consumidores desses produtos. Se há aproximadamente seis anos atrás praticamente era inexistente a oferta de *smartphones* (celulares inteligentes, praticamente computadores pessoais em menor escala), como ordenar e classificar a preferência dos consumidores atualmente nesse nicho do mercado? Aliás, como não considerar a mudança gradual ao longo de, digamos, apenas um ano, visto que a cada dia novas empresas adentram na concorrência e outras se retiram? Além disso, devido à complexidade dos *softwares* desses dispositivos e da multiplicidade de funções que cada um desempenha, como classificá-los em uma ordem crescente de qualidade? Como combinar estas múltiplas características com uma dada restrição orçamentária?

Fica claro nesse simples parágrafo de perguntas que as respostas não são triviais. Erros de previsão na avaliação e diferentes níveis de tolerância na classificação da qualidade de produtos acabam sendo encontrados com frequência nesse tipo de mercado.

O mercado farmacêutico é outro exemplo emblemático da relevância da heterogeneidade da demanda¹⁵, principalmente com as mudanças regulatórias que reestabelecem novos padrões de consumo. Apesar de possuir uma história um tanto quanto mais longa que o exemplo da telefonia móvel celular, a indústria farmacêutica é altamente dependente do nível de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, marketing / promoção de vendas e

¹⁵ Serão discutidas especificidades mais detalhadas das relações do mercado farmacêutico em capítulo posterior dessa tese, sendo no momento realizado apenas a apresentação de um exemplo sugestivo.

assistência técnica para a manutenção do posicionamento de empresas incumbentes no mercado.

O desenvolvimento de novos produtos, porém, muitas vezes não significa a perda de eficácia no tratamento dos produtos existentes no mercado; significa apenas, entre outros, a diminuição de efeitos colaterais ou a inclusão de novos princípios ativos que combatem de maneira diferenciada a doença a ser tratada. No geral, pela própria essência inovativa, é normal encontrar dentro de uma mesma categoria terapêutica uma série de diferentes tipos de medicamentos utilizados para o tratamento de uma mesma doença.

Como definir o produto escolhido, frente a um setor industrial de tecnologia tão específica e pouco conhecida pela população em geral? Como classificar a qualidade dos produtos frente a tantas características distintas e, algumas vezes, incompreensíveis? Esse parece outro parágrafo de perguntas complicadas. Temos aqui outra indústria onde erros de previsão na avaliação e níveis de tolerância na classificação de produtos acabam sendo encontrados com frequência¹⁶.

Estudar essas dinâmicas e características, como dito no começo desse tópico, não tem sido o cerne dos estudos evolucionários, mas isso não quer dizer que não há esforços exitosos que contrapõem essa tendência. Aversi *et al.* (1999) desenvolvem um modelo de demanda microfundamentado que apresenta resultados bastante próximos às evidências empíricas que, aliás, será apresentado com maiores pormenores em tópico posterior. Windrum & Birchenhall (1998) discutem o conceito dominante da teoria do ciclo de vida dos produtos, qual seja, o de delegar a dinâmica da mudança tecnológica especificamente às mudanças nos aspectos tecnológicos. Segundo os autores, é necessário analisar a inovação tecnológica através da duplicidade da relação, como um sistema de aprendizado que apresente a relevância dos consumidores além da relevância dos ofertantes. Este modelo também será apresentado com maiores detalhes.

Malerba *et al.* (2007) apontam para a relevância das variedades de preferência dos indivíduos para a sobrevivência de firmas frente às inovações de mercado; Windrum *et al.* (2009) verificam a influência da distribuição de preferência dos consumidores nos padrões

¹⁶ Cabe lembrar aqui que na indústria farmacêutica é frequente a captura por parte das empresas de médicos e demais profissionais especializados, no âmbito da apresentação de seus produtos. O sentido é estabelecer a relação profissional de confiança na compra, creditando ao profissional o ônus do conhecimento das características técnicas do produto.

tecnológicos e de demais aspectos qualitativos dos produtos adotados. Valente (2012) oferece um modelo teórico para tratamento das capacitações cognitivas de análise dos demandantes frente a diferentes características dos produtos. Esse modelo será apresentado no próximo tópico, sendo ainda o instrumental utilizado para modelar a demanda nessa tese.

Em suma, a relação demanda-inovação é um dos pontos centrais na explicação da necessidade de um estudo que considere a heterogeneidade da demanda e terá tratamento preferencial nesta tese. Além disso, serão explicitadas também questões ligadas à cognição humana, aos determinantes sociais e ordenamento de preferências, todos que de certa forma tornam bastante complexo o entendimento da escolha dos indivíduos.

2.3. Modelos de Demanda

2.3.1. O Modelo Windrum & Birchenhall (1998)

Os autores Windrum & Birchenhall (doravante citados WB) discutem o conceito dominante da teoria do ciclo de vida dos produtos, qual seja, o de delegar a dinâmica da mudança tecnológica especificamente às mudanças nos aspectos tecnológicos. Segundo os autores, é necessário analisar a inovação tecnológica através da duplicidade da relação, como um sistema de aprendizado que apresente a relevância dos consumidores além da relevância dos ofertantes.

Assim, o ciclo de vida do produto, na definição estrita, é visto dinamicamente como consequência da formação e desenvolvimento das preferências dos usuários no processo de aprendizado sobre as características dos produtos, através da experimentação e difusão tecnológica das firmas.

O ponto principal dos autores foi a contestação da análise contida no *paper* seminal de Abernathy e Utterback (Abernathy & Utterback, 1978), que tem sido, até os dias atuais, impactante para o entendimento do ciclo de vida dos produtos. Segundo os autores, o processo de inovação tecnológica em determinado setor passa por diferentes estágios durante o desenvolvimento de produtos, que culminam, porém, na emergência de um *design* dominante, que permita a consideração da produção desse produto em grande escala, com vistas ao atendimento do mercado a custos decrescentes.

A conceituação do *design* dominante foi feita através da observação de uma indústria específica, a automobilística americana, em um processo metodológico de caráter essencialmente indutivo. Textos posteriores têm analisado a sua validação para distintos setores industriais, com relativo grau de aproximação de resultados, o que, para alguns, tem garantido certa universalidade conceitual, com poucos questionamentos sobre a eficácia na explicação dos fenômenos setoriais.

É usual na análise do ciclo de vida dos produtos a capacitação tecnológica das firmas, a visão habitual das especificidades da oferta definindo a trajetória tecnológica setorial; algo bem próximo do destacado anteriormente nessa tese sobre o *core* de análise da teoria evolucionária.

O texto de WB desenvolve uma visão suplementar ao conceito universal pautado na oferta. Recordando críticas já feitas em Porter (1980) e Nelson (1994), os autores apresentam contraprovas do conceito de *design* dominante impostos pelas distintas especificidades da demanda, com diferentes necessidades pautadas em diferentes graus de especialização do consumo¹⁷. Nesse sentido, o texto percorre a proposição de um modelo evolucionário que englobe um ambiente de negócios, especificamente focado no relacionamento entre firmas e consumidores, utilizando para tal uma estratégia baseada nas características dos produtos.

As firmas competem no mercado ofertando produtos com uma série de características que ela acredita serem mais atrativas para os consumidores que as características oferecidas por seus rivais. Essas características representam um espaço multidimensional de escolha para o consumidor, e a inovação do produto advém da busca tecnológica da firma dentro desse espaço de características; uma inovação de sucesso significa uma melhoria técnica de um ou mais componentes.

A análise desenvolvida durante o texto mostra que a hipótese do *design* dominante é apenas um caso especial em um mercado com um nicho único, ou seja, preferências constantes para os consumidores; a estabilização em um ou múltiplos nichos de mercado depende da co-evolução entre a dinâmica da população de firmas e consumidores, e o conhecimento e aprendizado dos agentes. Assim, o autor afirma que tornar a preferência

¹⁷ Fundamentalmente, os autores apontam a relevância da demanda na observação de três setores específicos, a saber: câmeras fotográficas, amplificadores musicais e computadores pessoais.

dos consumidores endógena influencia fundamentalmente a direção da inovação tecnológica.

2.3.2. O Modelo Aversi *et al* (1999)

Apresentando em suas páginas iniciais uma discussão sobre a cognição humana no processo de demanda, o artigo de Aversi *et al* (1999) – chamado AV – procura definir em um modelo de racionalidade limitada de processos sociais e inovação no padrão de escolha dos consumidores, fornecendo *insights* interessantes para um modelo generalizado e estilizado da demanda.

O modelo estabelece consumidores com distintas rendas monetárias e inserção e saída de bens no espaço de consumo ao longo do tempo. Os consumidores realizam compra e, caso desejem acessar um bem e não consigam, guardam aquele bem em uma matriz denominada “memória frustrada”, que apresenta valor 1 se o bem em questão foi escolhido no padrão de consumo, mas sua compra não pôde ser efetuada por restrições monetárias. Os consumidores não poupam sendo, portanto, a renda igual ao montante gasto no consumo. São definidas $r = 20$ classes de consumidores, que endogenamente modificam de tamanho ao longo da simulação.

A quantidade de produtos à venda inicia muito pequena, basicamente sendo ofertados apenas produtos ditos de necessidade básica. Mas, a cada novo período, novos produtos são estocasticamente adicionados de acordo com uma distribuição de Poisson. Um produto que não é vendido por mais de $t=3$ períodos é retirado do mercado.

Em cada período, após a renda individual ser calculada, cada consumidor j encontra quatro alternativas aleatórias de escolha:

1. Deixar imutável a cesta básica de consumo, com probabilidade θ_j^u ;
2. Acessar a memória frustrada com probabilidade θ_j^f ;
3. Mudar parte de seu padrão de consumo via inovação ou imitação com probabilidade $(1 - \theta_j^u - \theta_j^f)$. Nesse passo é interessante que os indivíduos podem comprar um produto novo – realizar inovação na compra – ou imitar a compra de demais consumidores de sua mesma classe de consumo, personificando um fenômeno de integração social, formação de

estilos homogêneos dentro de classes homogêneas. É estabelecido que a propensão para o consumidor imitar segue uma distribuição Poisson com média 1.

Seguindo essa definição, o modelo AV mostra questões interessantes sobre aos padrões gerados, bastante congruentes com a regularidade da demanda encontrada empiricamente.

2.3.3. O modelo *Take-the-best* (TTB) de Valente (2012)

O modelo proposto no artigo “*Evolutionary Demand: a Model for Boundedly Rational Consumers*” por Marco Valente focaliza essencialmente os aspectos da demanda e como a consideração de sua heterogeneidade é importante na explicação dos resultados de mercado (Valente, 2012). A ideia do artigo é apresentar um modelo evolucionário que incorpora um algoritmo decisório baseado em racionalidade limitada que adapta características do comportamento do consumidor e que pode ser compatível tanto com estudos empíricos quanto teóricos.

Com tal intuito de generalização, o trabalho se propõe a estabelecer três requerimentos:

1. O modelo precisa incorporar a possibilidade de o consumidor lidar com a heterogeneidade de produtos;
2. A aderência à suposição da racionalidade limitada deve estar presente. A presença da heterogeneidade dos produtos deve estar ligada à constatação de que os agentes são geralmente pouco informados sobre todas as características do produto, além de ter uma motivação baixa em investir tempo para angariar essas informações;
3. Flexibilidade e facilidade de uso, permitindo a análise de mecanismos gerais de resultados. Diferentes consumidores podem comportar-se de diferentes maneiras, a depender de seu histórico de consumo, interesses, frequência, entre outros.

O modelo considera que os consumidores tem a tarefa de realizar compras de forma a preencher suas necessidades em meio a uma gama de produtos ou serviços alternativos. Esses produtos possuem características específicas e distintas, representadas por vetores.

QUADRO 1: Especificações do Modelo de demanda Valente (2012)

	Característica 1	Característica 2	...	Característica m
Produto A	v_A^1	v_A^2	...	v_A^m
Produto B	v_B^1	v_B^2	...	v_B^m
...
Produto N	v_N^1	v_N^2	...	v_N^m

Fonte: Valente (2012).

O valor genérico v_X^i é o valor da característica i referente ao produto X , que pode ser entendido como a qualidade que o produto oferece em relação àquela determinada característica. Pode ser considerado internamente a essa classificação um ordenamento de preferências: um produto X pode ser classificado como superior, inferior ou equivalente a outro produto Y em respeito a uma característica específica.

A suposição requerida é que haja a possibilidade de ordenação das preferências do consumidor apenas de maneira ordinal, não sendo necessário estabelecer valores reais para uma classificação cardinal. Mesmo assim, as características são indicadas com valores reais no modelo como uma forma de simplificação da notação e implementação, embora o algoritmo de decisão apenas faça uso da classificação ordinal.

Ressalta-se ainda que a classificação aqui imposta seja referente às características visualizadas pelo consumidor em relação a determinado produto, mas aqui cabe fazer uma ressalva. Apesar de o autor indicar a total simplificação do lado da oferta para o foco na demanda, as características dos produtos visualizadas pelos consumidores são derivadas de características técnicas estabelecidas na oferta (preço, formato, fatores técnicos de fabricação, etc). A ideia é como a complexidade tecnológica ou organizacional (genótipo) pode afetar o desempenho (fenótipo) do produto ofertado. O consumidor está envolvido na avaliação do desempenho do produto – o seu fenótipo –, no modo como um determinado produto preenche suas necessidades. Pode-se ver essa particularidade apenas como um jogo repetido, onde há uma cumulatividade de informações que gera uma “cesta de consumo” estável.

Os consumidores baseiam suas decisões na comparação dos produtos disponíveis em respeito a uma única característica. Assim, o algoritmo requer que seja identificado apenas o melhor produto – ou melhores – em relação a essa única dimensão. Essa tomada de

decisão, porém, tem efeito após os consumidores realizarem três passos precedentes de análise, durante o qual eles transformam os dados disponíveis em informação privada pessoal. O primeiro passo consiste na percepção dos valores das características, sendo então utilizados os próximos dois passos, a avaliação de demais produtos equivalentemente ótimos e a identificação de produtos acessíveis, para basear a escolha.

Percepção no valor das características

O primeiro passo para a escolha, traduzido na percepção do valor por parte dos consumidores, envolve diferenças na competência das observações. É considerada a possibilidade dos consumidores terem diferentes habilidades e histórico de competência na avaliação e, devido a isso, cometerem erros na comparação entre os produtos. Para isso existe uma série de motivações: a inexperiência do consumidor em relação ao conhecimento de determinada tecnologia; dificuldade de acessar algumas qualidades no momento da compra, sendo evidente apenas após o uso do produto; o consumidor pode considerar muito trabalhoso realizar uma pesquisa extensa para acessar a exata qualidade do produto; vendedores relutantes a realizar informações detalhadas do produto de venda, entre outros. Em suma, os erros de percepção tem o intuito de demonstrar a limitação cognitiva dos consumidores no levantamento de informações sobre as características.

A implementação desses erros de percepção é feita através da probabilidade com que cada produto disponível é julgado o melhor em respeito a dada característica. Essa probabilidade pode ser coletada em pesquisas empíricas de comportamento do consumidor, ou julgada *ad hoc* de acordo com as características do tipo de demanda. Pode-se esperar que o erro de percepção seja menos provável quanto maior a distância entre os valores das características dos produtos e quanto maior a habilidade do consumidor em acessar as características dos produtos.

Dada a classificação adotada, é considerado que os consumidores não consideram diretamente os valores reais de v_X^i , mas ao invés disso a seguinte expressão.

$$\hat{v}_X^i = Norm(v_X^i, \Delta)$$

Onde $Norm(\mu, \sigma)$ representa um resultado a partir de uma função aleatória normalmente distribuída, e Δ a variância da variável aleatória, que funciona como uma variável *proxy* para o erro de percepção, a sua ignorância sobre a qualidade do produto; quanto mais baixo o valor de Δ , menores os erros de percepção de valor do produto, sendo o contrário verdade.

Os erros de percepção, porém, devem ser entendidos como dependentes da específica característica e da forma como essa característica se torna pública aos consumidores. Por exemplo, é razoável supor que os preços dos produtos não envolvem nenhum erro de percepção, resultando em $\Delta = 0$. Ademais, o modelo permite a flexibilização do valor de Δ ao longo do tempo, como uma resposta a processos de aprendizado por parte do consumidor, que pode incorporar maiores conhecimentos sobre a qualidade do produto conforme incrementa seu consumo.

Tolerância na diferença de valores

Mesmo existindo valor da característica diferente entre os produtos, isso não significa que os consumidores deverão sempre escolher aquele com o melhor valor. Pode-se esperar, por exemplo, que um consumidor sempre irá comprar um produto que custa metade do preço de outro determinado produto, mas não emitirá prioridade na compra entre dois produtos que exibam uma diferença de preços “na margem”, por exemplo, 0,1%. Essa formatação equivale às limitações na capacitação computacional do indivíduo considerar todas as opções de maneira correta.

A implementação do modelo inclui um parâmetro que representa a tolerância do consumidor para diferenças na qualidade do produto. Comparando dois produtos X e Y , o modelo considera que eles são equivalentes se:

$$\hat{v}_X \approx \hat{v}_Y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_X - \hat{v}_Y|}{\max(\hat{v}_X, \hat{v}_Y)} < \tau$$

Em que τ é um coeficiente entre 0 e 1. Quando $\tau = 0$, qualquer mínima diferença entre os valores das características é percebida para atestar a superioridade de um produto; em oposição, altos valores de τ indicam que até mesmo grandes diferenças são consideradas irrelevantes na escolha do consumidor, padronizando os produtos em relação àquela

característica. Assim como no caso dos erros de percepção, essa suposição também pode ser diferenciada por características, como o caso onde o consumidor aceita pequenas variações no preço de um produto, visto que está mais interessado nas diferenças de desempenho.

Requerimentos mínimos

Um produto pode ser descartado de consumo por não possuir requisitos mínimos ou por existir outro produto mais apreciado pelo consumidor. Apesar do resultado igual – o produto não é vendido –, os dois casos precisam ser distinguidos; isso porque no segundo caso, se houvesse a remoção do competidor o produto poderia se tornar viável, enquanto no primeiro caso ele ainda seria inacessível. O modelo distingue os dois casos, considerando o primeiro como parte de um processo inicial de seleção de produtos viáveis e o segundo como um passo no processo decisório do agente consumidor.

São considerados requisitos mínimos de consumo para cada produto, em ordem para poderem ser considerados como produtos viáveis para compra. Formalmente, o modelo assume que cada consumidor j tem um vetor de requisitos mínimos $\vec{m}_j = \{m_j^1, m_j^2, \dots, m_j^m\}$ para cada característica do produto. Um produto X viável para consumo é aquele no qual $v_X^i > m_j^i$ para toda característica i .

O exemplo mais básico do uso dessa possibilidade modelística é a exclusão de produtos excessivamente caros, no sentido de que eles podem violar a restrição orçamentária do consumidor. Além disso, essa ferramenta tem a propriedade de permitir potenciais problemas de escolha em classes de produtos com limites mal definidos, os quais podem conter alguma característica bastante prejudicial para o consumo.

Decisão racionalmente limitada – a estratégia *Take-the-best* (TTB)

O mecanismo de decisão para a compra de um produto é baseado em estratégia chamada *Take-the-best* (TTB), no qual a escolha de um item é feita sobre uma série de possíveis alternativas definidas em um espaço multidimensional. Essa estratégia e suas peculiaridades são bem apresentadas nos trabalhos do pesquisador psicólogo Gerd Gigerenzer (Gigerenzer & Goldstein, 1996; Gigerenzer, 2000; Gigerenzer & Selten, 2000),

onde são sustentados os argumentos sobre a relevância empírica – suportada pela observação do comportamento pessoal – e eficiência sobre incerteza e dificuldade de informações.

O procedimento algorítmico utilizado consiste na repetição cíclica dos passos seguintes até que a condição de saída do passo 3 seja satisfeita:

1. Considerar inicialmente todas as opções potenciais de escolha;
2. Escolher uma característica entre as m disponíveis;
3. Se um produto possui *score* maior que os demais em respeito a essa característica, a escolha está feita.
4. Se a opção 3 não é satisfeita nessa comparação e mais de uma opção tem valores similares em respeito à característica escolhida no passo 2, então são removidas as opções com valores menores e o processo reinicia a partir do passo 2.

A proposição da estratégia TTB é uma das propostas para o comportamento do consumidor que vai ao encontro do conceito de racionalidade limitada. Em suma, a defesa da estratégia parte da verificação da “irrelevância” da compra no contexto da vida e renda dos consumidores; a maioria das compras realizadas são muito limitadas quando comparadas a essas realidades, o que justifica um interesse relativo em investir tempo e atenção para realizar a escolha ótima, preferindo ao invés disso balizar-se através de uma escolha que defina o melhor produto em relação a uma característica específica julgada a mais importante para o consumidor. Isso personifica uma estratégia de escolha racionalmente limitada, onde os tomadores de decisão usam a superioridade do produto em uma dimensão específica para justificar sua escolha.

No trabalho de Valente, esse algoritmo de busca e escolha será somado a sofisticções adicionais, justamente a percepção das características dos produtos, níveis de tolerância para consumo e requerimento mínimo, para programar uma representação flexível do processo de escolha dos consumidores em modelos empíricos e teóricos. Nos capítulos 3 e 5 da tese poderá ser visto a utilização dessa modelagem e seus resultados para distintas especificações.

2.3.4. Escopo de Análise dos Modelos de Demanda

As sugestões de cada um dos três modelos apresentados são estimulantes e interessantes para a formulação de uma estratégia de demanda heterogênea. Mas o modelo de Valente (2012) possui características superiores se comparado com os demais modelos, a se considerar os objetivos aqui propostos.

O modelo WB, apesar de não representar uma tentativa de formulação teórica da demanda, estabelece uma relação entre características dos produtos e a percepção dos agentes que permite iniciar uma discussão sobre a heterogeneidade dos fatores relevantes ao consumo. Apesar disso, essa percepção dos agentes sobre as características é tratada como se não houvesse nenhum erro de percepção. A estratégia é que os agentes observam e possuem perfeito conhecimento sobre o valor dessas características para o conjunto de bens ofertados, e a partir daí toma a sua decisão.

A se pensar em um refinamento dessa modelagem, há de se considerar que em mercados com elevado teor tecnológico e baixo ciclo de vida médio do produto a percepção dos agentes se torna complicado, surgindo erros na escolha, bem como a possibilidade de algum nível de tolerância frente à impossibilidade de consideração de todas as informações. Ademais, há de se considerar que, de um modo importante, os autores apontam a relevância de nichos diferenciados de consumidores, com características diferentes e percepções distintas da demanda.

Esse mesmo comportamento é destacado no modelo AV, com estabelecimento de diferentes padrões de consumo para diferentes tipos de produtos a serem consumidos, e esse argumento é focalizado na argumentação modelística. Há limitações, porém, para uma utilização em formato mais empírico do modelo sugerido, qual seja, a extrema aleatoriedade na tomada de decisões, tanto dos demandantes na observação das características como da introdução de novos produtos no mercado. Como os próprios autores atestam, evidências mais sustentáveis podem ser geradas para prover resultados com aspectos “friendly”.

Essa limitação pode ser entendida como superada na proposição de Valente (2012). O que chama atenção na estratégia do autor é a possibilidade de estabelecer consumidores que possuem erros de percepção – imprescindível para o aspecto inovativo – e tolerância de

produtos – estratégia em par com o padrão de decisão cognitivo da irrelevância do consumo – com a análise de distintas características do produto e da preferência do consumidor em relação a estas. A limitação racional está intrínseca no erro e tolerância e a heterogeneidade é modelada de acordo com o gosto do pesquisador, na definição de diferentes nichos de demanda, sensíveis a diferentes características de consumo.

Por essas características, será estabelecido esse modelo como referência da heterogeneidade de demanda dessa tese, sendo o seu desenvolvimento proposto a partir do próximo capítulo, no modelo teórico básico, e no capítulo 5, no estudo de caso da indústria farmacêutica.

Considerações Finais do Capítulo

O intuito desse capítulo foi o de situar o leitor a respeito da teoria evolucionária, da modelagem baseada em agentes e da necessidade da consideração de uma demanda mais refinada no corpo teórico. Como se pôde notar, a teoria evolucionária estabelece pressupostos um tanto quanto diferentes dos utilizados no cânone econômico ortodoxo: todos os modelos preconizam a importância das regras de decisão no comportamento das firmas. Apesar disso, uma série de análises que procedem no escopo da teoria evolucionária e na utilização do aparato metodológico da ABM peca na observação do “lado da demanda”.

Foi apresentado, na seção 2.1, três importantes modelos no contexto evolucionário e como as regras de decisão das firmas são apresentadas de maneira às vezes congruentes, às vezes disparem em cada um deles, a depender do nível de abstração e dos objetivos pretendidos. Completando a seção, a definição e a apresentação de um modelo HF tiveram o intuito de aguçar o leitor na relevância de análises específicas setoriais pautadas em informações empíricas. Como se pode notar, as realidades da indústria farmacêutica apresentadas nesse modelo podem perfeitamente ser diferentes das especificidades de outros modelos setoriais, e aí está o principal motivo de se mostrar a relevância de uma análise com esse tipo de detalhamento.

Como já foi dito antes, não se pretende esgotar a análise evolucionária através desses modelos, principalmente porque essa corrente teórica tem crescido de importância e recheado a literatura de análises relevantes, mas apenas apontar e tecer alguns comentários

interessantes e que serão utilizados no modelo teórico-empírico dessa tese. Não se pretende assim também esgotar as possibilidades de *insights*, visto que demais modelos não apresentados aqui poderão fornecer soluções importantes para a proposição do trabalho.

Na seção 2.2 foram discutidos modelos da especificidade da demanda como forma de contrapor o modo usual de especificação da demanda dos modelos da seção 2.1, até mesmo no caso do modelo HF. Nesse ponto se estabelece o ponto focal da proposição do modelo dessa tese, a observação de aspectos importantes no contexto do consumidor. Acredita-se que essa consideração deve ser importante para o entendimento de realidades setoriais e, somado a demais especificações que serão apresentadas no capítulo 4, podem contribuir para o entendimento de dinâmicas setoriais singulares como a indústria farmacêutica.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A HETEROGENEIDADE DA DEMANDA EM UM MODELO EVOLUCIONÁRIO

Os estudos evolucionários frequentemente têm apresentado uma análise centrada no “lado da oferta”. A explicação sobre os determinantes do sucesso ou fracasso das firmas geralmente são delegados às estratégias competitivas adotadas na interação coevolutiva desses agentes, sendo dentre estas a mais importante o esforço tecnológico. Nesse contexto, relevância marginal tem sido atribuída à demanda e a interação entre oferta e demanda, sendo aquela – a demanda – muitas vezes apresentada com pressupostos exógenos, seguindo o mesmo padrão de homogeneidade atribuído à ortodoxia econômica.

Em grande parte dos modelos evolucionários essa simplificação é justificada, a depender do fenômeno econômico ao qual tal modelo se propõe a explicar. Outras tantas vezes, porém, torna-se interessante a utilização de uma demanda que trate da heterogeneidade dos consumidores tal qual a heterogeneidade dos ofertantes em concorrência tecnológica. Por exemplo, (i) em mercados onde os consumidores são mais exigentes, possuindo maior percepção na análise da qualidade dos produtos, a posição das firmas normalmente é a de realizar inovações direcionadas para as características mais exigidas pelos demandantes, identificadas através de observações empíricas e estratégias de marketing; (ii) a identificação de requisitos mínimos exigidos pelo consumidor normalmente influenciam a inovação de produtos; (iii) inovações bem recebidas pelos demandantes determinam novos padrões de comportamento do consumidor, diferenciando plenamente seu produto dos demais, dentre outros motivos.

Esse capítulo visa apresentar como a consideração da heterogeneidade da demanda pode influenciar o resultado final de mercado frente a qualquer esforço tecnológico realizado pelas firmas. Para tal propósito, serão utilizados dois modelos específicos propostos em Valente (2008) e Valente (2012); o primeiro trata da complexidade inovativa em um modelo denominado *pseudo-NK* – derivado do modelo NK de Kauffman (1993) –, e o segundo trata da heterogeneidade da demanda através da estratégia *Take-the-best* (TTB), já discutido no capítulo anterior. A coadunação do trabalho entre os dois modelos é interessante pela capacidade de se trabalhar com diferentes características atribuídas aos produtos ofertados nas duas especificações, criando um *link* interessante entre os atributos

diferenciados pela inovação do lado da oferta e a percepção desses atributos pelo lado da demanda.

3.1. Complexidade inovativa: o modelo *pseudo-NK* (*pNK*) de Valente (2008)

O modelo proposto em Valente (2008) é específico, diferente dos modelos setoriais apresentados na seção anterior. Na verdade, apresenta-se como uma proposta de modelar a complexidade no processo de inovação e, nesse sentido, pode ser visto como um avanço em relação à maneira como a inovação é apresentada.

O texto para discussão, intitulado “*Pseudo-NK: an Enhanced Model of Complexity*”, discute sobre a proposição de um modelo autônomo *pseudo-NK*, derivado do modelo *NK* de Kauffman (1993), com a pretensão de incorporar os avanços deste e contribuir para dirimir as suas limitações.

O modelo *NK* foi desenvolvido nas ciências biológicas por Kauffman (1993), e apresenta os efeitos provocados pela aptidão biológica dos agentes (doravante denominado *fitness*) em ambiente de mutações genéticas. Apesar de ser um modelo que procura explicar ambientes complexos, tem sido exitoso em suas análises por se tratar de um instrumento de fácil manuseio, que gera uma representação de um problema que pode facilmente ser modificado para torná-lo simples ou complicado, a depender de sua parametrização.

O modelo *NK* pode ser utilizado em qualquer problema que envolva a utilização de variáveis de entrada que, através de um algoritmo de busca, geram um resultado, comumente chamado de variável de saída ou *fitness value*, sendo este o contexto inter-relacional que define a ideia de paisagens (*landscapes*) proposta por Kauffman (1993); à presença ou ausência de uma variável de entrada – ou um conjunto destas – está associado um resultado determinístico – a variável de saída, ou *fitness value* –, sendo que as associações entre essas variáveis geram um gráfico paisagístico, com diferentes relevos e estabelecimento de vales e picos, a depender do resultado alcançado pela associação das variáveis de entrada.

O estudo da complexidade por essa via demonstrou ser bastante atrativo também em diversas outras áreas do conhecimento. Como apresentado por Rivkin e Siggelkow (2002), a área das ciências sociais tem utilizado constantemente o arcabouço dos modelos *NK* para explicação de comportamentos econômicos e sociais, como (i) a evolução e adoção de

tecnologias (Kauffman, Lobo & Macready, 1998) e (ii) o comportamento de evolução e organizações (Levinthal, 1997), dentre outros.

Em sua especificação, o modelo é composto por N genes com K interdependências entre os genes. Os N genes, transfigurando a metáfora, personificam as características do objeto de análise – as variáveis de entrada – e, portanto, K apresenta como essas características se inter-relacionam para gerar diferentes resultados (*fitness values*). O modelo NK é composto, destarte, por dois componentes distintos: a especificação de um problema e um algoritmo de busca escaneando o espaço de soluções potenciais. Tal problema é especificado de acordo com as características dos objetos e suas interdependências internas (N e K), e o algoritmo de busca será o modo utilizado pelo agente para escanear o relevo (*landscape*) em busca de aperfeiçoamento tecnológico.

O agente escaneia um ambiente que possui uma série de potenciais soluções binárias (0 ou 1, ausência ou presença), todas elas associadas a um determinado *fitness value*. Esse algoritmo de busca é definido como uma rotina específica, regras estabelecidas de como o agente deve se mover de um ponto para outro¹⁸. Basicamente, o agente inicia o processo em um ponto do espaço de N -dimensões (normalmente escolhido randomicamente), e a partir de então escolhe aleatoriamente se mover em uma direção desse espaço binário; se essa mutação posicional gera um *fitness value* maior que o inicial, a nova rotina é aceita e o agente se movimenta para o novo ponto; caso contrário, a rotina é rejeitada e o agente permanece onde iniciou o processo.

Ainda deve-se considerar o papel da interdependência entre os atributos (valor K). Na verdade, essa interação é uma das características que fazem o modelo NK particularmente atrativo. A complexidade do espaço de soluções é dependente do valor de K ; se o relevo (*landscape*) tem nenhuma ou pouca interação entre os genes é possível gerar problemas simples, mas o aumento do valor de K leva a soluções mais complicadas¹⁹.

¹⁸ No mesmo molde das regras de comportamento pressupostas pela análise evolucionária como procedimento de tomada de decisão frente à racionalidade limitada dos agentes.

¹⁹ Essa simplificação/complexidade do relevo está bastante associada exatamente à presença/ausência de ótimos locais/ótimo global. Um *landscape* com valor $K=0$ apresenta apenas um ótimo global, e o agente sempre conseguirá alcançá-lo, não importando o tempo necessário para essa tarefa. Um *landscape* com valor K positivo e alto apresenta um ótimo global, mas outra quantidade de ótimos locais que, se alcançados, geram um lock-in para o agente, uma situação na qual ele não poderá sair.

Um resultado desse tipo, aliás, decorre de outro aspecto bastante atrativo do modelo *NK*, a saber, o processo de busca míope e local. Local porque o processo de busca não analisa o espaço além de determinada vizinhança²⁰, e míope porque não faz predição de eventos futuros, tendo como foco a meta imediata. Segundo Valente (2008), essas duas características (complexidade através da interação e procura local e míope) permitem ao método uma análise simplificada e gerenciável de muitas situações empíricas.

Pode-se, ainda, entender uma terceira característica considerada interessante no modelo *NK*: a cumulatividade tecnológica. Essa não aparece na forma de aprendizado tecnológico, mas no sentido de acumulação de resultados. O modelo, como apresentado no exemplo da tabela 2, garante ao agente um resultado pelo menos igual ao melhor alcançado no último período; de outro modo, é garantido ao agente que seu aparato tecnológico será pelo menos mantido; em um contexto de aprendizado, poder-se dizer que “o que se aprendeu não se perde”, embora isso não signifique aprendizado para fazer melhor nas iterações futuras.

O modelo *NK* se apresenta atrativo por permitir ao modelador definir o grau de complexidade do problema bem como as habilidades disponíveis ao agente para buscar a solução. Algumas limitações nas especificações do modelo, porém, acabam por torná-lo algumas vezes inconveniente para determinados objetivos, como é o caso da modelagem baseada em agentes. Seguindo Valente (2008), vamos discorrer abaixo sobre as suas principais vantagens e limitações.

Vantagens

1. Complexidade ambiental: o ambiente (*landscape*) pode ser ajustado de acordo com a necessidade do modelador desde *landscapes* simplificados, com apenas o ótimo global até ambientes altamente correlacionados, extremamente acidentados e a presença de vários ótimos locais;
2. Complexidade comportamental: baseada na interdependência entre as variáveis de entrada; maiores interações entre esses elementos criam dificuldades no uso das informações locais para gerar conhecimento sobre toda a estrutura, gerando complicações para o agente gerir e utilizar as informações disponíveis para a melhoria de seus resultados;

²⁰ Essa afirmação depende do algoritmo de busca utilizado. Normalmente são estabelecidos algoritmos com uma definição local forte, mas essa especificação pode ser flexibilizada ao gosto do pesquisador.

3. Estratégia de pesquisa: como já mencionado anteriormente, a estratégia de pesquisa por procura local e míope, não importando o tipo de mutação escolhido para o ajuste da habilidade de provisão de informação dos agentes, é uma metáfora atrativa para vários problemas estratégicos que envolvem limitação racional e informação imperfeita.

Limitações

1. Interdependência binária: o modelo *NK* não permite criar graus de interdependência distintos e variedade de relacionamentos entre os elementos. A dependência entre os elementos é dada apenas no sentido de ausência ou presença (0 ou 1);

2. Dimensão binária: as variáveis de entrada também são representadas apenas por informação binária, com valores restritos à ausência e presença destas;

3. Aleatoriedade: o modelo *NK* trabalha com aleatoriedade locacional. Isto significa que a frequência e o nível dos picos podem ser definidos pelo modelador, mas sua exata localização é definida randomicamente, mudando a cada período de tempo e a cada novo *landscape*. Embora não seja relevante em estudos teóricos, no estudo de ambientes específicos essa aleatoriedade e mudança ambiental a cada período de tempo pode causar sérios problemas ao modelador. Imagine analisar uma indústria específica. Existir mudança do *landscape* – e conseqüentemente dos *fitness value* – a cada período de tempo significa dizer que existem diferentes resultados para a associação das variáveis de entrada, como se essas sofressem mutação associativa.

Essas limitações definem a dificuldade de utilização do modelo *NK* em estudos como o desse capítulo. A aleatoriedade e condições binárias de interdependência que são exigidas na modelagem inviabilizam a especificação de problemas diversos, principalmente quando o pesquisador tem algum conhecimento os quais se pretende modelar. Além disso, essa dificuldade se mostra ainda mais notória em modelos baseados em agentes, pois os resultados do modelo *NK* são poderosos apenas em termos estatísticos, mostrando ampla volatilidade quando observados únicos experimentos (devido à aleatoriedade do *landscape* e do ponto inicial).

Ademais, a representação de problemas complexos, com grandes valores de *N* e *K*, torna-se quase impossível pela necessidade computacional imposta, muito além da capacidade

atual²¹. Novamente, isso não impossibilita o estudo de ensaios teóricos, visto que muitas vezes a solução é a representação de uma pequena parcela do *landscape*, mas dificulta o estudo de problemas particulares, nos quais é requisitado o estudo do ambiente completo.

O Modelo *pseudo*-NK

O modelo *pseudo*-NK é proposto no trabalho de Valente (2008) como uma estratégia de replicação das propriedades úteis do modelo *NK* incorporadas a avanços que procuram dirimir suas limitações. Apresentamos agora as principais modificações incorporadas no modelo *pNK* utilizando a mesma notação do trabalho original.

1. *Landscape* representado por valores reais: a paisagem (*landscape*) do modelo *pNK* é composto por $\vec{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in \mathfrak{R}^N$, no qual o resultado (*fitness value*) é representado por um valor real $f(\vec{x})$. Ainda, os valores para o domínio e subdomínio da função podem ser livremente determinados pelo pesquisador;
2. Determinação da paisagem tecnológica (*landscape*) e do máximo global: diferentemente do modelo *NK*, onde a localização do máximo e o estilo da paisagem (*landscape*) eram determinados aleatoriamente, no modelo *pNK* o máximo global é estabelecido pelo usuário²². O formato do *landscape* é definido por uma função bem comportada, de forma que o modelador pode mensurar isoladamente qualquer ponto da paisagem, determinando picos, probabilidade de alcance do máximo global, entre outros;
3. Determinação da interdependência: para quaisquer dimensões i e j , é permitido ao modelador a determinação de variados graus de interdependência $a_{i,j}$ entre as dimensões. Isso permite níveis intermediários de dependência, diferente da situação binária e simplista de apenas ausência e presença da mesma.

O modelo *pNK*, assim como o modelo *NK*, consiste de uma *fitness function* definida sobre N variáveis de entrada (dimensões) e um algoritmo de busca, gerando resultados para cada ponto da dimensão (os *fitness value*). Porém, como apresentado acima, a *fitness function* estabelecida no modelo *pNK* difere da do modelo *NK* no sentido que considera valores reais para as dimensões – ao contrário de valores binários –, uma função determinística –

²¹ Valente (2008) aponta que um sistema composto de $N = 100$ elementos e $K = 50$ elementos requereria uma capacidade de memória de aproximadamente 6 milhões de gigabytes.

²² Matematicamente, o máximo acontece quando $f(\vec{x}^*) \geq f(\vec{x}), \forall \vec{x}$.

ao invés de aleatória – e diferentes níveis de interdependência – ao invés da ausência/presença desta.

O *fitness value* de um ponto com o domínio na paisagem (*landscape*) no modelo *pNK* é a média da contribuição *fitness* das N dimensões (variáveis de entrada):

$$(1.1) f(\vec{x}) = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i(\vec{x})}{N}$$

No qual $\phi_i(\vec{x})$ é a contribuição para o *fitness* de cada dimensão i . No modelo *pNK* é uma função determinística definida como:

$$(1.2) \phi_i(\vec{x}) = \frac{Max}{(1 + |x_i - \mu_i(\vec{x})|)}$$

Onde *Max* é um parâmetro pré-determinado pelo usuário para o máximo da função. ϕ_i é, assim, uma função decrescente da distância entre o valor da variável (x_i) e uma função $\mu_i(\vec{x})$, definida como:

$$(1.3) \mu_i(\vec{x}) = c_i + \sum_{j=1}^N a_{i,j} x_j$$

Os valores μ_i definem o estabelecimento de uma meta que, quando igual a x_i , determina o maior nível de contribuição da dimensão (variável de entrada) para a *fitness function* global²³.

A função estabelecida acima é flexível no sentido de permitir a incorporação das usualidades descritas na explicação do modelo *pNK*, justamente aquelas que não são alcançadas no modelo *NK*. Nela é possível (i) estabelecer o valor máximo da função, (ii) o ponto de ótimo global²⁴ e (iii) as interdependências entre as dimensões variando apenas o valor de $a_{i,j}$.

Definida a função de resposta do modelo *pNK* de complexidade tecnológica, apresenta-se também o algoritmo de busca, que seguirá a mesma definição do modelo *NK* tradicional, através de mutações unilaterais (*one-bit mutation*). A estratégia consiste dos seguintes passos:

²³ Resultados mais amplos da especificação proposta são apresentados em Valente (2008) como, por exemplo, a dependência da maximização da função a todas as dimensões. Suprimimos essas explicações aqui, mas sugerimos a leitura do texto original para leitores interessados.

²⁴ O ótimo global é definido no ponto \vec{x}^* : $c_i = x_i^* - \sum_{j \neq i} a_{i,j} x_j^*$.

1. Escolha randômica de uma direção (em qual gene será estabelecida a variação);
2. Estabelecimento do valor Δ_T de mutação na dimensão escolhida. Esse valor Δ_T é estabelecido exogenamente pelo usuário, configurado para diferentes valores a depender das necessidades do modelo, podendo ser ainda implementado como uma função, em determinados casos;
3. Se o *fitness value* aumenta, move-se para o novo ponto;
4. Se o *fitness value* diminui, continua no mesmo ponto.

O valor Δ_T nesse modelo foi analisado como um parâmetro constante representado por um valor pequeno ($\Delta_T = 1$), mas testes realizados por Valente (2008) para diferentes valores (valores maiores) mostraram que o resultado não é afetado por essas mudanças. De qualquer forma, no estabelecimento do modelo do Capítulo 5 essa questão será discutida e analisada como determinação de distintos padrões de procura tecnológica para distintas empresas.

A utilização do modelo *pNK* é satisfatória para as particularidades expressas no modelo que procura-se definir nesse capítulo. As N variáveis de entrada devem ser entendidas como os ingredientes e/ou recursos (infra-estrutura, recursos humanos, etc) necessários para o desenvolvimento de um novo produto tecnologicamente melhorado, de forma que a associação de seus valores gera um resultado médio de “qualidade” do novo produto, justamente o *fitness value*.

O *fitness value*, então, é o resultado da combinação das variáveis de entrada, o que personifica a qualidade média do produto, sendo essa qualidade entendida como o valor de determinadas características tecnológicas. Assim, quando há o processo de busca tecnológica, o modelo *pNK* escaneia o ambiente das variáveis de entrada, modificando o *mix* de utilização dos ingredientes/recursos disponíveis, e estabelecendo um resultado (*fitness value*). Esse resultado é justamente o valor da característica tecnológica do modelo.

Cada um dos ingredientes/recursos tem um valor de contribuição ($\phi_i(\vec{x})$) para a “qualidade” do produto, que é máximo em um determinado ponto, expressando a possibilidade de exaustão da fronteira tecnológica. A interdependência $a_{i,j}$ expressa a complexidade tecnológica do exercício de modelagem, definindo a dificuldade de se

alcançar o máximo global do *fitness value*: quanto maior a interdependência, maior a possibilidade de se ficar em um *lock-in* tecnológico (Valente, 2008).

3.2. A Heterogeneidade da Demanda: o modelo *Take-the-best* (TTB) de Valente (2012)

Os modelos evolucionários destacam sempre a heterogeneidade dos agentes, a relevância da racionalidade limitada e o papel de regras na tomada de decisões. Entretanto, por razões estranhas, o que eles pouco fazem é utilizar esses pressupostos no “lado da demanda”²⁵. O modelo *Take-the-best* permite observar exatamente este comportamento da demanda ao focalizar essencialmente na heterogeneidade do consumidor como fator importante na explicação dos resultados de mercado. A ideia é apresentar um modelo evolucionário que incorpora um algoritmo decisório baseado em racionalidade limitada que adapta características do comportamento do consumidor e que pode ser compatível tanto com estudos empíricos quanto teóricos.

O modelo considera que os consumidores têm a tarefa de realizar compras de forma a preencher suas necessidades em meio a uma gama de produtos ou serviços alternativos, com características distintas representadas por vetores. Os consumidores baseiam suas decisões na comparação dos produtos disponíveis em respeito a uma única característica; uma avaliação parcial e hierárquica. Assim, o algoritmo requer que seja identificado apenas o melhor produto – ou melhores – em relação a cada uma das dimensões, considerando uma delas como dominante. Essa tomada de decisão, porém, tem efeito após os consumidores realizarem três passos precedentes de análise, durante o qual eles transformam os dados disponíveis em informação privada pessoal.

O primeiro passo para a escolha, traduzido na percepção do valor por parte dos consumidores, envolve diferenças de competência na observação das características relevantes para a escolha e hierarquização. A implementação desses erros de percepção é feita através da probabilidade com que cada produto disponível é julgado o melhor em respeito a dada característica.

É considerado que os consumidores não consideram diretamente os valores reais v_X^i das características dos indivíduos, mas ao invés disso a seguinte expressão.

²⁵ Não se deve considerar, todavia, que esforços não têm sido realizados no intuito de se estudar a relevância da demanda. Alguns exemplos desse esforço são apresentados no capítulo 2 dessa Tese.

$$(1.4) \hat{v}_X^i = Norm(v_X^i, \Delta)$$

Onde $Norm(\mu, \sigma)$ representa um resultado a partir de uma função aleatória normalmente distribuída, e Δ a variância da variável aleatória, que funciona como uma variável *proxy* para o erro de percepção, a sua ignorância sobre a qualidade do produto; quanto mais baixo o valor de Δ , menores os erros de percepção de valor do produto, sendo o contrário verdade.

Porém, mesmo com a existência de valores diferentes para as características entre os produtos, isso não significa que os consumidores deverão sempre escolher aquele com o melhor valor. Pode-se esperar, por exemplo, que um consumidor sempre irá comprar um produto que custa metade do preço de outro determinado produto, mas não emitirá prioridade na compra entre dois produtos que exibam uma diferença muito pequena de preços ou de outra característica qualquer. Esse é o segundo passo da análise do consumidor: a tolerância do consumidor as alegadas diferenças entre produtos.

A implementação do modelo inclui um parâmetro que representa a tolerância do consumidor para diferenças nas características do produto. Comparando dois produtos X e Y , o modelo considera que eles são equivalentes se:

$$(1.5) \hat{v}_X \approx \hat{v}_Y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_X - \hat{v}_Y|}{\max(\hat{v}_X, \hat{v}_Y)} < \tau$$

Em que τ é um coeficiente entre 0 e 1. Quando $\tau = 0$, qualquer mínima diferença entre os valores das características é percebida para atestar a superioridade de um produto; em oposição, altos valores de τ indicam que até mesmo grandes diferenças são consideradas irrelevantes na escolha do consumidor, padronizando os produtos em relação àquela característica.

O terceiro passo envolve a identificação da acessibilidade de produtos. Um produto pode ser descartado de consumo por não possuir requisitos mínimos ou por existir outro produto mais apreciado pelo consumidor. Apesar do resultado igual – o produto não é vendido –, os dois casos precisam ser distinguidos; isso porque no segundo caso, se houvesse a remoção do competidor o produto poderia se tornar viável, enquanto no primeiro caso ele ainda seria inacessível. O modelo distingue os dois casos, considerando o primeiro como parte de

um processo inicial de seleção de produtos viáveis e o segundo como um passo no processo decisório do agente consumidor.

São considerados requisitos mínimos de consumo para cada produto, em ordem para poderem ser considerados como produtos viáveis para compra. Formalmente, o modelo assume que cada consumidor j tem um vetor de requisitos mínimos $\vec{m}_j = \{m_j^1, m_j^2, \dots, m_j^m\}$ para cada característica do produto. Um produto X viável para consumo é aquele no qual $v_x^i > m_j^i$ para toda característica i .

Postos os passos da escolha, o mecanismo de decisão para a compra de um produto é baseado na estratégia chamada *Take-the-best* (TTB), no qual a escolha de um item é feita sobre uma série de possíveis alternativas definidas em um espaço multidimensional²⁶. O procedimento algorítmico utilizado consiste na repetição cíclica dos passos seguintes até que a condição do passo 3 seja satisfeita, em um claro processo de *satisficing*²⁷:

1. Considerar inicialmente todas as opções potenciais de escolha;
2. Escolher uma característica entre as m disponíveis, ou seja, a característica mais importante para aquele consumidor (característica hierarquicamente superior);
3. Se um produto possui *score* maior que os demais em respeito a essa característica, resguardados os erros de percepção e tolerância, a escolha está feita;
4. Se a opção 3 não é satisfeita nessa comparação, e mais de uma opção tem valores similares em respeito à característica escolhida no passo 2, então são removidas as opções com valores menores e o processo reinicia a partir do passo 2.

²⁶ Essa estratégia e suas peculiaridades são bem apresentadas nos trabalhos do pesquisador psicólogo Gerd Gigerenzer (Gigerenzer & Goldstein, 1996; Gigerenzer, 2000; Gigerenzer & Selten, 2000), onde são sustentados os argumentos sobre a relevância empírica – suportada pela observação do comportamento pessoal – e eficiência sobre incerteza e dificuldade de informações.

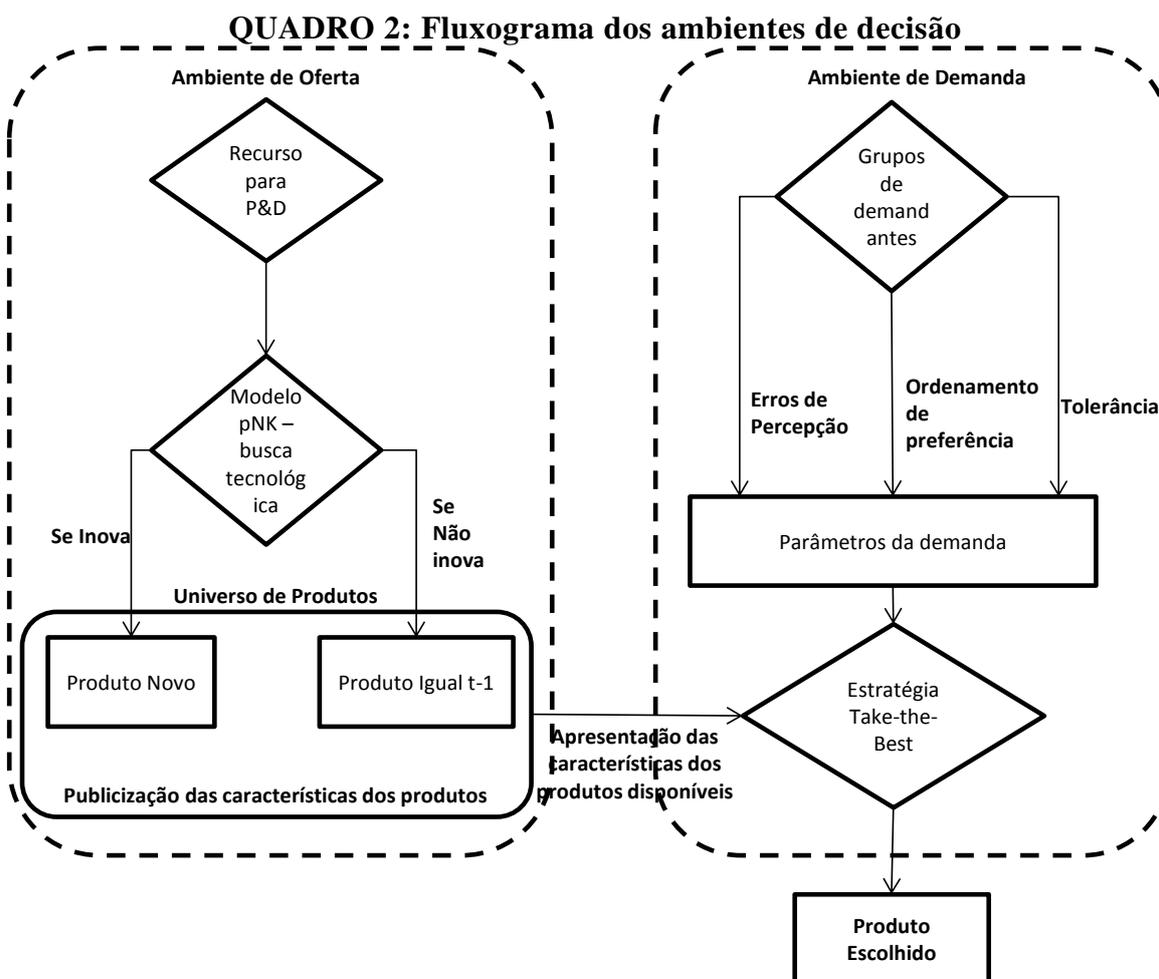
²⁷ A proposição da estratégia TTB é acompanhada nos trabalhos de seus defensores de explicações sobre sua aproximação ao conceito de racionalidade limitada. Em suma, a defesa da estratégia parte da verificação da irrelevância da compra no contexto da vida e renda dos consumidores; a maioria das compras realizadas são muito limitadas quando comparadas a essas realidades, o que justifica um interesse relativo em investir tempo e atenção para realizar a escolha ótima, preferindo ao invés disso balizar-se através de uma escolha que defina o melhor produto em relação a uma característica específica julgada a mais importante para o consumidor. Isso personifica uma estratégia de escolha racionalmente limitada, onde os tomadores de decisão usam a superioridade do produto em uma dimensão específica para justificar sua escolha.

3.3. O Modelo Teórico

O objetivo dessa modelagem é apresentar constatações iniciais sobre os resultados de mercado da associação dos dois modelos supracitados. Dessa forma, serão utilizadas algumas simplificações que podem ser suprimidas em desenvolvimentos posteriores e que serão pontuadas em momento oportuno.

Considera-se para o modelo a existência de um único mercado, *locus* da competição entre dez firmas. Cada firma oferta um único produto nesse mercado, totalizando então a disponibilidade de venda de 10 produtos. Cada produto dispõe de um conjunto de características e os valores dessas características expressam a vantagem competitiva de cada produto nesse mercado, a qualidade do produto em relação àquela característica.

Considere o Quadro 2 para o entendimento do funcionamento do modelo.



Fonte: Elaboração Própria.

O ambiente de oferta é a definição dos produtos ofertados pelas firmas. Inicialmente, existe um recurso para investimento em P&D que definirá a capacitação na busca tecnológica da firma. Se uma firma inova, oferta um produto novo; se não inova, oferta o mesmo produto do período $t-1$. Esse ambiente definirá as características dos produtos, notadamente o atributo tecnológico e o preço.

Do lado da demanda, os demandantes possuem parâmetros definidos de erros de percepção, níveis de tolerância e ordenamento de preferências. Utilizando dessas informações, eles analisam o ambiente de oferta e escolhem o produto a ser consumido através da estratégia *Take-the-Best*. O detalhamento de parâmetros e quantitativo de agentes é expresso a partir do tópico abaixo.

3.3.1. Condições tecnológicas

Cada produto possui duas características ($Y^i = [y_1^i, y_2^i]$), sendo a característica y_1^i de ordem econômico-financeira, relativa ao preço praticado para o produto, e a característica y_2^i de origem tecnológica²⁸. Assim, há uma correlação positiva entre a característica tecnológica e a competitividade do produto e uma correlação negativa entre a característica preço e a competitividade do produto.

O modelo pNK age justamente sobre essas características tecnológicas (y_2^i), escaneando o espaço de soluções em busca de melhorias no atributo (busca essa que é local e míope, como já explicitado). O *landscape* nesse modelo específico segue o número mínimo de dimensões ($N = 2$) para tornarem claros os impactos pretendidos, estabelecendo ainda interdependência plena entre essas dimensões ($a_{i,j} = 1$). O intuito de estabelecer a interdependência máxima é verificar as relações entre demanda e inovação em ambientes tecnológicos mais complexos, pois como dito anteriormente, a interdependência está diretamente relacionada ao surgimento de máximos locais e possíveis *lock-in* tecnológicos. O *landscape* tem um único máximo global de valor $MAX = 1$.

A *fitness function* segue a apresentação inicial e todos os valores iniciais da característica y_2^i são considerados iguais a 0,05, a uma distância considerável do máximo global (MAX

²⁸ Podem-se pensar essa característica, por exemplo, como a capacidade de armazenamento de informações, em mercados de tecnologia da informação, ou a quantidade de dispositivos de segurança, no mercado automobilístico, entre outros.

= 1). Isso garante que as empresas não se diferenciam por tecnologia no início da simulação. Os valores da característica y_1^i – preços – serão apresentados posteriormente.

Sendo o objetivo definir a relação entre as preferências da demanda e a inovação realizada por empresas em seu resultado de mercado, optou-se por estabelecer uma regra simples de investimento em inovação para cada uma das 10 empresas com um único produto: o P&D toma tempo e acontece somente raramente, assim, para cada firma é estabelecida uma variável aleatória com valor positivo e, ao longo do tempo, seu valor é decrescido de uma unidade; quando esse valor atinge zero, uma inovação é buscada pela empresa. Esta busca segue o processo de busca definido pelo modelo pNK , como já especificado no tópico 3.1. Após cada tentativa de inovação, um novo valor aleatório para tal variável é calculado para a empresa, e o processo continua conforme a descrição precedente.

3.3.2. Condições da demanda

Existe apenas um mercado de análise, mas define-se para essa simulação a presença de dois grupos distintos de consumidores, cada um com uma especificação diferenciada em relação às características do produto que são preferíveis. O Grupo 1 estabelece uma preferência em relação ao preço (v_1) e o Grupo 2 tem preferência em relação ao atributo tecnológico (v_2). O objetivo desse expediente é demonstrar como os distintos padrões de preferência – e a mudança destes – afeta os resultados de mercado e tecnológico das empresas.

Para o início da modelagem os valores foram determinados iguais a cem (100) demandantes para os dois grupos. É assumido que todos os consumidores possuem renda disponível para a realização da compra, e realização uma compra por rodada de simulação. Da mesma forma, considera-se $\Delta = 1$ e $\tau = 1$ para a primeira apresentação, o que significa que os consumidores têm percepção totalmente imperfeita sobre as características dos produtos e são completamente tolerantes na comparação entre os bens consumíveis. Ainda, os requerimentos mínimos para consumo são estabelecidos com valores menores que os apresentados pelos produtos ($m_j^i > y_X^i$), como forma de permitir que todos os produtos

estejam acessíveis ao consumidor no início da simulação²⁹. Todos os consumidores realizam uma compra por rodada, e possuem por definição uma restrição orçamentária suficiente para a alocação de recurso na compra do produto.

3.3.3. Estratégia de precificação dos produtos

As empresas estabelecem uma regra simples de precificação de produtos, baseada na análise da variação de suas parcelas de mercado³⁰. A firma, porém, só estabelecerá variação em seus preços se a seguinte desigualdade ocorrer:

$$(1.6) \quad ms_{t,i} - ms_{t-1,i} > \alpha$$

Sendo α um valor determinado exogenamente³¹. Fundamentalmente, se a desigualdade acima ocorre, a regra de precificação é a que segue.

$$(1.7) \quad p_{t,i} = p_{t-1,i} * [1 + sc. (sign_i)]$$

Em que sc é uma constante exógena que define a magnitude de mudança de preço definida pela empresa i ³² e $sign$ é o sinal de mudança de preço, definido pela seguinte equação.

$$(1.8) \quad sign_{t,i} = \frac{|ms_{t,i} - ms_{t-1,i}|}{ms_{t,i} - ms_{t-1,i}}$$

Sendo ms_i o *market share* da empresa i no período de tempo especificado na equação. Se $ms_t > ms_{t-1}$, então a variável apresenta o valor $sign = 1$, e a variação de preços do produto ofertado pela firma i será positivo (sendo o oposto verdadeiro).

Deve-se notar que a formulação apresentada pode estabelecer soluções de canto que seriam sobremaneira insatisfatórias para a análise. Pensando nisso, introduzem-se relações de

²⁹ Os valores mínimos para a característica v_2 é igual a zero, e para a característica v_1 é igual a 15. Vale lembrar que como v_1 é referente ao preço, existe um preço máximo de consumo, e não mínimo (correlação inversa com a competitividade do produto).

³⁰ A utilização da parcela de mercado para a definição do preço da firma envolve o pleno conhecimento do agente industrial em relação à oferta de todas as firmas do mercado. Em um modelo onde a demanda a cada período variasse, essa afirmação seria pouco razoável no contexto de racionalidade limitada dos agentes. Esse não é o problema aqui: como a demanda é dada (não varia a cada período), a participação de mercado corresponde à quantidade vendida da firma. A decisão do preço é, portanto, uma decisão tomada a partir do conjunto de informação individual, em consonância com a racionalidade limitada aqui defendida.

³¹ Para as simulações foi estabelecido que há variação no preço para variação no *market share* acima de 1% ($\alpha = 0.01$).

³² Estabelecida como $sc = 0.02$ para todas as análises.

valores mínimos estabelecidos para preço e *market share* por parte das empresas, na forma que segue:

$$\text{se } ms_{t,i} < \text{minMS}$$

$$(1.9) p_{t,i} = p_{t-1,i} * (1 - sc)$$

$$\text{se } p_{t,i} < \text{minP}$$

$$(1.10) p_{t,i} = \text{minP}$$

Em que *minMS* é igual ao *market share* mínimo exigido pela empresa e *minP* é o preço mínimo praticado, estabelecidos como 0,01 e 1,00, respectivamente. O preço mínimo deve ser entendido como o preço de concorrência perfeita, que iguala ao custo unitário de produção. O preço dos produtos de todas as firmas inicia a simulação com o valor de 4 unidades monetárias (u.m.).

3.3.4. Participação de Mercado

A participação de mercado de cada empresa *i* é definida por:

$$(1.11) ms_{i,t} = \frac{q_{i,t}}{\sum_{k=1}^{N_k} q_{k,t}}$$

Em que $q_{i,t}$ é a quantidade demandada da firma *i* no período *t* e $\sum_{k=1}^{N_k} q_{k,t}$ é o somatório das vendas de todas as firmas no período *t*. Note que o formato do modelo define que cada firma irá ofertar um produto no mercado. Assim, a participação de mercado da firma é semelhante à participação de mercado do produto ofertado pela firma.

3.3.5. Lucro

O lucro da firma *i* no período *t* (π_t^i) é dado por:

$$(1.12) \pi_t^i = p_t^i \cdot q_t^i - c_i \cdot q_t^i$$

Em que p_t^i e q_t^i são, respectivamente, o preço e a quantidade demandada do produto da firma *i* na no período *t* e c_i o custo unitário de produção da firma *i*, julgado constante e igual a 1.0 para todas as firmas.

Esse formato apresenta simplificações modelísticas que devem ser destacadas. Como o foco da análise é a influência da demanda e da inovação de produto sobre os resultados das empresas, não há diferenciação de custo de produção destacada para as empresas. Além disso, é considerado não existir estoque; tudo que é produzido é vendido ou é totalmente depreciado. Essas talvez sejam suposições fortes, que deverão ser mais bem desenvolvidas posteriormente, mas para o momento funcionam para delimitar o foco da análise.

3.4. Resultados do Modelo

Os resultados discutidos a partir desse tópico são baseados na parametrização exposta no tópico anterior, que é apresentada no Quadro abaixo.

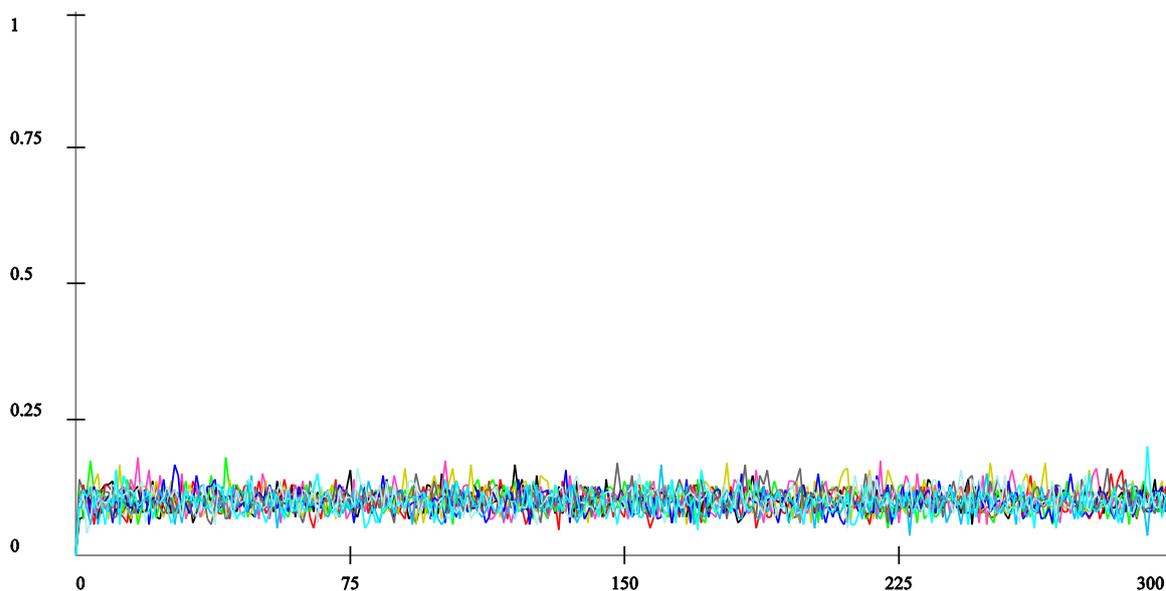
QUADRO 3: Parametrização Inicial	
Oferta	
Número de Empresas	10
Produtos por empresa	1
y_2^i inicial	0,05
Interdependência $a_{i,j}$	1
Máximo global do <i>landscape tecnológico</i>	1
Δ_T	1
c_i	1
Demanda	
Grupo 1 – preço	100
Grupo 2 - tecnologia	100
v_1^i - preço máximo	15
v_2^i - tecnologia mínima	0
Δ	1
τ	1
Preço	
α (variação participação mercado)	0,01
SC	0,02
$p_i = y_1^i$ inicial - Preço	4

Fonte: Elaboração Própria.

Os oportunos valores de parâmetros que sofrerem mudança serão devidamente expostos no decorrer do texto. Para os demais que não forem citados, os valores continuam os mesmos.

3.4.1. Análise dos parâmetros da demanda (Δ e τ)

Abaixo é apresentado o primeiro resultado, a participação de mercado das firmas para a especificação sugerida na configuração inicial^{33,34}.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 1: Simulação 1 – Participação de Mercado (configurações iniciais, $\Delta = 1$ e $\tau = 1$)

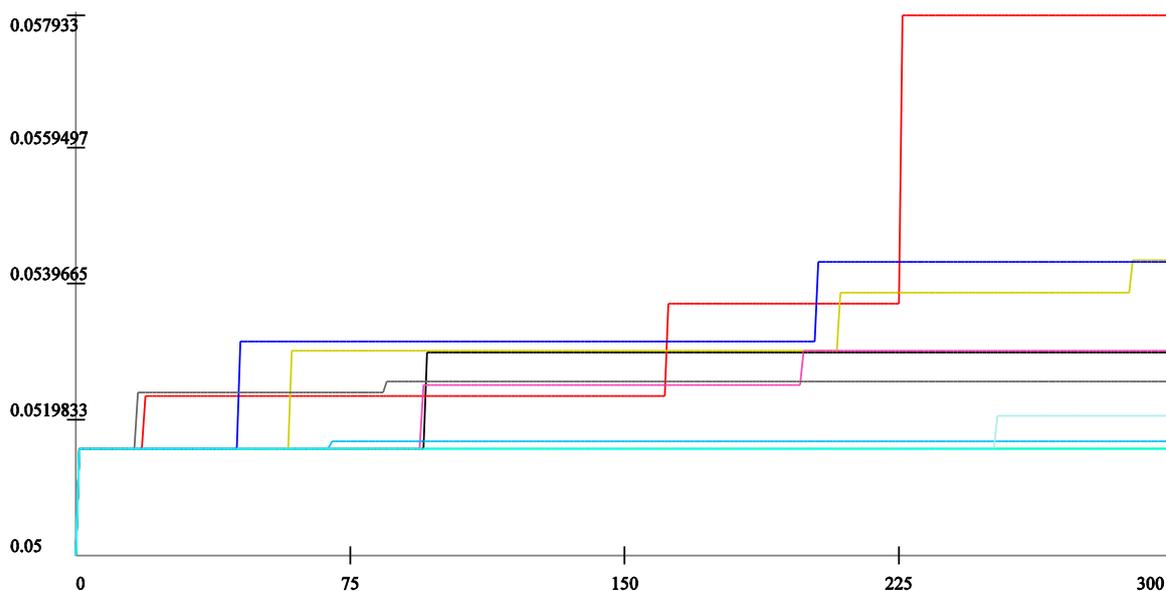
Fonte: Elaboração Própria.

Pode-se notar que o mercado encontra-se distribuído de forma bastante concorrencial, com participação de mercado média de aproximadamente 10% para as firmas. Tal resultado era esperado pela configuração inicial proposta; o consumidor não consegue distinguir a diferenciação dos produtos no mercado gerados pelas inovações das empresas porque possuem erro de percepção total em relação às características ($\Delta = 1$), além de terem tolerância plena na comparação do diferencial de atributos ($\tau = 1$). Mesmo que uma empresa consiga realizar uma inovação no seu produto, incrementando o valor da característica tecnológica (y_2^i) o consumidor não consegue acessar corretamente esse valor (v_2^i), padronizando a escolha dos produtos em um mesmo grau.

³³ Será utilizado como padrão para essa modelagem o cálculo de 300 períodos. Cabe ressaltar ainda que as simulações foram testadas para diferentes *random seed*, como forma de validação dos resultados teóricos aqui alcançados. Apresenta-se, porém, os resultados do mesmo *random seed* para facilitar a comparação.

³⁴ A modelagem foi realizada no programa *Laboratory of Simulation Development (LSD)*.

O resultado é importante, pois aponta a relevância das informações disponibilizadas no mercado para a eficiência econômica de uma inovação realizada por uma firma, em relação a seus próprios resultados. Durante os 300 períodos de simulação, seis inovações radicais foram realizadas por quatro firmas, fora uma quantidade ainda maior de outras inovações que podem ser consideradas incrementais (inovações que não correspondem à maior qualidade oferecida no mercado), conforme pode ser visto na FIG.2.



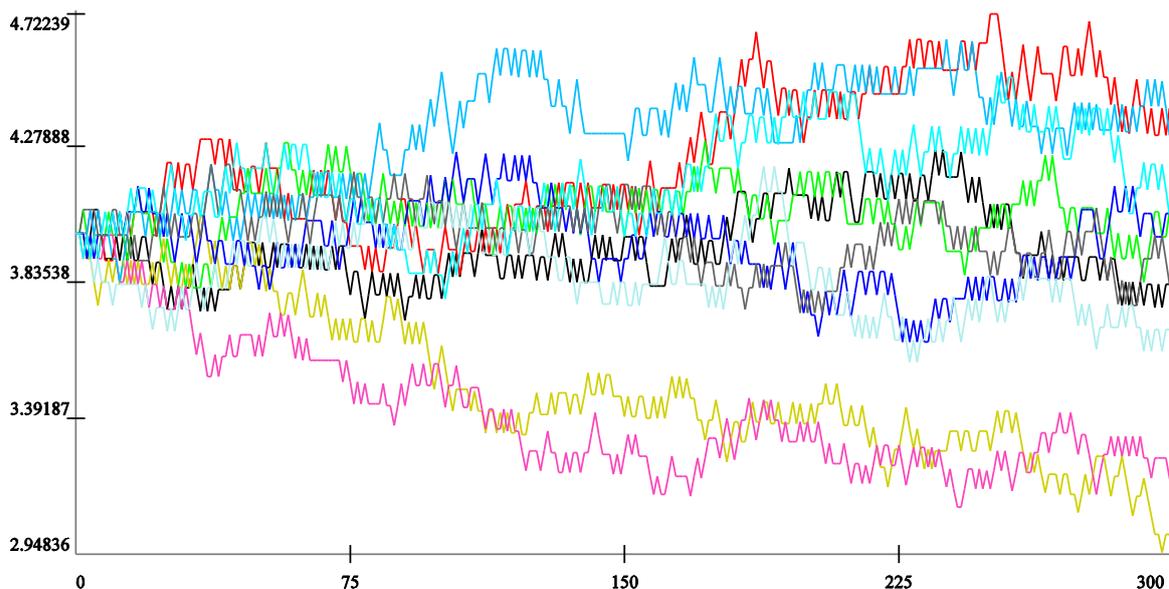
Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 2: Simulações 1 a 5 – Inovações realizadas pelas firmas

Fonte: Elaboração Própria.

Essas inovações não foram suficientes, contudo, para que essa produtividade inovativa pudesse ser traduzida em ganhos de mercado, simplesmente porque os consumidores não conseguem perceber com exatidão a superioridade desses produtos inovadores. Cabe destacar que os resultados de inovação e consequente diferenciação de produto alcançados pelas empresas são os mesmos para todas as simulações realizadas. Sugerimos que a análise da participação de mercado seja feita em consonância com a análise da inovação, pois a explicação da primeira é em grande parte dependente da segunda.

Outro resultado interessante diz respeito ao preço praticado pela firma, apresentado na FIG.3.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

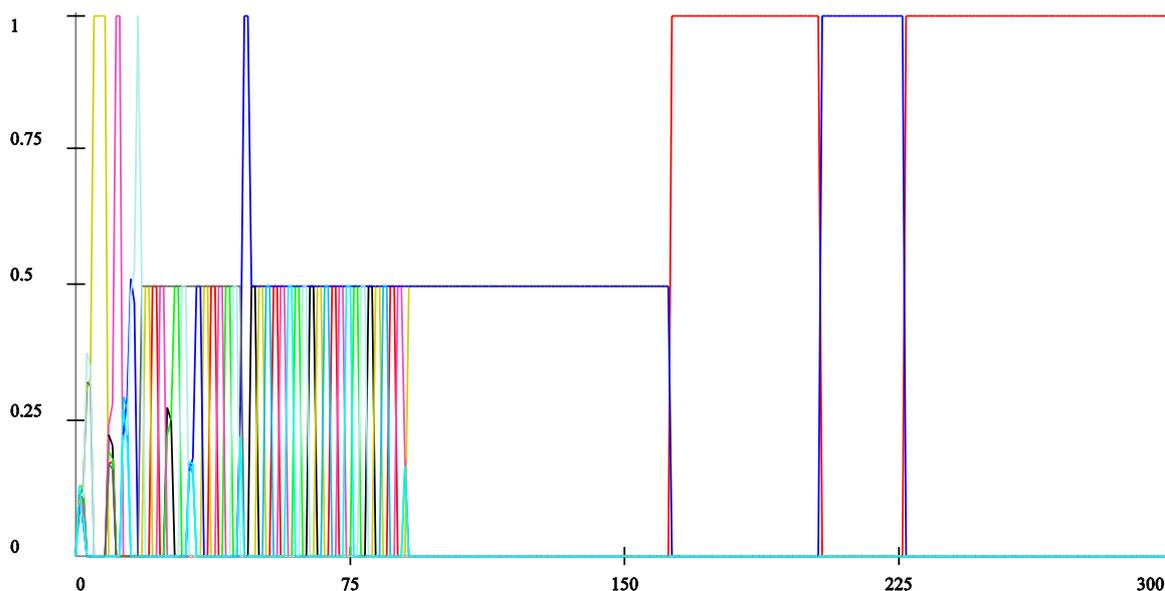
FIGURA 3: Simulação 1 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 1$ e $\tau = 1$)

Fonte: Elaboração Própria.

Como os demandantes não têm perfeita informação sobre as características dos produtos, a concorrência não significa necessariamente um resultado de preço igual ao custo unitário de produção. As firmas não necessariamente competem por preços na evolução dinâmica desse mercado porque os consumidores não percebem corretamente o diferencial de preços.

Além disto, note que não há equilíbrio de mercado em um ponto único. Assim como no modelo de Arthur (1994), no problema do bar *El Farol*, existe a tendência média central de participação de mercado, da ordem de 10% para todas as empresas, mas a heterogeneidade do processo decisivo dos agentes define um sistema auto-organizado sem equilíbrio.

O mesmo resultado concorrencial não é reproduzido, contudo, quando o valor de Δ é modificado para $\Delta = 0$. Agora, a modelagem considera que os consumidores são totalmente tolerantes no consumo de produtos, mas possuem perfeita informação sobre as características econômicas e tecnológicas de todos os produtos ofertados.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

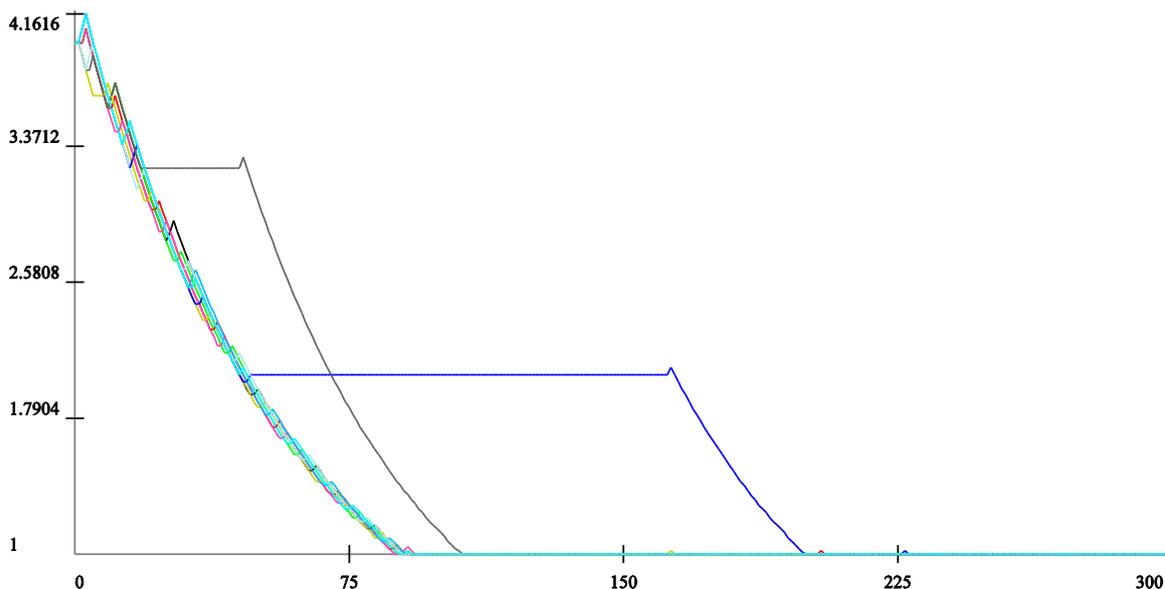
FIGURA 4: Simulação 2 – Participação de Mercado ($\Delta = 0$ e $\tau = 1$)

Fonte: Elaboração Própria.

Com os erros de percepção extinguidos, os consumidores agora podem acessar corretamente todas as características dos produtos ($y_X^i = v_X^i$), conseguindo estabelecer de maneira perfeita uma ordenação de preferência. Mesmo com algumas inovações realizadas por empresas entre o período zero e o período 80, não há uma inovação radical clara entre as empresas, de forma que as firmas estabelecem uma competição pelo mercado com alternância de dominância em uma disputa estabelecida pelo preço, conforme apresentado na FIG. 5.

Contudo, a partir de então, a inovação realizada por duas firmas – firmas 4 e 6, nesse caso – garantem às mesmas uma diferenciação de seus produtos, obtendo vantagem na participação de mercado por um período prolongado de tempo, como pôde ser evidenciado na FIG. 4.

É verdade que a análise visual da FIG. 4 apresenta somente a participação de mercado de 50% da firma 6 aproximadamente entre o período 100 a 160, mas isso acontece porque os resultados das duas empresas estão sobrepostos. Essa vantagem só será perdida quando outra firma – no caso específico da análise, a firma 2 – alcançar outra nova inovação radical, estabelecendo a nova liderança de mercado, agora com liderança plena, na configuração de um monopólio temporário.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 5: Simulação 2 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 0$ e $\tau = 1$)

Fonte: Elaboração Própria.

Esse monopólio temporário foi alcançado pela inovação alcançada pela firma 2 na sua característica tecnológica, que estabeleceu uma diferença significativa de seu produto em relação aos demais concorrentes. Até então, as inovações realizadas pelas empresas não eram plenamente acessadas pelos consumidores como uma diferenciação plena em relação às demais inovações devido ao nível de tolerância do consumidor na análise das características dos produtos; dada a tolerância dos consumidores na consideração do diferencial entre preços e característica tecnológica, alguns produtos puderam ser classificados como substitutos perfeitos.

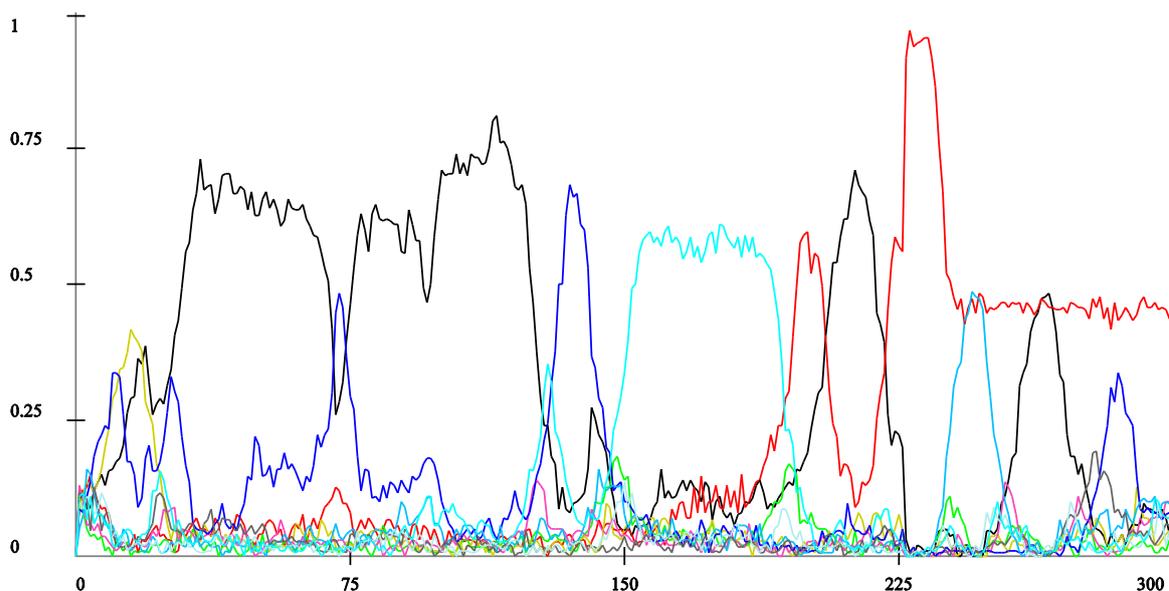
Quando a firma 2 estabelece essa inovação radical expressiva, os consumidores acessam essa modificação no parâmetro tecnológico como um produto superior aos demais, conformando o monopólio da empresa. Esse resultado só é modificado quando a firma 6 inova novamente, aproximadamente no período 200, retomando completamente o mercado. Esse resultado é alcançado pois essa nova inovação da firma 6 também diferencia seu produto plenamente em relação aos demais. Por fim, a empresa 2 alcança novamente o monopólio com outra inovação radical no final da simulação.

Outro resultado interessante é que após aproximadamente o período 80, quando os preços igualam o preço mínimo, há oferta no mercado apenas das empresas com produtos com o nível de característica tecnológica elevada. Empresas que não realizaram nenhuma

modificação na característica tecnológica do seu produto, ou que realizaram inovações apenas incrementais, não conseguem permanecer no mercado. O entendimento desse resultado é simples: sendo o preço praticado por todas as empresas igual ao custo unitário de produção, o consumidor irá sempre preferir a firma inovadora radical no seu processo decisório de compra.

Esse é um resultado teórico interessante, pois apresenta o oposto da competição de mercado que tinha sido alcançada na FIG. 1 – de alto nível concorrencial para um tipo de oligopólio com alto grau de concentração, ou até mesmo monopólio – apenas com a suposição de perfeita informação dos consumidores sobre a qualidade dos produtos. Em um mundo com simetria informacional para os agentes demandantes e esforço inovativo assimétrico por parte das empresas, uma estrutura de mercado muito concentrada seria bastante usual.

A questão, porém, é que os resultados apresentados nos exemplos acima podem ser considerados excepcionais, pois envolvem suposições que personificam estruturas de mercado extremas (extremamente concentrado ou extremamente concorrencial). É razoável supor que os consumidores possuam alguma tolerância sobre o consumo de produtos com características próximas ($\tau \neq 1$), mas não tolerância total sobre todos os tipos de produtos, e também que exista algum erro de percepção sobre essas características ($\Delta \neq 0$). A magnitude que se impõe a esses parâmetros é discutível e deve ser pensada em modelos empíricos de acordo com a avaliação setorial. Para o momento serão propostos valores *ad hoc* apenas para constatar aspectos teóricos dessa relação e seu impacto na estrutura de mercado.



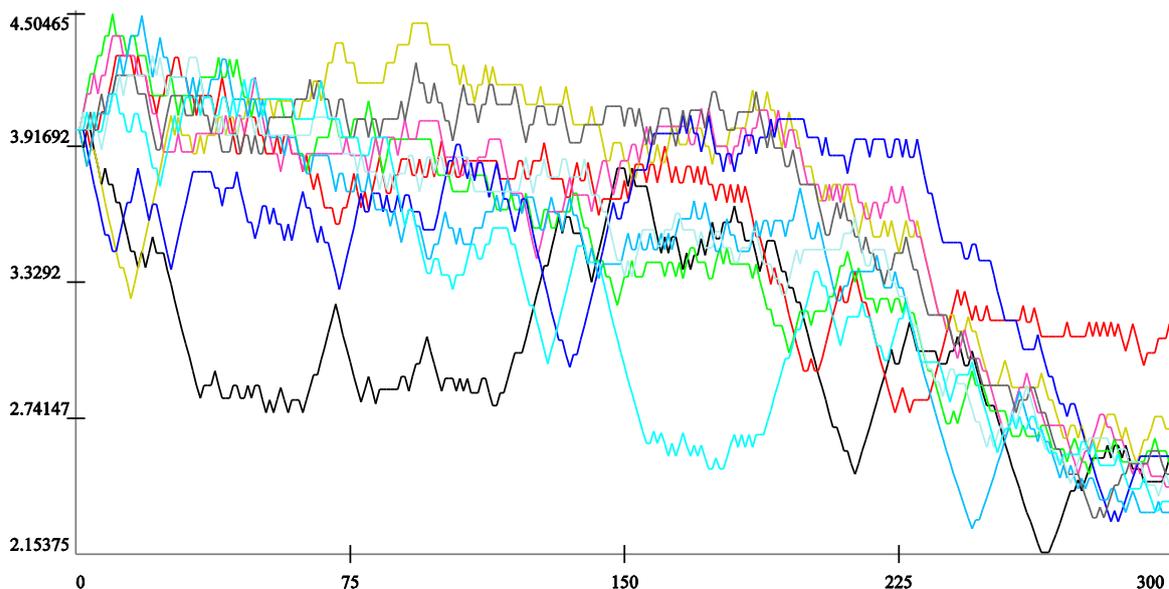
Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 6: Simulação 3 – Participação de Mercado ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)

Fonte: Elaboração Própria.

Para a FIG. 6 foi permitida tolerância sobre o nível de produtos e algum erro de percepção. Mesmo que o erro de percepção considerado seja pequeno, pode-se notar uma dinâmica oligopolista mais clara para o mercado apresentado. Essa dinâmica ainda denota importância para as inovações radicais, mesmo que existam erros de percepção e tolerância.

A importância das inovações, contudo, é minorada, se comparada à FIG. 4. A inovação da empresa 6 entre o período 40 e 160, aproximadamente, não significou grande melhoria em sua participação de mercado para o mesmo período, porque essa inovação radical não apresentou um produto com características muito superiores aos demais; os erros de percepção e a tolerância dos agentes às características são maiores do que a inovação realizada. Em grande parte desse período, a liderança de mercado foi estabelecida pela firma 1, que praticou preços mais competitivos, conforme pode ser evidenciado pela análise da FIG. 7.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 7: Simulação 3 – Preço praticado pelas firmas ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)

Fonte: Elaboração Própria.

O mesmo não ocorre na inovação de mercado realizada pela empresa 2 no fim da simulação; nesse caso, o valor da característica tecnológica foi significativamente melhorado, sendo suficiente para garantir a essa empresa a liderança de mercado. Cabe lembrar, porém, que o erro de percepção dos agentes demandantes e a tolerância em relação a produtos considerados similares não permitiram que as empresas inovadoras obtivessem toda a fatia de mercado; as demais empresas continuam a operar com participação de mercado positiva após essas inovações radicais, mesmo que muitas vezes perdendo boa parte do mercado para tais empresas inovadoras.

Erros de percepção e tolerância por parte dos consumidores tendem a diminuir a oportunidade de ganhos das firmas via inovação, pois diminuem a capacidade de diferenciação dos produtos. É verdade, contudo, que esses parâmetros não devem ser considerados constantes. Principalmente em casos de consumo frequente de produtos, o aprendizado adquirido pelos consumidores diminui o erro de percepção na avaliação dos atributos e a fidelização – em casos de aceitação do produto adquirido – diminui a tolerância na comparação da oferta. Vale registrar que Valente (2012) apresenta uma análise bastante explicativa em relação a essa questão. Além disso, este movimento de “correção de erros” dos consumidores ocorre também com as firmas, que mimetizam o sucesso de suas concorrentes através da imitação de produtos.

Às empresas cabe, portanto, a sinalização dos atributos diferenciados de seus produtos aos consumidores, no intuito de acelerar os ganhos provenientes da inovação alcançada; disso decorre a importância de estratégias de *marketing*. Em um jargão popular, poderia se dizer que “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”.

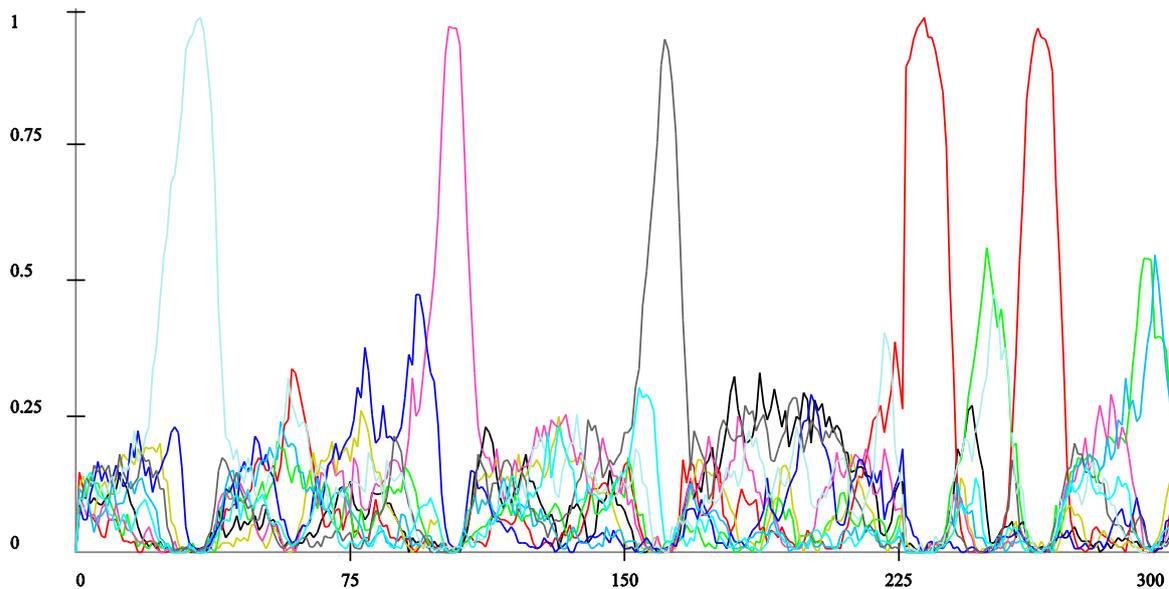
3.4.2. Análise das preferências do consumidor

Nas configurações iniciais da simulação, estabeleceu-se simetria entre as duas classes da demanda, ou seja, existe um mesmo número de consumidores que possui preferência em relação ao preço e que possui preferência em relação aos atributos tecnológicos de qualidade (parametrizados em 100 consumidores para cada classe). Nesse tópico realizar-se-ão alguns testes analisando como a modificação dessa simetria influencia os resultados de mercado. Para proceder com essa análise, serão definidos valores de Δ e τ como os utilizados na FIG. 6 predecessora ($\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$).

Suponha inicialmente que existam apenas consumidores do grupo 1, que ordenam suas compras baseados primeiramente no preço dos produtos ofertados. Cabe lembrar que tal suposição significa que agora o grupo 1 possui 200 consumidores. Essa análise é apresentada na FIG. 8.

Nesse caso, pode-se notar que a dinâmica de mercado em relação às firmas que realizam inovação tende a ser mais competitiva, pois os consumidores estão mais propensos a considerar o preço na decisão de compra; o mercado se mostra menos volátil a choques de inovações, com um padrão mais próximo à concorrência; quando alguma das empresas consegue uma inovação, a fatia de mercado alcançada por essa diferenciação é menor que a conseguida quando existiam consumidores que levavam em consideração primeiramente o atributo tecnológico.

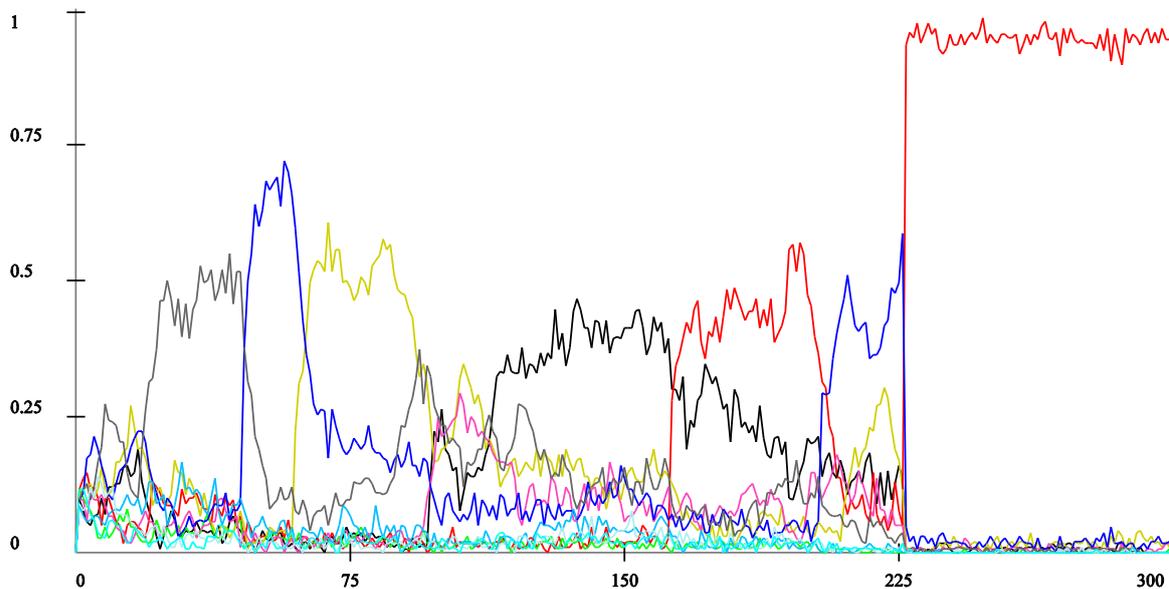
Resultado diametralmente oposto é alcançado quando se considera demanda realizada só pelo grupo 2, como aponta a FIG.9.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 8: Simulação 4 – Participação de Mercado (consumidores Grupo 1, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)

Fonte: Elaboração Própria.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA 9: Simulação 5 – Participação de Mercado (consumidores Grupo 2, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)

Fonte: Elaboração Própria.

Agora a percepção das inovações de mercado é potencializada pela preferência revelada dos consumidores em basear sua escolha no atributo tecnológico. Como a definição de preços fica em segundo plano, mesmo que os preços dos produtos tenham variação para

compensar a variação na participação de mercado, os consumidores balizam sua escolha com maior relevância ao conteúdo inovativo das empresas. As inovações radicais realizadas pelas firmas 2, 4 e 6 durante a simulação permitem maior participação no mercado a estas empresas

Essa comparação deixa clara a relevância de tornar a preferência dos consumidores baseada em atributos tecnológicos e de qualidade em detrimento aos preços, notadamente em análises de mercado oligopolistas. Levar os consumidores a escolher baseado nesses atributos garante maior relevância das estratégias tecnológicas em relação aos ganhos de mercado. Novamente utilizando um jargão popular, seria uma estratégia do tipo “não basta fazer melhor, precisa fazer o comprador gostar do melhor”.

3.4.3. Comparativo de Resultados

Para um efeito comparativo das simulações, e até mesmo para comprovar a validade do modelo em relação aos diferentes resultados alcançados, é apresentada a TAB. 1 logo abaixo.

Na tabela são apresentadas informações sobre índice Hirschman-Herfindahl de concentração industrial, participação média de mercado, preço médio e lucro médio para uma classificação de empresas que define “Empresas Inovadoras Radicais” e “Demais Empresas” (que não estabeleceram inovação radical). Como pôde ser observado na FIG. 2, as empresas que estabeleceram inovação radical foram as empresas 2, 6, 8 e 10.

As informações contidas na tabela refletem alguns resultados usuais associados ao estudo de estruturas de mercado. Dentre esses, pode-se destacar a concentração de mercado, refletida pela análise do índice HH, que aumenta conforme é considerada pelos consumidores a característica tecnológica dos produtos. Quando a demanda consegue classificar diferenciação de produto por parte de empresas inovadoras, isso se traduz em mercados com maior grau de oligopolização em favor destas, resultado este corroborado pela análise da participação de mercado média de empresas inovadoras radicais e demais empresas.

Ainda, os resultados classificados por tipo de empresas diferem bastante para as distintas simulações. Como pode ser notado, quando os consumidores acessam e consideram com maior acurácia as características dos produtos ou quando eles têm preferência revelada pela

característica tecnológica os resultados de empresas inovadoras radicais sobre preço e lucro tendem a ser melhores *vis a vis* os resultados da simulação 1 (padrão concorrencial).

TABELA 1: Comparativo de Resultados entre as Simulações

Simulação	Padrão estilizado	Variáveis	Firmas inovadoras radicais	Demais Firmas	Firmas inovadoras radicais	Demais Firmas
			Valores reais		Comparação % em relação a Sim1	
Sim 1	Concorrência Perfeita	Índice HH indústria médio	0,105		-	
		Part. Mercado média	0,102	0,098	-	-
		Preço médio	3,82	4,01	-	-
		Lucro médio	57,50	59,29	-	-
Sim 2	Monopólio	Índice HH indústria médio	0,737		605%	
		Part. Mercado média	0,344	0,038	238%	-61%
		Preço médio	1,57	1,40	-59%	-65%
		Lucro médio	24,83	7,68	-57%	-87%
Sim 3	Oligopólio	Índice HH indústria médio	0,372		256%	
		Part. Mercado média	0,158	0,084	56%	-14%
		Preço médio	3,57	3,47	-6%	-13%
		Lucro médio	72,50	35,28	26%	-40%
Sim 4	Consumidor via preço	Índice HH indústria médio	0,286		173%	
		Part. Mercado média	0,109	0,097	7%	-1%
		Preço médio	2,95	2,62	-23%	-35%
		Lucro médio	36,78	33,25	-36%	-44%
Sim 5	Consumidor via tecnologia	Índice HH indústria médio	0,422		304%	
		Part. Mercado média	0,230	0,067	127%	-32%
		Preço médio	4,25	3,35	11%	-16%
		Lucro médio	145,08	36,50	152%	-38%

Fonte: Elaboração própria.

Esse resultado não é válido, contudo, para a simulação 2 (FIG. 4), que personifica uma estrutura de monopólio, visto que a erosão de preços causada pela concorrência nos períodos iniciais determina resultados piores para as firmas inovadoras no decorrer da simulação. A dependência dessa situação inicial, porém, não permite dizer que os resultados são inconclusivos. Trata-se apenas de uma situação na qual o conhecimento das características dos produtos por parte dos consumidores estabelece um nível competitivo elevado nos períodos iniciais de análise, quando a diferenciação de qualidade é pequena. Assim, quando as inovações tornam-se importantes e promulgadoras de diferenciação de

produtos, o nível de preços e rentabilidade do mercado já se encontra em um patamar inferior, se comparado às demais simulações.

Considerações Finais do Capítulo

O capítulo se propôs a discutir a relação entre a demanda e inovação em um modelo evolucionário, no qual é considerada a heterogeneidade dos agentes demandantes e procedimentos de busca tecnológica. As análises feitas valem-se das contribuições propostas em Valente (2008) e Valente (2012), principalmente sobre esse último, que faz a proposição do modelo de demanda heterogênea. A utilização conjunta dessas duas contribuições permitiu desenvolver e analisar os aspectos apresentados no texto, bem como estabelecer conclusões sobre a dinâmica da simulação, ainda que de forma preliminar.

Como primeira constatação, é clara a importância dos vários aspectos da demanda na dinâmica dos mercados. Pode-se constatar que a impossibilidade dos consumidores em acessar corretamente as informações de mercado, ocasionada pelos altos custos de deliberação propostos no modelo de heterogeneidade, viesam os resultados de mercado. Dinâmicas de concentração antagônicas – da concorrência a altos graus de oligopolização – foram alcançadas somente modificando o erro de percepção e a tolerância dos agentes no consumo dos produtos, com ênfase de importância ao primeiro parâmetro. Dessa afirmação conclui-se que os resultados das empresas apresentam dependência e distinção frente a diferentes considerações dos parâmetros nos quais os demandantes estabelecem o seu padrão de escolha. Ou seja, relevar a importância dos consumidores em um modelo evolucionário que tente explicar os efeitos da inovação sobre o comportamento de mercado pode viesar os resultados, podendo ainda, muitas vezes, torná-los inconclusivos. Essa constatação já sinaliza a relevância da consideração do “lado da demanda” na análise de mercado.

Resultados secundários podem ser extraídos da análise, e serão pontuados aqui de maneira resumida. Parece importante que as empresas utilizem da sinalização dos atributos diferenciados de seus produtos aos consumidores, no intuito de acelerar os ganhos provenientes da inovação alcançada, e disso decorre a importância de estratégias de *marketing*. Como explicitado, entendemos que “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”. Além disso, a análise da diferenciação das preferências dos consumidores

aponta para a importância, ao nível das empresas, de se procurar definir consumidores com viés de escolha aos atributos tecnológicos e de qualidade, para a aferição de maiores parcelas de mercado. Novamente utilizando um jargão popular, seria uma estratégia do tipo “não basta fazer melhor, precisa fazer o comprador gostar do melhor”.

Cabe ressaltar que os resultados aqui observados são preliminares, fruto de um esforço maior de modelagem setorial. O modelo do capítulo 5 fornecerá estratégias e formulações mais refinadas em determinadas variáveis, que procurem situar a análise da demanda em um contexto aplicado, qual seja, o da indústria farmacêutica, nos moldes de um *History-Friendly model*.

4. ESPECIFICIDADES E CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

O objetivo desse capítulo é obter fatos estilizados básicos suficientes para se proceder com uma parametrização mínima que sustente a simulação de um modelo *History-friendly* para a indústria farmacêutica, com especificidades próximas ao comportamento da dinâmica do caso brasileiro.

Dessa forma, o procedimento que aqui será adotado é a apresentação de especificidades do comportamento da indústria farmacêutica mundial e nacional, com foco na estrutura setorial, na conduta e desempenho das empresas, especialmente a partir dos anos 90. Essa delimitação temporal é importante para a verificação dos efeitos de políticas públicas que são relevantes para o entendimento da dinâmica setorial, com ênfase à TRIPS e à legislação dos medicamentos genéricos.

4.1. Conformação e Especificidades da Inovação na Indústria Farmacêutica Mundial

A indústria farmacêutica destaca-se como uma das mais inovadoras entre os setores produtivos. Em 2012, segundo estimativas da *European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations* (EFPIA, 2012), a indústria farmacêutica investiu em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA) os valores de € 30 bilhões e US\$ 36,8 bilhões, respectivamente; no mesmo estudo, a referida federação destaca a percentagem de 15,1% da receita de vendas em investimentos em P&D na Europa. Segundo *Pharmaceutical Research and Manufacturers of America* (PhRMA, 2013), o valor do investimento para as empresas sediadas nos EUA é ainda maior, da ordem estimada de US\$ 48,6 bilhões para 2012, o que significa um percentual de 16,4% em relação à receita de vendas.

No Brasil, segundo dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica de 2003 (PINTEC), a indústria farmacêutica figurou entre as quatro maiores em esforços de inovação, atrás apenas de máquinas de escritório/equipamentos de informática, máquinas/material eletrônico básico e aparelhos/equipamentos de comunicação (Bastos, 2005); os percentuais despendidos no Brasil, porém, se apresentam muito aquém dos praticados na Europa e EUA, da ordem de 3% da receita de vendas (Pieron *et al.*, 2011).

O alto investimento em programas de P&D pode ser entendido pela escala empresarial observada a nível internacional. A indústria farmacêutica mundial é dominada por grandes corporações, principalmente dos Estados Unidos da América. Somente lá estão sediadas quatro das dez maiores empresas mundiais do setor. As demais empresas localizam-se na Suíça, França, Reino Unido e Alemanha (Fierce Pharma, 2013).

Essas empresas multinacionais de grande porte são as maiores inovadoras de produtos e processos, pois é parte central da estratégia competitiva a contínua introdução de novos medicamentos no mercado. Tais estratégias exigem intensa atividade em P&D em diversos programas de pesquisa. Assim, uma situação comum é a constituição de redes de P&D organizadas por uma empresa-líder, em geral detentora de elevada capacidade tecnológica (Grabowski, 2003; Albuquerque & Cassiolato, 2002), mas também de um eficiente e amplo processo de distribuição e marketing.

Essa importância de escala em P&D se reflete nos elevados e crescentes custos de desenvolvimento de medicamentos. Segundo dados da PhRMA (2008), o custo de desenvolvimento de um novo medicamento na indústria farmacêutica dos Estados Unidos saltou de US\$ 138 milhões em 1975 para US\$ 802 milhões em 2001, alcançando US\$ 1,2 bilhão em 2007, sinalizando um aumento médio de 6,6% ao ano. DiMasi, Hansen & Grabowski (2003) obtém estimativas próximas, encontrando valores de US\$ 793 milhões para o ano de 2002.

Há que se registrar, entretanto, que esse valor é uma estimativa das empresas farmacêuticas. Alguns analistas afirmam que parte desses custos são recursos públicos contabilizados pelas empresas como recursos próprios; outros afirmam que nesses valores estão incluídos gastos com promoção e marketing e, ainda, que esses gastos de P&D superestimam os gastos nas fases iniciais de pesquisa, onde uma imensa variedade de moléculas são pesquisadas. Um estudo realizado pela *The Economics of TB Drug Development* e financiado pelo Instituto Nacional da Saúde dos Estados Unidos (NIH-US) aponta que os custos para o desenvolvimento de novos medicamentos estão entre US\$ 115 a US\$ 240 milhões, incluindo o custo das moléculas não desenvolvidas, mas rastreadas durante o processo (Love, 2003). Em suma, não há consenso sobre o cálculo, e a influência da origem do financiamento parece enviesar os resultados obtidos. Porém, qualquer das

montas indicadas nos diferentes trabalhos aponta altos custos para o desenvolvimento de novos produtos.

Atribui-se aos elevados custos e ao montante de recursos destinados a P&D a complexidade do processo de pesquisa, testes clínicos, aprovação de uma nova droga e difusão do novo produto em hospitais e clínicas (credenciamento, divulgação, marketing). Conforme Burns (2009), de cada cinco mil a dez mil compostos químicos descobertos nos Estados Unidos, apenas duzentos e cinquenta chegam à fase pré-clínica. Após 3 a 6 anos de pesquisas preliminares, somente cinco desses compostos experimentam testes clínicos, que ainda levam de 6 a 7 anos de pesquisas em três fases, demandando aproximadamente cinco mil a vinte mil voluntários.

A estimativa ainda é a de que apenas um desses compostos será aprovado pela revisão da *Food and Drug Administration* (FDA), órgão regulador americano, o que pode envolver um período de 6 meses a 2 anos para que o mesmo possa ser fabricado em larga escala. Ao todo, o processo de desenvolvimento de um medicamento desde o descobrimento dos compostos até sua fabricação em larga escala pode levar de 10 a 15 anos.

Nesse cenário, alguns analistas do setor especulam sobre mudanças dramáticas no setor. Gilbert, Henske & Ashish (2003) afirmaram que o modelo de desenvolvimento tecnológico na indústria necessitava ser revisto, pois existem crescentes custos associados à cadente rentabilidade. Em 2009, o IMS Health publica um artigo com um cenário pessimista para o setor. Os analistas apontam uma forte queda na taxa de crescimento do mercado, queda no consumo de medicamentos com prescrição, aumento da participação dos genéricos no consumo, redução no número de novos medicamentos e a expiração de patentes como determinantes de mudanças imediatas na estratégia da indústria.

Ganuzza *et al* (2009) atestam que a previsão do autores supracitados estava correta, destacando as evidências da concentração de recursos principalmente no desenvolvimento de melhorias menores sobre medicamentos já existentes, as chamadas inovações incrementais; as mesmas requerem menores dispêndios e tempo em testes clínicos, tendo ainda um menor risco de serem reprovadas pelo órgão regulador. Documentos do Congresso Americano mostram que embora os investimentos em P&D tenham aumentado nas últimas décadas, o número de novas entidades moleculares (*Priority-NME*, do inglês *priority new molecular entities*), o que representa o número de inovações drásticas,

permaneceu estável. Além disso, representavam no ano de 2006 apenas 12% de todas as aplicações de novas drogas para registro no FDA, contra 60% de aplicações que significavam modificações de compostos químicos já existentes.

Love (2003) apresenta valores semelhantes, destacando que no período entre 1993 e 2002, 69% dos pedidos de aprovação de novos medicamentos na FDA eram para registros de medicamentos padronizados, com pequenas modificações incrementais – denominados *Standard-NME* – contra 31% de *Priority-NME*³⁵.

Ao mesmo tempo, um segundo tema é bastante debatido no âmbito da indústria farmacêutica: o excessivo gasto com promoção e marketing em relação aos gastos com P&D. Ganuza *et al* (2009) apontam que os gastos com *marketing* das indústrias farmacêuticas dos Estados Unidos triplicou entre 1997 e 2004. Gagnon & Lexchin (2008) estimam que nos EUA, em 2004, foram gastos US\$ 31,5 bilhões em P&D na indústria farmacêutica (inclusos fundos públicos), mas no mesmo ano foram gastos em marketing e campanhas promocionais valores entre US\$ 28 bilhões e 48 bilhões, sendo a maior estimativa de US\$ 57 bilhões. Angell (2004) apresenta estimativas similares.

Essas informações apontam uma conformação da indústria farmacêutica que define uma importância semelhante – senão até maior – para estratégias de *marketing vis a vis* estratégias de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Argumentamos nos próximos parágrafos que essa estratégia está ligada principalmente à forma de regulação estabelecida no setor, a saber, o patenteamento e a posterior permissão de fabricação de medicamentos genéricos.

A patente é um direito de propriedade concedido ao inventor por período determinado de tempo, como forma de permitir ao mesmo auferir os lucros advindos do monopólio na venda do produto patenteado. Essa permissão visa direcionar ao inventor os ganhos da inovação, como forma de, principalmente na indústria farmacêutica, recuperar os investimentos realizados em P&D. Após o período de tempo especificado no patenteamento, contudo, o conhecimento publicizado no ato da patente torna-se passível de

³⁵ Para outras informações sobre o tema, sugere-se a leitura de Lexchin (2003).

utilização, e empresas que possuem o *know-how* para produção são permitidas de fazê-lo, estabelecendo uma nova conformação estrutural de mercado a partir de então³⁶.

É permitida a fabricação do produto com as mesmas características, mas principalmente na indústria farmacêutica, onde questões éticas e de saúde são cruciais, é fundamental que seja atestado ao consumidor a intercambialidade entre o produto novo entrante no mercado após a expiração da patente e o produto de marca ao qual ele se referencia. Essa atestação é feita por outra legislação regulatória, a dos medicamentos genéricos. Os medicamentos genéricos – de acordo com a Denominação Comum Brasileira, que especifica o nome e farmacologia dos princípios ativos – é um medicamento similar ao medicamento de referência e que o substitui, sendo produzido após a expiração da patente ou renúncia dos direitos de propriedade, sendo comprovadas sua eficácia, segurança e qualidade através de testes de bioequivalência (Brasil, 1999).

Nos Estados Unidos, a implementação da lei que regulariza os medicamentos genéricos, o *Hatch-Waxman Act*, data de 1984 (Berndt, 2002). No Brasil, a introdução dessa linha de medicamentos remonta à Lei 9.787 do ano de 1999 (Brasil, 1999).

Resguardadas as demais especificidades que as políticas estabelecidas em diferentes nações podem abarcar, a política dos medicamentos genéricos usualmente tem o intuito de promover acessibilidade no uso de medicamentos às distintas camadas da população. O argumento é simples: a permissão de fabricação de medicamentos com intercambialidade garantida em relação ao medicamento de marca aumenta a concorrência setorial nos respectivos mercados relevantes, reduzindo o nível médio de preços de venda. No caso brasileiro, a indicação do Ministério da Saúde e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) órgão regulador setorial, é a de que o preço dos genéricos seja em média 35% inferior aos preços dos medicamentos de referência³⁷.

Em suma, podem-se associar as constatações sobre (i) o aumento de menores esforços inovativos, muitas vezes incrementais, *vis a vis* inovações radicais e (ii) os consideráveis

³⁶ Habitualmente, o período de duração de uma patente é de 20 anos, mas como o patenteamento na indústria farmacêutica é realizado logo no começo do processo de P&D (etapa 1), os ganhos oriundos da exploração comercial do produto duram, em média, algo em torno de 10 anos.

³⁷ Apesar dessa redução média do preço de venda no mercado, a influência da entrada concorrencial dos medicamentos genéricos sobre o preço dos medicamentos ao qual eles se referenciam é assaz controversa. Sugerimos para a leitura do tema uma série de textos: Statman (1981); Grabowski & Vernon (1992); Franck & Salkever (1997); Scherer (1993); Caves *et al* (1991); Griliches & Cockburn (1993); Fiúza & Lisboa (2001); Hasenclever (2002), Vieira & Zucchi (2006) e Nishijima (2008).

investimentos realizados em estratégias de *marketing* à dinâmica da indústria nessas condições de regulação. O incremento da oferta após expiração das patentes diminui as receitas das corporações na exploração dos medicamentos inovadores. Empresas que baseiam seu portfólio de oferta em produtos com inovações radicais, com altos custos de P&D, podem sofrer grandes erosões de receita ao longo do tempo. Assim, uma estratégia competitiva que englobe inovações com menores riscos, justamente as inovações incrementais, é muitas vezes internalizada por essas empresas. Nordhaus (1969) atesta a existência de uma relação positiva entre a internalização dos ganhos das inovações e o investimento em P&D, de forma que se a internalização não é realizada de forma plena, a firma tende a subinvestir em atividades inovativas nos períodos futuros.

Um exemplo emblemático desse posicionamento estratégico é apontado por Ganuza *et al* (2009, p.540) no mercado de medicamentos contra altas taxas de colesterol. Após a expiração da patente do Lovastatin na década de 1990, um número considerável de firmas buscou a introdução de distintas variedades de medicamentos com inovações incrementais, como o Simvastatin (Zocor), Atorvastatin (Lipitor), Pravastatin (Pravachol), Fluvastatin (Lescol), ou Rosuvastatin (Crestor).

Além disso, outra movimentação realizada em períodos recentes pelas firmas com os mesmos fins do parágrafo acima é a geração de receitas pela introdução no portfólio de produtos dos próprios medicamentos genéricos. Como será visto na próxima seção, uma série de empresas incumbentes na indústria farmacêutica brasileira tem realizado esforços de fusões e aquisições (F&A) de empresas especializadas na fabricação de medicamentos genéricos.

Em relação às despesas com *marketing*, o argumento recai sobre a questão da diferenciação dos produtos. Considere inicialmente um mercado monopolizado por um produto patenteado. Os dispêndios em *marketing* realizados pela firma detentora desse produto não necessitam, *a priori*, serem feitos em vultosos valores, justamente porque não há competição que suscite a necessidade de apresentar a diferenciação. Agora considere a entrada de medicamentos genéricos nesse mercado: para a empresa incumbente torna-se relevante apresentar a diferenciação de seu produto, sendo ela autêntica ou não, como forma de estabelecer fidelidade e uma conseqüente tentativa de manutenção de sua posição

de mercado. Será visto também na próxima subseção que esse resultado é semelhante na análise da indústria farmacêutica nacional após a legislação dos genéricos.

Como já especificado, essas considerações rebatem sobre as regulações estabelecidas no ambiente concorrencial em geral – a legislação sobre patentes – e no ambiente específico da indústria farmacêutica – a lei dos medicamentos genéricos –, com ênfase para a última. Mas deve-se averiguar que as modificações na conformação da estrutura de oferta por influência da regulação dos genéricos é realizada de maneira indireta, pois decorre das modificações impostas à demanda dos consumidores.

A entrada no mercado dos medicamentos genéricos modifica a estrutura de preferência dos consumidores, com modificações constantes nos diferentes parâmetros de elasticidade dos mesmos – em relação ao preço, à renda, à variação do número de bens substitutos – e é justamente essa modificação que incita novos padrões de reação das firmas.

Essas modificações impactam de maneira diferenciada os diferentes grupos de consumidores. O governo, normalmente o principal demandante do mercado, estabelece estratégias de compra baseadas no menor preço, o que é verdade também para populações de renda menor; grupos de consumidores com renda mais elevada, porém, podem ser mais suscetíveis à diferenciação do produto por critérios de qualidade ou marca. Essas relações, contudo, podem variar ao longo do tempo, conforme muda a observação dos agentes frente aos atributos dos diferentes produtos ofertados. Em suma, não se podem definir as estratégias vencedoras das firmas frente às mudanças regulatórias sem considerar a heterogeneidade dos demandantes desse mercado e as especificidades tecnológicas dos produtos. Assim, é importante proceder com um modelo que seja capaz de captar esta diversidade de preferências e estratégias.

4.2. A Indústria Farmacêutica Nacional: Breve Histórico desde a Década de 90 até os Dias Atuais com Foco na Política dos Medicamentos Genéricos

A estrutura da indústria farmacêutica brasileira nos anos 90 está intimamente ligada às políticas industriais horizontais implementadas no início da década. Dentre essas políticas, as de maior impacto para o setor foram: (a) a redução das tarifas aduaneiras, em particular a partir de 1994, (b) as flutuações na taxa de câmbio, (c) a liberalização dos preços a partir de 1992, (d) a implantação da nova legislação patentária em 1996 pela assinatura do

Agreement on Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) em 1995 e (e) a redução significativa dos instrumentos financeiros de suporte ao investimento setorial (e.g. recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social e da Financiadora de Projetos Industriais e de Pesquisa) (Queiroz & Gonzáles, 2001; Romano, 2005).

Tais políticas produziram modificações importantes na estrutura industrial. Alguns resultados conhecidos são: (a) aumento das importações com modesto crescimento das exportações, (b) aquisições de empresas nacionais por estrangeiras, (c) aumento significativo dos preços, (d) desverticalização e especialização produtiva, (e) estagnação da produção nacional e mesmo contração da produção em alguns segmentos (Frenkel, 2002).

Devem ser notadas que antes dessas políticas industriais, durante a década de 80, algumas iniciativas procuraram reduzir a dependência do Complexo Industrial da Saúde e mais especificamente da indústria farmacêutica, principalmente em respeito à produção de vacinas e drogas negligenciáveis (Oliveira *et al*, 2006). Esse é o caso da Farmobrás e Codetec, que não estão mais em operação (Bermudez, 1994), e de laboratórios públicos que continuam operando nos dias atuais na síntese de drogas que são produzidas em larga escala para o Sistema Único de Saúde (SUS). Contudo, nenhuma dessas políticas foi capaz de construir uma indústria doméstica competitiva e inovativa.

Ademais, a incipiente estrutura produtiva nacional sofre no início da década de 90 um processo de competição relativamente predatório pela redução das tarifas aduaneiras. Segundo Oliveira (2005), somente na área de química fina 1.096 estruturas industriais foram fechadas, bem como 355 projetos cancelados. A abertura comercial e a liberalização não trouxeram, contudo, aumento no consumo e redução de preços. Pelo contrário, a oposição é verdadeira: preços crescentes e estagnação no consumo. O Plano Real de estabilização econômica foi capaz de conter a subida de preços somente por um pequeno período de tempo.

A FIG. 10 compara os preços dos produtos farmacêuticos com o Índice Geral de Preços do mercado (IGP-M). De 1995 a 1999, há uma inflação setorial explicada parcialmente pela liberalização de preços, pelos limites impostos à imitação de produtos, pela assinatura do acordo TRIPS e pelo fim das restrições de importação. A combinação desses efeitos

permitiu o aumento de preços de medicamentos juntamente com a dependência externa em termos de comércio e tecnologia.

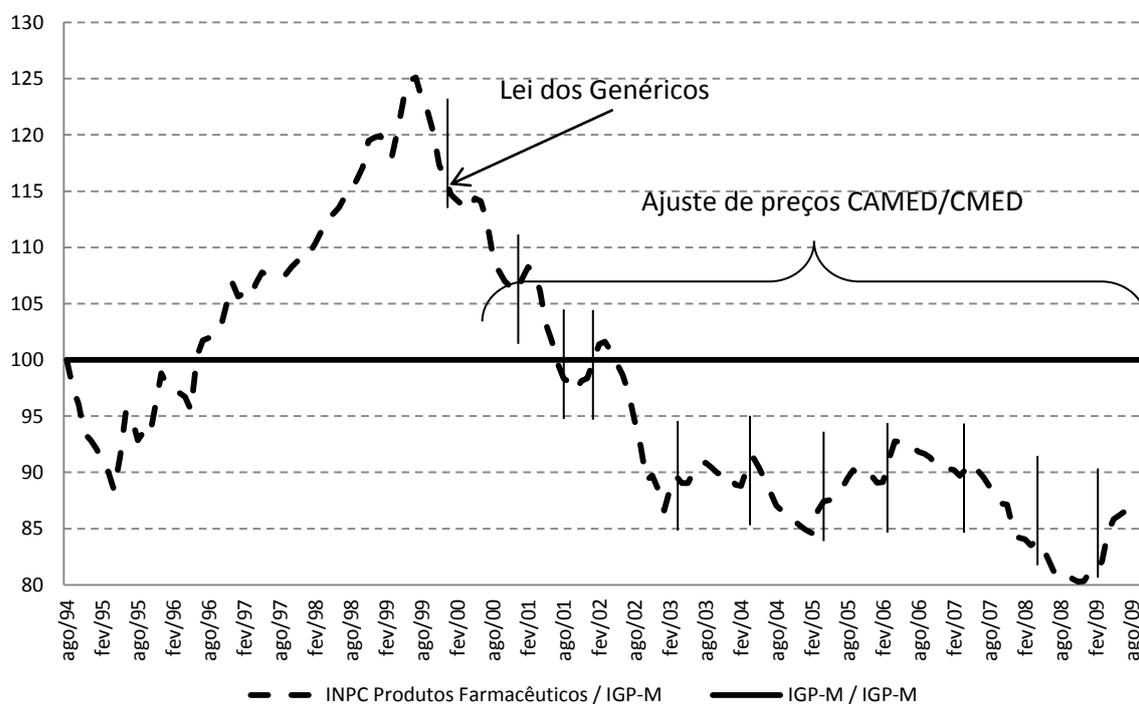


FIGURA 10: Evolução dos preços dos produtos farmacêuticos (1994-2009)

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE e IPEADData.

Em suma, no fim da década de 90 a indústria farmacêutica apresentava problemas estruturais importantes: *déficits* comerciais, dependência tecnológica, baixo consumo *per capita* e aumento de preços. Os aumentos de preços e o encarecimento da política de saúde pública geraram reações e tensões políticas. Este ambiente negativo levou à criação de agências reguladoras no setor de saúde, grupos executivos para o controle de preços, tabelamento de preços e mesmo ameaças de licenciamento compulsório. No poder legislativo foi criada uma comissão parlamentar de inquérito no setor de saúde (Brasil, 2000). No Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), a agência antitruste brasileira, várias empresas foram acusadas de formação de cartel.

Esse desempenho problemático da indústria farmacêutica provocou grandes mudanças nas políticas públicas e regulatórias. Em 1998 a Agência Nacional de Saúde (ANS) foi criada, e em 1999 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) foi estabelecida. Essas duas autarquias federais estabeleceram regras para o funcionamento do mercado de saúde privada e para a indústria farmacêutica sendo que, até então, o governo brasileiro não tinha

ferramentas específicas para regular essas duas indústrias. Concomitante à criação das autarquias, a Lei dos Medicamentos Genéricos (Lei n.9.787, de 10 de fevereiro de 1999) foi criada com o objetivo de minimização de gastos privados e públicos, em um contexto de elevado incremento do nível de preços. Assim, esta não pode ser vista como uma estrita política industrial, desde que sua única meta era o barateamento dos preços dos medicamentos³⁸.

A Lei dos Genéricos define o medicamento genérico como um produto equivalente ao medicamento de marca com o qual se referencia, após a expiração da patente deste³⁹. Tais produtos de referência são caracterizados pelo longo tempo de mercado, o que garante muitas vezes o reconhecimento de marca devido a estratégias de diferenciação via *marketing* e redes de distribuição. Dada a alta dependência de inovações na indústria farmacêutica, é esperado que esses produtos empreguem tecnologia e conhecimento difundidos, informados através de suas patentes. Então, sem qualquer importante barreira tecnológica ou produtiva à entrada, a intenção política da Lei dos Genéricos foi reduzir o poder de mercado das firmas, derivado da diferenciação de marca estabelecida, com vistas à redução de preços.

Seguindo essa regulação, um tipo específico de política *price-cap* foi criada: os medicamentos genéricos deveriam ter um preço ao menos 35% menor que os medicamentos de referência. Além disso, foi criada a Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos (CAMED, e depois CMED) para definir um preço máximo para os medicamentos em geral. Desde que os medicamentos genéricos sejam vistos como produtos homogêneos, uma estratégia de preços *a la* Bertrand era esperada entre os produtores dessa linha de medicamentos, além de um desvio de demanda dos medicamentos de marca para as drogas genéricas. O primeiro efeito apareceu em passos lentos, mas o segundo aconteceu rapidamente. Para o período entre 2000 e 2004, Vieira & Zucchi (2006) encontram evidências de grandes diferenças entre o preço dos

³⁸ O então ministro da Saúde José Serra frequentemente se manifestava sobre a necessidade de que: "...o acesso à oferta de medicamentos pela população brasileira é uma das condições fundamentais para a implantação de uma política de saúde para o país" (Relato extraído da CPI dos Medicamentos, 1999, p.141).

³⁹ Os medicamentos genéricos – de acordo com a Denominação Comum Brasileira, que especifica o nome e farmacologia dos princípios ativos – é um medicamento similar ao medicamento de referência e que o substitui, sendo produzido após a expiração da patente ou renúncia dos direitos de propriedade, sendo comprovadas sua eficácia, segurança e qualidade através de testes de bioequivalência (Brasil, 1999).

medicamentos genéricos e os medicamentos de referência, o que supuseram ser um resultado da competição entre os produtores de medicamentos genéricos.

Os medicamentos genéricos podem ser vistos como uma política de provisão de informações aos consumidores, como forma de garantir ampla informação para a decisão do consumidor em diferentes categorias de produtos (Houston & Rotschild, 1980). Como pontuado por Stigler (1961), informação é poder, e o governo nacional usou a provisão de informação com a padronização da apresentação do produto (a marca “Genérico” em letras garrafais e em faixa amarela é disposta em todos os medicamentos desse tipo) para garantir a opção do consumidor em produtos com qualidade garantida pelo governo federal⁴⁰. Não obstante, a opção de compra de medicamentos pelo governo federal foi totalmente voltada aos medicamentos genéricos, o que espalhou a informação através do setor privado e das famílias em relação à equivalência de alguns medicamentos genéricos aos medicamentos de referência.

Deve ser notado que a introdução dos medicamentos genéricos no Brasil é feita tardiamente. Nos Estados Unidos, a implementação da lei que regulariza os medicamentos genéricos, o *Hatch-Waxman Act*, data de 1984 (Berndt, 2002). Na Índia, a instituição do *Indian Patents Act* em 1970 só criou proteção patentária para processos – e somente para três anos –, o que permitiu engenharia reversa e aprendizado tecnológico para a produção de drogas existentes (Fink, 2000; Kremer, 2002; Grace, 2004). Essa entrada tardia dos medicamentos genéricos no mercado brasileiro é refletida ainda na baixa participação desses produtos no mercado doméstico. De acordo com dados do site Pró-Genéricos (2013) a participação de mercado dos medicamentos genéricos foi da ordem de 27% em 2012, em comparação a 80% nos Estados Unidos da América, por exemplo⁴¹.

Conforme mencionado, a intenção planejada da Lei dos Genéricos foi somente a redução de preços. Contudo, determinados efeitos não intencionais da política foram fortes o bastante para mudar a estrutura produtiva da indústria brasileira. Pode-se dizer que firmas domésticas somente estiveram aptas a apresentar escala competitiva após a política ser

⁴⁰ Resolução RDC no. 47 (28 de março de 2001) define a apresentação dos medicamentos genéricos (veja http://www.anvisa.gov.br/hotsite/genericos/legis/resolucoes/47_01rdc.htm).

⁴¹ O mercado mundial de genéricos cresce aproximadamente 10,8% ao ano e movimentada aproximadamente US\$ 153 bilhões, com crescimento previsto para em 2012 atingir US\$ 172 bilhões. Disponível em <http://www.progenericos.org.br/index.php/medicamento-generico/mercado>

implementada. A TAB. 2 exibe as mudanças na participação de mercado da indústria farmacêutica na comparação dos anos de 1998, 2007 e 2010.

TABELA 2: Participação de Mercado das Firmas da Indústria Farmacêutica no Mercado Brasileiro (1998, 2007 and 2010)

Firmas	País de Origem	Market Share (1998)	Firmas	País de Origem	Market Share (2007)	Firmas	País de Origem	Market Share (2010)
Novartis	Suíça	6,3%	EMS Sigma Pharma	Brasil	7,1%	EMS Sigma Pharma	Brasil	6,6%
Roche	Suíça	5,5%	Sanofi-Aventis	França	6,4%	Sanofi-Aventis	França	6,3%
Bristol-Meyers Squibb	EUA	5,4%	Ache	Brasil	5,6%	Ache	Brasil	5,8%
Hoechst Marion Roussel	Alemanha	5,2%	Medley	Brasil	5,5%	Medley	França	5,4%
Aché/Prodome	Brasil	4,7%	Novartis	Suíça	4,4%	Eurofarma	Brasil	4,1%
Janssen Cilag	Bélgica	3,7%	Eurofarma	Brasil	3,5%	Novartis	Suíça	4,0%
Boehringer Ing.	Alemanha	3,7%	Pfizer	EUA	3,4%	Pfizer	EUA	3,0%
Glaxo Wellcome	Reino Unido	3,5%	Bayer Schering Plough	Alemanha	3,2%	Bayer Schering Plough	Alemanha	2,8%
Schering Plough	Alemanha	3,2%	Boehringer Ing.	Alemanha	2,6%	Astrazeneca	Suécia e Reino Unido	2,5%
Eli Lilly	EUA	3,0%	Nycomed	Dinamarca	2,4%	Boehringer Ing.	Alemanha	2,2%
Outras	-	55,8%	Outras	-	55,9%	Outras	-	57,5%

Fonte: Callegari (2000) para 1998, IMS Health (2007) para 2007 e IMS Health (2010) para 2010.

Nota: Hoechst Marion Roussel foi comprada pela Sanofi-Aventis em 1999; Schering Plough fundiu-se com a Merck (EUA) em 2009; Janssen Cilag é parte do grupo Johnson & Johnson desde 1961; Medley foi comprada pela Sanofi-Aventis em 2009.

Os dados apontam para equilíbrio na concentração do mercado doméstico, usual para os padrões de concorrência da indústria farmacêutica (Malerba e Orsenigo, 2002; Garavaglia *et al*, 2012). Deregowski *et al* (2010) pontua os mesmos resultados. Interessante para a argumentação é o posicionamento de empresas brasileiras entre as maiores do mercado. Em 1998, somente a empresa Aché figurava entre as dez maiores no Mercado; em 2007, ao contrário, quatro das dez maiores empresas tinham capital nacional, a saber, EMS Sigma Pharma, Aché, Medley e Eurofarma.

Uma análise minuciosa do portfólio de produtos dessas empresas aponta para uma constatação: todas são primordialmente produtoras de medicamentos genéricos. Ainda, o incremento de relevância dessas empresas na oferta total de medicamentos no Brasil é estritamente correlacionado com o aumento do *market share* dos medicamentos genéricos

no mercado; de acordo com o site Pró-Genéricos (PRÓ-GENÉRICOS, 2013), 88% da oferta de genéricos no Brasil em 2012 era realizada por empresas domésticas.

O rápido crescimento das empresas brasileiras na fabricação de genéricos pode ser em parte explicado pelo conhecimento técnico e operacional prévio. A despeito de serem empresas menores antes da legislação, as firmas domésticas possuíam uma estrutura de negócios e produção bem estabelecida, com canais de distribuição que facilitaram o aumento da sua participação de mercado a expensas de empresas estrangeiras⁴². Em suma, pequenas empresas domésticas ampliaram sua participação no mercado, seu portfólio de produtos e seu tamanho.

Alguns resultados obtidos pela exploração de dados inéditos das bases de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o autor dessa tese, revelam conclusões interessantes sobre o crescimento das empresas brasileiras na oferta nacional de medicamentos após a Lei dos Genéricos. Na pesquisa as empresas da indústria farmacêutica foram classificadas por potencial inovativo em três grupos distintos: firmas inovadoras, firmas imitadoras e firmas competitivas, em ordem decrescente de esforços de P&D e inovação. Ademais, foi feita uma distinção pela origem de capital, classificando as empresas em firmas de capital nacional e firmas de capital estrangeiro⁴³. Dentre os resultados obtidos, podem-se destacar os inclusos na tabela seguinte, discutidos em forma de tópico logo após a apresentação da mesma.

⁴² Este argumento é corroborado pelas aquisições realizadas por firmas estrangeiras em território nacional, como um modo de se beneficiar da capacidade comercial e produtiva pré-existente das empresas brasileiras. Esse ponto será detalhado posteriormente.

⁴³ A metodologia para classificação, bem como a integridade dos resultados obtidos na pesquisa podem ser acessados em Caliari & Ruiz (2013).

TABELA 3: Características Seleccionadas das Firms na Indústria Farmacêutica Brasileira (2000, 2003 and 2005)

Ano	Variáveis	Firmas nacionais			Firmas estrangeiras		
		Inov	Imit	Compet	Inov	Imit	Compet
2000	Número de firmas	6	45	58	13	13	7
	Número médio de empregado	986,14	296,54	218,64	908,57	671,49	282,18
	Marketing	6,63	3,63	2,24	8,31	7,90	4,89
	P&D interno	0,63	1,17	0,11	0,95	0,11	0,00
	Total de inovação	4,89	5,68	2,75	6,60	6,05	1,59
2003	Número de firmas	18	60	15	14	16	-
	Número médio de empregado	1073,35	187,25	119,57	959,13	617,89	-
	Marketing	3,98	1,89	0,99	7,06	6,27	-
	P&D interno	1,41	0,92	0,90	0,37	1,21	-
	Total de inovação	5,74	4,34	1,98	3,78	14,96	-
2005	Número de firmas	12	38	59	10	27	-
	Número médio de empregado	1005,25	449,13	161,85	1088,4	551,44	-
	Marketing	3,66	1,87	1,26	10,02	5,95	-
	P&D interno	1,47	0,98	1,48	0,71	0,71	-
	Total de inovação	6,40	2,65	1,52	6,99	1,84	-

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PIA e PINTEC/IBGE.

1. Uma correlação positiva entre escala e inovação, representada pela diferença do tamanho médio das firmas inovadoras, imitadoras e competitivas;
2. Crescimento do número de firmas inovadoras nacionais, em consonância com o aumento da participação destas no *market share* da indústria;
3. Claro reposicionamento estratégico das empresas inovadoras nacionais em *prol* de maiores investimentos em P&D interno e no total de inovação em detrimento de estratégias de marketing;
4. Posicionamento estratégico contrário realizado pelas firmas inovadoras estrangeiras; estas intensificaram os dispêndios em *marketing vis a vis* uma redução nos investimentos em inovação.

Esses resultados corroboram as modificações apontadas sobre os impactos da política dos genéricos na estrutura produtiva nacional, mesmo que estes tenham sido não intencionais. As empresas nacionais cresceram em escala, figurando com maior frequência entre as maiores do mercado nacional; cresceram em potencial inovativo, mesmo que ainda os resultados nacionais de inovação sejam assaz inferiores aos apontados nos países

desenvolvidos; se estabeleceram na produção de produtos com maior nível de padronização, visto a diminuição dos dispêndios estratégicos em propaganda.

Significativo ainda é o reposicionamento das empresas inovadoras estrangeiras na inversão monetária para as estratégias de *marketing*. Pôde-se inferir a intensificação desse tipo de estratégia para esse grupo de firmas, possivelmente com vistas à tentativa de diferenciação de seus produtos de marca; o fim das patentes permitiu a produção dos genéricos, e as empresas reagiram a esse movimento com o referido aumento em *marketing*. Esse resultado é bastante conectado com a estratégia de diferenciação de preço dos produtos de marca após a entrada dos genéricos no mercado, como sugerido em Grabowski & Vernon (1992), Franck & Salkever (1997), Fiúza & Lisboa (2001) e Vieira & Zucchi (2006).

Apesar das constatações, esses resultados representam uma conformação estrutural até o ano de 2005. Nos últimos anos, posteriores ao ano de 2005, a indústria farmacêutica brasileira tem se estabelecido de forma a consolidar os resultados apresentados na Tabela 4, com estratégias concorrenciais que visam o aumento de escala, em determinados casos com viés inovativo, para as empresas nacionais, e a tentativa de inserção das firmas estrangeiras na capacitação e produção dos medicamentos genéricos. Começaremos discutindo a última afirmação.

As firmas multinacionais não estavam preparadas para a oferta de genéricos, visto que a maioria delas estava focada em mercados mais rentáveis (medicamentos de referência) e no desenvolvimento de novas drogas; não possuíam, assim, controle sobre o sistema de distribuição e sobre os canais de venda dessa linha de medicamentos. Dessa forma, a estratégia inicial dessas empresas foi a apresentada na Tabela 4: a propaganda dos medicamentos de referência para diferenciação em relação aos genéricos. Porém, a modificação das preferências da população, que aumentou sua tolerância em relação à diferenciação via marca e intensificou seu balizamento via preços, corroboraram o sucesso da estratégia dos genéricos para geração de receita.

Assim, no fim dos anos 2000 algumas empresas multinacionais decidiram se mover para o mercado de medicamentos genéricos, através do processo de aquisição de firmas nacionais já bem instaladas (justamente como forma de capturar suas vantagens competitivas produtivas e comerciais). Em 2009, a Sanofi-Aventis adquiriu uma das cinco maiores firmas nacional, a Medley, e em 2010, a Pfizer comprou 40% de outra firma doméstica,

Teuto Farmacêutica (CADE, 2009-a, 2010-a). Outras firmas multinacionais, como a Teva e a Ranbaxy, começaram a fazer prospecções para compras futuras nessa época.

Ainda em 2010, a Pfizer e a firma brasileira Eurofarma lançaram uma versão genérica do Lipitor (atorvastatina, um redutor de colesterol). O acordo permitiu a Eurofarma a distribuição do novo produto, enquanto a Pfizer era a responsável pela fabricação. No momento, a Pfizer argumentou que a parceria poderia ajudá-la a manter sua participação no mercado brasileiro, e que muitas drogas genéricas já estavam preparadas esperando a expiração da patente do Lipitor, o que realmente aconteceu: algumas horas após a expiração, a empresa EMS anunciou a produção de seu genérico com distribuição para todo o território nacional (CADE, 2010-b).

Além do reposicionamento das empresas estrangeiras, as estratégias para aumento de escala das empresas brasileiras é notório. Por exemplo, a Hypermarchas, um grande e diversificado grupo nacional, realizou várias aquisições e fusões com diversas firmas farmacêuticas, como a Sulquímica, DM Indústria, Farmasa, Neoquímica e Mantecorp. Essa estratégia posicionou o grupo Hypermarchas no top 10 de mercado da indústria farmacêutica no fim de 2012; contudo, o grupo ainda realiza poucos investimentos em P&D (CADE, 2007-a, 2007-b, 2008, 2009-b e 2011).

Em relação à capacitação inovativa, aliás, parece que os resultados também são satisfatórios. Pieroni *et al* (2011) estudou algumas formas selecionadas e encontrou um significativo aumento nos esforços de inovação no período 2004 a 2010: a taxa entre P&D e receita de vendas aumentou de menos de 1% em 2004 para mais de 3% em 2010. Santos e Pinho (2012) apontam uma significativa intensificação dos esforços tecnológicos para firmas nacionais, mas com um modesto impacto comparado com os padrões correntes de competição no mercado internacional.

Firmas domésticas têm diversificado seus investimentos. A EMS inseriu-se no mercado americano, com uma estratégia de aposta em empresas que desenvolvem medicamentos inovadores ainda nas fases iniciais (VALOR ECONÔMICO, 2013-a). A companhia já conseguiu colocar no mercado o medicamento Patz, indutor de sono, fruto de uma inovação incremental (VALOR ECONÔMICO, 2013-b). Recentemente, demais grandes firmas domésticas criaram duas *joint ventures*: a Orygen Biotecnologia S.A. e a Bionovis S.A. A *joint venture* Orygen é controlada por três proprietários (Biolab Sanus, Cristália e

Eurofarma) e tem o intuito de produzir produtos biotecnológicos, desde que nenhuma das firmas sozinha tem capacidades financeiras e tecnológicas para essa empreitada; o investimento de longo prazo, a escala de capital e a falta de sinergias internas com a produção de produtos biotecnológicos foram vistos como os principais determinantes para a instauração da *joint venture*. A segunda *joint venture* tem quatro proprietários (Aché, EMS, Hypermarcas e União Química) e também tem a pretensão de desenvolver produtos biotecnológicos (CADE, 2012; CADE, 2013). Essas iniciativas ainda são apenas projetos e possuem fortes incertezas quanto à capacidade de atingir suas metas; contudo, elas demonstram que a capacitação inovativa já faz parte da estratégia de algumas das grandes firmas domésticas.

Em suma, essa seção mostra as grandes modificações estruturais ocorridas na indústria farmacêutica nacional, e como as empresas tem se comportado frente a esse novo ambiente competitivo. Um novo espectro competitivo tem se firmado na observação do sucesso da estratégia dos medicamentos genéricos na formação de receita de vendas e geração de caixa, justamente pela perda do poder de diferenciação dos medicamentos de referência. Essas mudanças se apresentam também no padrão competitivo mundial, demonstrando uma conformação única na indústria farmacêutica.

Essa conformação, contudo, só pode ser analisada completamente se forem internalizadas a estrutura da demanda de forma plena, com vistas a entender como tal estrutura afeta os resultados de mercado de diferentes tipos de empresa. Na verdade, o argumento desse capítulo é justamente mostrar que as modificações no padrão de preferência do consumidor são os principais responsáveis pela modificação na estratégia competitiva das empresas multinacionais e nacionais, com a entrada das primeiras no mercado de medicamentos genéricos e o incremento de escala e conteúdo inovativo das últimas. Para tanto, será apresentada a estrutura da demanda na indústria farmacêutica nacional na próxima seção, com vistas a dar suporte ao modelo subsequente.

4.3. Especificidades da Demanda por Medicamentos no Brasil

Para analisar as especificidades da demanda por medicamentos no Brasil, é apresentada inicialmente a TAB. 4 com a distribuição do consumo obtido através da matriz de insumo-produto brasileira de 2005, disponibilizada pelo IBGE (Ruiz *et al*, 2011).

TABELA 4: Distribuição do Consumo de Produtos Farmacêuticos (2005)

Componente da Demanda	R\$ milhões	% do total	% acumulado
Consumo das famílias	36.729	64.6	64.6
Saúde pública	7.084	12.5	77.0
Saúde mercantil	3.188	5.6	82.7
Pecuária e pesca	2.811	4.9	87.6
Produtos farmacêuticos	2.029	3.6	91.2
Adm. Pública e seguridade social	1.972	3.5	94.6
Exportação de bens	1.385	2.4	97.1
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	549	1.0	98.0
Educação pública	267	0.5	98.5
Educação mercantil	119	0.2	98.7

Fonte: Ruiz *et al* (2011).

O consumo das famílias é responsável por 65% das vendas de produtos farmacêuticos, enquanto os setores públicos (Saúde pública, Administração pública e seguridade social e Educação pública) demandam 16,5% da produção do setor; juntos, são responsáveis por quase 82% de toda a demanda de medicamentos no Brasil. Pela relevância, esses serão os demandantes focalizados no restante da análise dessa seção.

4.3.1. Demanda das Famílias

O consumo direto das famílias representa a principal demanda por produtos farmacêuticos na matriz insumo-produto do IBGE de 2005. O resultado da TAB. 4, porém, representa uma agregação da demanda total das famílias. Utilizando a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) pode-se estabelecer a estrutura desses dispêndios, classificando a demanda por faixas diferenciadas de renda. Analisando os principais itens de despesa e as faixas de renda da população nos seus *decis*, é possível estabelecer um padrão de gastos e níveis diferenciados de demanda por cada classe econômica para diferentes grupos de produtos.

Apresentam-se abaixo os gastos percentuais familiares com saúde segundo a POF 2002/2003, nos principais itens de despesa.

TABELA 5: Gasto familiar (%) com saúde por decil de renda segundo os principais itens de despesa, POF 2002-2003

Itens	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Medicamentos	79,4	75,7	68,0	65,7	59,6	56,6	49,0	48,3	39,2	26,7	40,6
Plano de Saúde	4,5	3,5	3,6	7,6	12,3	14,1	18,8	21,7	31,6	39,0	28,2
Cons. Médica	5,0	4,6	6,5	6,0	6,1	6,7	6,8	6,0	6,3	4,2	10,1
Hospitalização	1,2	1,0	4,7	2,5	3,1	4,8	5,2	3,0	3,5	10,7	5,4
Cons. Odont.	1,7	5,5	5,3	6,8	8,1	7,4	10,2	11,9	10,7	10,9	6,7
Exames compl.	3,1	3,5	4,1	4,7	4,3	4,1	4,1	3,3	3,4	2,1	3,0
Materiais	2,9	4,1	6,2	5,3	5,4	5,6	5,2	4,5	4,7	5,6	5,2
Outros	2,2	2,2	1,5	1,4	1,3	0,7	0,8	1,2	0,6	0,8	0,9

Fonte: Diniz *et al* (2007), com base em dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares/IBGE.

Em suma, a tabela apresenta que a preocupação preventiva pode ser sustentada quanto maior o nível de renda. Para as populações mais pobres, como o acesso à medicina suplementar é dificultado, as necessidades são paliativas; usa-se com mais frequência o SUS e remédiam-se os problemas, com um percentual maior de gastos com medicamentos. Itens como consultas médicas, exames complementares materiais ou mesmo exames e materiais não apresentam grandes variações entre os diferentes *decis* de renda. Silveira *et al* (2002) apontam a relevância do peso dos medicamentos na compra das famílias mais pobres, sinalizando a necessidade de barateamento para o acesso social. Essas constatações mostram como a demanda é heterogênea no que tange a renda e, provavelmente, no que se refere ao comportamento do consumidor frente a variações nos critérios usados na seleção e aquisição de medicamentos.

Garcia *et al* (2013), em trabalho recente, corroboram as afirmações acima pontuadas, destacando a relevância do gasto *per capita* com medicamentos em proporção do gasto total com saúde, como pode ser visto na TAB. 6.

Pode-se notar que os gastos médios são consideravelmente desproporcionais nos diferentes *decis* de renda. A associação dessa informação com a da tabela predecessora permite tirar conclusões importantes sobre o perfil desses diferentes demandantes de medicamentos.

Conforme a renda aumenta, pode ser entendida uma diminuição da sensibilidade do preço em relação à demanda do consumidor. Essa afirmativa é resguardada pelas observações conjuntas de que (i) o peso da compra de medicamentos no orçamento familiar com saúde decresce nos *decis* de renda e (ii) os valores monetários despendidos aumentam. Famílias mais ricas tendem a obedecer a um padrão de demanda mais focado nas diferenciações do produto – seja de marca ou mesmo de qualidade – simplesmente por possuírem maior

renda, e os medicamentos representarem uma parcela pequena de sua demanda total por saúde. Pelo contrário, famílias mais pobres são mais sensíveis ao preço do produto, estabelecendo padrões de compra fortemente baseados nessa variável, pois o peso da compra é relevante em seu orçamento. Essa consideração é intuitiva e usual, e será relevante para a definição de classes de demanda para o modelo evolucionário, mas esse é um assunto a ser discutido posteriormente.

TABELA 6: Gasto médio mensal com saúde e medicamentos por *decil* de renda, POF 2002-2003, POF 2008-2009

Decil	Saúde		Medicamentos		Medicamentos / Saúde	
	2002-2003	2008-2009	2002-2003	2008-2009	2002-2003	2008-2009
1	19,35	32,37	14,07	21,33	0,73	0,66
2	26,01	44,66	19,25	28,16	0,74	0,63
3	34,98	52,25	22,83	36,88	0,65	0,71
4	47,01	69,15	28,02	43,60	0,60	0,63
5	51,82	82,50	31,62	47,07	0,61	0,57
6	64,52	89,17	34,29	53,07	0,53	0,60
7	88,19	128,31	39,98	62,38	0,45	0,49
8	113,53	165,32	49,41	72,59	0,44	0,44
9	164,39	227,11	56,68	86,48	0,34	0,38
10	342,88	485,91	89,80	138,60	0,26	0,29
Total	95,14	137,68	38,60	59,02	0,41	0,43

Fonte: Garcia *et al* (2013).

4.3.2. Demanda do Setor Público

O governo federal através do SUS – e demais políticas assistenciais, como a Seguridade Social – configura um importante *player* setorial. Em 2002, o governo despendia 5,8% do orçamento do Ministério da Saúde para a compra de medicamentos; já em 2008 esse número aumentou para 12,3% (Pieroni *et al*, 2011). Ainda, como já exposto, o valor de consumo de medicamentos pelos entes públicos aponta para 16,5% da demanda total. Essa relevância garante ao poder público uma importante missão na definição de políticas públicas e de ciência e tecnologia, justamente a intervenção setorial através do poder de compra do Estado.

A utilização desse poder de compra guarda duas dimensões conflitantes: ou há o atendimento dos aspectos sociais e consequente política pública de acesso a medicamentos com estratégia de menor preço de venda ou há o atendimento de políticas científicas e tecnológicas, dando preferência na compra a outros aspectos qualitativos. A lei 8.666 (Brasil, 1993), conhecida como Lei das Licitações, é o procedimento administrativo formal

para contratação de serviços ou aquisição de produtos pelos entes da Administração Pública direta ou indireta. Usualmente, os processos de licitação utilizam como estratégia de classificação das empresas concorrentes ao fornecimento do produto/serviço a oferta ao menor preço. Esse sistema é corriqueiro e expressa o controle e saneamento de gastos, necessários para a saúde da administração pública.

A questão, porém, é que essa dinâmica delega menor competitividade às empresas inovadoras. Soares (2013) mostra que as empresas inovadoras, com produtos de tecnologia diferenciada, enfrentam dificuldades para vender ao governo, e que 68,7% das compras federais foram feitas com firmas especializadas em produtos padronizados.

Medida recente do Plano Brasil Maior (PBM), atual plano de política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo brasileiro lançado em 2011, tem o intuito de rever essa estratégia de compra na indústria farmacêutica. Trata-se do Decreto 7.713 (Brasil, 2012), que estabelece margens de preferência para a compra governamental de fármacos e medicamentos; as margens foram estabelecidas até um teto de 25% a mais no preço de compra, resguardadas determinadas especificidades que as empresas têm que cumprir para serem elegíveis ao processo de licitação. É uma sinalização importante no contexto das políticas de C&T, e demonstra uma visão diferenciada na condução de políticas setoriais que deve ser considerada quando da observação dos parâmetros de escolha da demanda na modelagem proposta.

A descentralização dos gastos é outro aspecto importante no poder de compra do Estado. A dispersão regional mostra o modo como está organizado e descentralizado esse poder, visto que os estados e municípios são os gestores da saúde pública, definem políticas de saúde, fazem compras e licitações locais, regulam e autorizam o funcionamento de instituições médico-hospitalares. No governo federal ficam concentradas as políticas e gastos de saúde de alta complexidade, enquanto os municípios e estados tendem a ter como dominantes políticas preventivas e educacionais, concentrando também seus gastos em produtos de menor complexidade tecnológica (Caliari *et al*, 2009). Essa divisão de tarefas esboça a relevância do Ministério da Saúde e do SUS nas áreas estratégicas; ficam a cargo das entidades federais os gastos com produtos e procedimentos tecnológicos com complexidade elevada. Apesar da descentralização, o governo federal ainda mantém sobre seu controle direto parte estratégica dos recursos indutores de P&D no setor privado.

Há, portanto centralização na possibilidade de praticar políticas de cunho industrial, com vistas à promulgação de criação de vantagens competitivas a determinados grupos de firmas específicos. Será utilizada essa constatação, conjuntamente com a possibilidade de políticas de demanda com cunho industrial através do Decreto 7.713, na comparação de resultados dentro do modelo evolucionário do próximo capítulo.

Considerações Finais do Capítulo

A discussão apresentada nesse capítulo tem o intuito de situar o leitor em relação às principais características da indústria farmacêutica mundial e nacional. O intuito do mesmo é fornecer uma estilização básica da conformação setorial que seja suficiente para o procedimento de modelagem setorial, nos moldes de um modelo *history-friendly*.

Nesse sentido, podem-se destacar as seguintes informações que fornecerão o balizamento básico para o modelo do próximo capítulo:

1. A TRIPS e a legislação dos medicamentos genéricos: o ambiente regulatório setorial influi diretamente nas estratégias competitivas das empresas;
2. Distintas estratégias concorrenciais das empresas emergem com a definição desse ambiente regulatório;
3. Os consumidores possuem balizamento diferenciado no comportamento da demanda: a renda parece ser um dos principais determinante na compra de medicamentos;
4. O Governo tem papel importante no consumo de produtos farmacêuticos, com importância para a centralização das compras no âmbito da União.

5. UM MODELO EVOLUCIONÁRIO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Pela argumentação exposta no capítulo anterior, podem-se extrair algumas características principais da indústria farmacêutica que se procurará explicar pelo modelo *History-friendly* a ser desenvolvido nesse capítulo:

1. A estratégia de produção de medicamentos genéricos tem sinalizado ser uma estratégia importante na geração de receita e incremento de mercado. Apesar de ser caracterizada pela oferta de um produto padronizado, com concorrência via preços, as empresas que utilizaram a base produtiva para a produção dessa linha de medicamentos têm galgado novas posições em participação de mercado;
2. A relevância da estratégia de inovação incremental realizada pelas empresas: pelo que consta na literatura da área e demais observações empíricas, a estratégia de inovação incremental tem simbolizado uma relação risco-retorno satisfatória para as empresas da indústria farmacêutica;
3. As estratégias de *marketing* têm sido utilizadas com frequência pela indústria farmacêutica, principalmente pelas grandes empresas inovadoras, na tentativa de diferenciar seus produtos de referência devido à concorrência de mercado com a expiração de patentes e a conseqüente entrada de empresas fabricantes de medicamentos genéricos. Em grande parte das vezes, a estratégia de *marketing* é realizada com foco na classe médica, pois essa é balizadora da compra de medicamentos, especificamente em classes terapêuticas com menor exaustão da fronteira tecnológica. De qualquer forma, o intuito da estratégia é sempre modificar o padrão de comportamento do consumidor final, estabelecendo viés de preferência em relação ao atributo escolhido pelo *marketing* ou diminuindo o nível de tolerância na comparação dos produtos.

A argumentação sobre tais particularidades expostas remete às características e as mudanças no modo de escolha dos agentes demandantes, haja vista a oferta de medicamentos com características técnicas próximas, mas diferenciação de marca totalmente distinta, quais sejam, os medicamentos de referência e os medicamentos

genéricos. Pretende-se, assim, responder a seguinte pergunta⁴⁴: como o estabelecimento de distintas preferências e diferentes atributos na decisão de compra por parte do consumidor modifica os resultados inovativos e de mercado de empresas especializadas em medicamentos de referência, medicamentos imitadores e medicamentos genéricos?

O objetivo do exercício realizado nesse capítulo é verificar como as estratégias de escolha de consumo por parte dos demandantes via diferentes atributos podem suscitar os resultados observados empiricamente, bem como a análise de mudanças no estabelecimento dessas decisões de demanda podem definir futuras intervenções na indústria farmacêutica.

Em suma, pretende-se apresentar um modelo *history-friendly* para uma indústria específica com relevância crucial do “lado da demanda”; essa é uma forma de suscitar maiores desenvolvimentos desse aspecto tão importante no exame de indústrias com alta frequência de inovações, como já discutido no capítulo 3.

5.1. Características fundamentais

Uma característica específica da indústria farmacêutica é a sua subdivisão em distintos mercados: as classes terapêuticas. Basicamente, as especificidades tecnológicas e de mercado de cada classe terapêutica definem baixa cumulatividade tecnológica cruzada entre esses mercados: isso significa que o sucesso inovativo em uma classe terapêutica específica delega à empresa que realizou tal inovação vantagens comparativas apenas marginais no desenvolvimento de produtos em outras classes terapêuticas. Essa característica, aliás, é destacada em Malerba & Orsenigo (2002) e Garavaglia *et al* (2012) como um fator primordial para a pequena concentração da indústria farmacêutica como um todo.

A derivação de um modelo para a indústria farmacêutica envolve então a determinação de firmas atuando em diferentes classes terapêuticas, realizando processos de busca por inovação na totalidade dessas ou apenas em algumas, sendo nesse caso especializadas no desenvolvimento de determinados tipos de produtos. Essas firmas vão estabelecer distintas

⁴⁴ Sem abrir mão, contudo, de outras constatações que são importantes para delinear a indústria de análise e dar suporte analítico ao modelo.

estratégias de busca tecnológica e possuirão distintas capacitações para investimento tecnológico, a depender do tipo de firma e base de conhecimentos.

Em linhas gerais, a estrutura de definição do modelo seguirá as especificações apresentadas nos tópicos abaixo:

1. A estrutura de oferta é definida e o modelo terá um conjunto fixo de firmas de três tipos, conforme sugerido em Caliori & Ruiz (2013), a saber: firmas inovadoras, firmas imitadoras e firmas competitivas. As firmas não mudarão de comportamento estratégico durante a modelagem. As decisões de investimento e estratégias tecnológicas para cada tipo de firma são descritas na próxima subseção (5.2).
2. As firmas inovadoras e imitadoras realizarão P&D e poderão inserir produtos inovadores no mercado; as empresas competitivas serão especializadas na produção de medicamentos genéricos.
3. Serão definidas três (3) firmas de cada tipo, sendo a numeração destas estabelecida da menos inovadora para a mais inovadora (firmas de 1 a 3 – competitivas; firmas de 4 a 6 – imitadoras e firmas de 7 a 9 – inovadoras).
4. Ainda, são supostas oito (08) classes terapêuticas onde essas firmas atuarão⁴⁵. Para simplificação da proposta inicial, todas as firmas possuem capacitação produtiva e tecnológica para ofertar em todas as classes terapêuticas, e atuarão dessa forma durante todo o período da análise. No início da simulação, cada firma oferta um produto em cada classe terapêutica. Porém, conforme seu processo de busca tecnológica se desenvolve, novos produtos podem ser descobertos, de forma que é possível durante as simulações a oferta de mais de um produto de cada firma em cada classe terapêutica (firma multiproduto)⁴⁶.
5. São definidas simplificações modelísticas em relação às estratégias de financiamento produtivo e produção. Não há restrições à oferta da firma, de modo que ela sempre pode produzir o produto, caso o mesmo já seja ofertado no mercado

⁴⁵ A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define a existência de 358 classes terapêuticas distintas. Entende-se, porém, que a definição de um número menor de classes terapêuticas é suficiente para os anseios do modelo, pois já exprime os resultados empíricos necessários para a validação do exercício sem sobrecarregar desnecessariamente o programa de simulação.

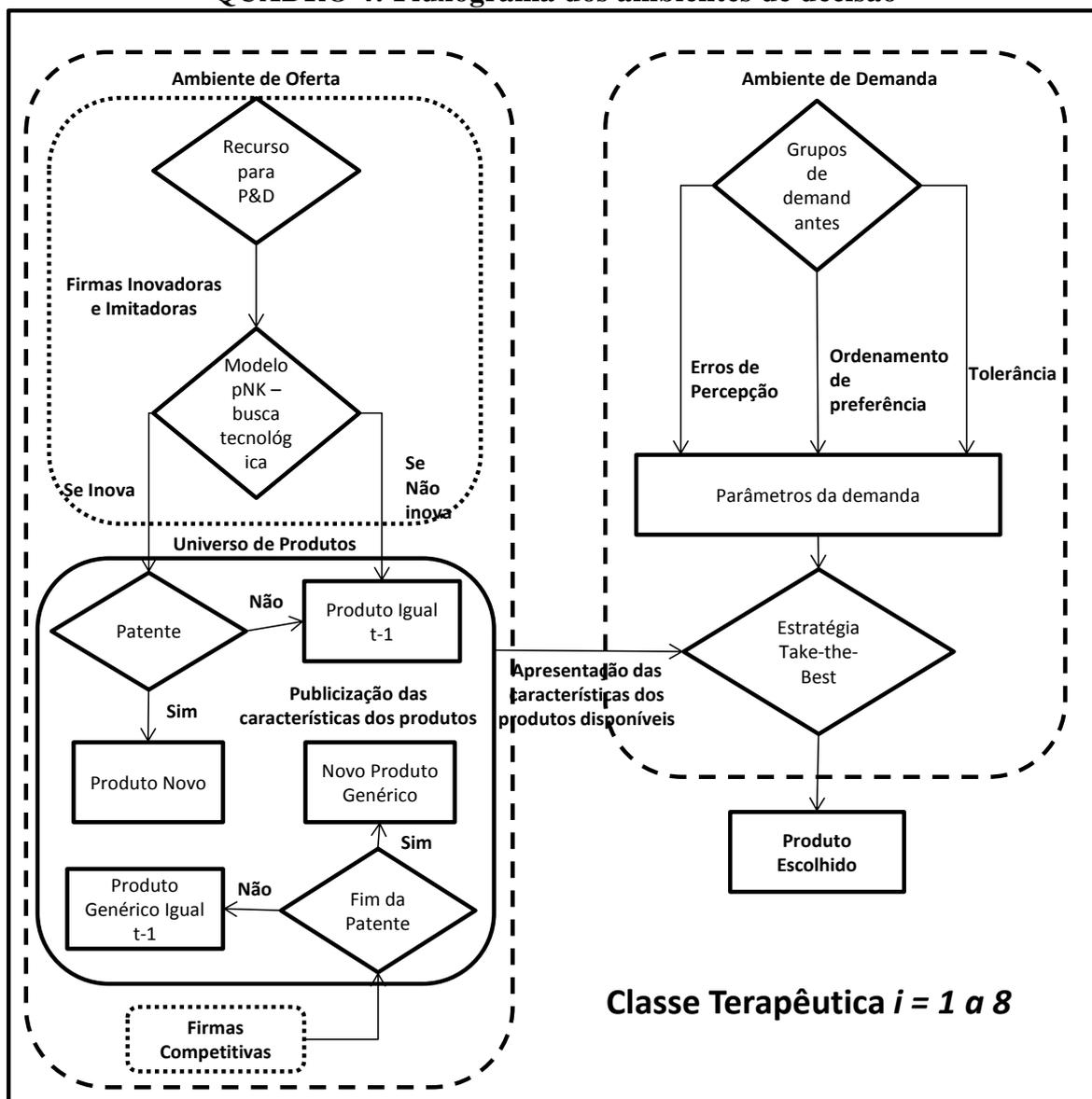
⁴⁶ A definição de uma firma multiproduto é bem próxima à definição da grande firma discutida em Chandler (1999), com a possibilidade de crescimento via escala e escopo.

- ou que ele tenha sido objeto de inovação – por parte das firmas inovadoras e imitadoras – ou cópia – firmas competitivas – das firmas.
6. O modelo envolve a possibilidade de patenteamento de produto inovador, caso sejam satisfeitas as condições necessárias para a posse de tal propriedade intelectual (as quais serão devidamente explicadas na subseção 5.3).
 7. Após o término do período de patenteamento, é facultada às empresas competitivas a produção de medicamentos que são cópias dos medicamentos de marca que tiveram a patente prescrita, justamente os medicamentos genéricos. A decisão da empresa em realizar a produção ou não desses medicamentos é descrita também na subseção 5.3;
 8. A demanda seguirá a heterogeneidade apresentada no capítulo 4 (subseção 4.3), com distintos demandantes, classificados como demandante público – o Governo – e demandantes privados, estes elencados por faixas diferenciadas de renda (subseção 5.4).
 9. As firmas decidem a precificação de seus produtos como uma resposta às variações de sua participação de mercado (subseção 5.5).

A estrutura básica do modelo pode ser descrita conforme o Quadro 4 abaixo. Em essência, os ambientes competitivos são definidos por classe terapêutica. As firmas inovadoras e imitadoras estabelecem um processo de busca tecnológica e, caso inovem, verificam a possibilidade de patenteamento, ofertando um novo produto ou continuando com o produto ofertado em $t-1$; caso não inovem, o produto é o mesmo ofertado em $t-1$. As empresas competitivas apenas analisam o ambiente de oferta à espera do fim de um patenteamento.

Do lado da demanda, os demandantes possuem parâmetros definidos de erros de percepção, níveis de tolerância e ordenamento de preferências. Utilizando dessas informações, eles analisam o ambiente de oferta e escolhem o produto a ser consumido através da estratégia *Take-the-Best*. O detalhamento de parâmetros e quantitativo de agentes é expresso a partir do tópico abaixo.

QUADRO 4: Fluxograma dos ambientes de decisão



Fonte: Elaboração Própria.

5.2. Determinantes da Inovação: Decisões de Investimento e Busca Tecnológica⁴⁷

Em essência, a capacitação infraestrutural em projetos de P&D das empresas da indústria farmacêutica depende pouco dos resultados de mercado no curto prazo: centros de pesquisa e desenvolvimento são estabelecidos em determinado período com capacidade pré-estabelecida de trabalho, e tem pequena variação ao longo de períodos pequenos de tempo.

⁴⁷ Cabe lembrar que a decisão de investimento tecnológico e busca tecnológica cabe somente às empresas inovadoras e imitadoras.

Além disso, em um conceito de sistema setorial de inovação (Malerba, 2004), as relações da empresa com demais agentes inovativos (institutos de pesquisa, universidades, fundos públicos, firmas biotecnológicas, etc) atestam, nos casos de sucesso, estratégias de relacionamento de longo prazo, com vistas a estabelecer massa crítica e conhecimento para o estabelecimento de inovações conjuntas.

Usualmente, firmas com maior capacidade de inovação possuem centros de P&D mais equipados, maiores e melhores redes de relacionamentos, conhecimento tácito adquirido pelas experiências passadas, etc, que fornecem capacitação científica superior em relação às suas competidoras menos inovadoras. Essa estrutura frequentemente está interligada a maiores aportes financeiros para o desenvolvimento de novas moléculas, o que permite – na maioria dos casos – o trabalho em mais frentes de pesquisa e diferentes formas de se escanear o ambiente.

É certo, porém, que a explicação acima não corresponde exatamente à forma como as empresas tomam a decisão sobre os recursos utilizados para investimento tecnológico. Mesmo que haja diferenciação de infra-estrutura e rede de relacionamentos, tal capacitação remete ao aporte máximo possível em investimentos de P&D, não sendo verdade que a capacidade máxima será sempre utilizada. A decisão sobre investimento em P&D está, de alguma forma, ligada a uma análise criteriosa da evolução das variáveis financeiras, da estratégia competitiva da empresa e das mudanças na estrutura da indústria. As capacitações das firmas na realização de investimentos em inovação são distintas, simbolizadas pela diferença nos recursos financeiros disponíveis para a realização de tal empreitada.

Posto isso, especificamente em relação às decisões de investimento, é considerado que as firmas definem sua capacitação para realização de P&D de acordo com o lucro realizado no período passado (assim como em Klepper, 1996), de forma que:

$$(2.1) \text{Resources}RD_{i,t} = \Pi_{i,t-1}$$

A variável $\text{Resources}RD_{i,t}$ é um fluxo de recursos monetários, igual ao lucro realizado pela firma no período anterior da simulação⁴⁸. Essa especificação é estabelecida para as firmas inovadoras e competitivas, visto que as firmas competitivas não terão esforço de

⁴⁸ A equação do lucro total da firma será apresentada posteriormente.

P&D – como será explicitado mais adiante –, e por isso possuem valor nulo nesse parâmetro. Essa é a definição da decisão do montante monetário que será investido em tecnologia a cada rodada da simulação.

A decisão de investimento via recursos disponibilizados vai impactar diretamente na quantidade de buscas tecnológicas realizadas pela firma dentro do modelo *pNK*, nos mesmos moldes de Valente (2008).

Conforme explicitado no capítulo 3, o modelo *pNK* consiste de uma *fitness function* definida sobre N variáveis de entrada (dimensões) e um algoritmo de busca, gerando resultados para cada ponto da dimensão (os *fitness value*). O *fitness value* de um ponto com o domínio na paisagem (*landscape*) é a média da contribuição *fitness* das N dimensões:

$$(2.2) f(\vec{x}) = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i(\vec{x})}{N}$$

No qual $\phi_i(\vec{x})$ é a contribuição para o *fitness* de cada dimensão i , definida como uma função determinística do tipo:

$$(2.3) \phi_i(\vec{x}) = \frac{Max}{(1 + |x_i - \mu_i(\vec{x})|)}$$

Onde *Max* é um parâmetro pré-determinado pelo usuário para o máximo da função. ϕ_i é, assim, uma função decrescente da distância entre o valor da variável (x_i) e uma função $\mu_i(\vec{x})$, definida como:

$$(2.4) \mu_i(\vec{x}) = c_i + \sum_{j=1}^N a_{i,j} x_j$$

Os valores μ_i definem o estabelecimento de uma meta que, quando igual a x_i , determina o maior nível de contribuição da dimensão (variável de entrada) para a *fitness function* global⁴⁹.

O algoritmo de busca através de mutações unilaterais (*one-bit mutation*) consiste em uma estratégia realizada nos seguintes passos:

⁴⁹ Resultados mais amplos da especificação proposta são apresentados em Valente (2008) como, por exemplo, a dependência da maximização da função a todas as dimensões. Suprimimos essas explicações aqui, mas sugerimos a leitura do texto original para leitores interessados.

1. Escolha randômica de uma direção;
2. Estabelecimento do valor Δ_T de mutação na dimensão escolhida;
3. Se o *fitness value* (média) aumenta e o *fitness* de nenhuma dimensão decresce, move-se para o novo ponto;
4. Se o *fitness value* (média) diminui ou o *fitness* de alguma dimensão decresce, continua no mesmo ponto.

A utilização do modelo *pNK* é satisfatória para a definição de um modelo *history-friendly* para a indústria farmacêutica porque suas especificações remetem às particularidades do processo de busca tecnológica industrial. As N variáveis de entrada devem ser entendidas como os ingredientes – compostos químicos – e/ou recursos (infra-estrutura, recursos humanos, etc) necessários para o desenvolvimento de uma nova molécula, de forma que a associação de seus valores gera um resultado médio de “qualidade” da molécula, justamente o *fitness value*.

O *fitness value*, então, é o resultado da combinação das variáveis de entrada, o que personifica a qualidade média da molécula, sendo essa qualidade entendida como o valor de determinadas características tecnológicas. Assim, quando há o processo de busca tecnológica, o modelo *pNK* escaneia o ambiente das variáveis de entrada, modificando o mix de utilização dos ingredientes/recursos disponíveis, e estabelecendo um resultado (*fitness value*). Esse resultado é justamente o valor das características tecnológicas do modelo, que no nosso caso serão estabelecidas exogenamente, a saber: tempo de eficácia, reação adversa e efeito colateral.

Cada um dos ingredientes/recursos tem um valor de contribuição ($\phi_i(\vec{x})$) para a “qualidade” da molécula, que é máximo em um determinado ponto, expressando a possibilidade de exaustão da fronteira tecnológica. A interdependência $a_{i,j}$ expressa a complexidade tecnológica do exercício de modelagem, definindo a dificuldade de se alcançar o máximo global do *fitness value*: quanto maior a interdependência, maior a possibilidade de se ficar em um *lock-in* tecnológico; no caso desse modelo foi definida complexidade máxima entre a associação dos atributos tecnológicos ($a_{i,j} = 1$), como forma de representar a complexidade tecnológica da indústria farmacêutica.

A diferenciação das empresas em relação à sua estratégia de financiamento tecnológico – *ResourcesRD* – define exatamente a quantidade de vezes que a firma realizará tentativas de

busca tecnológica. Por exemplo, se uma empresa possui $ResourcesRD = 3$ em determinado período, significa dizer que a mesma incorrerá em três buscas tecnológicas na próxima rodada de simulação. Essa especificação remete às economias de escala tecnológica que são possíveis de serem alcançadas justamente pela melhoria do resultado de mercado: se o lucro do período passado aumenta, a quantidade de busca tecnológica realizada no período atual também aumenta.

Além disso, às firmas serão delegadas distintas especificações no número de dimensões N que são escaneadas e no valor Δ_T estabelecido para a mutação. Explica-se. A variável que define o investimento tecnológico – $ResourcesRD$ – vai definir o número de tentativas de busca tecnológica disponíveis. Dado isso, as empresas utilizarão esses recursos para angariar novas buscas no âmbito dos ingredientes/recursos possíveis de serem analisados por cada empresa (dimensão N), e na amplitude possível da mutação Δ_T a partir de um ponto inicial do *landscape*.

Em relação ao número de dimensões, significa dizer que algumas firmas poderão escanear mais ingredientes/recursos ao mesmo tempo, enquanto outras empresas poderão apenas acessar uma quantidade menor dessas variáveis de entrada, de forma que estarão restritas em relação às possibilidades de acesso a novas tecnologias. Essa especificação define que o *landscape* é o mesmo para todas as firmas, de forma que os *fitness value* dos pontos possíveis de serem acessados também, mas as possibilidades de busca são diferentes. Todos tem um espaço de possibilidade igual, mas uns tem melhor capacidade de prospectar que outros.

A ideia é a mesma em relação ao valor de variação Δ_T para mutação. Supõe-se que firmas com valores maiores de Δ_T podem acessar no período $t+1$ pontos mais distantes do ponto de origem no período t . Para um efeito comparativo, se uma firma possui $\Delta_T = 1$ e outra firma possui $\Delta_T = 2$, enquanto a primeira pode apenas escanear o ponto vizinho ao atual, a segunda pode escanear o vizinho e o imediato subsequente, aumentando suas chances de realizar uma inovação.

Essa definição de ingredientes/recursos possíveis de serem analisados e valor de variação Δ_T na mutação são estabelecidos de maneira diferenciada para as empresas inovadoras e imitadoras; há uma estratégia singular de busca tecnológica para todos os tipos de firmas, mas elas são diferenciadas de acordo com a parametrização imposta a cada tipo específico.

Assim, além de possuir possibilidades pecuniárias de investimento distintas – e definidas pelo lucro do período passado – as empresas realizarão busca tecnológica de maneira diferenciada.

Estabelecem-se vinte dimensões ($N = 20$) possíveis de incremento tecnológico para as empresas, que significam a busca do incremento de qualidade da nova molécula em vinte dimensões de entrada diferentes (são 20 insumos que afetam o resultado de uma nova molécula). Essas dimensões definirão o *fitness value*, que se personifica na existência de três possíveis atributos tecnológicos, a saber: tempo de eficácia, reação adversa e efeito colateral. Na realidade, as empresas escaneiam o *landscape* em busca de novas moléculas, sendo que uma nova molécula é encontrada quando o passo 3 do algoritmo de busca tecnológica é satisfeito (o *fitness value* (média) aumenta e o *fitness* de nenhuma dimensão decresce). É apresentado abaixo a Quadro 5 com a relação dos ingredientes/recursos acessados pelas empresas (*NumDimRD*), o valor de variação Δ_T da mutação e a capacitação tecnológica (*ResourcesRD*), por grupo de empresas.

QUADRO 5: Número de atributos tecnológicos acessados (dimensões pesquisadas), número de variações da mutação e capacitação tecnológica – Parametrização

Grupo de Firmas	Dimensões Pesquisadas	Variações da Mutação	Capacitação tecnológica
	NumDimRD	Δ_T	Resources RD
Imitadoras (firmas 4 a 6)	10	1	$\Pi_{i,t-1}$
Inovadoras (firmas 7 a 9)	20	3	$\Pi_{i,t-1}$

Fonte: Elaboração Própria.

As firmas inovadoras acessam as vinte dimensões de entrada, possuindo, portanto, melhores condições para prover inovações que desenvolvam melhores valores de atributos tecnológicos, em comparação às firmas imitadoras, que possuem capacidade de escanear apenas dez dimensões de entrada. Além disso, as firmas inovadoras utilizam de variação de mutação Δ_T da ordem de três unidades, de forma que escaneiam até três pontos à frente de sua posição no período atual, ou seja, tem um menor risco de incorrerem em um *lock-in* tecnológico (um ponto de ótimo local) se comparadas às empresas imitadoras, que possuem o valor de mutação Δ_T da ordem de uma unidade.

Esse tipo de definição procura apresentar maiores probabilidade de estratégias de inovação radical para as firmas inovadoras, e inovação incremental para firmas imitadoras. Ao

permitir às inovadoras a possibilidade de acessar uma maior quantidade de ingredientes/recursos e de escanear um maior número de pontos (acessar pontos mais distantes da origem), a possibilidade de se encontrar resultados comparativamente melhores *vis a vis* os resultados alcançados pelas empresas imitadoras é latente.

Às firmas competitivas não é imputado nenhum processo de busca tecnológica, pois tais firmas são especializadas na fabricação de medicamentos genéricos. Elas, portanto, analisam o ambiente em busca de expiração de patentes, e a partir daí decidem sobre estabelecer – ou não – a produção do medicamento, sem a necessidade de realizar P&D. Elas escolhem em um ambiente de transparência e pleno conhecimento (tecnologia exógena e de conhecimento publicizado).

As firmas então estarão escaneando o ambiente em busca de incremento nos atributos das moléculas suscetíveis a serem produzidas. Se uma firma consegue alguma inovação em algum atributo, ela agora se verá diante da possibilidade de transformar a nova molécula em um novo produto na classe terapêutica específica, mas para isso a firma ainda incorrerá na análise de dois passos: (i) a comparação da melhoria em alguma característica da molécula em relação a seu portfólio e (ii) a avaliação da possibilidade de oferta, que passa necessariamente na análise das moléculas que podem ser produtos passíveis de patenteamento ou produtos que são de domínio público. Esses são temas do próximo subtópico.

5.3. A Questão da Escolha da Oferta, da Possibilidade da Oferta e do Patenteamento

Considerado o processo de busca tecnológica e a descoberta de uma nova molécula através desse procedimento, à empresa que realizou a inovação caberá a verificação da suscetibilidade de transformação da molécula em produto ofertado no mercado. Esse é o primeiro passo do algoritmo de decisão da firma na verificação da possibilidade de oferta do produto. Note que o processo de busca tecnológica garante apenas que a empresa pode encontrar uma nova molécula que possui *fitness value* superior ao seu valor inicial para as características tecnológicas (considerando o processo inicial de busca). Isso não garante, porém, qualquer comparação entre o *fitness value* dessa nova molécula e o valor das

características tecnológicas dos produtos já ofertados pela empresa. Esse processo comparativo é realizado posteriormente pela firma.

Definida a busca e encontrada a molécula nova, a empresa verificará se a mesma satisfaz uma decisão comum a todas as firmas (inovadoras e imitadoras, visto que competitivas não realizam busca tecnológica): a verificação se pelo menos o valor de um dos atributos tecnológicos é superior a algum produto produzido pela firma. Caso a molécula passe pelo teste, ela é passível de ser escolhida, mostrando que a empresa classifica esse produto como melhor que o produto atualmente ofertado. Caso contrário, é rejeitada e o processo de P&D continua do mesmo ponto.

Superada essa fase, agora a empresa se vê diante da possibilidade da oferta e do patenteamento do produto. A proteção patentária é um dos instrumentos mais importantes para garantir lucros monopolísticos na indústria farmacêutica. Os altos custos de P&D e baixos custos de imitação garantem que empresas que realizam inovação recorram ao sistema de propriedade intelectual sempre que realizam uma nova descoberta. Tal barreira institucional-legal à imitação permite às empresas detentoras de patente o poder de mercado de determinado produto durante certo período de tempo, possuindo o monopólio da oferta. Ao fim da proteção patentária percebe-se a frequente entrada de novos ofertantes com cópias do produto original.

Esses produtos copiados, na maioria das vezes os medicamentos genéricos, definem modificações concorrenciais nas classes terapêuticas, transformando a distribuição da remuneração entre os agentes dessa indústria. Assim, pode-se dizer que as patentes – e a ausência destas – explicam em grande parte a estrutura de mercado – e suas mutações – da indústria farmacêutica. Um modelo que procure replicar a indústria farmacêutica não pode desconsiderar essa relevância.

No modelo será permitido patenteamento de novos produtos às firmas inovadoras e imitadoras, mas a garantia da propriedade intelectual só é dada após uma checagem do ambiente de oferta, na busca por produtos com características próximas. É definida uma distância mínima de valor das características tecnológicas dos produtos que deve ser respeitada para não configurar que a inovação gerada pela empresa seja considerada uma cópia de produto existente. Essa distância é definida equânime para todas as características em todas as classes terapêuticas, da ordem de 0.05; a nova molécula precisa ter em pelo

menos uma característica tecnológica um valor 5% distante aos produtos já ofertados no mercado.

Cabe destacar aqui que essa distância não significa necessariamente que o produto é superior a todos os produtos ofertados no mercado. Se o produto inovador respeitar a distância no limite inferior – ele for pelo menos 5% inferior às características de algum produto ofertado – e a distância no limite superior – ele for 5% melhor em relação às características de outros produtos – ele pode se credenciar ao patenteamento na classe terapêutica específica. Esse recurso permite a possibilidade de inovações incrementais em produtos com tecnologia ultrapassada, mas que talvez tenham uma rentabilidade elevada pela competitividade via preço.

Assim, a firma que realizou a inovação vai, antes de transformar a molécula na oferta de um novo produto, escanear o seu ambiente de concorrência – definido como a classe terapêutica do produto – em busca de produtos próximos em relação às suas características que já possuem patente. Respeitada a distância mínima (pelo limite superior e inferior), é dado o patenteamento ao produto e instantaneamente ele é posto em produção, entrando na concorrência do mercado. Caso contrário, a firma paralisa seu processo de P&D nesse produto e começa a escanear o *landscape* novamente, reiniciando a busca tecnológica.

Importante destacar que a definição do algoritmo permite que o reinício da busca tecnológica guarde cumulatividade para a empresa. Se o novo produto desenvolvido não puder ser patenteado, a empresa reinicia na próxima rodada de simulação uma nova busca a partir de ponto no qual se encontra atualmente, considerando os desenvolvimentos realizados para a busca atual e futura.

Sendo patenteado, o agora novo produto terá um período de monopólio no mercado da ordem de 100 rodadas de simulação (Parametrização Inicial). Após essas rodadas, a patente expira e novos produtos com os mesmos valores de características tecnológicas poderão ser produzidos.

Tendo o novo produto sido patenteado, a empresa estabelecerá um processo de eliminação de produtos em seu portfólio que possuem características tecnológicas inferiores. Se tal empresa possui algum produto com pelo menos duas das características tecnológicas inferior, esse produto terá sua produção encerrada.

O caso expresso acima foi para a possibilidade de patenteamento da molécula e sua transformação em produto no mercado. Acontece, porém, que a molécula desenvolvida pode possuir outras especificidades: ela pode ter características tecnológicas próximas a outro produto que não foi patenteado, ou que já teve a patente expirada. Isso ocorre quando se trata de um produto que se encontra em domínio público. Nesse caso, a empresa pode escolher fabricar o produto sem fazer o pedido de patenteamento ou cancelar a fabricação e reiniciar seu processo de busca tecnológica a partir do mesmo ponto. Para simplificação, por suposição sempre a empresa impedirá a produção desse produto quando esse expediente acontecer.

Destaque deve ser dado ainda à oferta de produtos por parte das firmas competitivas. Como pôde ser notado nas explicações anteriores, esse tipo de firmas (firmas 1 a 3) não utilizam de estratégias de busca tecnológica, pois são especializadas na fabricação de medicamentos genéricos. Assim, cabe a essas empresas escanear o ambiente de patenteamento a cada rodada de simulação, na busca por patentes expiradas, e decidir sobre a introdução de um medicamento genérico com as mesmas características do produto anteriormente patenteado.

As empresas competitivas utilizarão da mesma estratégia estabelecida para as firmas inovadoras e imitadoras quando da comparação da nova molécula ao seu portfólio de produtos. Mas, nesse caso, a firma competitiva analisará as características tecnológicas do produto que teve a patente expirada com as características tecnológicas de seus próprios produtos. Caso o produto com patente expirada tenha valor melhor em pelo menos uma característica tecnológica na comparação com os produtos da empresa, a firma competitiva produzirá o seu genérico. É definido que as três empresas competitivas têm informação plena sobre as patentes disponibilizadas no mercado, e sempre que se depararem com a extinção de uma patente em classe terapêutica específica, realizarão essa comparação de características tecnológicas.

5.4. Condições da Demanda

Será utilizada a especificação da demanda conforme Valente (2012), assim como já apresentado nos capítulos 2 e 3 da tese⁵⁰. O modelo considera que os consumidores tem a tarefa de realizar compras de forma a preencher suas necessidades em meio a uma gama de produtos ou serviços alternativos. Esses produtos possuem características específicas e distintas, representadas por vetores de características v_X^i .

Os agentes observam o valor v_X^i , que é o valor observado da característica i referente ao produto X . Este pode ser entendido como a percepção da qualidade que o produto oferece em relação àquela determinada característica. Cabe ressaltar, contudo, que v_X^i é a observação do agente consumidor à característica y_X^i do produto analisado; essa observação não é perfeita na maioria das vezes, devido à informação assimétrica no histórico de competência dos consumidores.

Os consumidores baseiam suas decisões na comparação de todos os produtos disponíveis em cada classe terapêutica em respeito a uma única característica. Assim, o algoritmo requer que seja identificado apenas o melhor produto – ou melhores – em relação a essa única dimensão. Essa tomada de decisão, porém, tem efeito após os consumidores realizarem três passos precedentes de análise, durante o qual eles transformam os dados disponíveis em informação privada pessoal. Os passos são (i) a percepção dos valores das características (v_X^i), (ii) a avaliação de todos os demais produtos equivalentemente ótimos e (iii) a identificação da acessibilidade desses produtos.

No primeiro passo, é considerada a possibilidade dos consumidores terem diferentes habilidades e histórico de competência na avaliação e, devido a isso, cometerem erros na comparação entre os produtos.

$$(2.5) \hat{v}_X^i = Norm(y_X^i, \Delta)$$

Onde $Norm(\mu, \sigma)$ representa um resultado a partir de uma função aleatória normalmente distribuída, e Δ a variância da variável aleatória, que funciona como uma variável *proxy* para o erro de percepção, a sua ignorância sobre a qualidade do produto; quanto mais baixo

⁵⁰ A apresentação desse modelo já foi feita nesses dois capítulos precedentes. Aqui, portanto, serão apenas explanadas suas principais características.

o valor de Δ , menores os erros de percepção de valor do produto, sendo o contrário verdade.

É considerada ainda a tolerância do consumidor na comparação das características dos produtos. Comparando dois produtos X e Y , o modelo considera que eles são equivalentes se:

$$(2.6) \hat{v}_X \approx \hat{v}_Y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_X - \hat{v}_Y|}{\max(\hat{v}_X, \hat{v}_Y)} < \tau$$

Em que τ é um coeficiente entre 0 e 1. Quando $\tau = 0$, qualquer mínima diferença entre os valores das características é percebida para atestar a superioridade de um produto; em oposição, altos valores de τ indicam que até mesmo grandes diferenças são consideradas irrelevantes na escolha do consumidor, padronizando os produtos em relação àquela característica. Chamaremos esse recurso de nível de tolerância. Quando $\tau = 0$ o consumidor tem tolerância baixa na comparação entre o diferencial das características, e quando $\tau = 1$ o consumidor tem tolerância total nessa mesma comparação.

O terceiro passo envolve a identificação da acessibilidade de produtos. Um produto pode ser descartado de consumo por não possuir requisitos mínimos ou por existir outro produto mais apreciado pelo consumidor. Apesar do resultado igual – o produto não é vendido –, os dois casos precisam ser distinguidos; isso porque no segundo caso, se houvesse a remoção do competidor o produto poderia se tornar viável, enquanto no primeiro caso ele ainda seria inacessível. O modelo distingue os dois casos, considerando o primeiro como parte de um processo inicial de seleção de produtos viáveis e o segundo como um passo no processo decisório do agente consumidor.

São considerados requisitos mínimos de consumo para cada produto, em ordem para poderem ser considerados como produtos viáveis para compra. Formalmente, o modelo assume que cada consumidor j tem um vetor de requisitos mínimos $\vec{m}_j = \{m_j^1, m_j^2, \dots, m_j^m\}$ para cada característica do produto. Um produto X viável para consumo é aquele no qual $v_X^i > m_j^i$ para toda característica i . Todos os consumidores realizam uma compra por rodada, e possuem por definição uma restrição orçamentária suficiente para a alocação de recurso na compra do produto.

Postos os passos da escolha, o mecanismo de decisão para a compra de um produto é baseado na estratégia *Take-the-best* (TTB), no qual a escolha de um item é feita sobre uma série de possíveis alternativas definidas em um espaço multidimensional. O procedimento algorítmico utilizado consiste na repetição cíclica dos passos seguintes até que a condição de saída do passo 3 seja satisfeita:

1. Considerar inicialmente todas as opções potenciais de escolha, inclusive excluindo aqueles sem as características mínimas;

2. Escolher uma característica entre as m disponíveis;

3. Se um produto possui *score* maior que os demais, considerando a tolerância e o erro de percepção em respeito a essa característica, a escolha está feita.

4. Se a opção 3 não é satisfeita nessa comparação, e mais de uma opção tem valores similares em respeito à característica escolhida no passo 2, então são removidas as opções com valores menores e o processo reinicia a partir do passo 2.

A esse padrão de decisão serão somadas as especificidades da indústria farmacêutica, nos moldes de um modelo evolucionário *History-friendly*. Nessa indústria, a demanda será retratada basicamente com a presença de dois tipos de demandantes, classificados em três grupos distintos. O primeiro tipo de demandante – Grupo 1 – é o Governo, responsável por 25% da demanda setorial. O segundo tipo são os demandantes finais privados, notadamente o consumo das famílias, que representam 75% da demanda total, mas que estão divididos em dois grupos de demanda diferenciados⁵¹.

A justificativa para a diferenciação do consumo das famílias em dois grupos de demanda recai sobre os diferentes padrões de escolha na compra para os diferentes níveis de renda da população. Enquanto pessoas nos *decis* inferiores de renda realizam compra preferencialmente pelo preço do produto, pessoas em *decis* superiores avaliam demais características (justamente as especificadas como relevantes na definição da procura tecnológica das firmas) para balizar a demanda. A percepção e preferência nas distintas características dos produtos, portanto, delimita diferentes grupos privados de demanda entre os consumidores finais.

⁵¹ Os valores percentuais sobre a participação do governo e do consumo das famílias foi obtido pela extrapolação da participação de suas demandas na indústria farmacêutica, apresentada na TAB. 5.

Nesse modelo, foram estabelecidas percentagens iguais de participação dos grupos na demanda privada – 50% da demanda privada para cada grupo – sendo o grupo 2 estabelecido como a demanda dos *decis* 1 a 3 de renda e o grupo 3 sendo a demanda dos *decis* 4 a 10 (informações extraídas das TAB. 6 e 7). A estratégia visa considerar o viés concentrador de renda usual da economia brasileira.

O Quadro 6 apresenta a ordem de preferência para os diferentes grupos de indivíduos frente às características percebidas dos produtos e o número de consumidores por grupo.

QUADRO 6: Ordem de Preferência na Percepção das Características pelo Consumidor e Número de Indivíduos por Grupo – Parametrização Inicial

Grupo	N	v_1^i	v_2^i	v_3^i	v_4^i
		Preço	Tempo de Eficácia	Reação Adversa	Efeito Colateral
G1 – Governo	250	1	4	2	3
G2 – Famílias <i>decis</i> 1 a 3	375	1	2	3	4
G3 – Famílias <i>decis</i> 4 a 10	375	4	3	2	1

Fonte: Elaboração Própria.

A parametrização do número de indivíduos por grupo de demanda foi estabelecido para definir o total de mil (1000) demandantes e as percentagens definidas por tipo de demanda. A característica preço é principal para as famílias de baixa renda (G2), além do governo (G1). Essa parametrização para o governo será modificada posteriormente, como forma de verificar o impacto do poder de compra do Estado nos resultados de mercado de empresas com alto grau de inovação (nos moldes do decreto 7.713 de 2012, já explicitado no capítulo 4), sendo também a forma como será apresentada a relevância da consideração de aspectos da demanda para resultados de mercado. Já para as famílias de renda mais elevada (G3) o preço não é considerado o principal determinante da escolha; para estes, é suposta a relevância das características em ordem contrária à relevância das famílias do grupo 2, com o intuito de estabelecer perfeita oposição na comparação dos resultados.

Apesar da suposição da ordem de preferência nas características ser exógena, a explicação para essa definição paira sobre as informações apresentadas nas tabelas do capítulo 4. Como apresentado, as famílias de baixa renda tem (i) dificuldade no acesso à medicina suplementar, utilizando métodos paliativos de controle de saúde e (ii) maior sensibilidade a preço na definição de compra. Assim, é provável que suas características principais de preferência em relação a produtos seja, inicialmente, o preço, e após esse o tempo de eficácia do medicamento. Pelo contrário, famílias com renda mais elevada podem estar

preocupadas com a qualidade do produto no que tange a seus efeitos sobre a saúde em um contexto mais amplo, no sentido de como esses medicamentos interagem com seu organismo, estilo de vida, e saudabilidade. Assim, é plausível que reação adversa e efeito colateral simbolizem características mais atrativas no padrão de escolha dessa classe de indivíduos⁵². O intuito, portanto, é definir a heterogeneidade da demanda em forma pura.

O Quadro 7, abaixo, especifica a parametrização dos valores τ e Δ para os distintos grupos de consumidores na Parametrização Inicial.

QUADRO 7: Parâmetros τ e Δ para os Distintos Grupos de Consumidores – Parametrização Inicial

Grupo		v_1^i	v_2^i	v_3^i	v_4^i
		Preço	Tempo de Eficácia	Reação Adversa	Efeito Colateral
G1 – Governo	τ	0,05	0,90	0,90	0,90
	Δ	0,05	0,90	0,90	0,90
G2 – Famílias <i>decis</i> 1 a 3	τ	0,05	0,95	0,95	0,95
	Δ	0,05	0,05	0,05	0,05
G3 – Famílias <i>decis</i> 4 a 10	τ	0,95	0,95	0,10	0,10
	Δ	0,03	0,03	0,03	0,03

Fonte: Elaboração Própria.

No caso do governo, a explicação é que tal agente possui um baixo erro de percepção sobre o nível de preços ($\Delta = 0,05$), mas possui uma alta indiferença de percepção em relação às demais características ($\Delta = 0,90$); pensa-se aqui em um padrão de escolha por parte do governo principalmente sobre o nível de preços do produto, exibindo baixa preferência em relação às demais características. Ainda, o nível de tolerância entre produtos no diferencial de preço é baixo ($\tau = 0,05$), o que significa alta intolerância sobre diferentes preços, próximo à definição da característica principal de um processo de licitação, que é a compra do produto de menor preço.

A consideração do baixo nível de tolerância e baixo erro de percepção (em contrapartida a um nível de tolerância total e nenhum erro de percepção) foi utilizada para exprimir a possibilidade de algumas empresas não participarem do processo de licitação. Os parâmetros são usuais para essa representação, pois a presença de erros na percepção do consumidor Governo expressa que não necessariamente o produto com menor preço será

⁵² Não podemos estabelecer um grau de saudabilidade para medicamentos, mas é certo que a diminuição de reação adversa e dos efeitos colaterais são mais importante em termos de saúde que as demais características propostas.

escolhido; se isso é verdade, pode-se argumentar que a empresa de menor preço não participou do referido processo.

Os demais parâmetros também são compatíveis para as demais características: alto erro de percepção e alto nível de tolerância, sinalizando maior padronização de produtos que o processo de compra do governo apresenta. Essa definição guarda uma particularidade: para o governo os produtos são vistos com um alto grau de homogeneidade em relação às características tecnológicas, não sendo, porém, essa homogeneidade real. Os produtos podem ser melhores, mas para o governo interessa primordialmente a análise do preço.

Famílias mais carentes – Grupo 2 – possuem baixo nível de tolerância ($\tau = 0,10$) para diferenciais de preços e um nível maior de tolerância para diferenciais nas demais características ($\tau = 0,95$), com algum erro de percepção sobre as variáveis ($\Delta = 0,05$). Esse grupo de demanda tem forte preferência estabelecida sobre preços, mas são mais suscetíveis a tolerar as demais características dos produtos. Em relação ao erro de percepção, a indicação aqui apresentada é feita para contrastar com os erros de percepção do Grupo 3, de famílias com renda mais elevada ($\Delta = 0,05$ para Grupo 2 e $\Delta = 0,03$ para Grupo 3). Pretende-se apenas indicar que pessoas com maior renda monetária possuem maior grau de informação sobre os produtos disponíveis.

Ainda, famílias com renda maior – Grupo 3 – possuem baixo nível de tolerância para diferenças em relação às características “reação adversa” e “efeitos colaterais” ($\tau = 0,10$), mas possuem alto nível de tolerância para diferenciais nas características “preço” e “tempo de eficácia” ($\tau = 0,95$). Esse grupo de demanda tem forte preferência estabelecida sobre os aspectos qualitativos, mas são mais suscetíveis a tolerar as características que são mais requisitadas pelos demandantes de menor renda. Eles realmente preferem um produto melhor, independente do preço.

Os valores mínimos de exigência das características tecnológicas para que os produtos sejam passíveis de escolha pelos consumidores foram estabelecidas como zero, para todos os grupos de demandantes. É condizente a dizer que os indivíduos aceitam qualquer produto com valores positivos de características tecnológicas ou ainda, que passaram pelo crivo da regulação setorial (ANVISA). Para o preço, o pensamento deve ser contrário: o valor mínimo de exigência do consumidor corresponde ao mais alto preço que tal demandante está disposto a pagar pelo produto. A parametrização estabelece um valor de

preço igual a quinze (15) unidades monetárias (u.m.), também para todos os grupos de demanda.

5.5. Estratégia de Precificação dos Produtos

As empresas estabelecem uma regra simples de precificação de produtos, baseada na análise da variação de suas parcelas de mercado⁵³. A firma, porém, só estabelecerá variação em seus preços se a seguinte desigualdade ocorrer:

$$(2.7) \ ms_{i,t}^j - ms_{i,t-1}^j > y$$

Sendo y um valor determinado exogenamente⁵⁴ e $ms_{i,t}^j$ a participação de mercado do produto da empresa i no período t na classe terapêutica j . Fundamentalmente, se a desigualdade acima ocorre, a regra de precificação é a que segue.

$$(2.8) \ p_{i,t}^j = p_{i,t-1}^j \cdot [1 + sc \cdot (sign_i)]$$

Em que sc é uma constante exógena que define a magnitude de mudança de preço definida pela empresa i ⁵⁵ e $sign$ é o sinal de mudança de preço, definido pela seguinte equação.

$$(2.9) \ sign_{t,i} = \frac{|ms_{i,t}^j - ms_{i,t-1}^j|}{ms_{i,t}^j - ms_{i,t-1}^j}$$

Se $ms_{i,t}^j > ms_{i,t-1}^j$, então a variável apresenta o valor $sign = 1$, e a variação de preços do produto ofertado pela firma i será positivo (sendo o oposto verdadeiro). Deve-se notar que a formulação apresentada pode estabelecer soluções de canto que seriam sobremaneira insatisfatórias para a análise. Pensando nisso, introduzem-se relações de valores mínimos

⁵³ A utilização da parcela de mercado para a definição do preço da firma envolve o pleno conhecimento do agente industrial em relação à oferta de todas as firmas do mercado. Em um modelo onde a demanda a cada período variasse, essa afirmação seria pouco razoável no contexto de racionalidade limitada dos agentes. Esse não é o problema aqui: como a demanda é dada (não varia a cada período), a participação de mercado corresponde à quantidade vendida da firma. A decisão do preço é, portanto, uma decisão tomada a partir do conjunto de informação individual, em consonância com a racionalidade limitada aqui defendida.

⁵⁴ Para as simulações do capítulo foi estabelecido que há variação no preço para variação no *market share* acima de 1% ($y = 0.01$).

⁵⁵ Estabelecida como $sc = 0.02$ para todas as análises.

estabelecidos para preço e participação de mercado por parte das empresas, na forma que segue:

$$se\ ms_{i,t}^j < minMS$$

$$(2.10)\ p_{i,t}^j = p_{i,t-1}^j \cdot (1 - sc)$$

$$se\ p_{i,t}^j < minP$$

$$(2.11)\ p_{i,t}^j = minP$$

Em que $minMS$ é igual à participação de mercado mínima exigida pela empresa (padronizado como 0.01, ou 1%, para todas as empresas) e $minP$ é o preço mínimo praticado, podendo ser entendido como o preço de concorrência perfeita, que iguala ao custo unitário de produção (que será denominado como c_i). Em relação ao mínimo preço, são estabelecidos valores diferentes para os diferentes tipos de empresas, como forma de explicitar exogenamente as diferenças dos custos que recaem sobre as empresas inovadoras (custos de Pesquisa e desenvolvimento, de adequação ao processo produtivo, de promoção e marketing) e os custos das empresas produtoras de medicamentos genéricos. Assim, foi estabelecido um valor 50% inferior para os custos das empresas competitivas em relação aos custos das empresas inovadoras e imitadoras (1,0 unidade monetária e 1,50 unidade monetária, respectivamente)⁵⁶.

O preço dos produtos no início da simulação é parametrizado para 4 unidades monetárias (u.m.) para empresas inovadoras e imitadoras e 2,6 u.m. para empresas competitivas, como uma forma também de expressar exogenamente a diferença de precificação que é recomendada pelo legislador entre medicamentos de marca e medicamentos genéricos⁵⁷. Quando um novo produto é introduzido no mercado, ele segue a mesma precificação para o início da simulação (4 u.m. para produtos inovadores e 2,6 u.m. para produtos genéricos).

⁵⁶ Deve-se atentar que a estratégia de custos aqui apresentada corresponde a uma simplificação forte em relação aos diferenciais de custos encontrados em setores com grande diferenciação de escala e escopo industrial, principalmente no que concerne aos custos de P&D.

⁵⁷ A indicação do Ministério da Saúde e da ANVISA é a de que o preço de entrada dos genéricos no mercado seja 35% inferior ao preço do medicamento ao qual ele se referencia.

5.6. Participação de Mercado

A participação de mercado de cada empresa i na classe terapêutica j é definida por:

$$(2.12) \quad ms_{i,t}^j = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} q_{i,t}^j}{\sum_{k=1}^{N_k} q_{k,t}^j}$$

Em que $\sum_{i=1}^{N_i} q_{i,t}^j$ é a somatório da quantidade demandada da firma i na classe terapêutica j no período t e $\sum_{k=1}^{N_k} q_{k,t}^j$ é o somatório das vendas de todas as firmas na classe terapêutica j no período t . Note que o formato do modelo define que cada firma poderá ofertar mais de um produto em cada classe terapêutica (assim como explicitado no subtópico 4.4.1). Assim, a participação de mercado da firma em cada classe terapêutica é o somatório dos produtos ofertados pela mesma nessa classe terapêutica de análise.

Ademais, será verificada também a participação de mercado de cada firma na indústria em geral, através da equação que segue:

$$(2.13) \quad ms_{i,t} = \sum_{j=1}^{N_j} ms_{i,t}^j$$

Em palavras, a participação de mercado da firma i na indústria farmacêutica no período t é dada pelo somatório da participação de mercado em cada classe terapêutica.

5.7. Receita de Vendas e Lucro

A receita da firma i na classe terapêutica j no período t ($revenue_{i,t}^j$) é dado por:

$$(2.14) \quad revenue_{i,t}^j = \sum_{k=1}^{N_k} p_{i,t,k}^j \cdot q_{i,t,k}^j$$

Em que $p_{i,t,k}^j$ e $q_{i,t,k}^j$ são, respectivamente, o preço e a quantidade demandada do produto k da firma i na classe terapêutica j no período t . Já o lucro da firma i na classe terapêutica j no período t ($\pi_{i,t}^j$) é dado por:

$$(2.15) \quad \pi_{i,t}^j = \sum_{k=1}^{N_k} p_{i,t,k}^j \cdot q_{i,t,k}^j - \sum_{k=1}^{N_k} c_i \cdot q_{i,t,k}^j$$

Sendo c_i o custo unitário de produção da firma i , julgado constante e igual a 1.0 para as firmas competitivas e 1.5 para as firmas inovadoras e imitadoras, conforme já apresentado na seção 5.5.

Esse formato apresenta simplificações modelísticas que devem ser destacadas. Como o foco da análise é a influência da demanda e da inovação de produto sobre os resultados das empresas, a única diferenciação de custo destacada é sobre as empresas fabricantes de medicamentos genéricos – competitivas – e empresas que inovam – inovadoras e imitadoras. Essa é uma suposição exógena que procura definir custos menores a empresas que não possuem atividades de P&D. Além disso, é considerado não existir estoque; tudo que é produzido é vendido ou é totalmente depreciado. Essas talvez sejam suposições fortes, que deverão ser mais bem desenvolvidas posteriormente, mas para o momento funcionam para delimitar o foco da análise.

5.8. Resultados do Modelo

A partir dessa seção são apresentados resultados do modelo em duas distintas vertentes: a análise da indústria farmacêutica e a análise intra classes terapêuticas. O foco do estudo é o segundo tópico, mas são apresentados inicialmente os resultados de toda a indústria – considerando a concorrência nas 8 classes terapêuticas – como forma de corroborar o modelo comparando-o às observações dos modelos *History-Friendly* de Malerba e Orsenigo (2002) e Garavaglia *et al.* (2012). Os resultados iniciais são baseados na Parametrização Inicial apresentada nos subtópicos anteriores e, quando modificados, serão corretamente informados aos leitores. Serão apresentadas quatrocentas (400) rodadas de simulação para todas as análises. O programa utilizado para a confecção do modelo e apresentação dos resultados é o *Laboratory for Simulation Development* (LSD).

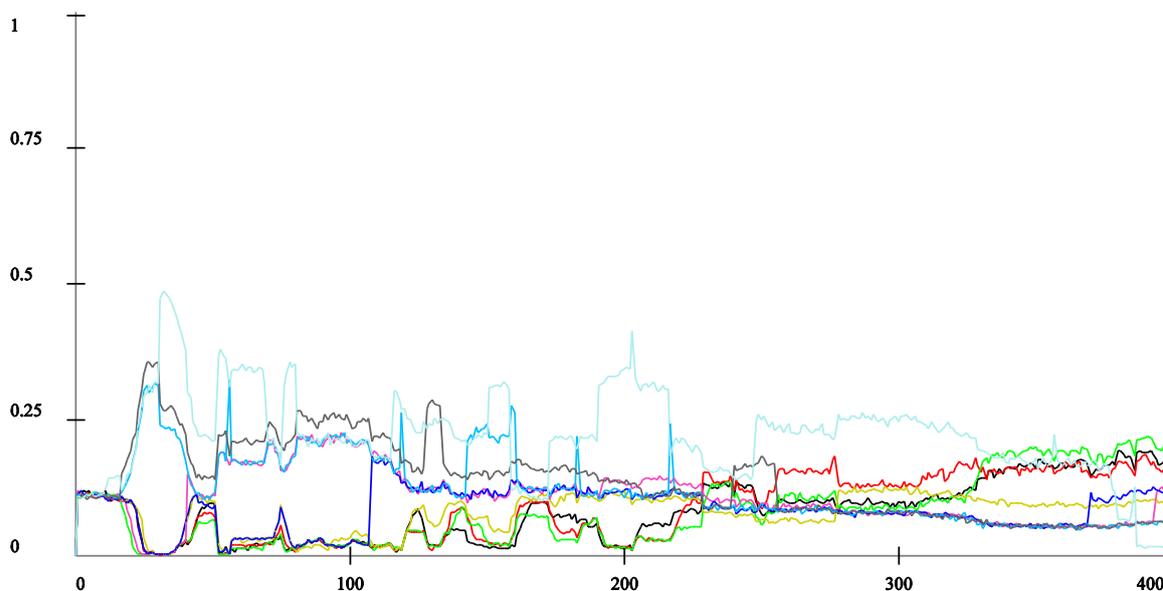
5.8.1. Resultados da Indústria Farmacêutica

Apesar da intensa atividade em P&D frequentemente associada à indústria farmacêutica os resultados empíricos apontam para baixos índices de concentração industrial. Conforme justificado em Malerba e Orsenigo (2002) e Garavaglia *et al.* (2012), os padrões de imitação, a natureza aleatória e baixa cumulatividade tecnológica do processo de

descoberta de novas drogas e a fragmentação em vários mercados – as distintas classes terapêuticas – corroboram esse resultado.

Assim, é frequente que se encontre uma maior concentração industrial em classes terapêuticas, mas que essa seja dissipada na competição geral da indústria. O objetivo desse tópico é considerar essas afirmações e demonstrar que o modelo apresentado replica bem esse comportamento, como forma de validar as discussões que serão realizadas no tópico seguinte.

Para isso, serão apresentadas inicialmente as FIG. 11 e FIG. 12, com a participação de mercado de cada empresa no total das classes terapêuticas e a concentração de mercado com a análise do índice Hirschman-Herfindahl (HH) da indústria farmacêutica, respectivamente.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9

FIGURA 11: Participação de Mercado na Indústria Farmacêutica – Parametrização Inicial

Fonte: Elaboração própria.

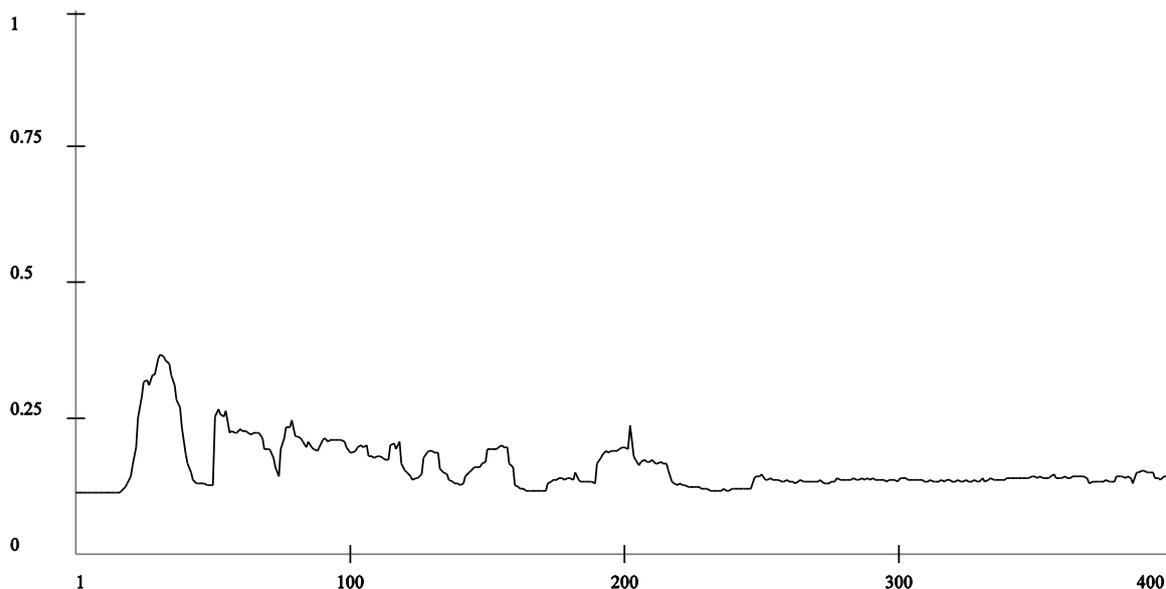


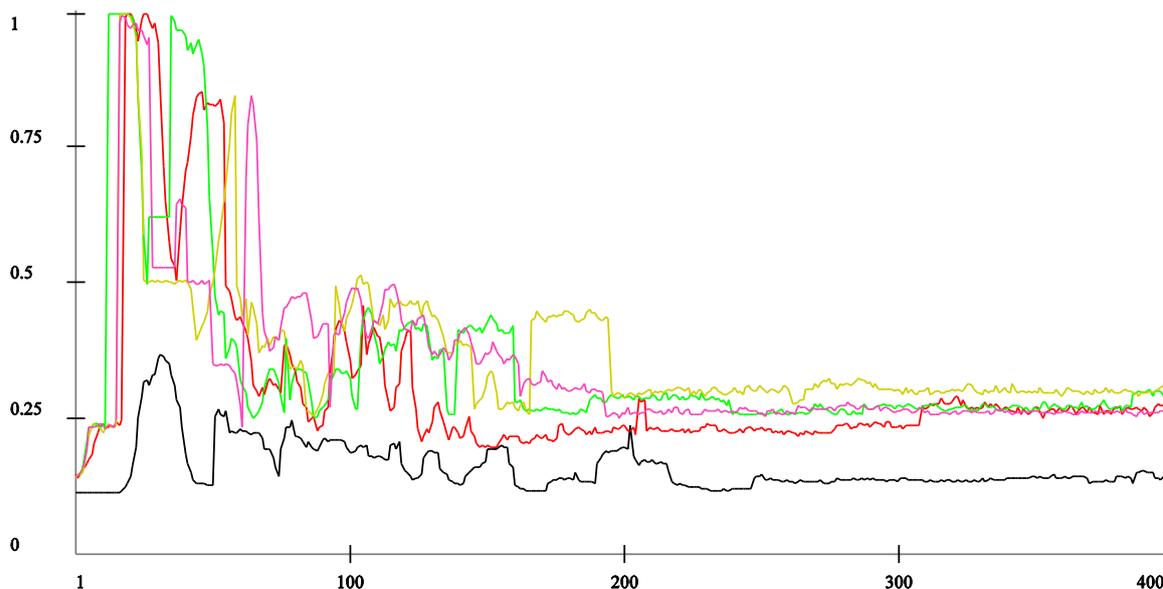
FIGURA 12: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) na Indústria Farmacêutica – Parametrização Inicial

Fonte: Elaboração própria.

O eixo vertical tem o limite inferior 0 e o limite superior 1⁵⁸. Os resultados apontam para a baixa concentração de mercado em todos os períodos da análise. Como pode ser visto, mesmo diante da promulgação de uma inovação, a fatia de mercado conquistada irá contrastar em muito com as observações de classes terapêuticas específicas. Além do mais, a liderança industrial muda frequentemente no começo da simulação, dado a baixa cumulatividade tecnológica da inovação. Veremos na próxima seção que esse comportamento é também replicado nas classes terapêuticas, em escala maior, sendo as explicações sobre a instabilidade inicial e estabilidade posterior de mercado delegadas também a esse tópico.

Os diferentes níveis de concentração industrial entre a industrial geral e as classes terapêuticas são notórios em uma escala comparativa. Abaixo, apresenta-se a FIG. 13, que faz essa comparação entre os índices HH da indústria farmacêutica e de quatro classes terapêuticas distintas.

⁵⁸ Em todas as análises gráficas de participação de mercado e concentração industrial é estabelecido o mesmo valor para o limite superior e o limite inferior do eixo vertical (1 e 0, respectivamente).



Legenda: Indústria Farmacêutica / Classe 1 / Classe 2 / Classe 3 / Classe 4

FIGURA 13: Comparação do Índice Hirschman-Herfindahl (HH) na Indústria Farmacêutica e Quatro Classes Terapêuticas – Parametrização Inicial

Fonte: Elaboração própria.

Notadamente, a concentração entre as classes terapêuticas é dissipada na análise da indústria geral, de forma que o modelo replica tal resultado empírico.

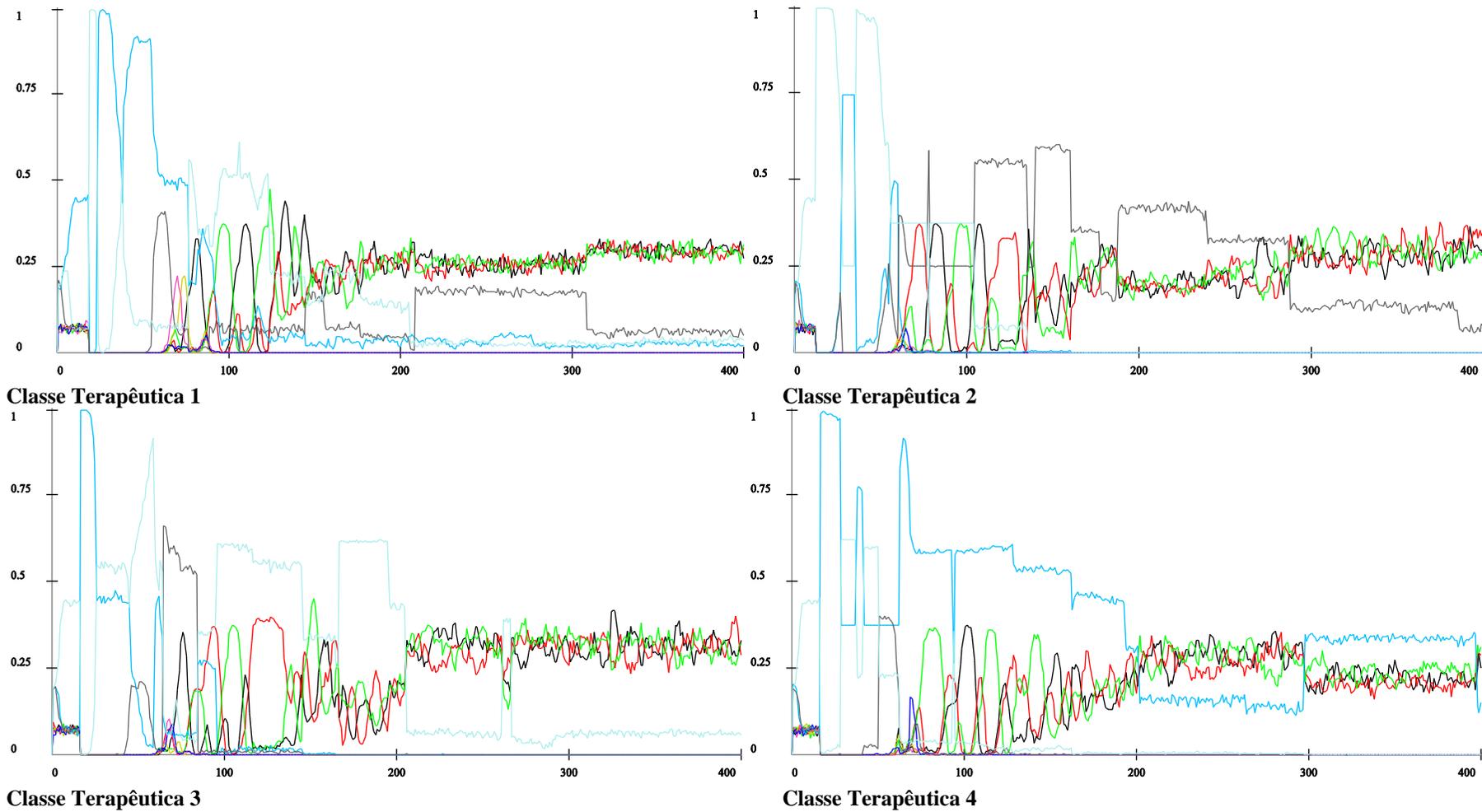
5.8.2. Resultados intra Classes Terapêuticas

Como padrão, nesta seção serão apresentados os resultados para as primeiras quatro classes terapêuticas do modelo. A apresentação plena desses diferentes mercados seria contraproducente pois, como veremos, os padrões concorrenciais serão replicados.

5.8.2.1. Parametrização Inicial

Abaixo segue a FIG. 14 com a apresentação da participação de mercado das empresas e a FIG. 15 com o índice Hirschman-Herfindahl (HH) de concentração industrial, nas quatro distintas classes terapêuticas e com base na Parametrização Inicial⁵⁹.

⁵⁹ A Parametrização Inicial consiste de todos os parâmetros indicados na explicação do modelo, nos tópicos anteriores. As próximas parametrizações terão mudanças indicadas no corpo do texto, quando necessárias.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9

FIGURA 14: Participação de Mercado – Parametrização Inicial

Fonte: Elaboração própria.

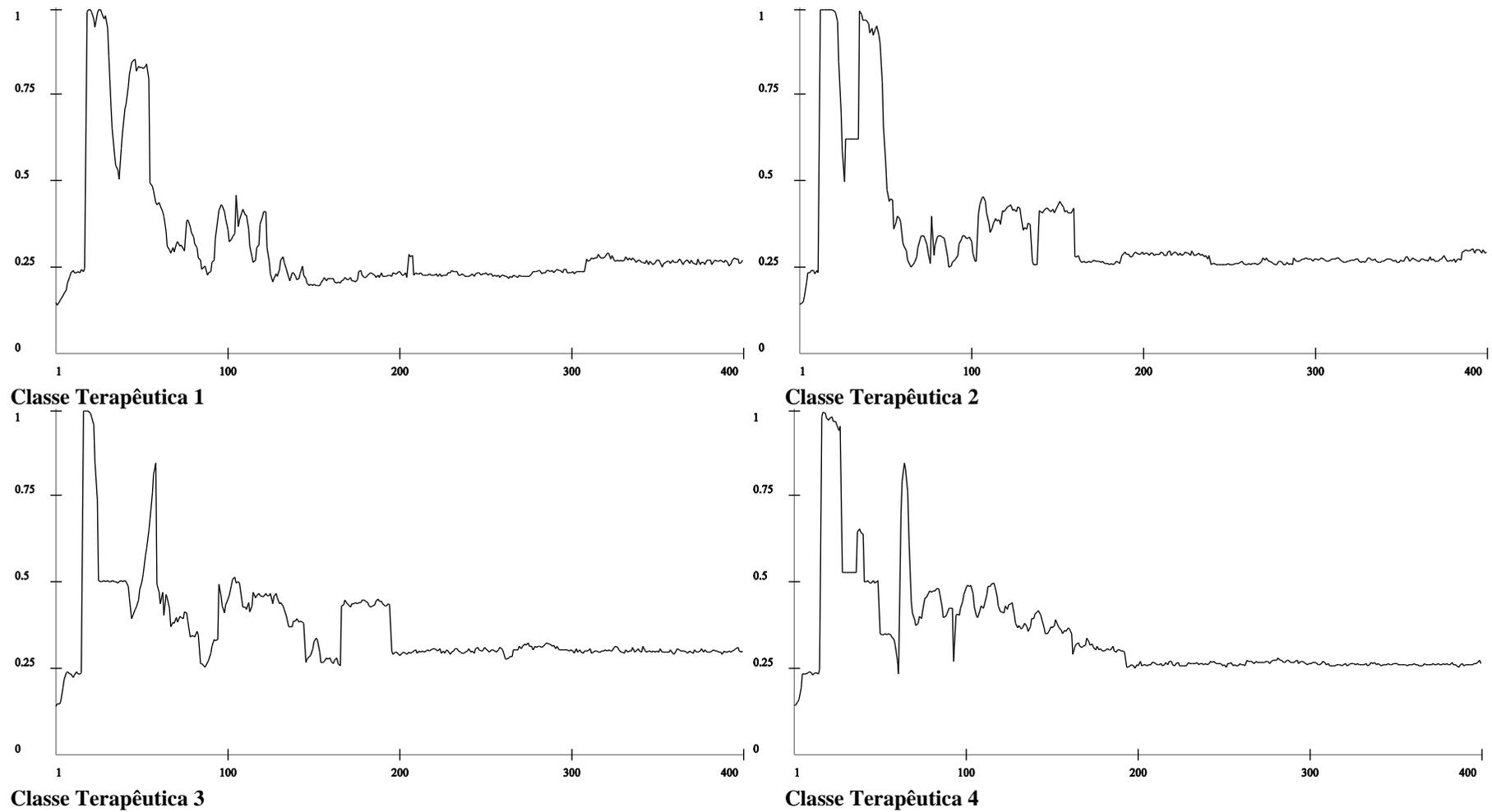


FIGURA 15: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Inicial

Fonte: Elaboração própria.

Relembrando, as firmas foram classificadas em ordem de capacitação inovativa, de forma que as firmas 1 a 3 são produtoras de medicamentos genéricos, as firmas 4 a 6 são firmas imitadoras e as firmas 7 a 9 são inovadoras.

Da análise das quatro classes terapêuticas apresentadas emergem algumas características que são de importante destaque. A primeira delas é a replicação do modelo a análises empíricas de estudos de ciclo de vida industrial, conforme destacado em Mazzucato (1998). Tais estudos destacam os diferentes estágios da evolução industrial no que tange à instabilidade/estabilidade de participação de mercado e concentração industrial⁶⁰.

Nas figuras, nota-se uma instabilidade de participação de mercado e concentração industrial para todas as classes terapêuticas durante os estágios iniciais da simulação. O argumento geral que remete a essa constatação é a incerteza sobre produtos e mercados e a baixa base de conhecimento adquirida no nível industrial em geral. Nesse caso, a possibilidade de deflagração de liderança industrial por qualquer uma das firmas operantes no mercado é grande, principalmente a se considerar a diferenciação que esta pode imprimir quando da promulgação de uma inovação.

É exatamente esse expediente que ocorre nos mercados simulados. Empresas inovadoras estabelecem liderança instável nos primeiros períodos justamente porque a base de conhecimento industrial ainda é fraca. Como estas são empresas que possuem maior capacidade inovativa, conseguem deflagrar um maior número de inovações que as posicionam como líderes de mercado. Está modelada nesse contexto a vantagem de ser o primeiro a inovar.

Klepper (1996) e Klepper e Simons (1997) ainda destacam a importância do tamanho da firma e da vantagem de ser a primeira na promulgação de inovação: segundo os autores, tais vantagens no processo de P&D provocam um aumento do potencial inovativo e participação de mercado ao longo do tempo e limita a participação de empresas menores. Conforme se pode verificar na FIG. 16, esse resultado é replicado com um favorecimento das empresas inovadoras nos estágios iniciais que, porém, não se perpetua para estágios posteriores.

⁶⁰ Estudos empíricos de ciclos de vida industriais que apresentam essa replicação podem ser encontrados nos textos de Abernathy e Utterback (1978), Acs e Audretch (1987), Audretch (1995) e Klepper (1996), além da replicação modelística no próprio texto de Mazzucato (1998).

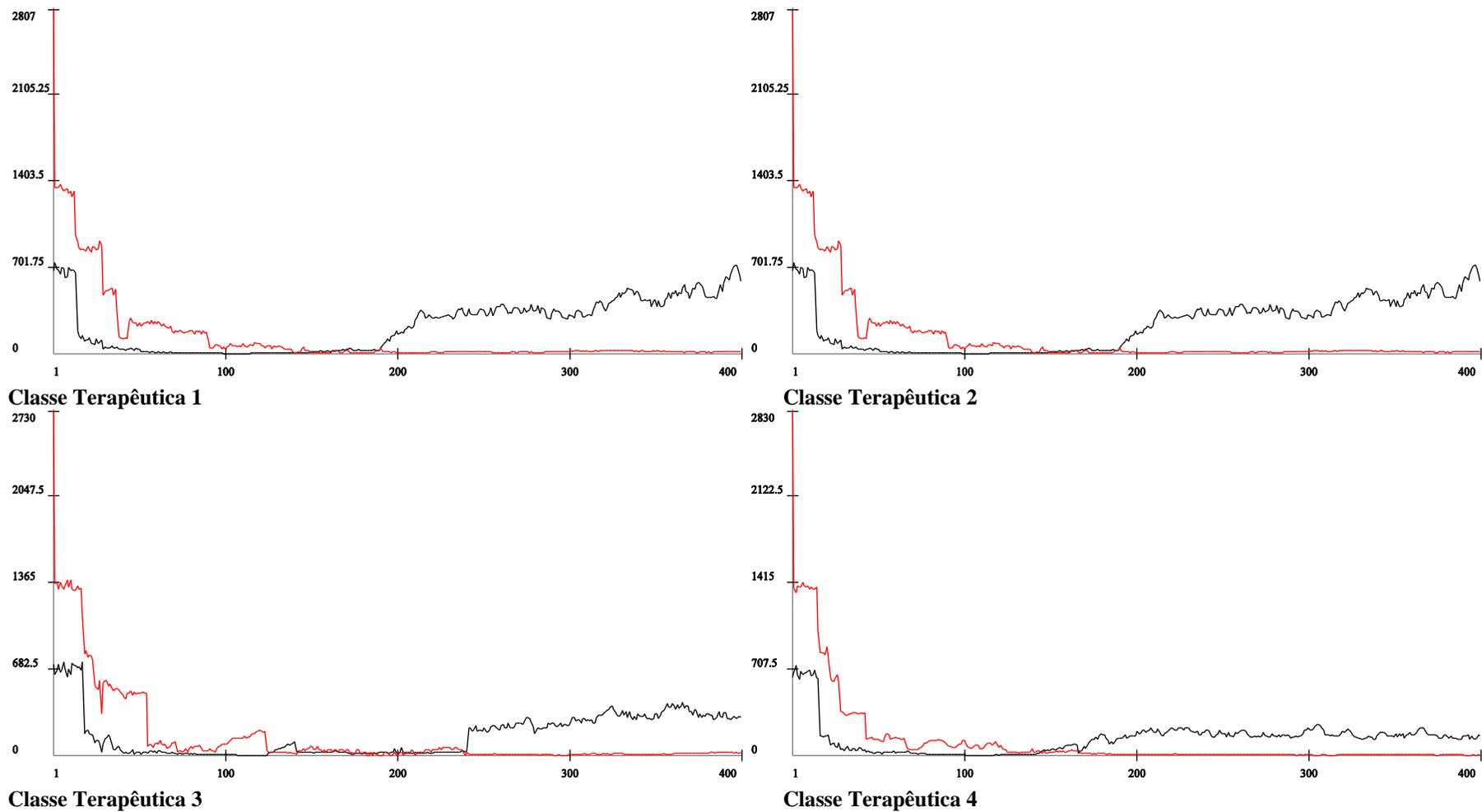
O argumento sobre o ciclo de vida da indústria ainda enuncia que quando a indústria atinge certa maturidade, é atingido um comportamento mais estável no que tange à participação de mercado e concentração industrial. Isso acontece devido à maior estabilidade da demanda e da fronteira tecnológica, associada à maior capacidade de prospecção por parte de algumas empresas, que permitem que as economias de escala e o comportamento *path-dependence* da inovação favoreçam as maiores e mais inovadoras firmas. Em nossa simulação, a estabilidade de mercado também é replicada no estágio industrial de maturidade, mas novamente não há favorecimento das firmas mais inovadoras.

Esse resultado específico remonta justamente à possibilidade de oferta de medicamentos genéricos. Após a expiração de patente, a permissão de cópia dos medicamentos inovadores exaure as economias de escala e a relevância da inovação no resultado de mercado, justamente porque às empresas competitivas é permitida a produção de um produto com mesmas características e, por suposição regulatória, menores preços. Assim, a relevância do comportamento inovativo da empresa é parcialmente extinguida todas as vezes que é permitida a entrada de medicamentos genéricos no mercado.

Note, para validação dessa afirmação, a análise da lucratividade das empresas por tipo de firmas em todas as rodadas de simulação, apresentada na FIG. 16.

A diminuição da participação de mercado das inovadoras com a ascensão das empresas produtoras de medicamentos genéricos é acompanhada pela erosão dos lucros das primeiras, em detrimento do aumento do lucro das últimas.

Aliás, é essa diminuição do lucro que diminui o ímpeto inovativo das empresas inovadoras. Conforme já explicitado na definição do modelo, os recursos para investimento tecnológico são uma função da lucratividade das firmas. Então, a diminuição da lucratividade total da firma inovadora diminui a própria capacitação na realização de pesquisa e desenvolvimento para novos produtos. Se tal empresa possui infra-estrutura e rede de relacionamentos relevante, que as permita obter vantagens em capacidade instalada para a realização de P&D, a drástica diminuição de lucratividade aqui verificada impede a utilização desses recursos; eles ficam ociosos, pois requerem suporte financeiro para entrarem em operação.



Legenda: Firma competitivas / **Firmas inovadoras e Firmas Imitativas**

FIGURA 16: Lucro por grupo de firmas – Parametrização Inicial

Fonte: Elaboração própria.

Há uma conformação dos resultados do modelo com as constatações empíricas de mercado. Conforme destacado na seção 4.2, o reposicionamento estratégico das empresas na indústria farmacêutica brasileira pode ser entendido como uma resposta às modificações estruturais da legislação sobre os genéricos; a tentativa de entrada das empresas multinacionais (empresas essas que, em nosso modelo, são análogas à classificação de empresas inovadoras) na fabricação de medicamentos genéricos se dá pela busca de novo reposicionamento em classes terapêuticas com vistas à recuperação dos lucros perdidos; a estratégia de incremento em atividades inovativas (instauração de P&D) das empresas nacionais especializadas em genéricos se dá pelo aumento de participação de mercado e consequente aumento do lucro que os medicamentos genéricos as permitiram absorver. Essa mudança de conduta não pode ser captada pelo modelo dessa tese⁶¹, mas a sinalização dos resultados permite deduzir essas conclusões.

Diversos resultados podem ser extraídos da análise do modelo com a parametrização imposta pela configuração inicial. Para o momento, importa atestar que essa parametrização reflete bem a constatação empírica dos resultados verificados na indústria farmacêutica brasileira nos últimos anos, sendo que nos próximos passos da análise serão pautados estudos contra factuais em diferentes cenários, com vistas à comparação desses resultados com os apresentados nessa subseção. E, para facilitar essa contraposição, apresentam-se abaixo alguns resultados relevantes em relação a indicadores financeiros, econômicos e tecnológicos dos diferentes tipos de empresas.

Optou-se por definir uma formalização padrão para as tabelas com a análise dos resultados para os dois distintos estágios do ciclo de vida da indústria, a saber: “estágio inicial” e “estágio maturidade”. Esse expediente foi tomado porque os dois estágios apresentam, conforme notado nas figuras apresentadas nessa subseção, uma notória quebra estrutural para as empresas. A metodologia sugerida para tal diferenciação é definida pelo momento no qual o índice HH apresenta estabilidade; esse intervalo de períodos será apresentado entre parênteses, logo após o nome do estágio, em todas as tabelas que utilizam dessa análise daqui por diante. Os resultados apresentados são a média para o conjunto das oito (8) classes terapêuticas estabelecidas na análise.

⁶¹ Como agenda de pesquisa, pretende-se absorver as mudanças estratégicas por parte das empresas para desenvolvimentos futuros do modelo.

TABELA 7: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Inicial (média das classes terapêuticas)

Firmas	Estágio Inicial (0-182)			Estágio Maturidade (183-400)		
	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas
Receita vendas média	458,52	180,82	208,06	356,92	-154,21	1165,84
Lucro médio	79,20	14,67	27,75	4,91	0,01	43,74
Preço médio	1,86	1,78	1,72	1,54	1,58	1,20
Número de produtos médio	1,32	1,00	1,89	1,42	1,00	4,29
Receita vendas média / produto	347,36	180,82	110,08	251,35	-154,21	271,76
Lucro médio / produto	60,00	14,67	14,68	3,46	0,01	10,20
Número médio de Patentes	8			4		

Fonte: Elaboração Própria.

Podem-se pontuar os seguintes resultados pela tabela descrita acima, observando-se a comparação dos dois estágios do ciclo de vida da indústria:

1. Queda da receita e da lucratividade médias das firmas inovadoras e imitadoras nos dois estágios de operação, a despeito do aumento da receita e da lucratividade médias das firmas competitivas, decorrente dos custos mais elevados e da exaustão da fronteira tecnológica;
2. Os preços, como esperado, são maiores no estágio inicial, e apresentam tendência de queda no estágio maturidade. Não atingem, porém, o custo unitário de produção, o que garante a rentabilidade acima do lucro normal para as empresas, notadamente as competitivas;
3. Aumento considerável no número de medicamentos oferecidos pelas empresas competitivas: o alto grau de inovação e consequente patenteamento de produtos realizados no estágio inicial permitem às empresas competitivas a inserção de maior quantidade de medicamentos genéricos no estágio de maturidade da indústria, comportamento típico na indústria farmacêutica;
4. Esse aumento de portfólio reduz o lucro médio por produtos, mas permite que tal lucratividade seja superior à alcançada pelas firmas inovadoras, pela estrutura de custos intrínseca a essas empresas;
5. Redução do número médio de patentes depositadas, resultado este que é diretamente relacionado, em um primeiro momento, à queda de lucratividade das

firmas inovadoras e imitadoras, e no segundo momento, à exaustão da fronteira tecnológica;

As indicações dos resultados do modelo deixam clara a pressão exercida pela existência dos medicamentos genéricos sobre a lucratividade das empresas inovadoras. Notícias veiculadas na mídia permitem avaliar o resultado modelístico à luz da realidade empírica. Em 2012, o lucro da Sanofi-Aventis recuou 62%; no primeiro semestre de 2013, os lucros da Merck e Bristol-Myers caíram 49% e 17%, respectivamente (VALOR, 2013-c).

Essa redução de lucro impacta diretamente o potencial de geração de inovações, como observado no modelo na redução do número médio de patentes depositadas. Para dirimir essa questão, as empresas multinacionais (as principais empresas inovadoras) vêm buscando novas estratégias para desenvolvimento de novos produtos, como projetos de co-financiamento e de partilhas de risco: a Merck tem procurado investidores externos para financiamento de seus ensaios clínicos; a Eli Lilly tem explorado iniciativas de partilha de custos; a AstraZeneca e a MSD co-desenvolveram uma terapia para a diabetes, enquanto a GlaxoSmithKline e a Pfizer criaram conjuntamente uma *joint venture* focada em tratamentos contra o HIV (RCIPHARMA, 2013). Outra estratégia é a modificação de conduta competitiva com foco mais próximo à concorrência via genéricos, como os processos de F&A da Sanofi-Aventis e Medley e da Pfizer e Teuto Farmacêutica apresentados no capítulo 4 (CADE, 2009-a, 2010-a).

Nas próximas subseções serão discutidas modificações nos parâmetros e a forma como estes impactam os resultados das empresas. O objetivo principal desse recurso será apresentar os impactos das mudanças nas preferências dos consumidores nos resultados de mercado.

5.8.2.2. A Influência da Preferência dos Consumidores nos Resultados de Mercado

Observando atentamente as discussões e resultados pontuados no tópico anterior, pode-se notar que a argumentação da relevância das estratégias dos genéricos irá recair sobre o fundamento estabelecido nessa Tese, justamente a influência das preferências dos consumidores sobre os resultados de mercado.

Note que na Parametrização Inicial proposta para os tipos de empresas, as características da oferta e os tipos e preferências dos consumidores, procurou-se delimitar um padrão próximo ao comportamento empírico observado nos diferentes atores atuantes da indústria farmacêutica, nos moldes de um modelo *history-friendly* apropriado para o caso específico brasileiro.

Nesse sentido, e especificamente no que tange às particularidades da demanda, a parametrização imposta define dois dos três grandes grupos demandantes – G1, o governo, e G2, demandantes de baixa renda – estabelecendo padrões de compra primeiramente sobre a comparação de preços dos produtos, e relevância secundária às características tecnológicas. Esse aspecto pode ser crucial para entender o resultado das empresas produtoras de genéricos nos modelos apresentados (resultado este que é estritamente condizente com a modificação estrutural do mercado farmacêutico brasileiro apresentado na tabela 6 dessa tese).

As empresas competitivas, produtoras de medicamentos genéricos, galgaram um posicionamento privilegiado no mercado justamente pelo padrão de preferência dos consumidores. A relevância do fator preço na compra de parcela considerável dos agentes demandantes permite que esses produtos possam obter resultados superiores aos produtos inovadores na competição de mercado.

Nos próximos tópicos dessa subseção serão analisadas mudanças nos parâmetros dos consumidores, e como essas impactam os resultados das empresas no modelo. Será visto que as diferentes especificações da demanda provocam mudanças consideráveis na estrutura e desempenho das empresas no ambiente industrial.

O Poder de Compra do Estado: Mudança das Características de Escolha do demandante Governo

Inicialmente, supõe-se na próxima análise a modificação do padrão de escolha do governo nos moldes do Decreto 7.713 (Brasil, 2012), que estabelece margens de preferência para a compra governamental de fármacos e medicamentos até um teto de 25% a mais no preço de compra, resguardadas determinadas especificidades que as empresas têm que cumprir para serem elegíveis ao processo de licitação. A questão a ser classificada aqui, certamente com uma visão mais radical, é a seguinte: E se o processo de escolha do governo fosse

pautado com base na análise de variáveis tecnológicas, sendo o preço um padrão de escolha de balizamento secundário?

Para analisar esse aspecto, é importante a inversão do ordenamento de preferência do Governo, para um padrão de decisão pautado agora na análise preferencial das características tecnológicas. Assim, propõe-se a seguinte modificação, conforme apresentado no Quadro 8.

As mudanças apresentadas na tabela acima pontuam a nova estratégia do governo de estabelecer preferência em relação às características tecnológicas, comparando-se com a Parametrização Inicial proposta. Já a especificação dos parâmetros τ e Δ também é modificada. A ideia é que agora o governo possui baixo erro de percepção sobre o nível de preços e também sobre o nível de características tecnológicas ($\Delta = 0,05$), o que significa que esse agente exprime maior capacidade de exercer preferência em relação a todas as características. Ainda, o nível de tolerância entre produtos no diferencial de preço e tecnologia é baixo ($\tau = 0,05$).

QUADRO 8: Ordem de Preferência e Parâmetros τ e Δ para o Consumidor Governo – Parametrização Inicial e Parametrização Governo⁶²

Grupo	N	v_1^i	v_2^i	v_3^i	v_4^i
		Preço	Tempo de Eficácia	Reação Adversa	Efeito Colateral
Parametrização Inicial	250	1	4	2	3
G1 – Governo		τ 0,05	0,90	0,90	0,90
		Δ 0,05	0,90	0,90	0,90
Parametrização Governo	250	4	3	2	1
G1 – Governo		τ 0,05	0,05	0,05	0,05
		Δ 0,05	0,05	0,05	0,05

Fonte: Elaboração Própria.

Note que essa nova formatação modifica dois aspectos fundamentais do comportamento do consumidor Governo especificados no modelo: sua relação de preferências e também o conhecimento sobre os produtos disponíveis para compra. Agora é suposto que, além de escolher de maneira diferente – tecnológica em relação a preço –, o governo tem maior conhecimento (ou pelo menos o utiliza agora, se considerarmos que ele já possuía esse

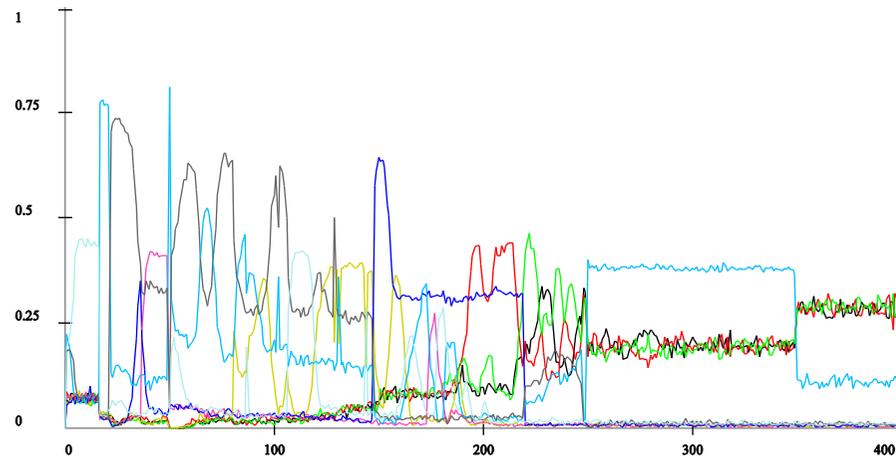
⁶² Para estabelecer um padrão para o entendimento do estudo de impacto de mudanças nos parâmetros, serão apresentadas em cada subtópico as modificações realizadas em relação à Parametrização Inicial. Sendo assim, todos os demais parâmetros que não são discutidos nas referidas subseções continuam com os valores da Parametrização Inicial.

conhecimento) da qualidade dos produtos, podendo estabelecer sua decisão de compra com maior nível de informações.

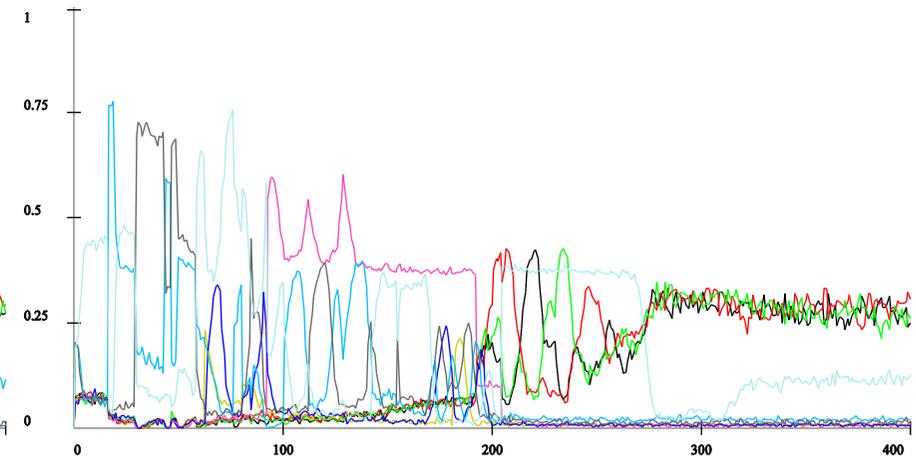
A relevância dessa questão – a qualidade da informação – já foi expressa no capítulo 3, quando se demonstrou como estratégias de *marketing* que procuram aumentar o conhecimento do consumidor (ou pelo menos tornar esse conhecimento viesado à escolha do produto apresentado) são importantes para balizar melhores resultados de mercado para empresas inovadoras (o jargão “não basta fazer melhor, precisa mostrar que é melhor”). Assim, deve ser entendido que essa modificação no acesso à informação somada à modificação na ordenação de preferências tendem a trabalhar em conjunção para modificar os resultados de mercado em *prol* de melhores resultados inovativos.

Essa nova especificação define mudanças na análise do comportamento das classes terapêuticas estudadas. Apresentam-se abaixo as FIG. 17 e 18 para comparação, além de posteriormente ser apresentada a TAB. 8 com a comparação nos resultados dos tipos de firmas em relação à Parametrização Inicial.

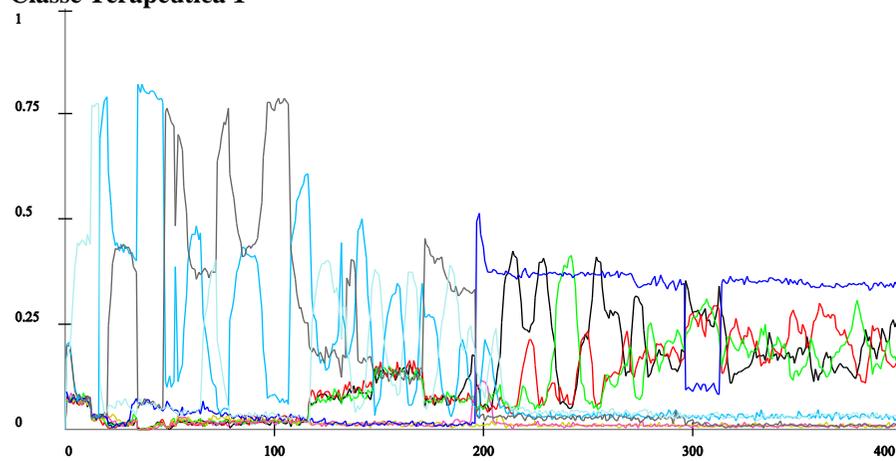
A primeira constatação das figuras, se comparada à Parametrização Inicial, é o aumento da participação de mercado de empresas que inovam com o novo padrão de comportamento do demandante Governo: há um comportamento mais inovativo das empresas que realizam P&D, com um aumento médio de 17% de produtos no mercado, com relevância agora até de firmas imitadoras no processo de lançamento de novos produtos. Esse aspecto fica claro também na análise dos estágios de ciclo de vida da indústria, pois agora há maior instabilidade de concentração, verificada pela análise dos índices HH das quatro classes terapêuticas apresentadas, e maior duração do estágio inicial do ciclo de vida da indústria; esses comportamentos podem ser associados a uma indústria com viés inovativo mais frequente, onde o incremento da inovação – *vis a vis* Parametrização Inicial – tornam a indústria mais instável em termos de participação de mercado.



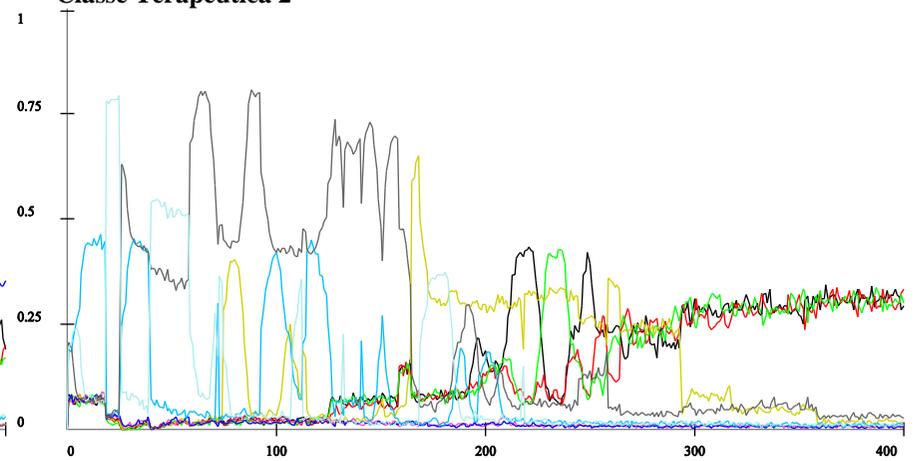
Classe Terapêutica 1



Classe Terapêutica 2



Classe Terapêutica 3

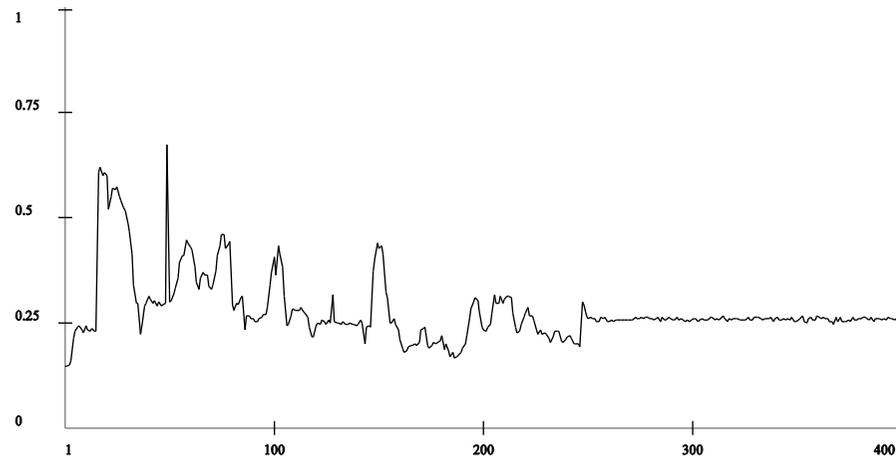
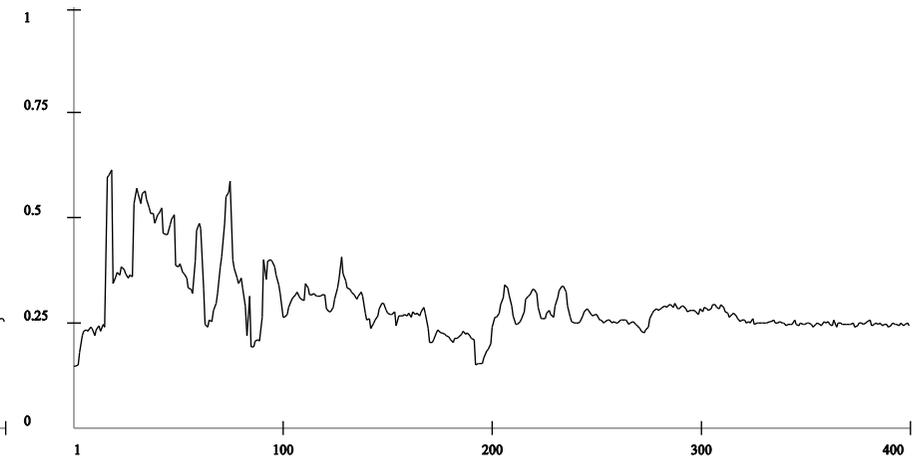
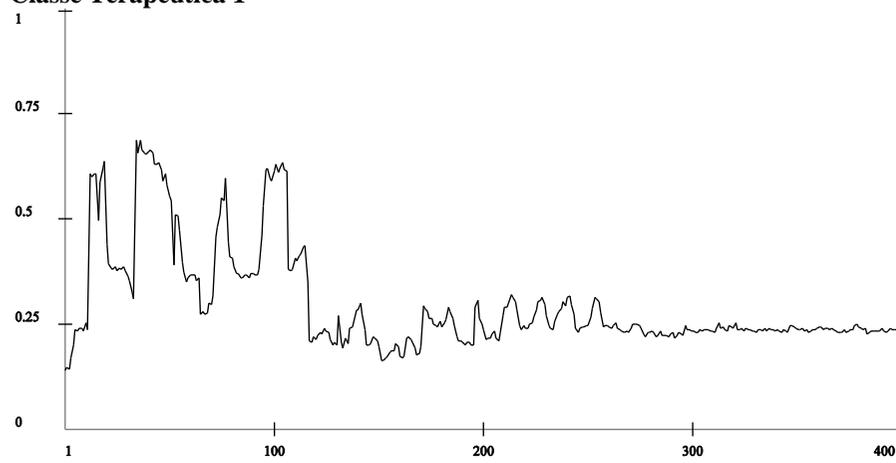
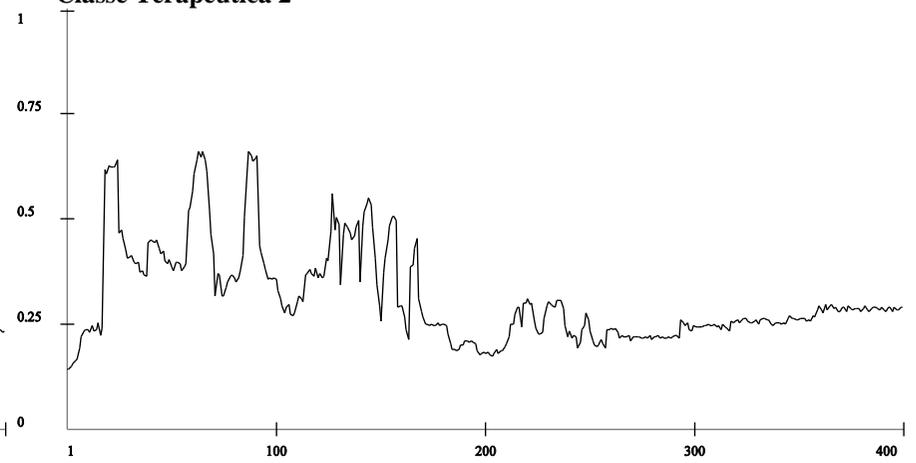


Classe Terapêutica 4

Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9

FIGURA 17: Participação de Mercado – Parametrização Governo

Fonte: Elaboração própria.

**Classe Terapêutica 1****Classe Terapêutica 2****Classe Terapêutica 3****Classe Terapêutica 4****FIGURA 18: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Governo**

Fonte: Elaboração própria.

Esse aumento de inovação, contudo, é acompanhado a uma redução da concentração de mercado, justamente porque agora mais firmas conseguem realizar o desenvolvimento de novos produtos. Note que quando o governo estabelecia preferência pelo preço, as empresas produtoras de medicamentos genéricos estabeleciam participação relevante no mercado logo após o término da primeira patente, pouco após o período 100 da simulação (visto que o patenteamento dura 100 períodos, por parametrização), e pouca mudança de participação de mercado ocorria em favor de outras firmas inovadoras ou até imitadoras⁶³. Agora, sendo a inovação mais frequente (pelo aumento de produtos no mercado, como já exposto), há uma postergação da relevância da estratégia de genéricos, pois o aumento de receita de vendas permitiu que as empresas que inovam – inovadoras e imitadoras – pudessem promulgar aumento de inovações para o mercado, o que conteve a relevância da estratégia dos genéricos. Agora, pode-se notar que as empresas produtoras dos genéricos alcançam participação relevante no mercado, em média, apenas após a rodada de simulação 200.

A apresentação da TAB. 8 corrobora esses resultados e fornece maiores evidências e informações para o argumento.

TABELA 8: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Governo (média das classes terapêuticas)

Firmas	Estágio Inicial (0-250)			Estágio Maturidade (251-400)		
	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas
Receita vendas média	+46%	+3%	+52%	-50%	+24000%	+61%
Lucro médio	+11%	+125%	+318%	-8%	+24300%	+153%
Preço médio	-3%	+3%	+12%	+7%	+9%	+38%
Número de produtos médio	-5%	0%	+56%	+22%	0%	+82%
Receita vendas média / produto	+53%	+3%	-38%	-59%	+24000%	-11%
Lucro médio / produto	+16%	+125%	+168%	-24%	+24300%	+39%
Número médio de Patentes		+13%			+25%	

Fonte: Elaboração própria.

⁶³ Note que a análise aqui exposta deve ser feita em comparação à Parametrização Inicial, na análise das FIG. 14 e 15. Esse expediente de comparação será utilizado também nos demais exercícios propostos nesse capítulo.

A análise percentual sugerida na tabela deve ser feita em relação à TAB. 7, que apresenta os valores da Parametrização Inicial. Assim, por exemplo, o resultado de +46% para a receita médica de vendas das firmas inovadoras no estágio inicial significa que, para essa variável, o resultado foi 46% maior na Parametrização Governo do que na Parametrização Inicial.

Depreendem-se da análise da tabela algumas importantes constatações:

1. O primeiro ponto a se destacar é a melhora nos resultados financeiros das empresas imitadoras, principalmente no estágio de maturidade da indústria. Essas conseguiram alcançar maiores participações de mercado e melhores indicadores financeiros em detrimento, principalmente, da redução de relevância das empresas inovadoras;
2. Apesar disso, no estágio inicial da indústria, as firmas inovadoras também obtiveram importante melhora de indicadores (46% sobre receita média de vendas e 11% sobre lucro), e o resultado conjunto dessas e das firmas imitadoras foram importante para o acréscimo na quantidade de patentes depositadas: tal incremento foi de 13% e 25% nos estágios inicial e maturidade, respectivamente;
3. O resultado sobre os preços é um aumento considerável em relação à Parametrização Inicial, da ordem média de 22%. Esse resultado acontece pois agora no ordenamento de preferência da demanda, há uma relevância maior para as características tecnológicas, em detrimento ao preço. As empresas que mais se beneficiaram desse novo padrão de compra, porém, foram as empresas competitivas, visto que conseguem mimetizar a tecnologia dos concorrentes após a expiração das patentes. Explica-se: a concorrência via preços é menor na configuração dessa parametrização pela relevância das características tecnológicas no processo de compra. Sendo assim, a tendência de queda dos preços com a introdução dos genéricos minorada. Como as empresas estarão oferecendo produtos com as mesmas características (pela exaustão da fronteira tecnológica), as empresas competitivas obtêm vantagem concorrencial;
4. Além dos resultados benéficos em relação às empresas que inovam, o novo padrão de comportamento do consumidor Governo estabelece melhores resultados também para as empresas competitivas, especializadas em medicamentos genéricos, pelo

menos no que tange à sua lucratividade. O resultado parece, à primeira vista, contra intuitivo, pois o pensamento é que tal modificação poderia diminuir a competitividade dessas firmas, visto a entrada de mais produtos com melhores características tecnológicas no mercado. Mas, o avanço da lucratividade das firmas competitivas está intimamente ligado ao aumento do número de medicamentos que essas firmas puderam introduzir, como se o seu resultado fosse alcançado através de um efeito secundário da promulgação de inovação. Como a preferência do consumidor por produtos tecnologicamente melhores aumenta a lucratividade das firmas inovadoras e imitadoras e essas, em resposta a esse aumento de lucro, tendem a inovar mais (pela própria definição do modelo na equação 9.1), mais patentes são criadas, e mais produtos genéricos podem adentrar no mercado quando da expiração dessas patentes. O aumento do número médio de produtos genéricos e da lucratividade das empresas competitivas reflete exatamente esse círculo virtuoso.

Pôde-se constatar por essa observação o impacto das mudanças realizadas nos parâmetros da demanda do Governo sobre os resultados de mercado dos diferentes tipos de empresas. As observações pontuadas – e outras que se possam fazer – demonstram que a desconsideração do impacto de modificações na demanda em mercados com alto índice tecnológico pode viesar os resultados da dinâmica estrutural, de conduta e desempenho das empresas de maneira considerável.

Notemos agora outra análise através de simulações do modelo sobre o comportamento da demanda, agora sobre a modificação do padrão de preferência dos consumidores do Grupo 3 (população de alta renda).

A Relevância da Inovação Incremental: Mudança das Características de Escolha do demandante Grupo 3

As famílias de alta renda são representadas pelo grupo de demanda 3, que estabeleciam preferência de compra em relação às características tecnológicas (efeito colateral, reação adversa e tempo de eficácia, nessa mesma ordem) na Parametrização Inicial. Suponha, porém, que, dado o sucesso da política de genéricos, o padrão de compra desses demandantes possa sofrer alterações; nesse novo cenário, a credibilidade dos testes de

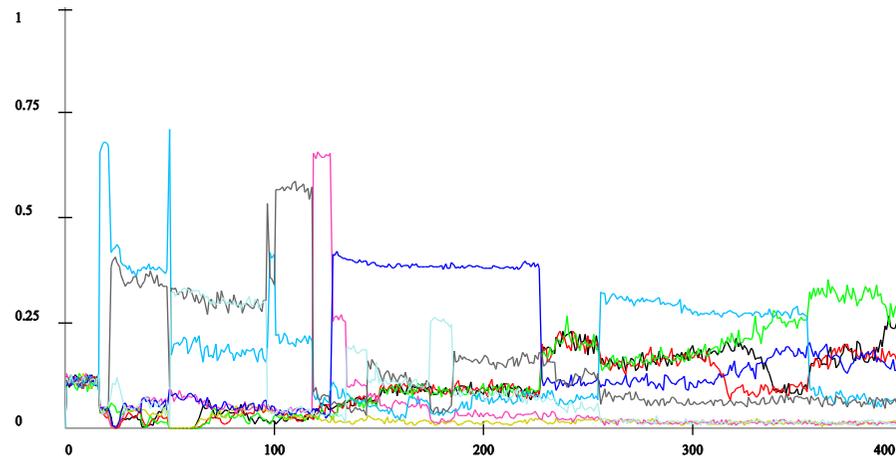
bioequivalência e o aumento da participação de mercado das empresas competitivas ajudam na reavaliação das características exigidas por esses tipos de consumidores, de forma que tais agentes possam se encontrar mais propensos a aceitar produtos com menores preços, dado que entendem e aceitam que as características tecnológicas desses produtos mais baratos são iguais às do produto de marca. Essa nova ordenação dos consumidores do grupo 3 pode ser expressa conforme o Quadro 9.

QUADRO 9: Ordem de Preferência e Parâmetros τ e Δ para o Consumidor Grupo 3 – Parametrização Inicial e Parametrização Grupo 3

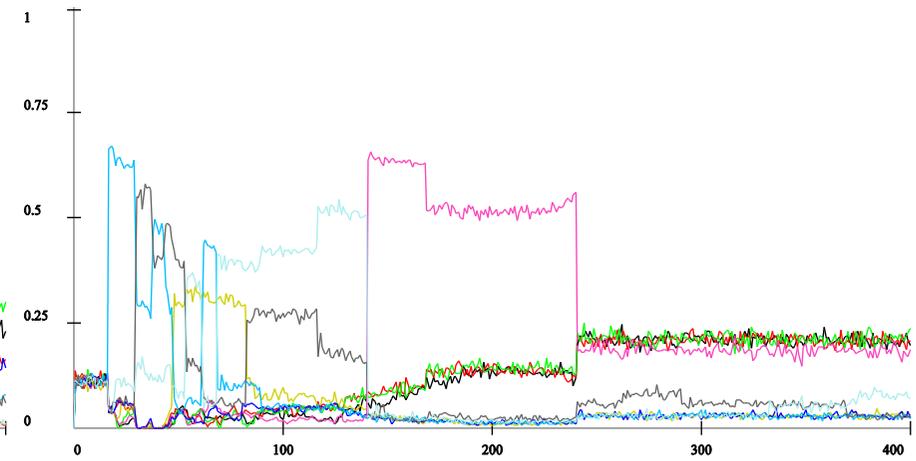
Grupo	N	v_1^i	v_2^i	v_3^i	v_4^i
		Preço	Tempo de Eficácia	Reação Adversa	Efeito Colateral
Parametrização Inicial	375	4	3	2	1
G3 – Famílias <i>decis</i> 4 a 10	τ	0,95	0,95	0,10	0,10
	Δ	0,03	0,03	0,03	0,03
Parametrização Grupo 3	375	1	4	3	2
G3 – Famílias <i>decis</i> 4 a 10	τ	0,10	0,10	0,10	0,10
	Δ	0,03	0,03	0,03	0,03

Fonte: Elaboração Própria.

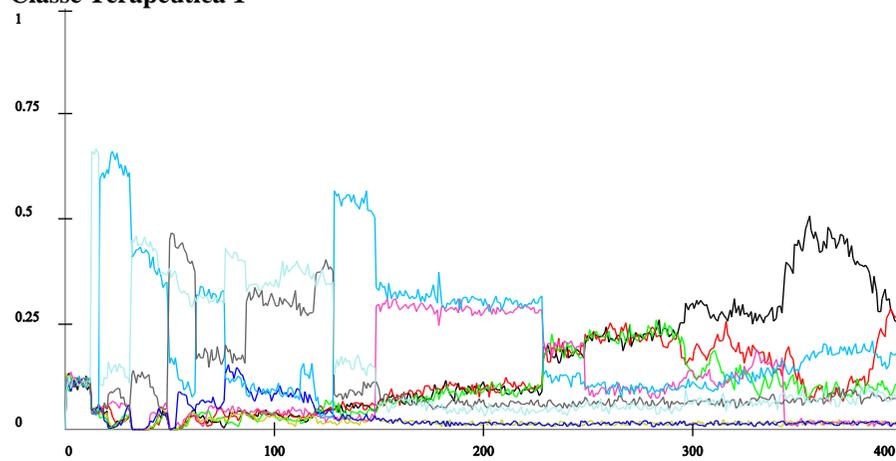
As suposições descritas acima equivalem a definir uma reordenação da ordem de preferência, onde o preço teria uma consideração mais relevante do que na Parametrização Inicial. Indica-se aqui que o preço passa a ser a primeira preferência no processo de ordenação dos agentes dessa classe. Ainda, o nível de tolerância na comparação dos produtos é estabelecido baixo ($\tau = 0,10$) para todas as características (e não apenas as características tecnológicas “Reação Adversa” e “Efeito Colateral”, como antes); ou seja, agora os consumidores do Grupo 3 são intolerantes a preços maiores, mas mostram intolerância também em aceitar produtos com características inferiores. Os erros de percepção continuarão a ser supostos $\Delta = 0,03$, indicando ainda o maior grau de informação dos demandantes desse grupo em comparação aos demandantes do grupo 2 (famílias de baixa renda). Os resultados para participação de mercado e índice HH são apresentados nas FIG. 19 e FIG. 20, abaixo.



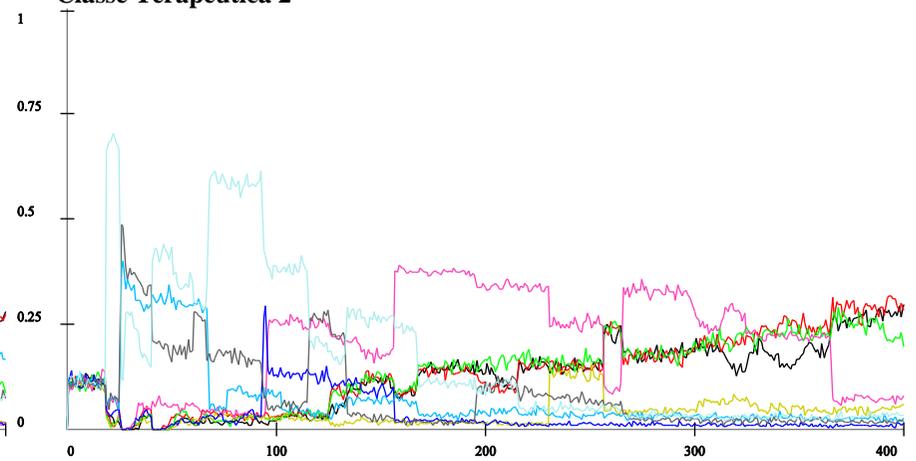
Classe Terapêutica 1



Classe Terapêutica 2



Classe Terapêutica 3



Classe Terapêutica 4

Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9

FIGURA 19: Participação de Mercado – Parametrização Grupo 3

Fonte: Elaboração própria.

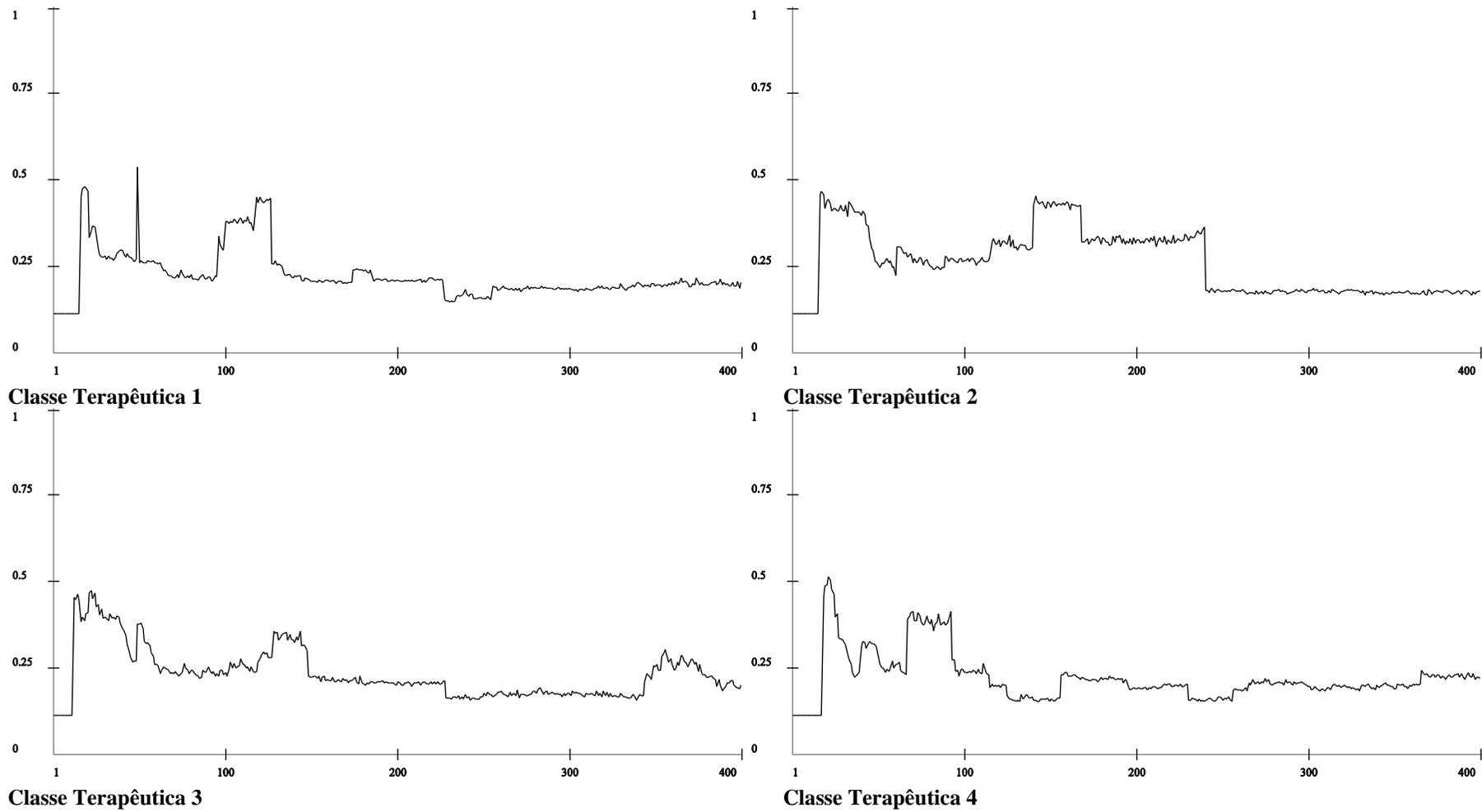


FIGURA 20: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Grupo 3

Fonte: Elaboração própria.

Como antes, vale a comparação desses resultados com os apresentados nas FIG. 14 e 15. Ao realizar essa comparação, pode-se verificar uma modificação importante nos resultados de participação de mercado e concentração industrial. Note que, apesar da mudança de preferência dos consumidores do Grupo 3 ser balizada no aumento da importância da característica preço, criou-se um ambiente mais propício à inovação, notadamente com o aumento da participação das empresas imitadoras na participação de mercado: nas quatro classes terapêuticas, o aumento médio de participação das empresas imitadoras foi da ordem de 21%. Esse processo acabou por suscitar também maior instabilidade e menor concentração de mercado, como evidenciado pelo índice HH, com um comportamento mais dinâmico das inovações (aumento de 17% no patenteamento total).

Apesar de ser contra intuitivo à primeira vista, dado que poderia se imaginar uma maior concentração de mercado em prol das empresas competitivas (visto o novo balizamento da preferência do Grupo 3 primeiramente pelo preço dos produtos), a nova configuração deve ser entendida à luz não apenas da mudança na ordem de preferências, mas também através do entendimento dos parâmetros que estabelecem o nível de conhecimento e tolerância dos agentes nesse mercado. Observe que os consumidores do grupo 3 possuem baixo erro de percepção ($\Delta = 0,03$), o que significa um conhecimento elevado das características dos produtos e são bastante intolerantes na diferença da qualidade dos produtos ($\tau = 0,10$), o que significa que estabelecem uma preferência pautada fortemente por melhores produtos.

Isso significa dizer que, apesar dos consumidores do grupo 3 serem homogêneos em relação à ordem de preferência das características na comparação ao Grupo 2 (famílias de baixa renda) – ambos escolhem primeiro via preço –, são heterogêneos em relação à tolerância das características. Enquanto os consumidores do grupo 2 preferem preço e não estão preocupados com as características tecnológicas que expressam a qualidade do produto, os consumidores do grupo 3 preferem preço mas somente até o ponto aonde esse preço não comprometa a qualidade do produto que está sendo comprado.

Nesse sentido, as principais empresas beneficiadas com essa mudança de comportamento da demanda do grupo 3 são as empresas imitadoras; essas oferecem um produto com preço menor se comparado às empresas inovadoras, mas maior se comparado às empresas competitivas mas, em contrapartida, possuem produtos com qualidade satisfatória para os

demandantes do Grupo 3, se comparada à qualidade dos produtos ofertados pelas empresas competitivas nas primeiras rodadas da análise.

Assim, tais empresas conseguem galgar uma maior participação no mercado nas primeiras rodadas (conforme dados já apresentados), o que garante a elas aumento de lucratividade para novas atividades de P&D e manutenção de posicionamento. Essas constatações podem ser mais bem apresentadas na análise da TAB. 9.

TABELA 9: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Grupo 3 (média das classes terapêuticas)

Firmas	Estágio Inicial (0-178)			Estágio Maturidade (179-400)		
	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas
Receita vendas média	-13%	+9%	+76%	+14%	+1023600%	-25%
Lucro médio	-26%	+230%	+710%	+200%	+34300%	+478%
Preço médio	+6%	+12%	+28%	+14%	+2%	+69%
Número de produtos médio	+22%	0%	+59%	+65%	0%	+11%
Receita vendas média / produto	-29%	+9%	+11%	-31%	+1023600%	-33%
Lucro médio / produto	-39%	+230%	+410%	+82%	+34300%	+422%
Número médio de Patentes		+13%			+25%	

Fonte: Elaboração própria.

Novamente, a análise percentual deve ser feita em relação à TAB. 8, que apresenta os valores da Parametrização Inicial. Pode-se constatar:

1. Como já verificado na análise da mudança dos parâmetros da demanda do governo, há uma melhora nos resultados financeiros das empresas imitadoras, principalmente no estágio de maturidade da indústria. Essas conseguiram alcançar maiores participações de mercado (+21%) e melhores indicadores financeiros em detrimento, principalmente, da redução de relevância das empresas inovadoras;
2. Esse melhor resultado das firmas imitadoras contribuiu para o incremento na quantidade média de patentes depositadas em relação à Parametrização Inicial, da ordem de 13% e 25% nos estágio inicial e maturidade, respectivamente;
3. Os preços também apresentam viés de alta em relação à Parametrização Inicial. Tal resultado deve ser entendido como uma inflação de demanda pelos produtos das empresas imitadoras, que diminuiu a concorrência via preços do mercado;

4. Além do resultado favorável às empresas imitadoras, o novo tipo de comportamento do consumidor Grupo 3 estabelece melhores resultados também para as empresas competitivas, especializadas em medicamentos genéricos, pelo menos no que tange à sua lucratividade (+710% e +478% nos estágio inicial e maturidade, respectivamente). Esse resultado é ainda melhor que o resultado alcançado na mudança de parametrização do Governo, basicamente pelos dois efeitos que a nova parametrização impôs: primeiro, pela preferência via preço, e depois pelo mesmo efeito indireto do aumento de inovações, gerando o círculo virtuoso já mencionado anteriormente.

O cenário apresentado na simulação acima expõe uma relevância considerável para empresas que procuram inserir inovações incrementais no mercado, e essa constatação é conexas à relevância da estratégia de introdução desse tipo de produto observada empiricamente na indústria farmacêutica e retratado no capítulo 4 (Gilbert, Henske & Ashish, 2003; Love, 2003; Ganuza *et al*, 2009). O sucesso de políticas de acesso da população a produtos inovadores via barateamento de preços – justamente a política dos medicamentos genéricos – parece ter obtido sucesso até nas populações com renda superior, com uma modificação de sua elasticidade preço da demanda (tornando a demanda mais elástica a preços), mas com relevância na comparação da qualidade.

Nesse cenário, a melhor estratégia a ser perseguida por uma empresa que busca inovações tem se firmado como a estratégia incremental, inserindo novos produtos que, apesar de serem apenas marginalmente melhorados, possuem uma relação risco-retorno mais compatível com a realidade industrial; por não possuir elevados custos de desenvolvimento de moléculas, permite introdução no mercado a preços mais competitivos, podendo estabelecer concorrência aos genéricos com maior propriedade. Em nosso modelo, é justamente a modificação do padrão de comportamento da demanda do Grupo 3 que indica a relevância dessa estratégia.

Estratégia de *Marketing*: Mudança das Características de Escolha do demandante Grupo 2

Nesse novo exercício, poderá ser visto como as estratégias das firmas inovadoras no que tange ao *marketing* de seus produtos poderão prover mudanças nos resultados de mercado.

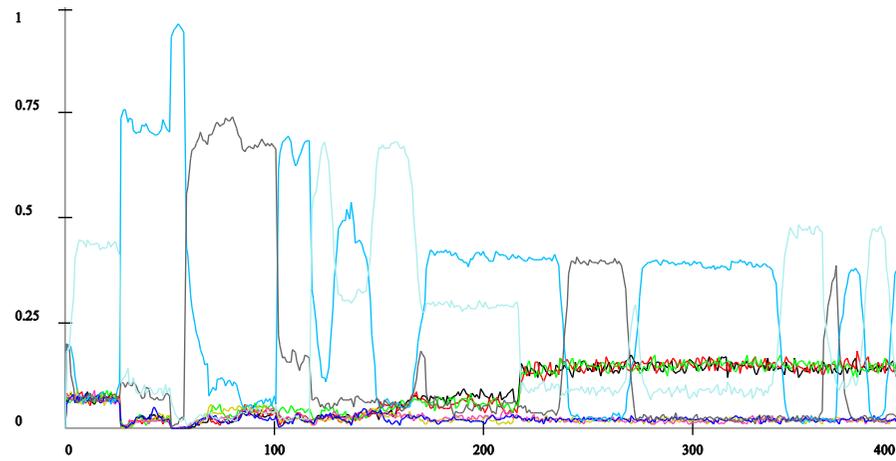
Imagine agora que, diferente do exercício realizado no tópico anterior, seja procurada pelas empresas inovadoras a diferenciação – mesmo que algumas vezes espúria – de seus produtos, buscando inserir na ordenação de preferência dos consumidores do Grupo 2 um padrão de escolha pautado primeiramente na análise das características tecnológicas. A nova ordenação de preferências e parâmetros dos consumidores do Grupo 2 segue no Quadro 10.

QUADRO 10: Ordem de Preferência e Parâmetros τ e Δ para o Consumidor Grupo 2 – Parametrização Inicial e Parametrização Grupo 2

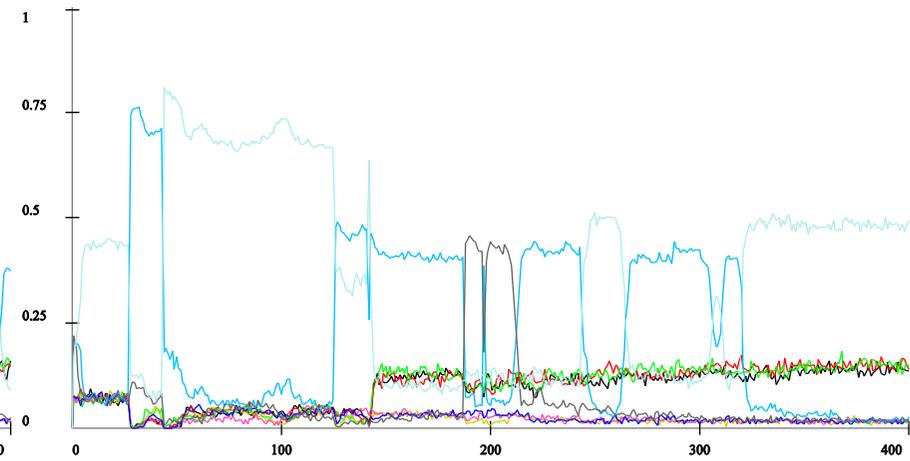
Grupo	N	v_1^i	v_2^i	v_3^i	v_4^i
		Preço	Tempo de Eficácia	Reação Adversa	Efeito Colateral
Parametrização Inicial	375	1	2	3	4
G2 – Famílias <i>decis</i> 1 a 3	τ	0,05	0,95	0,95	0,95
	Δ	0,05	0,05	0,05	0,05
Parametrização Grupo 2	375	4	3	2	1
G2 – Famílias <i>decis</i> 1 a 3	τ	0,10	0,10	0,10	0,10
	Δ	0,05	0,05	0,05	0,05

Fonte: Elaboração Própria.

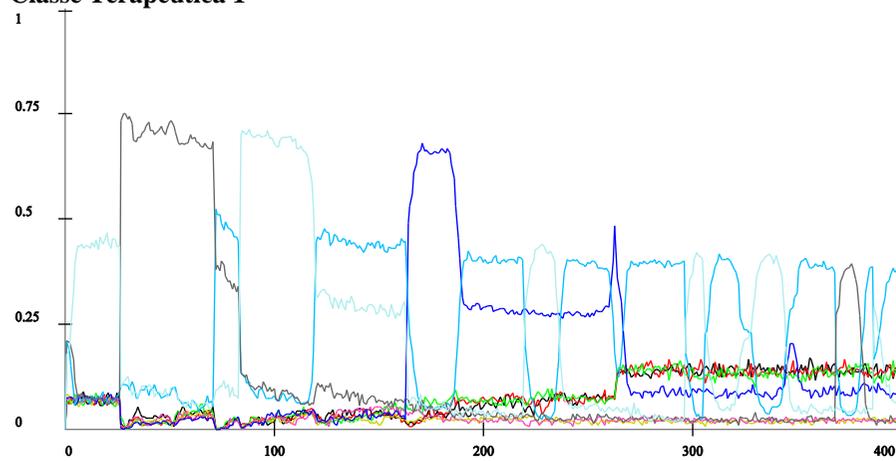
As suposições descritas acima equivalem a definir uma reordenação da ordem de preferência, onde as características tecnológicas teriam uma consideração mais relevante do que na Parametrização Inicial. É modificado também os níveis de tolerância na comparação dos produtos para todas as características ($\tau = 0,10$); agora os consumidores do Grupo 2 são intolerantes a preços maiores como antes, mas mostram intolerância também em aceitar produtos com características inferiores. Os erros de percepção continuarão a ser supostos $\Delta = 0,05$, indicando ainda o menor grau de informação dos demandantes (comparando com os demandantes do grupo 3). Os resultados para participação de mercado e índice HH são apresentados nas FIG. 21 e FIG. 22, abaixo.



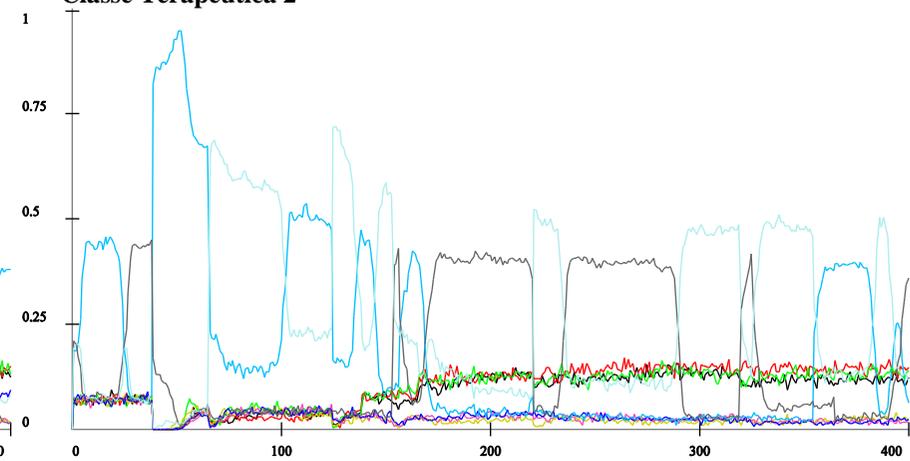
Classe Terapêutica 1



Classe Terapêutica 2



Classe Terapêutica 3



Classe Terapêutica 4

Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9

FIGURA 21: Participação de Mercado – Parametrização Grupo 2

Fonte: Elaboração própria.

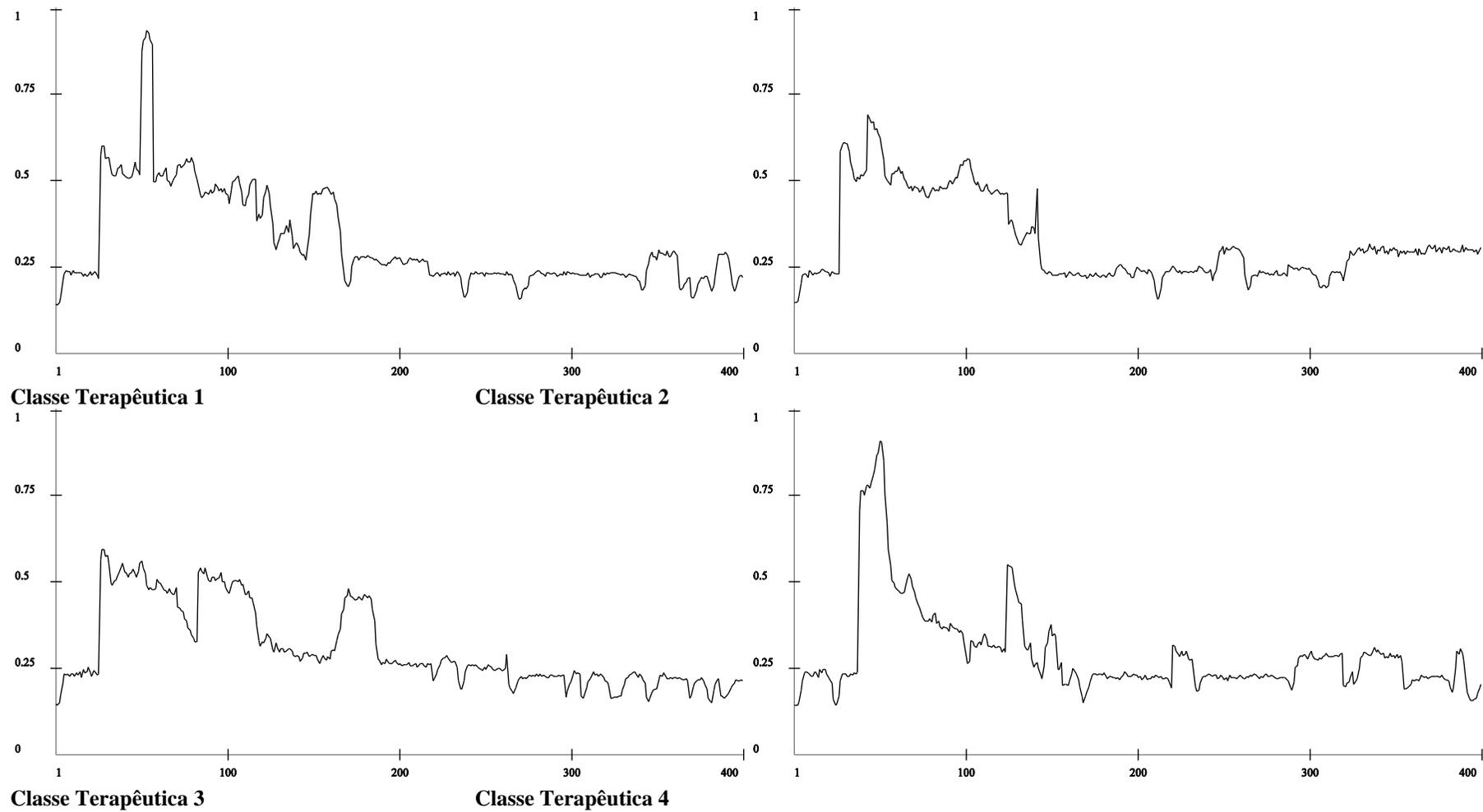


FIGURA 22: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Parametrização Grupo 2

Fonte: Elaboração própria.

Essa nova conformação da demanda expressa um forte viés concentrador em prol das empresas inovadoras, com um aumento de participação de mercado de 36% na média das classes terapêuticas, a se comparar com a Parametrização Inicial. Claramente, com a estratégia de marketing que modificou os padrões de decisão da demanda do grupo 2, essas empresas puderam estabelecer um alto grau de oligopólio, que só diminui quando os genéricos são ofertados, como evidenciado pelo índice HH.

A TAB. 10 apresenta a comparação para a média de toda a indústria. Como nessa simulação não há a estabilidade clara que diferencia os dois estágios da indústria, foi estabelecida a simulação 200 como o limite superior do estágio inicial (e, portanto, a simulação 201 como o limite inferior do estágio maturidade).

TABELA 10: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Grupo 2 (média das classes terapêuticas)

Firmas	Estágio Inicial (0-200)			Estágio Maturidade (201-400)		
	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas
Receita vendas média	+17%	-32%	-21%	+28%	+190400%	+5%
Lucro médio	+11%	+250%	-60%	+95%	+357400%	+35%
Preço médio	+14%	+9%	+20%	+23%	+12%	+57%
Número de produtos médio	-17%	0%	-22%	-23%	0%	-28%
Receita vendas média / produto	+42%	-32%	+1%	+67%	+190400%	+44%
Lucro médio / produto	+35%	+250%	-49%	+110%	+357400%	+86%
Número médio de Patentes		-13%			+25%	

Fonte: Elaboração própria.

Como usual, a análise percentual foi feita em relação à TAB. 8, que apresenta os valores da Parametrização Inicial. Pode-se constatar:

1. A estratégia de diferenciação via *marketing* aumenta a lucratividade para todos os tipos de empresa, basicamente porque eleva o preço médio da indústria;
2. Para o mercado, porém, é uma estratégia que diminui o número de produtos inovadores e, conseqüentemente, o número de produtos ofertados por todas as empresas;

Caso as empresas inovadoras consigam estabelecer uma estratégia de diferenciação, na qual os consumidores do Grupo 2 agora sejam levados a observar inicialmente as

características tecnológicas dos produtos, os resultados de mercado apresentam melhora para as empresas, mas a expensas de menor escopo de produtos no mercado e preços mais elevados, em clara constatação de diminuição do bem estar dos consumidores. Veremos que esse resultado é replicado quando é analisada a tentativa de prolongamento de tempo de patente, na próxima seção.

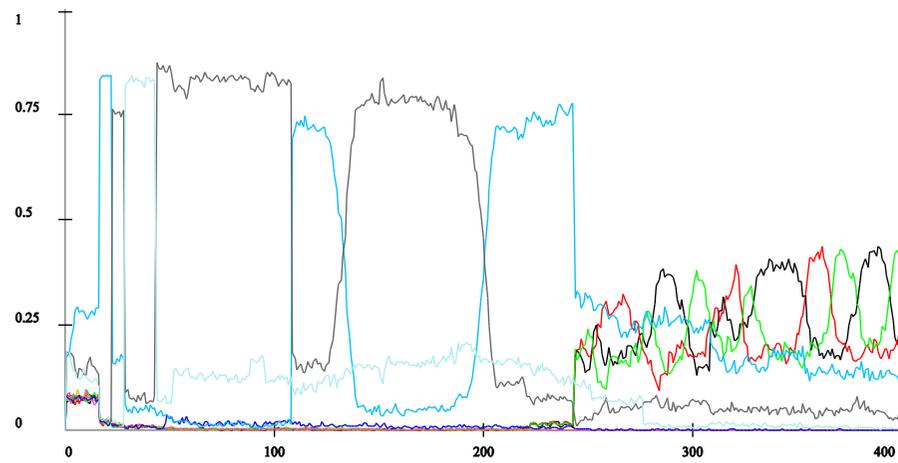
5.8.2.3. O Período de Patenteamento

A proteção patentária apresenta papel importante na estrutura concorrencial da indústria farmacêutica. É a legislação sobre propriedade intelectual que estabelece os limites para a cópia, e garante maior poder de mercado para empresas inovadoras. Procurar meios para aumentar a duração de uma patente é um recurso usual praticado pelas empresas depositárias.

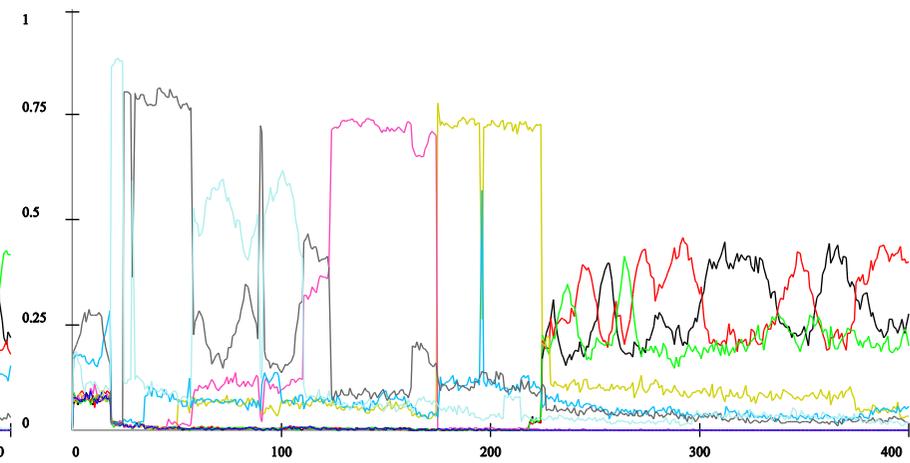
Pode-se atentar para os efeitos desse recurso sobre o modelo modificando o parâmetro de duração de patente. Isso é feito na FIG. 23, onde se apresenta a participação de mercado das empresas para um tempo estendido de patente de 200 simulações (ao invés de 100 simulações, como estava estabelecido na Parametrização Inicial).

Como pode se notar, ao fazer a comparação desses resultados com os resultados apresentados na FIG. 14, há um reposicionamento competitivo das empresas inovadoras frente às mudanças regulatórias estabelecidas. Agora, a participação de mercado dessas empresas aumenta *vis a vis* a participação das empresas de medicamentos genéricos; o aumento médio de participação de mercado das empresas inovadoras é de 29%. Desse resultado depreende-se o entendimento das estratégias das firmas inovadoras no prolongamento do período de patentes de seus produtos, como pode ser visto nos “termos de restauração de patentes” (Fernandez & Huie, 2004) ou nas estratégias de “*evergreening*” (Dwivedi, Hallihosur & Rangan, 2010).

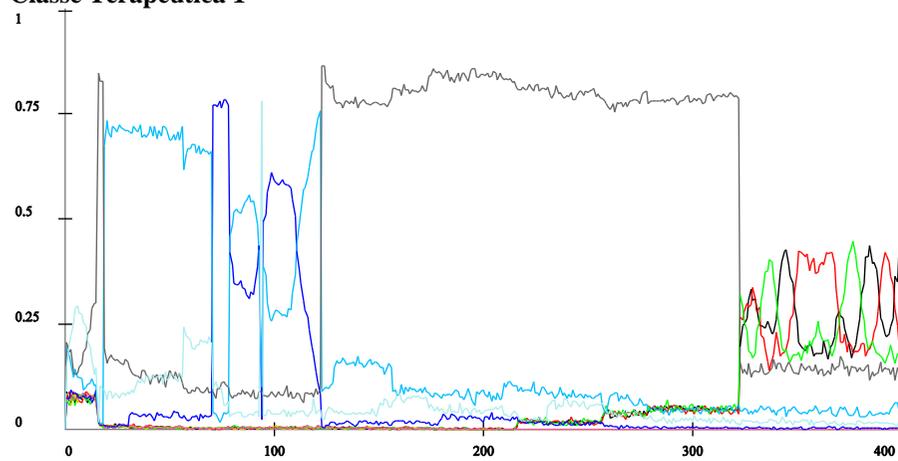
Pelo ganho de monopólio auferido, frequentemente tais estratégias são associadas à redução da competição de mercado. Nossa análise pretende discutir também essa questão, apresentando a FIG. 24, com os novos índices HH para a nova configuração patentária.



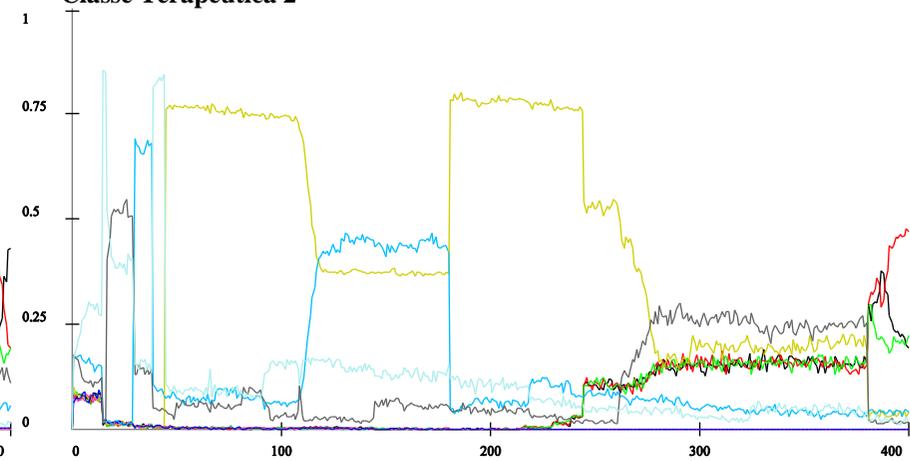
Classe Terapêutica 1



Classe Terapêutica 2



Classe Terapêutica 3



Classe Terapêutica 4

Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9

FIGURA 23: Participação de Mercado – Patenteamento para 200 simulações

Fonte: Elaboração própria.

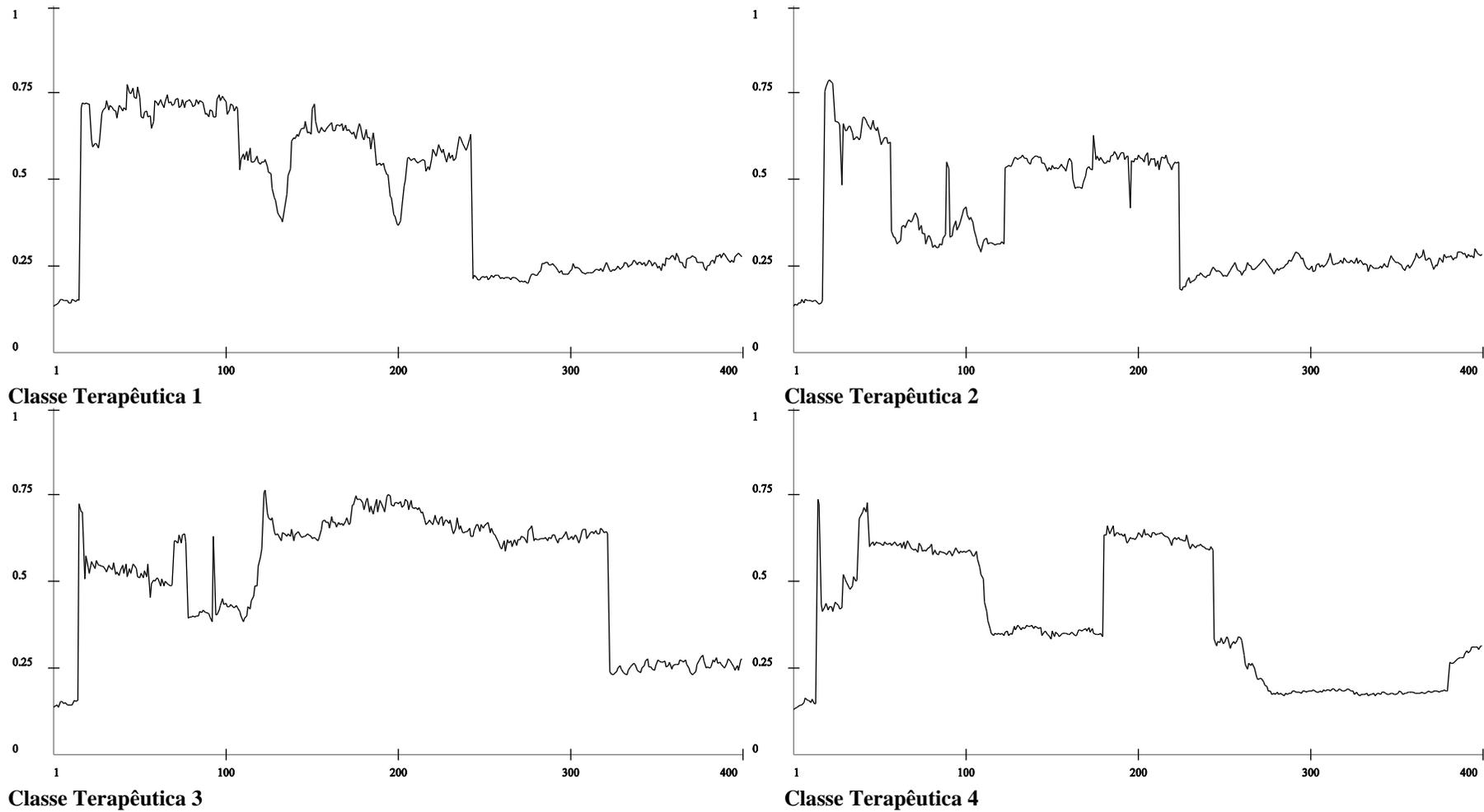


FIGURA 24: Índice Hirschman-Herfindahl (HH) – Patenteamento para 200 simulações

Fonte: Elaboração própria.

Considerando todas as classes terapêuticas apresentadas, é criada maior instabilidade na concentração industrial, com ampliação do estágio inicial do ciclo de vida da indústria em 46%, bem como aumento da concentração por períodos maiores de tempo (aumento de 35% no índice HH), pois a permissão de um maior período de patenteamento inibe em grande parte a possibilidade de oferta de medicamentos genéricos. Desse resultado podem ser entendidas as modificações ocorridas na análise da TAB. 11.

TABELA 11: Indicadores Econômicos, Financeiros e de Tecnologia da Indústria Farmacêutica – Parametrização Patente 200 simulações (média das classes terapêuticas)

Firmas	Estágio Inicial (0-265)			Estágio Maturidade (266-400)		
	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas	Inovadoras	Imitadoras	Competitivas
Receita vendas média	-31%	-100%	+132%	+51%	-112%	-78%
Lucro médio	+4%	+34%	-21%	+177%	-100%	-46%
Preço médio	+4%	0%	+5%	+10%	+8%	+31%
Número de produtos médio	+39%	0%	-47%	+65%	0%	-50%
Receita vendas média / produto	-50%	-100%	+338%	-9%	-112%	-56%
Lucro médio / produto	-25%	+34%	+49%	+67%	-100%	+8%
Número médio de Patentes		+13%			+25%	

Fonte: Elaboração própria.

Podem-se pontuar os seguintes:

1. A estratégia de aumento do período de patenteamento é uma estratégia interessante para as empresas inovadoras, pois aumenta seu portfólio (aumento médio de 46%) e lucratividade (média de 105%) em todos os estágios, com relevância maior para o estágio de maturidade; esse comportamento é provocado pela modificação na quantidade de produtos patenteados nos dois estágios da análise;
2. Para o mercado, porém, o aumento do tempo de patenteamento é uma estratégia concentradora, que diminui a participação de mercado, a quantidade de produtos, a receita e a lucratividade das empresas competitivas, além de um aumento do preço médio dos produtos ofertados (da ordem de 11%);

Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foi estabelecido um modelo evolucionário *History-friendly* para a indústria farmacêutica, com replicações de características específicas ao mercado brasileiro. O ponto de enfoque dessa estratégia de análise foi demonstrar a relevância que diferentes especificações da demanda têm sobre os resultados econômicos e tecnológicos em indústrias com elevado grau de desenvolvimento tecnológico, nos moldes das questões levantadas por Nelson (2013).

Esse ponto mostra a importância da demanda nos modelos evolucionários. Em muitos destes, é delegado um tratamento homogêneo aos demandantes, com uma simples curva de demanda usual: as respostas dos consumidores a diferentes estratégias, a modificação de suas preferências frente a novos bens ofertados, suas estratégias de mercado, conhecimento e informações, são normalmente minoradas com vistas a um foco do “lado da oferta”.

Considerações sobre essa heterogeneidade da demanda e como ela modifica resultados de mercado já foram tratadas no capítulo 3, mas nesse capítulo 5 estabelece-se uma discussão específica a um setor no qual a mudança na escolha dos consumidores pode ajudar a explicar resultados empíricos de mercado. Na indústria farmacêutica, são os padrões de escolha dos consumidores – e as mudanças deste – que ajudam a explicar o sucesso – ou fracasso – de novas estratégias competitivas, de políticas industriais e/ou mudanças na legislação vigente.

Assim, uma descrição pormenorizada do modelo, com suas equações, algoritmos de busca e parâmetros é apresentada, sendo seguida da validação de resultado para a indústria geral (a soma de todas as classes terapêuticas), mostrando que o mesmo é condizente com a estrutura industrial verificada empiricamente. A partir de então, adentra-se na apresentação do modelo por classes terapêuticas distintas, e é justamente nesse ponto que as observações da relevância da demanda são expostas em maior grau.

A Parametrização Inicial pode corresponder a uma aproximação da indústria farmacêutica nacional, mostrando como as especificações de preferência, tolerância e reconhecimento das características dos principais demandantes de mercado impactam e definem os resultados favoráveis às empresas competitivas, produtoras de medicamentos genéricos, e como o lucro das empresas inovadoras é erodido nessa situação; resultado esse que está em

profunda consonância com as movimentações realizadas pelas empresas no cenário nacional (e até mesmo no cenário mundial, a se analisar as estratégias competitivas das firmas multinacionais nos últimos anos).

Firmas inovadoras têm procurado estabelecer capacidade produtiva na fabricação de genéricos, como forma de diminuir a queda de lucratividade após a expiração de patentes; ainda, tem sido necessário estabelecer novas formas de realização de P&D, com partilhas de risco, estabelecimento de *joint-venture*, entre outros. Empresas fabricantes de genéricos, com o aumento da lucratividade de seus negócios, têm vislumbrado novas estratégias para desenvolvimento de novos produtos, galgando assim novas capacitações que não seriam possíveis caso não existisse a cópia dos produtos e a aceitação da demanda na intercambialidade desses com os medicamentos de referência.

Aliás, modificações nos parâmetros da demanda explicam também a necessidade de utilização de novas estratégias competitivas. O estabelecimento do parâmetro preço como principal na definição de compra por uma parcela maior da população com intolerância em relação às características tecnológicas, como sugerida na análise da modificação dos parâmetros de demanda do Grupo 3, indica, além da maior participação de mercado da linha de medicamentos genéricos, a necessidade do estabelecimento de uma estratégia de inovação pautada em inovações incrementais, que permitam menores custos de P&D e uma relação risco-retorno mais aceitável. Como apresentado no capítulo 4, as empresas da indústria farmacêutica tem utilizado esse expediente frequentemente.

Ainda, conforme verificado na modificação do padrão de compra do Governo, uma estratégia de política industrial que busque favorecer as empresas inovadoras – com o estabelecimento de padrões que analisam as características tecnológicas no processo de licitação – pode ser interessante para seu objetivo: resultados do modelo mostram que essa especificação também permite uma lucratividade maior para empresas imitadoras, um aumento do número de produtos disponibilizados no mercado e, ainda, resultados melhores para empresas de genéricos, principalmente em prazos mais longos de tempo, pelo aumento das inovações geradas. A se considerar o tipo de inovação realizado pelas empresas nacionais *vis a vis* empresas multinacionais – e os valores despendidos como parcela da receita de vendas – pode-se concluir pela viabilidade dessa política industrial.

Nesse cenário, às empresas inovadoras cabem as estratégias apontadas nas outras duas análises: estratégias de *marketing*, com vistas a modificar o padrão de preferência da escolha do consumidor – como o apresentado na modificação de preferências do grupo 2, famílias de baixa renda –, ou a possibilidade de aumento do prazo das patentes, como estratégias de “*evergreening*” ou a utilização do “termo de restauração de patentes”. Nesses dois casos, contudo, as estratégias apontam efeito danoso para o bem estar da economia: aumento de preço médio de produtos e diminuição de número de produtos genéricos.

Apresenta-se abaixo na TAB. 12 uma comparação dos resultados para o bem-estar dos diferentes tipos de empresas e o bem-estar dos demandantes nos diferentes cenários testados. Adentrar nessa comparação qualitativa não é uma tarefa fácil. Nesse exercício específico, foi estabelecida para a comparação nos tipos de empresas a média do lucro total alcançado nos estágios inicial e maturidade. Para o bem-estar da demanda foram utilizadas duas regras: a média do preço médio entre os dois estágios e a média do número de produtos disponibilizados pelas empresas⁶⁴.

TABELA 12: Comparação dos Resultados das Simulações para as diferentes Empresas e o Bem-estar dos Demandantes

Tipo de empresas e bem-estar		Param. Inicial	Param. Governo	Param. Grupo 3	Param. Grupo 2	Param. Patente
Empresas Competitivas		+	++	+++	-	--
Empresas Imitadoras		-	+	++	+++	--
Empresas Inovadoras		- ~	- ~	+	++	+++
B-E demanda	Preço	+++	++	-	+	--
	Núm. Produtos	+	+++	++	--	-

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: +++ ótimo / ++ bom / + satisfatório / - ruim / -- muito ruim / - ~ ruim com indiferença

A ideia de comparação é, no caso das empresas, que o maior lucro médio seja considerado como “ótimo”, e os subsequentes, em ordem descendente como “bom”, “satisfatório”, “ruim” e “muito ruim”. O mesmo vale para o bem-estar dos consumidores: o maior número de produtos é considerado como “ótimo”, e o menor preço médio também

⁶⁴ No procedimento de verificação do bem-estar dos consumidores foi suprimida a opção de variedade de consumo porque a cada consumidor é permitido o consumo de apenas um bem durante cada rodada de simulação.

considerado como “ótimo”. A classificação “ruim com indiferença” é utilizada para designar o caso específico do pior resultado para empresas inovadoras que não puderam ser considerados como diferentes.

Para as empresas, fica clara a diferença na comparação: as empresas competitivas obtêm maior lucratividade quando há um incremento na escolha do consumidor por preço – Parametrização Inicial e Grupo 3 –, mas também apresenta relevância a estratégia de incremento tecnológico do governo. Conforme explicado, essa estratégia possibilitou a essas empresas um aumento considerável de lucro no estágio maturidade, com o aumento do número de produtos patenteados.

As empresas imitadoras obtêm vantagem quando a escolha dos consumidores apresenta um viés tecnológico, mas que considere pouca tolerância em relação ao preço dos produtos – Parametrização Grupo 2 e Parametrização Governo – ou, ao contrário, que tenha viés via preço mas que seja pouco tolerante às diferenças tecnológicas – Parametrização Grupo 3. Essa parece ser uma definição próxima aos padrões de demanda verificados atualmente, e por isso a estratégia de inovação incremental é tão utilizada pelas empresas da indústria farmacêutica. Para as firmas inovadoras, notadamente a melhor estratégia é aquela que permite maior tempo para o patenteamento do produto, sendo a segunda melhor estratégia aquela que utiliza de estratégias de *marketing* para provocar mudança nas preferências dos consumidores por características tecnológicas.

Já o bem-estar dos demandantes é melhorado principalmente nas Parametrizações Inicial e Governo, com relevância considerável nessas especificações para a diferenciação de preço e o escopo de produtos no mercado. Para o caso da Parametrização Governo, a relevância para a demanda parece advir da possibilidade dessa estratégia ser boa para as empresas competitivas e imitadoras: essas tais aumentam o número de produtos no mercado e, com isso, o aumento de competição gera influência sobre o nível de preço. Para a Parametrização Inicial, a explicação é realmente sobre o viés via preço que os grupos de demandantes 1 e 2 expressam na especificação proposta.

CONCLUSÕES

A definição do tema dessa Tese teve como origem a utilização do conceito teórico e metodológico da Racionalidade Limitada frente a duas questões que consideramos prementes: as limitações do conhecimento que as informações assimétricas estabelecem e as limitações cognitivas do processo de tomada de decisão dos agentes. Para tal empreitada, a apresentação da Tese seguiu a proposição de, no capítulo 1, definir a diferença entre a Racionalidade Substantiva e a Racionalidade Limitada e pautar a importância que a assimetria informacional tem apresentado no corpo teórico dos estudos em economia que tratam de temas industriais. Assim, pretendeu-se demonstrar que a realização de estudos setoriais que considerem a limitação racional dos agentes pode ser relevante para se proceder no entendimento de falhas de mercado oriundas de informação.

Nesse contexto, a Teoria Evolucionária tem estabelecido um corpo de pesquisas profícuo. O estabelecimento de um corpo teórico de análise que tem considerado a limitação racional advinda da limitação cognitiva e da informação assimétrica no contexto decisório dos agentes e o foco na dinâmica do processo competitivo de mercado tem apresentado importantes resultados na teoria econômica, dentre estes resultados sobre a endogeneidade da inovação nos modelos de crescimento econômico (como o caso dos modelos apresentados no tópico 2.1.1). Em uma definição estritamente setorial, o estabelecimento de modelos evolucionários do tipo *History-Friendly* tem contribuído para o entendimento de dinâmicas históricas. Com foco nas especificidades e na observação empírica de distúrbios e regularidades, um número considerável de pesquisadores tem desdobrado atenção na utilização desses tipos de modelos (como os modelos citados no tópico 2.1.2).

Porém, o desenvolvimento dos modelos evolucionários tem sido definido em maior grau no estabelecimento de limitação racional nos padrões de decisão dos ofertantes. A prescrição de rotinas e regras de decisão tem sido especialmente desenhada para fornecer o respaldo da limitação racional na decisão do âmbito da firma, como se a dinâmica competitiva dos mercados centrada em inovação delega-se a estes agentes o protagonismo das ações. Em tese, essa é uma afirmação verdadeira, pois a introdução de novos produtos e/ou novos processos de produção é realizada no âmbito da firma. Porém, a definição do tipo de produto que deve ser fabricado, as características necessárias para o sucesso desse novo objeto devem ser tomadas na observação do mercado, e não apenas do “lado que

oferta”; é nesse ponto que surge a necessidade de uma observação mais apurada do “lado que demanda”.

A contribuição proposta por este trabalho se dá justamente no destaque dessa necessidade, que a nosso ver se mostra premente principalmente em estudos onde o foco de análise é a inovação de produtos e como esta é percebida pelos consumidores. Há, segundo os resultados apresentados nos capítulos 3 e 5, uma relevância da consideração da heterogeneidade e da limitação racional dos agentes demandantes nos resultados de empresas que não pode ser ignorada pelos modelos evolucionários. Considere a apresentação dessas conclusões pela observação dos dois ensaios discutidos na Tese.

No ensaio teórico do Capítulo 3, foi possível verificar a importância dos aspectos da demanda na dinâmica dos mercados. Pôde-se constatar que a impossibilidade dos consumidores em acessar corretamente as informações de mercado, ocasionada pelos altos custos de deliberação propostos no modelo de heterogeneidade, viesam os resultados de mercado. Dinâmicas de concentração antagônicas – da concorrência a altos graus de oligopolização – foram alcançadas somente modificando o erro de percepção e a tolerância dos agentes no consumo dos produtos, com ênfase de importância ao primeiro parâmetro. Dessa afirmação conclui-se que os resultados das empresas apresentam dependência e distinção frente a diferentes considerações dos parâmetros nos quais os demandantes estabelecem o seu padrão de escolha.

Resultados secundários ainda puderam ser extraídos da análise, como a importância que tem para a firma a sinalização dos atributos diferenciados de seus produtos aos consumidores, no intuito de acelerar os ganhos provenientes da inovação alcançada, exatamente a importância de estratégias de *marketing*, e a importância, ao nível das empresas, de se procurar definir consumidores com viés de escolha aos atributos tecnológicos e de qualidade, para a aferição de maiores parcelas de mercado.

O modelo destaca que relevar a importância dos consumidores em um modelo evolucionário que tente explicar os efeitos da inovação sobre o comportamento de mercado pode viesar os resultados, podendo ainda, muitas vezes, torná-los inconclusivos. Essa constatação já sinaliza a relevância da consideração do “lado da demanda” na análise de mercado.

No Capítulo 5 essa constatação é destacada de maneira plena em mercado específico, visto que o modelo apresentado, baseado no estudo de caso da indústria farmacêutica com fortes especificações do contexto brasileiro, teve o objetivo de demonstrar a relevância que diferentes especificações da demanda têm sobre os resultados econômicos e tecnológicos em indústrias com elevado grau de desenvolvimento tecnológico. Segundo os resultados do modelo, os atributos de escolha dos consumidores – e as mudanças destes – ajudam a explicar os resultados sobre o desempenho das empresas e bem-estar dos demandantes sob diferentes estratégias competitivas, políticas industriais e/ou mudanças na legislação vigente.

A Parametrização Inicial sugerida no modelo corresponde a uma aproximação da indústria farmacêutica, mostrando como as especificações de preferência, tolerância e reconhecimento das características dos demandantes impactam e definem os resultados favoráveis às empresas competitivas, produtoras de medicamentos genéricos, e como o lucro das empresas inovadoras é erodido nessa situação; resultado esse que está em profunda consonância com as movimentações realizadas pelas empresas no cenário nacional.

Firmas inovadoras procuram estabelecer capacidade produtiva na fabricação de genéricos, como forma de diminuir a queda de lucratividade após a expiração de patentes; ainda, tais firmas têm estabelecido novas formas de realização de P&D, com partilhas de risco, estabelecimento de *joint-venture*, entre outros. Empresas fabricantes de genéricos, com o aumento da lucratividade, têm vislumbrado novas estratégias para desenvolvimento de novos produtos, galgando assim novas capacitações que não seriam possíveis caso não existisse a cópia dos produtos e a aceitação da demanda na intercambialidade desses com os medicamentos de referência.

As modificações nos parâmetros da demanda também foram capazes de explicar a necessidade de utilização de novas estratégias competitivas. Uma nova parametrização com importância maior para a variável preço indicou, além da maior participação de mercado da linha de medicamentos genéricos, a necessidade do estabelecimento de uma estratégia de inovação pautada em inovações incrementais, que permitam menores custos de desenvolvimento e P&D e uma relação risco-retorno mais aceitável. Como apresentado

no Capítulo 4, as empresas da indústria farmacêutica tem utilizado esse expediente frequentemente.

Ainda, conforme verificado na modificação do padrão de compra do Governo, uma estratégia de política industrial que busque favorecer as empresas inovadoras – com o estabelecimento de padrões que analisam as características tecnológicas no processo de licitação – pode ser interessante para seu objetivo: resultados do modelo mostram que essa especificação também permite uma lucratividade maior para empresas imitadoras, um aumento do número de produtos disponibilizados no mercado e, ainda, resultados melhores para empresas de genéricos, principalmente em prazos mais longos de tempo, pelo aumento das inovações geradas. A se considerar o tipo de inovação realizado pelas empresas nacionais *vis a vis* empresas multinacionais – e os valores despendidos como parcela da receita de vendas – pode-se concluir pela viabilidade dessa política industrial.

Nesse cenário, às empresas inovadoras cabem as estratégias apontadas nas outras duas análises (Parametrização Grupo 2 e Parametrização Patente): estratégias de *marketing*, com vistas a modificar o padrão de preferência da escolha do consumidor – como o apresentado na modificação de preferências do Grupo 2 –, ou a postergação do prazo das patentes, como estratégias de “*evergreening*” ou a utilização do “termo de restauração de patentes”. Nesses dois casos, contudo, as estratégias apontam efeito danoso para o bem estar da economia: aumento de preço médio de produtos e diminuição de número de produtos genéricos.

Em suma, os resultados apontados acima, tanto na análise do Capítulo 3 quanto na análise do Capítulo 5, destacam a importância da consideração da demanda nos modelos evolucionários e são conclusivos nesse objetivo. Mudanças consideráveis nos resultados de mercado, financeiros e tecnológicos de firmas industriais foram alcançadas com modificações na parametrização dos consumidores, exatamente o modo como estes balizam suas escolhas. Nesse sentido, entendemos que o objetivo pretendido no estudo dessa Tese foi alcançado.

Para esse fim, porém, foram utilizadas algumas limitações modelísticas, principalmente no modelo do Capítulo 5, que devem ser destacadas, até mesmo para suscitar discussões e novos desenvolvimentos no estudo dessa problemática:

1. Para destacar a relação entre a demanda e inovação, foram suprimidas definições mais realísticas sobre produção, vendas e estoques. Segundo o modelo, toda a produção se exaure em uma rodada de simulação, ou sendo vendida ou sendo retirada de oferta no período seguinte. Essa estratégia define nenhuma relevância para os erros de previsão de vendas das empresas ao longo do período e o consequente impacto que os estoques gerados poderia ter sobre o nível de preço da empresa;
2. Investimentos em produção e *marketing* também foram suprimidos da análise: não há restrição de possibilidade de produção para qualquer tipo de produto, mesmo que ele seja inovador, e também não há investimentos por parte das empresas em *marketing* para auferir modificações nas estratégias de compra dos consumidores. Esse último aspecto foi destacado com a modificação dos parâmetros da demanda em exercícios estilizados, mas trazer esse aspecto à endogenia do modelo é importante sendo, portanto, um desenvolvimento a ser incluído;
3. As restrições financeiras das empresas também não foram incorporadas ao modelo. Para as firmas, sempre é possível aumentar a capacidade de produção quando requerida. Futuras modificações devem levar em consideração a rigidez dessa possibilidade;
4. Os parâmetros que definem o padrão de escolha dos consumidores Δ e τ também foram definidos exógenos, específicos aos distintos grupos de demandantes. É usual, porém, que o conhecimento adquirido na compra de produtos em mercados específicos e as estratégias de *marketing* das empresas modifiquem, ao longo do tempo, os erros na percepção dos produtos (parâmetro Δ) e o nível de tolerância na comparação do diferencial de características (parâmetro τ). Além disso, uma modelagem que leve em conta a modificação do ordenamento da preferência das características também deve ser procurada;
5. Por fim, entende-se que é importante permitir também a endogeneização das estratégias competitivas das empresas, de forma que se possa demonstrar a reinserção de empresas inovadoras na fabricação de genéricos e de empresas competitivas no desenvolvimento de novos produtos. No modelo, essa questão foi pontuada apenas pela verificação do sucesso ou fracasso das estratégias ao longo do tempo.

Note que as limitações destacadas na questão do *marketing* e do item 3 foram exatamente os exercícios estabelecidos nos Capítulos 3 e 5: a modificação dos padrões de compra dos consumidores foram os promulgadores das modificações dos resultados das firmas. Assim, entendemos que a endogeneização dessas modificações podem ajudar na explicação da conformação industrial em horizontes mais longos de tempo, sendo assim um ponto importante nos futuros desenvolvimento dos modelos, tanto o teórico quanto o empírico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAYASIRI-SILVA, K., HORRIDGE, M. (1996) Economies of scale and imperfect competition in an applied general equilibrium model of the Australian economy. *COPS Working Paper*, n.OP84, march 1996.
- ABERNATHY, W. J., UTTERBACK, J. M. (1978). Patterns of Industrial Innovation. *Technological Review*. 80 (7), 40-47.
- ACS, Z. J., AUDRETCH, D. B. (1987). Innovation, market structure and firm size. *Review Economical and Statistical*. LXIX (4), 567-574.
- AKERLOF, G (1970) The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *Quarterly Journal of Economics*, v84, n.3 (August 1970), pp.488-500.
- ALBUQUERQUE, E. M., CASSIOLATO, J. E. (2002) As Especificidades de inovação do Setor Saúde. *Revista de Economia Política*, vol. 22, nº 4 (88), outubro-dezembro. 2002.
- ALCHIAN, A. A. (1950) Uncertainty, Evolution and Economic Theory. *The Journal of Political Economy*. v.58, n. 3, p. 211-221, junho 1950.
- ALDRIGHI, D. M. (2006) Uma Avaliação das Contribuições de Stiglitz à Teoria dos Mercados Financeiros. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 26, p. 137-157, 2006.
- ALMEIDA, S. (2004). *Dinâmica Industrial e Cumulatividade Tecnológica*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- ANGELL, M. (2004). Excess in the pharmaceutical industry. *Canadian Medical Association*. CMAJ • DEC. 7, 2004; 171 (12).
- ARROW, K. J. (1999). "Foreword" in *Firms, Markets and Hierarchies*. In.: CARROLL, G., TEECE, D.(eds). NY: Oxford U. Press, pp. vii-viii.
- ARTHUR, W. B. (1994). Inductive Reasoning and Bounded Rationality. *The American Economic Review*, vol.84, n.2, may, 406-411.
- _____ (2005). *Out-of-Equilibrium Economics and Agent-Based Modeling*. Paper prepared for Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics, JUDD, K., TEFATSION, L., (eds), ELSEVIER/North-Holland, forthcoming 2005.
- AUDRETCH, D. B. (1995). *Innovation and Industry Evolution*. MIT Press, Cambridge, MA.
- AVERSI, R., DOSI, G., FAGIOLO, G., MEACCI, M., OLIVETTI, C., (1999) Demand Dynamics With Socially Evolving Preferences. *Industrial and Corporate Change*, 8(2), 353-408.
- BAIN, J. S. (1959) *Industrial organization*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959.
- _____ (1951) The profit rate as a measure of monopoly Power. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 55, nº2, p.271-293, fev. 1951.
- BARROS, G. (2004). *Racionalidade e Organizações: um estudo sobre comportamento Econômico na obra de Herbert A. Simon*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Economia. Universidade de São Paulo. 152p.

- BASTOS, V. D. (2005) Inovação farmacêutica: padrão setorial e perspectivas para o caso brasileiro. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 22, p. 271-296, set. 2005.
- BERMUDEZ, J. (1994) Medicamentos Genéricos: Uma Alternativa para o Mercado Brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 10(3): 363-378.
- BERNDT, E. R. (2002). Pharmaceuticals in U.S Health Care: Determinants of quantity and price. *Journal of Economic Perspectives* 16(4): 45-66.
- BIANCHI, A. M. (1984) A economia e sua crise de identidade. *Literatura econômica*, 6 (4): 577-593.
- BLAUG, M. (1998) Where are we now in British health economics? *Health Economics*, vol.7, S63-78.
- BOIANOVSKY, M. (1985). Resenha Bibliográfica: Estruturas de Mercado em Oligopólio. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 15(3), 747-754, dez. 1985.
- BRASIL (1993). *LEI Nº 8.666, DE 21 DE JUNHO DE 1993*. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
- _____ (1999). *LEI Nº 9.787, DE 10 DE FEVEREIRO DE 1999*. Altera a Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976, que dispõe sobre a vigilância sanitária estabelece o medicamento genérico, dispõe sobre a utilização de nomes genéricos em produtos farmacêuticos e dá outras providências. 182 p.
- _____ (2000) *Congresso Nacional: Relatório da CPI dos medicamentos*. Brasília, DF 2000. 420 p.
- _____ (2012). *DECRETO Nº 7.713, DE 03 DE ABRIL DE 2012*. Estabelece a aplicação de margem de preferência nas licitações realizadas no âmbito da Administração Pública Federal para aquisição de fármacos e medicamentos descritos no Anexo I, para fins do disposto no art. 3o da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993.
- BURNS, L. R. (2009). *The Biopharmaceutical Sector's Impact on the U.S. Economy: analysis at the National, State, and Local Levels*. Washington, DC: Archstone Consulting, LLC, 2009.
- CADE (2007-a). *Ato de Concentração Hypermarcas e Sulquímica* (AC nº: 08012.001314/2007-87). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).
- _____ (2007-b). *Ato de Concentração Hypermarcas e DM Indústria* (AC nº: 08012.009107/2007-71). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).
- _____ (2008). *Ato de Concentração Hypermarcas e Farmasa* (AC nº: 08012.006805/2008-03). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).
- _____ (2009-a). *Ato de Concentração Sanofi-Aventis e Medley* (AC nº: 08012.003189/2009-10). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

_____ (2009-b). *Ato de Concentração Hypermarchas e Neoquímica* (AC nº: 08012.010437/2009-71). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

_____ (2010-a). *Ato de Concentração Pfizer e Teuto* (AC nº: 08012.011801/2010-53). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

_____ (2010-b). *Ato de Concentração Pfizer e Eurofarma* (AC nº: 08012.004436/2010-21). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

_____ (2011). *Ato de Concentração Hypermarchas e Mantecorp* (AC nº: 08012.000107/2011-91). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

_____ (2012). *Ato de Concentração Biolab Sanus Farmacêutica Ltda., Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Eurofarma Laboratórios S/A e Libbs Farmacêutica Ltda* (AC nº: 08012.006121/2012-58). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

_____ (2013). *Ato de Concentração Aché, EMS, Hypermarchas e União Química* (AC nº: 08012.002467/2012-17). Voto e Relatório sobre Aquisição. Brasília, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

CALIARI, T., MAZZOLENI, R., POVOA, L. M. C. (2013) Innovations in the Brazilian Pharmaceutical Industry in Post-TRIPS. In: MANI, S., NELSON, R. R. (Org.). *Trips Compliance, National Patent Regimes and Innovation*. 1ed. Northampton: Edward Elgar, 2013, v. 1, p. 10-35.

CALIARI, T., RUIZ, R. M. (2013) Brazilian pharmaceutical industry and generic drugs policy: Impacts on structure and innovation and recent developments. *Science & Public Policy* (Print), v. 1, p. 1-12, 2013.

CALIARI, T., RUIZ, R. M., OLIVEIRA, A. M. H. C. (2009). Longe dos Partidos e Perto da Federação: uma Avaliação dos Gastos Municipais na Saúde Pública. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.39,n.3, dez.2009.

CAPRA, F. (1998). *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix.

CASTRO, L. I, FARO, J. H. (2005). *Introdução à teoria da escolha*. Instituto de Matemática Pura e Aplicada. IMPA: Rio de Janeiro. 146p.

CAVES, R. E. (2007). In Praise of the Old I.O. *International Journal of Industrial Organization*. 25 (2007) 1-12.

CAVES, R. E., WHISTON, M. D., HURWITZ, M. A. (1991) *Patent Expiration, Entry, and Competition in the U.S. Pharmaceutical industry*. Brookings Papers: Microeconomics, 1991.

CERQUEIRA, H. E. G. (2002). A Economia Evolucionista: um capítulo sistêmico da teoria econômica? *Revista Análise Econômica*, ano20, n.37.

CHANDLER, A. D. (1999) *Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press, 1999.

_____ (1990). *Scale and Scope: The Dynamics of Modern Capitalism*. The Bellknap Press of Harvard University Press: Cambridge, MA.

_____ (1998). Paths of Learning: The Evolution of High Technology Industries. Manuscript, presented at the *International Colloquium on Business History around the World at the End of the 20th Century*, Fondazione ASSI, Milan, 15-17 october.

CHEUNG, S. (1983). The contractual nature of the firm. *Journal of Law and Economics*, vol. XXVI, pp. 1-21.

COASE, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*, Vol. 4, November, pp. 386-405.

CONSLIK, J. (1996) Why Bounded Rationality? *Journal of Economic Literature*, Volume 34, Issue 2 (jun.1996), pp. 669-700.

CORY, P.; HORRIDGE, M. (1985). *A Harris-Style Miniature Version of ORANI*. Working Paper Number OP-54. Melbourne: Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, 1985. 77 p.

DiMASI J.A., HANSEN, R.W., GRABOWSKI, H.G. (2003). The Price of Innovation: New Estimates of Drug Development Costs. *Journal of Health Economics* 22, no. 2 (2003): 151–185.

DINIZ, B. P. C., SERVO, L. M., PIOLA, S .F., EIRADO, M. (2007) Gastos das famílias com saúde no Brasil: evolução e debate sobre gasto catastrófico. In.: SILVEIRA, F. G., SERVO, L. M., MENEZES, T., PIOLA, S. F. *Gasto e Consumo das Famílias Brasileiras Contemporâneas*. IPEA: Brasília, vol. 2, 552p.

DOSI, G., EGIDI, M.. (1991). Substantive and procedural rationality. *Journal of evolutionary economics*, 1: 145-68.

DWIVEDI, G., HALLIHOSUR, S., RANGAN, L. (2010). Evergreening: a deceptive device in patent rights. *Technology in Society*, v. 32, p. 324-330.

EUROPEAN FEDERATION OF PHARMACEUTICAL INDUSTRIES AND ASSOCIATIONS (2012). *The Pharmaceutical Industry in Figures*. Bruxelas, Bélgica, 2012. Disponível em: http://www.efpia.eu/uploads/Figures_Key_Data_2013.pdf. Acesso em: 25 de outubro de 2013.

FARO, J. H. (2005). *Probabilidade Subjetiva e Ambigüidade*. Instituto de Matemática Pura e Aplicada. IMPA: Rio de Janeiro. 14p.

FERNANDEZ, D. S., HUIE, J. T. (2004). Balancing US patent and FDA approval processes: strategically optimizing market exclusivity. *Drug Discovery Today*, v. 9, n. 12, p. 509-512.

FIERCE PHARMA (2013). *Top Pharma Companies by 2012 Revenues*. Disponível em: <http://www.fiercepharma.com/special-reports/top-pharma-companies-2012-revenues>. Acesso em: 25 de outubro de 2013.

FINK, C. (2000) *How Stronger Patent Protection in India Might Affect the Behavior of Transnational Pharmaceutical Industries*. World Bank Policy Research Working Paper.

- FIÚZA, E. P. S., LISBOA, M. B. (2001) *Bens credenciais e poder de mercado: Um estudo econométrico da indústria farmacêutica Brasileira*. Technical report, Texto para Discussão do IPEA, Rio de Janeiro, 2001.
- FRANCK, R. G., SALKEVER, D. S. (1997) Generic entry and the pricing of pharmaceuticals. *Journal of Economics & Management Strategy*. (6), pp. 75–90, 1997.
- FRENKEL, J. (2002) *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio na cadeia farmacêutica*. (Estudo coordenado pela equipe da Unicamp/IE demandado pelo MDIC e MCT/FINEP). Campinas. Dezembro. 2002. 154 p.
- FRENKEN, K., NUVOLARI, A. (2004) The Early development of the steam engine: an evolutionary interpretation using complexity theory. *Industrial and Corporate Change*. v.13, n.2, 419-450, 2004.
- GAGNON, M.A.; LEXCHIN, J. (2008) The cost of pushing pills: A new estimate of pharmaceutical promotion expenditures in the United States. *PLoS Med* 5(1): e1. doi:10.1371/journal.pmed.0050001.
- GANUZA, J. J., LLOBET, G., DOMÍNGUEZ, B. (2009). R&D in the Pharmaceutical Industry: A World of Small Innovations. *Management Science*, vol. 55(4), pages 539-551, April.
- GARAVAGLIA, C., MALERBA, F., ORSENIGO, L., PEZZONI, M. (2012) Technological regimes and demand structure in the evolution of the pharmaceutical industry. *Journal of Evolutionary Economics*, 22: 677-709.
- GARCIA, L. P., MAGALHÃES, L. C. G., SANT'ANNA, A. C., FREITAS, L. R. S., AUREA, A. P. (2013). *Dimensões do Acesso a Medicamentos no Brasil: Perfil e Desigualdades dos Gastos das Famílias, segundo as Pesquisas de Orçamentos Familiares 2002-2003 e 2008-2009*. Texto para Discussão IPEA 1839. Rio de Janeiro: IPEA, junho de 2013, 53p.
- GAREGNANI, P. (1987). Surplus approach to Value and Distribution, In. EATWELL, J., MILGATE, M. & NEWMAN, P. *The New Palgrave: a Dictionary of Economics*, Londres, The Macmillan Press Limited.
- GIGERENZER, G. (2000), *Adaptive thinking: Rationality in the real world*, Oxford University Press.
- GIGERENZER, G., GOLDSTEIN, D. (1996), “Reasoning the Fast and Frugal Way: Models of Bounded Rationality”, *Psychological Review*, 103(4), pp. 650–69.
- GIGERENZER, G., SELTEN, R., eds. (2000) *Bounded rationality: The adaptive toolbox*, MIT Press.
- GILBERT, J, HENSKE, P., ASHISH (2003). “*Rebuilding Big Pharma’s Business Model*”. In Vivo – The Business & Medicine Report.vol. 21, No. 10. November.
- GRABOWSKI, H. (2003) *Innovation and R&D incentives for orphan drugs and neglected diseases*. Duke: Duke University, 2003.
- GRABOWSKI, H., VERNON, J. (1992) Brand loyalty, entry and price competition in pharmaceutical after the 1984. *The Journal of Law and Economics*, XXXV, 1992.

- GRACE, C. (2004) *The Effect of Changing Intellectual Property on pharmaceutical industry prospects in India and China: Consideration for access to drugs*. DFID Health Systems Resource Centre. London.
- GRILICHES, Z., COCKBURN, I. (1993) *Generics and new goods in pharmaceutical price index*. Technical Report 4272, National Bureau of Economic Research, 1993.
- GROENEWEGEN, J., VROMEN, J. (1996). A case for theoretical pluralism. In.: GROENEWEGEN, J. (org). *Transaction cost economics and beyond*. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- HADDAD, E. A., HEWINGS, G. (2005) Market Imperfections in a Spatial Economy: Some Experimental Results. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2005. v45, 2-3, pp. 476-496.
- HALL, R., HITCH, C. (1939) *Price theory and business behavior*. Oxford Economic Papers 2, 12-45.
- HARRIS, R. 1984. Applied General Equilibrium Analysis of Small Open Economies with Scale Economies and Imperfect Competition. *The American Economic Review*, v. 74, n. 5, p. 1016-1032, dez. 1984.
- HASENCLEVER, L. (2002) *Diagnóstico da indústria farmacêutica brasileira*. Brasília / Rio de Janeiro, Unesco / FUJB / IE-UFRJ, 2002.
- HODGSON, G. M. (2008). An institutional and evolutionary perspective on health economics. *Cambridge Journal of Economics*, 1-22.
- HOGARTH, R. M. (1980) *Judgement and Choice: The Psychology of Decision*. John Wiley.
- HOUSTON, M. J., ROTHSCHILD, M. L. (1980). Policy-related experiments on information provision: a normative model and explication. *Journal of Marketing Research*, vol.XVII, nov. 1980, p. 432-449.
- IMS Health. (2007) *Annual Report 2007*, p. 158. Norwalk: IMS Health.
- _____ (2010) *Annual Report 2010*, p. 174. Norwalk: IMS Health.
- KAUFFMAN, S. A., (1993) *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993.
- KAUFFMAN, S.; LOBO, J.; MACREADY, W. (1998) *Optimal search on a technology landscape*. Santa Fe Institute Working Paper 98-10-091, 1998.
- KIRMAN, A. P., VRIEND, N. J. (2001) Evolving market structure: An ACE model of price dispersion and loyalty. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 25, 459-502, 2001.
- KLEPPER, S. (1996). Exit, entry, growth and innovation over the product life-cycle. *American Economic Review*, 86 (3), 562-583.
- KLEPPER, S., SIMONS, K. L. (1997). Technological Extinctions of Industrial Firms: An Enquiry into their Nature and Causes. *Industrial and Corporate Change*, v.6, n.2, 379-460.
- KREMER, M. (2002) Pharmaceuticals and the Developing World. *Journal of Economic Perspectives* 16(4): 67-90.

- KREPS, D. M. (1990), *Game Theory and Economic Modelling*. New York, Oxford University Press.
- KUPFER, D., HASENCLEVER, L. (org). (2002) *Economia Industrial: Fundamentos teóricos e práticas no Brasil 2002*, Rio de Janeiro, Ed. Campus, 2ª Ed.
- LEVINTHAL, S. (1997) Adaptation on rugged landscapes. *Management Science*, 43, p. 934-950, 1997.
- LEXCHIN, JOEL (2003) *Intellectual Property Rights and the Canadian Pharmaceutical Marketplace: Where Do we Go From Here?* Canadian Centre for Policy Alternatives, 2003, disponível em http://www.policyalternatives.ca/sites/default/files/uploads/publications/National_Office_Pubs/ipr.pdf. Acesso em 20 de julho de 2013.
- LOVE, J. (2003) *Evidence Regarding Research and Development Investment in Innovative and Non-Innovative Medicines*. 2003. Disponível em: <http://www.cptech.org/ip/health/rnd/evidenceregardingrnd.pdf>. Acesso em 20 de julho de 2013.
- LUNDVALL, B (1988) Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G *et al.* (eds) *Technical change and economic theory*. Pinter, London.
- MALERBA, F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of six major Sectors in Europe*. Cambridge, Cambridge University Press, 2004.
- MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S. (1999) “History-friendly” Models of Industry Evolution: the Computer Industry,” *Industrial and Corporate Change*, 8: 3–40.
- MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S. (2007) Demand, innovation, and the dynamics of market structure: The role of experimental users and diverse preferences. *Journal of Evolutionary Economics*, 17, 371-399.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L. (2002). Innovation and Market Structure in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry and Biotechnology: toward a History-friendly Model. *Industrial and Corporate Change*, 12.4: 667–703.
- MARSHALL, A. (1890) *Principles of Economics*. re-printed in 8th edition in 1938; London, Macmillan.
- MASON, E.S. (1939) Price and Production Policies of Large-Scale Enterprise. *The American Economic Review*, v. 29, nº. 1, Supplement, Papers and Proceedings of the Fifty-first Annual Meeting of the American Economic Association, p. 61-74, Mar., 1939.
- MAZZUCATO, M (1998). A Computational Model of Economies of Scale and Market Share Instability. *Structural Change and Economic Dynamics*, 9 (1998), 55-83.
- MCKELVEY, M. (1995). *Evolutionary Innovation: The Business of Biotechnology*. Oxford University Press: New York.
- METCALFE, J. S. (2001) Consumption, preferences, and the evolutionary agenda. *Journal of Evolutionary Economics*, 11(1), pp. 37-58.

NELSON, R. (1994). Economic growth via the coevolution of technology and institutions. In: LEYDESDORFF, L., BESSELAAR, P. (Eds.), *Evolutionary Economics and Chaos Theory*. Pinter, London.

_____ (2013) Demand, supply, and their interaction on markets, as seen from the perspective of evolutionary economic theory. *Journal of Evolutionary Economics*, 23, 17-38.

NELSON, R. R., WINTER, S. G. (1982) *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Editora Unicamp: Campinas, 1982, 631p.

NELSON, R., CONSOLI, D. (2010), “An evolutionary theory of household consumption behavior”, *Journal of Evolutionary Economics*, 20(5), pp. 665–87.

NISHIJIMA, M. (2008) Os preços dos medicamentos de referência após a entrada dos medicamentos genéricos no mercado farmacêutico brasileiro. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 62, n.2, p. 189-206, Abr-Jun. 2008.

NORDHAUS, W. D. (1969) *Invention, Growth, and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change*. MIT Press, Cambridge, MA.

OLIVEIRA, E. A., LABRA, M. E., BERMUDEZ, J. (2006) A produção pública de medicamentos no Brasil: uma visão geral. *Cadernos de Saúde Pública* 22(11): 2379-2389.

OLSHAVSKY, R. W., GRANBOIS, D. H. (1979). Consumer Decision Making – Fact or Fiction? *Journal of Consumer Research*, 6, 93-100.

ORSENIGO, L. (1989). *The Emergence of Biotechnology*. Pinter: London.

_____ (2007) History-friendly models of Industrial Evolution. In.: HANUSCH, H., PYKA, A. (eds) *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham.

PAVITT, K. (1984) Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13: 343–373, 1984.

PENROSE, E.T., (1959), *The Theory of the Growth of the Firm*, New York: Wiley. Traduzido para o Português em PENROSE, E. T. (2006). *A Teoria do Crescimento da Firma*. Campinas: Editora Unicamp.

PHARMACEUTICAL RESEARCH AND MANUFACTURERS OF AMERICA (2009) *Pharmaceutical industry profile 2009*. Washington DC, 2009. Disponível em: www.phrma.org/files/2009%20Profile.pdf. Acesso em 25 de outubro de 2011.

_____ (2013) *Biopharmaceutical Research Industry Profile 2013*. Washington DC. Disponível em: <http://phrma.org/sites/default/files/pdf/PhRMA%20Profile%202013.pdf>. Acesso em: 25 de outubro de 2013.

PIERONI, J. P., PEREIRA, R. O., MACHADO, L. (2011) Metodologia de monitoramento e avaliação do BNDES: uma aplicação para o programa BNDES Profarma. *BNDES Setorial* 33, p.315-348.

PORTER, M. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors*. Free Press, New York.

POSSAS, M. L. (1985). *Estruturas de Mercado em Oligopólio*. São Paulo: Hucitec, 202p.

- POSSAS, M. L., KOBLITZ, A., LICHA, A., OREIRO, J. L., DWECK, E. (2001) Um modelo Evolucionário Setorial. *Revista Brasileira de Economia*, vol.55, no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2001.
- PRADO, E. F. S. (2001). *Economia Mecânica ou Economia Evolucionária*. Mimeo.
- PRÓ-GENÉRICOS (2013) *Informações de Mercado*. Disponível em: <http://www.progenericos.org.br/index.php/mercado>. Acesso em 22 de julho de 2013.
- QUEIROZ, S., GONZÁLES, A. J. V. (2001) Mudanças recentes na estrutura produtiva da indústria farmacêutica. In.: NEGRI, B., GIOVANNI, G. (eds.) *Brasil: radiografia da saúde*. Instituto de Economia/Unicamp, Campinas, 2001.
- RADAELLI, V. (2008). A Nova Conformação Setorial da Indústria Farmacêutica Mundial: redesenho nas pesquisas e ingresso de novos atores. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro (RJ), 7(2), p.445-482, julho/dezembro.
- RCMPHARMA (2013-a). *Merck procura investidores para ajudar a financiar ensaios*. Disponível em: <http://www.rcmpharma.com/actualidade/industria-farmaceutica/14-10-13/merck-procura-investidores-para-ajudar-financiar-ensaios>. Acesso em 26 de setembro de 2013.
- _____ (2013-b). *Shire vai cortar investimentos em R&D no Reino Unido e alterar operações na Suíça*. Disponível em: <http://www.rcmpharma.com/actualidade/industria-farmaceutica/08-11-13/shire-vai-cortar-na-id-no-reino-unido-e-alterar-operacao>. Acesso em 08 de novembro de 2013.
- RIVKIN, J., SIGGELKOW, N. (2002) Organizational sticking points on NK landscapes. *Complexity*, 7(5), p. 31-43, 2002.
- ROMANO, L., SILVA, M., AZEVEDO, P. (2005) *Análise de desempenho econômico-financeiro do setor farmacêutico no Brasil: 1998 a 2003*. São Paulo: Febrapharma; 2005.
- RUIZ, R.M.; CALIARI, T; AMARAL, P.V.; DOMINGUES, E.P.; ARAÚJO, R. (2011) O Complexo Industrial da Saúde. In: De NEGRI, J.A., LEMOS, M.B. (orgs.) *O Núcleo Tecnológico da Indústria Brasileira*, volume 2. Brasília: IPEA.
- SALDANHA JÚNIOR (s/d) *Introdução à Organização Industrial*. Mimeo.
- SANTOS, M. C. B. G., PINHO, M. (2012). Estratégias tecnológicas em transformação: um estudo da indústria farmacêutica brasileira. *Gestão da Produção*, São Carlos, v. 19, n. 2.
- SAVAGE, L.J. (1954). *The Foundations of Statistics*. New York, NY: Wiley
- SAVIOTTI, P. P. (2001) Variety, Growth and Demand. *Journal of Evolutionary Economics*, 11(1), pp. 119-142.
- SBICCA, A., FERNANDES, A. L. (2005). A Racionalidade em Simon e a Firma Evolucionária de Nelson e Winter: uma Visão Sistêmica. *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia*, Natal, RN.
- SCHERER, F.M. (1993) Pricing, Profits, and Technological Progress in the Pharmaceutical Industry. *Journal of Economic Perspectives*, 1993, 7 (3), pp. 97–115.
- SCHUMPETER, J. A. (1985) *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 2ed., 1985, 169p.

SCHWARTZMAN, D. (1976). *Innovation in the Pharmaceutical Industry*. John Hopkins University Press: Baltimore, MD.

SILVA FILHO, E. B. (2006). A teoria da firma e a abordagem dos custos de Transação: elementos para uma crítica Institucionalista. *Pesquisa & Debate*, SP, volume 17, número 2 (30) pp. 259-277.

SILVEIRA, F. G., OSÓRIO, R. G., PIOLA, S. F. (2002) Os gastos das famílias com saúde. *Ciência e Saúde Coletiva*, 79(4), 719-731, 2002.

SILVERBERG, G., DOSI, G., ORSENIGO, L. (1988). Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model. *The Economic Journal*, 98 (December 1988), 1032-1054.

SIMON, H. A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, v.69, n.1, (feb.1955), pp. 99-118.

_____ (1976). From Substantive to Procedural Rationality. In.: LATSIS, S. J. (ed.), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 129-148.

_____ (1978) Rationality as process and as product of thought. *American Economic Review*, 68(2), pp. 1-16.

_____ (1979). Rational Decision Making in Business Organizations. [Nobel Memorial Lecture], *American Economic Review*, 69(4), September, pp. 493-513.

_____ (1996). *Models of my life*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996, originalmente publicado: New York: Basic Books, 1991.

SLOVIC, P. (1990) Choice. In.: OSHERSON, D. N., SMITH, E. E. (eds) *An Invitation to Cognitive Science*. MIT Press: Cambridge, MA.

SOARES, R. P. (2013) Compras Governamentais: características das firmas industriais e participação das que inovam. In: De NEGRI, J. A., SALERNO, M. S. (Org.). *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras*. Brasília: IPEA, 2005, p. 299-324.

SOLOW, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*. Vol. 39, p. 312-20.

STATMAN, M. (1981) The Effect of Patent Expiration on the Market Position of Drugs. In.: HELMES, E. B. (Ed.). *Drugs and Health: Economic Issues and Policy Objectives*. Washington, D.C.: American Enterprise Institute for Public Policy Research, 1981.

STIGLER, G. (1961). The Economics of Information. *The Journal of Political Economy*, Vol. 69, No. 3 (Jun., 1961), pp. 213-225.

TESFATSION, L., JUDD, K. L. (2006). *Handbook of Computational Economics*. North Holland: Amsterdam, 1659p.

THALER, R. H (1992) *The Winner's Curse: Paradoxes and Anomalies of Economics Life*. Free Press: New York.

TVERSKY, A., KAHNEMAN, D. (1986). Rational Choice and the Framing of Decisions. *Journal of Business*, 59, 251-278.

VALENTE, M. (2008) *Pseudo-NK: an Enhanced Model of Complexity*. LEM Working Paper Series. 2008/26, November, 2008.

_____ (2012). Evolutionary Demand: a Model for Boundedly Rational Consumers. *Journal of Evolutionary Economics*. 22, 1029-1080.

_____ (2013). *Laboratory for Simulation Development (LSD)*. Agent-based modelling program, version 6.2.

VALOR ECONÔMICO (2013-a). *EMS investe nos EUA e diversifica negócios*. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/3015096/ems-investe-nos-eua-e-diversifica-negocios>. Acesso em 26 de fevereiro de 2013.

_____ (2013-b). *Estratégia de negócios dos laboratórios é revista*. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/3216862/estrategia-de-negocios-dos-laboratorios-e-revista>. Acesso em 01 de agosto de 2013.

_____ (2013-c). *Concorrência de Genéricos pressiona resultado da Sanofi Aventis*. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/3219290/concorrenca-de-genericos-pressiona-resultado-da-sanofi-aventis>. Acesso em 02 de agosto de 2013.

VIEIRA, F.S. AND ZUCCHI, P. (2006) Diferenças de Preços entre Medicamentos Genéricos e de Referência no Brasil. *Revista Saúde Pública* 2006; 40(3):444-449.

WALRAS, L. (1889) *Éléments d'Économie Politique Pure, ou Théorie de La Richesse Sociale*, re-printed in 4th edition in 1900; Paris; F. Pichon.

WILLIAMSON, O. E. (1975). *Market and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. New York: The Free Press.

_____ (1981). The Modern Corporation: Origins, Evolution, Attributes. *Journal of Economic Literature*, Vol. 19, December, pp. 1537-1568.

_____ (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: The Free Press.

_____ (2002) *The theory of the firm as governance structure: from choice to contract*. Berkeley: University of California, Janeiro (mimeo).

WINDRUM, P., BIRCHENHALL, C. (1998). Is product life cycle theory a special case? Dominant designs and the emergence of market niches through coevolutionary-learning. *Structural Change and Economic Dynamics*, 9, 109-134.

WINDRUM, P., CIARLI, T., BIRCHENHALL, C. (2009), Consumer heterogeneity and the development of environmentally friendly technologies, *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), pp. 533–51.

YOON, M., LEE, K. (2009). Agent-based and “History-Friendly” Models for Explaining Industrial Evolution. *Evol Inst Economiv Review*. 6(1): 45-70.

ZHANG, J. (2003) Growing Silicon Valley on a landscape: an agent-based approach to high-tech industrial clusters. *Journal of Evolutionary Economics*, 13: 529–548, 2003.

ANEXOS

1. Capítulo 3

Equações do modelo

Modelo pNK de complexidade tecnológica:

$$(1.1) f(\vec{x}) = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i(\vec{x})}{N}$$

$$(1.2) \phi_i(\vec{x}) = \frac{Max}{(1 + |x_i - \mu_i(\vec{x})|)}$$

$$(1.3) \mu_i(\vec{x}) = c_i + \sum_{j=1}^N a_{i,j} x_j$$

Erros de percepção:

$$(1.4) \hat{v}_X^i = Norm(v_X^i, \Delta)$$

Tolerância na percepção das características:

$$(1.5) \hat{v}_X \approx \hat{v}_Y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_X - \hat{v}_Y|}{\max(\hat{v}_X, \hat{v}_Y)} < \tau$$

Precificação de produtos:

$$(1.6) ms_{t,i} - ms_{t-1,i} > \alpha$$

$$(1.7) p_{t,i} = p_{t-1,i} * [1 + sc. (sign_i)]$$

$$(1.8) sign_{t,i} = \frac{|ms_{t,i} - ms_{t-1,i}|}{ms_{t,i} - ms_{t-1,i}}$$

se $ms_{t,i} < minMS$

$$(1.9) p_{t,i} = p_{t-1,i} * (1 - sc)$$

se $p_{t,i} < minP$

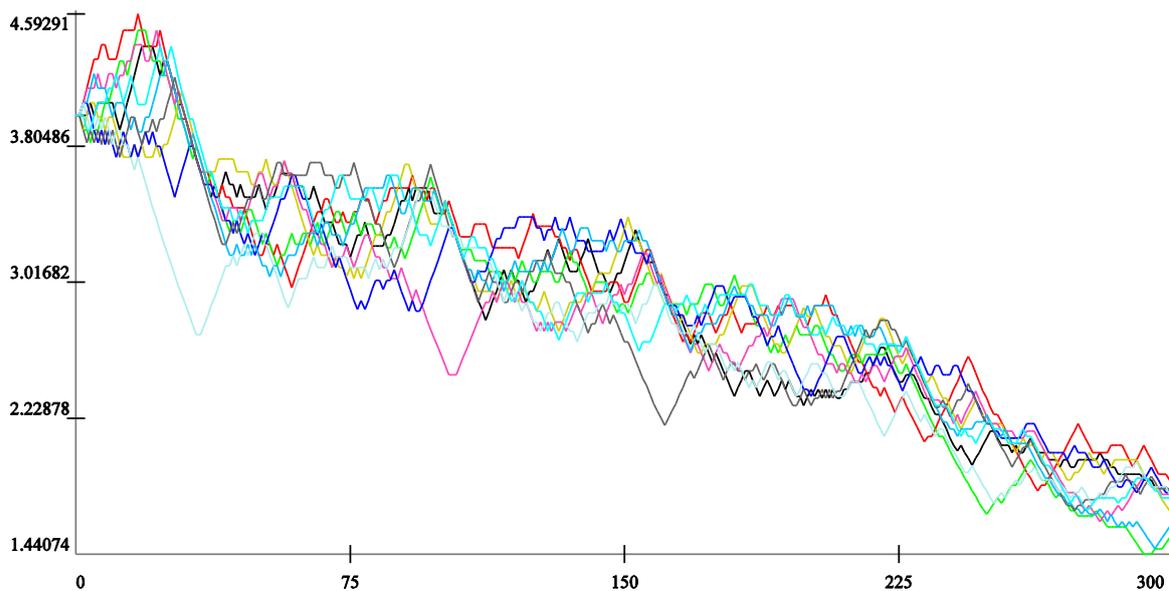
$$(1.10) p_{t,i} = minP$$

Participação de mercado:

$$(1.11) ms_{i,t} = \frac{q_{i,t}}{\sum_{k=1}^{N_k} q_{k,t}}$$

Lucro:

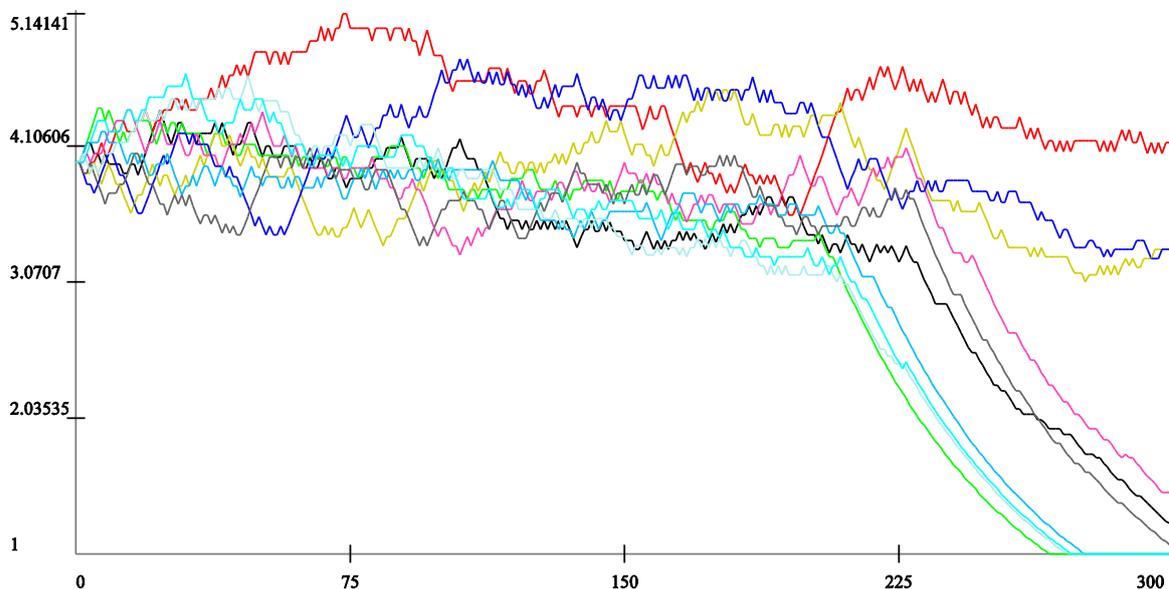
$$(1.12) \pi_t^i = p_t^i \cdot q_t^i - c_i \cdot q_t^i$$



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA A.1: Simulação 4 – Preço praticado pelas firmas (consumidores grupo 1, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)

Fonte: Elaboração Própria.



Legenda: Firma 1 / Firma 2 / Firma 3 / Firma 4 / Firma 5 / Firma 6 / Firma 7 / Firma 8 / Firma 9 / Firma 10

FIGURA A.2: Simulação 5 – Preço praticado pelas firmas (consumidores grupo 2, $\Delta = 0.05$ e $\tau = 0.90$)

Fonte: Elaboração Própria.

2. Capítulo 5

Equações do Modelo

Recursos tecnológicos:

$$(2.1) ResourcesRD_{i,t} = \Pi_{i,t-1}$$

Modelo pNK de complexidade tecnológica:

$$(2.2) f(\vec{x}) = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i(\vec{x})}{N}$$

$$(2.3) \phi_i(\vec{x}) = \frac{Max}{(1 + |x_i - \mu_i(\vec{x})|)}$$

$$(2.4) \mu_i(\vec{x}) = c_i + \sum_{j=1}^N a_{i,j} x_j$$

Erros de percepção:

$$(2.5) \hat{v}_X^i = Norm(y_X^i, \Delta)$$

Tolerância na percepção das características:

$$(2.6) \hat{v}_X \approx \hat{v}_Y \Leftrightarrow \frac{|\hat{v}_X - \hat{v}_Y|}{\max(\hat{v}_X, \hat{v}_Y)} < \tau$$

Precificação de Produtos:

$$(2.7) ms_{i,t}^j - ms_{i,t-1}^j > y$$

$$(2.8) p_{i,t}^j = p_{i,t-1}^j \cdot [1 + sc \cdot (sign_i)]$$

$$(2.9) sign_{t,i} = \frac{|ms_{i,t}^j - ms_{i,t-1}^j|}{ms_{i,t}^j - ms_{i,t-1}^j}$$

se $ms_{i,t}^j < minMS$

$$(2.10) p_{i,t}^j = p_{i,t-1}^j \cdot (1 - sc)$$

se $p_{i,t}^j < minP$

$$(2.11) p_{i,t}^j = minP$$

Participação de mercado – classe terapêutica:

$$(2.12) ms_{i,t}^j = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} q_{i,t}^j}{\sum_{k=1}^{N_k} q_{k,t}^j}$$

Participação de mercado – indústria farmacêutica:

$$(2.13) ms_{i,t} = \sum_{j=1}^{N_j} ms_{i,t}^j$$

Receita de vendas:

$$(2.14) revenue_{i,t}^j = \sum_{k=1}^{N_k} p_{i,t,k}^j \cdot q_{i,t,k}^j$$

Lucro:

$$(2.15) \pi_{i,t}^j = \sum_{k=1}^{N_k} p_{i,t,k}^j \cdot q_{i,t,k}^j - \sum_{k=1}^{N_k} c_i \cdot q_{i,t,k}^j$$