



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

**Uma Investigação de Relacionamentos Baseados na
Competição entre Stakeholders no Comércio Eletrônico
Utilizando Teoria dos Jogos**

Zheng Jianya

Tese apresentada como requisito parcial
para conclusão do curso de Doutorado em Informática

Orientador
Prof. Dr. Li Weigang

Brasília
2016

Universidade de Brasília — UnB
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Programa de Pós-Graduação em Informática

Coordenadora: Prof.^a Dr.^a Célia Ghedini Ralha

Banca examinadora composta por:

Prof. Dr. Li Weigang (Orientador) — CIC/UnB
Prof. Dr. André Costa Drummond — Membro Interno, CIC/UnB
Prof. Dr. Jorge Carlos Lucero — Membro Interno, CIC/UnB
Prof. Dr. Zhao Liang — Membro Externo, FFCLRP/USP
Prof. Dr. Carlos Humberto Llanos Quintero — Membro Externo, ENM/UnB

CIP — Catalogação Internacional na Publicação

Jianya, Zheng.

Uma Investigação de Relacionamentos Baseados na Competição entre Stakeholders no Comércio Eletrônico Utilizando Teoria dos Jogos / Zheng Jianya. Brasília : UnB, 2016.

116 p. : il. ; 29,5 cm.

Tese (Doutorado) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

1. comércio eletrônico, 2. teoria dos jogos, 3. mercado eletrônico, 4. indução retroativa, 5. modelo de aceitação de tecnologia

CDU 004

Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF — Brasil



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

**Uma Investigação de Relacionamentos Baseados na
Competição entre Stakeholders no Comércio Eletrônico
Utilizando Teoria dos Jogos**

Zheng Jianya

Tese apresentada como requisito parcial
para conclusão do Programa de Pós-Graduação em Informática

Prof. Dr. Li Weigang (Orientador)
CIC/UnB

Prof. Dr. André Costa Drummond Prof. Dr. Jorge Carlos Lucero
Membro Interno, CIC/UnB Membro Interno, CIC/UnB

Prof. Dr. Zhao Liang Prof. Dr. Carlos Humberto Llanos Quintero
Membro Externo, FFCLRP/USP Membro Externo, ENM/UnB

Prof.^a Dr.^a Célia Ghedini Ralha
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Informática

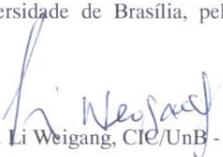
Brasília, 18 de Junho de 2016

Zheng Jianya

**Uma Investigação de Relacionamentos Baseado na Competição entre Stakeholders no
Comércio Eletrônico Utilizando Teoria dos Jogos.**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor** no Curso de Pós-graduação em Informática da Universidade de Brasília, pela Comissão formada pelos professores:

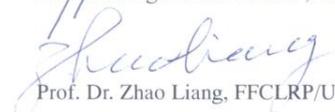
Orientador:


Prof. Dr. Li Weigang, CIC/UnB - Orientador


Prof. Dr. André Costa Drummond, CIC/UnB


Prof. Dr. Carlos Humberto Llanos Quintero, ENM/UnB


Prof. Dr. Jorge Carlos Lucero, CIC/UnB


Prof. Dr. Zhao Liang, FFCLRP/USP

Vista e permitida a impressão.
Brasília, 18 de Julho de 2016.

Prof.^a Dr.^a Célia Ghedini Ralha
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Informática
Departamento de Ciência da Computação
Universidade de Brasília.

Dedicatória

Ao meu pai, Sr. Zheng Peiquan, pelas lições deixadas e pelo exemplo de humanidade.

À minha mãe, Sra. Geng Kaiying, pelo amor e carinho em todos os momentos, e dedicação à família que sempre mostrou em vida.

À minha esposa, Sun Yajing, pelo seu amor e apoio que sempre foi de coração.

Aos meus filhos, Bowen e Brenda, pela felicidade que me trazem.

Ao meu tio Dr. Qu Fanyao e à sua família pelo apoio dado durante esta minha jornada.

Agradecimentos

Muitas pessoas me apoiaram durante o curso e na conclusão desta pesquisa, pessoas a quem devo agradecimento e reconhecimento.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Li Weigang, pela compreensão, pelos seus conhecimentos e pelo incentivo à pesquisa, que contribuíram para a concretização deste trabalho.

Agradeço aos professores da UnB, que sempre me apoiaram. Em especial aos doutores e doutoras: Alba Cristina Magalhaes Alves de Melo; Maria Emília Machado Telles Walter; Mauricio Ayala Rincón; André Costa Drummond; Marcelo Ladeira; Vander Ramos Alves, os quais tive o prazer de assistir suas aulas.

Aos meus amigos Renzo Braga, Daniel da S. Souza e Jeremias Moreira Gomes, pela ajuda na revisão textual dessa tese.

Aos colegas do Laboratório de Modelos Computacionais para Transporte Aéreo - TRANSLAB.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro fornecido a esta tese.

A Deus por ter me concedido forças para seguir com esta pesquisa.

Muito obrigado a todos!

Resumo

Com o rápido desenvolvimento do comércio eletrônico na era da informação, a internet quebrou as restrições geográficas entre vendedores e compradores. O mercado eletrônico, como um intermediário que oferece serviços para facilitar as transações entre eles, também cresceu de forma acelerada na década passada. Um dos maiores desafios é entender a concorrência entre os diferentes *stakeholders* dentro do mercado. Os vendedores, consumidores e fornecedores do mercado eletrônico são os três participantes principais envolvidos na competição. As relações entre eles são totalmente diferentes em comparação ao mercado tradicional, que tem a sua limitação geográfica. É importante e necessário explorar e compreender esta nova forma de concorrência e conduzi-las para otimizar o seu lucro.

Nesta tese, a teoria dos jogos é adotada para pesquisar o mecanismo de concorrência no mercado eletrônico. Três modelos de jogos são propostos para simular a interação entre os jogadores. Os dois primeiros modelos concentram-se na concorrência entre os vendedores: 1) O modelo de *hawk-dove* é empregado para estudar as estratégias otimizadas dos vendedores quando enfrentam as ações dos rivais; 2) O segundo modelo adotado, o modelo de entrada no mercado, surge para estudar a melhor estratégia quando o entrante adentra no mercado; 3) O terceiro modelo, baseado no modelo de Leontief, ampliou o escopo para o mercado eletrônico, modelando a concorrência entre os vendedores e a plataforma, para estudar o mecanismo de cobrança dos serviços tarifados, considerando o lucro dos dois lados.

Além dos três modelos, o modelo de aceitação de tecnologia é introduzido para investigar a aceitação do comércio eletrônico. Baseado na ideia original, o risco percebido, o design de sistema, o benefício percebido e a influência social são agregados para fornecer uma visão abrangente nesta pesquisa.

Por fim, um sistema de informação foi desenvolvido para concretizar essas ideias com base nos dados reais. O sistema consiste em três partes que são: módulo de rastreador, módulo de pré-processamento e módulos de jogos. O resultado desse sistema é capaz de verificar o desempenho dos modelos propostos de acordo com os dados reais. Com os dados da Alibaba e do MercadoLivre (o maior mercado do mundo e o maior mercado do Brasil, respectivamente), os resultados dos cálculos simulados demonstram que estes modelos são aplicáveis e eficientes.

Palavras-chave: comércio eletrônico, teoria dos jogos, mercado eletrônico, indução retroativa, modelo de aceitação de tecnologia

Abstract

With the rapid development and growth of e-commerce in the era of information, internet has broken the geographical restrictions between vendors and purchaser. E-marketplace as a intermediary offers services to facilitate transactions between them and also has been developed in the past decade. One of the biggest challenges in e-commerce is to understand the competition among different roles within the e-marketplace. Sellers, purchasers, and e-marketplace providers are three principal participants involved in the competition. The relationships among them are totally different from traditional marketplace which has its limitation by the geographic. It is important and necessary to explore and understand this new form of contest to conduct them for optimizing their profits.

In this work, game theory is adopted to research the competition mechanism in the e-marketplace. Three game models in a sequence are proposed to simulate the interaction between the players. The first two models focus on the competition between the sellers: 1) Hawk-Dove model is employed to study the sellers' optimal strategies when confront the rivals' actions; 2) The second model adopted the market entrance model to study the best choice when the entrant planned to enter the market. 3) The third model extended the scope to the e-marketplace providers, the Leontief model is utilized to model the competition between e-marketplace provider and vendors and study the charging mechanism of e-marketplace platform by optimizing both of them.

Besides of three models, Technology Accepting Model is introduced to investigate the acceptance of e-commerce. Based on the original idea, perceived risk, system design, perceived benefit and social influence are integrated to make a comprehensive view in this research.

Furthermore, an information system also was developed to realize these models based on the real data. The system consists of three parts which are: crawler module, pre-process module, game modules. In the case study, the result of developed system could verify the performance of proposed models. Moreover, with the data set of Alibaba and MercadoLivre (the biggest marketplace of the world and Brazil, respectively), the simulated calculation results demonstrate that these models are applicable and efficient.

Keywords: e-commerce, game theory, e-marketplace, backward induction, technology acceptance model

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.1.1	Cenário do comércio eletrônico	1
1.1.2	Tipos de comércio eletrônico	2
1.2	Panorama Geral das Pesquisas do Comércio Eletrônico	2
1.3	Motivação	3
1.4	Objetivo	4
1.4.1	Objetivo geral	4
1.4.2	Objetivos específicos	4
1.5	Metodologia da Pesquisa	5
1.6	Estrutura do Trabalho	6
2	Teorias Fundamentais	8
2.1	Teoria dos Jogos	8
2.1.1	Conceitos básicos	8
2.1.2	Classe de jogos	9
2.1.3	Estratégias dominantes	12
2.1.4	Equilíbrio de Nash	13
2.1.5	Estratégias mistas	13
2.1.6	Jogos na forma extensiva	16
2.1.7	Indução retroativa	16
2.2	Jogos Evolucionários	18
2.2.1	Estratégias Evolucionárias Estáveis	20
2.2.2	Análise evolucionária do Dilema dos Prisioneiros	21
2.3	Modelo de Aceitação de Tecnologia	23
2.3.1	Descrição do modelo de aceitação de tecnologia	23
2.3.2	Aplicação do TAM	25
3	Estado da Arte	27
3.1	Teoria dos Jogos no Comércio Eletrônico	27
3.1.1	Trabalhos relacionados ao Comércio Eletrônico	27
3.1.2	Teoria dos Jogos no comércio eletrônico	28
3.1.3	Aplicação da Teoria dos Jogos Evolucionários no comércio eletrônico	29
3.2	Teoria de Aceitação de Tecnologia	29
3.2.1	TAM nos sistemas informacionais	30
3.2.2	TAM no comércio eletrônico	31

4	Framework das Relações no Comércio Eletrônico	32
4.1	<i>Stakeholders</i> Envolvidos	32
4.1.1	Vendedores	32
4.1.2	Mercado eletrônico	33
4.1.3	Consumidores	33
4.2	Apresentação do Problema	33
4.2.1	Competições entre os vendedores	33
4.2.2	Mecanismos de cobrança no comércio eletrônico	34
4.2.3	Fatores de influência dos consumidores na aceitação do comércio eletrônico	34
4.3	<i>Framework</i> Proposto para o Comércio Eletrônico	34
4.4	Breve Introdução dos Modelos Propostos	35
5	Aplicação da Teoria dos Jogos no Mecanismo de Cobrança do Comércio Eletrônico	38
5.1	Contexto	38
5.2	Modelo de Leontief da Teoria dos Jogos	39
5.3	Modelando o Jogo e as Especificações do Comércio Eletrônico	40
5.3.1	Premissas	41
5.3.2	Estabelecimento do Modelo	42
5.3.3	Equilíbrio de Nash	43
5.4	Análise do Modelo	44
5.4.1	Valor de cobrança w e quantidade de vendedores online L	44
5.4.2	Ganho das plataformas e dos vendedores online	44
5.5	Estudo de Caso na Alibaba	45
5.6	Extensão do Modelo	46
5.6.1	Funções de ganho na extensão do modelo	46
5.6.2	Equilíbrio de Nash do modelo estendido	47
5.7	Considerações do Capítulo	48
6	Variação do Modelo <i>Hawk-Dove</i> na Análise de Concorrência no Mercado Eletrônico	49
6.1	Contexto	49
6.2	Modelo do Jogo <i>Hawk-Dove</i>	50
6.3	Trabalhos Relacionados	51
6.4	Premissas do Modelo de Jogo sobre a Concorrência Assimétrica no Mercado Eletrônico	52
6.4.1	Assimetria entre os vendedores: h	52
6.4.2	Estratégias para os vendedores	53
6.5	Modelo Proposto e o Estado Estável do Mercado Eletrônico	54
6.5.1	Concorrência simétrica entre os vendedores	55
6.5.2	Concorrência assimétrica entre os vendedores	55
6.5.3	Perspectiva geral	55
6.6	Estratégia Mista para Estado Estável Evolucionário	56
6.7	Análise do Estado Estável no Mercado Eletrônico	57
6.7.1	ESS em relação ao custo C e o ganho V	57

6.7.2	ESS em relação ao parâmetro de assimetria h	58
6.8	Simulação Numérica	59
6.9	Estudo de Caso no MercadoLivre	61
6.9.1	Dados estatísticos	61
6.9.2	A porcentagem de vendedores agressivos no MercadoLivre	62
6.10	Considerações do Capítulo	63
7	Aplicação da Teoria dos Jogos de Entrada no Mercado Eletrônico	64
7.1	Contexto	64
7.2	Jogo de Entrada no Mercado	65
7.3	Modelo de Jogo Proposto para a Concorrência entre Entrantes e Ocupantes	66
7.4	Equilíbrio de Estratégias Puras	68
7.4.1	Equilíbrio dos entrantes com alto investimento	68
7.4.2	Equilíbrio dos participantes de baixo investimento	69
7.4.3	Equilíbrio dos entrantes desistentes	69
7.5	Equilíbrios de Estratégias Mistas	69
7.5.1	Equilíbrios aplicado para os entrantes de alto investimento	70
7.5.2	Equilíbrios aplicado para entrantes de baixo de investimento	71
7.6	Simulações Numéricas	71
7.6.1	Probabilidade de agressão para entrantes de alto investimento	71
7.6.2	Probabilidade de agressão para entrantes de baixo investimento	73
7.7	Considerações do Capítulo	74
8	Um Modelo Estendido de Aceitação de Tecnologia no Comércio Eletrônico Brasileiro	75
8.1	Contexto	75
8.2	Modelo Proposto e Hipóteses	78
8.2.1	Modelo proposto	78
8.2.2	Risco percebido	78
8.2.3	Influência social	79
8.2.4	Benefício percebido e utilidade percebida	80
8.2.5	Design de sistema e facilidade de uso percebida	81
8.3	Metodologia de Pesquisa	82
8.3.1	Objetos de pesquisa	82
8.3.2	Desenvolvimento e mensuração	82
8.4	Análise dos Dados	83
8.4.1	Estatística descritiva	83
8.4.2	Análise fatorial e confiabilidade do questionário	83
8.4.3	Análise de correlação	84
8.4.4	Modelagem de Equações Estruturais	84
8.5	Discussão e Considerações do Capítulo	84
9	Implementação do Sistema	89
9.1	Ambiente de Desenvolvimento	89
9.1.1	Java + Eclipse Galileo + Biblioteca Jsoup	89
9.1.2	Mysql + PhpMyAdmin	90
9.2	Panorama Geral do Sistema	90

9.2.1	Estrutura do sistema	91
9.2.2	Descrição do sistema	91
9.3	Módulo de <i>Crawling</i>	92
9.4	Módulo de Pré-Processamento	94
9.4.1	Entrada do modelo	94
9.4.2	Saída do modelo	95
9.5	Módulo para os Jogos	95
9.5.1	Modelo de Leontief	95
9.5.2	Modelo <i>Hawk-Dove</i>	96
9.5.3	Modelo da Entrada no Mercado	96
10	Conclusão e Trabalhos Futuros	97
10.1	Apresentação	97
10.2	Avaliação da Metodologia Desenvolvida	98
10.2.1	Aspectos positivos	98
10.2.2	Aspectos a serem aprimorados	98
10.3	Contribuições	99
10.4	Limitações e Trabalhos Futuros	100
A	Publicações	101
B	Questionários	103
	Referências	105

Lista de Figuras

2.1	Gráfico dos jogos envolvendo propaganda	17
2.2	Tempo derivado m^* para os colaboradores no Dilema dos Prisioneiros. Observa-se que m^* é negativo no intervalo $(0, 1)$, e que, desde que m seja uma frequência, esta é a única região de interesse [1]	22
2.3	Modelo Original do TAM	23
4.1	Framework proposto	35
5.1	Porcentagem do Tmall nas transações de volumes e vendas	39
5.2	Modelo de Leontief [2]	41
5.3	Vendas do comércio eletrônico e número de vendedores online (dados de 2013, valores estimados)	42
6.1	Relação entre o índice dos vendedores e $k = C/V$	58
6.2	Relação entre o índice de vendedores e o parâmetro de assimetria h	59
6.3	Relação referente a quantidade de vendedores por número de vendas.	61
7.1	Gráfico do jogo de entrada no mercado	68
7.2	Relações entre P_{aggr} e C_h com diferentes $r \times c$	70
7.3	Relação entre a probabilidade P e a diferença entre os concorrentes k	72
7.4	Resultado da simulação numérica da probabilidade de agressão relacionada ao ingresso de um entrante com alto investimento	73
8.1	Modelo proposto de aceitação do comércio eletrônico	78
8.2	Resultados do modelo proposto	86
9.1	Estrutura do sistema desenvolvido	91
9.2	Processo de trabalho do <i>crawler</i>	93

Lista de Tabelas

2.1	Jogo do Dilema dos Prisioneiros	11
2.2	Jogo do Dilema dos Prisioneiros redimensionado	12
2.3	Jogo de pênalti	14
2.4	Jogo de pênalti redimensionado	15
2.5	Matriz do ganho do jogo <i>Hawk-Dove</i>	19
2.6	Dilema dos Prisioneiros na forma normal	21
5.1	Comparação do lucro dos vendedores online entre serviços gratuitos e serviços tarifados	45
6.1	Quatro modelos de concorrência no mercado eletrônico.	50
6.2	Matriz de ganho do jogo <i>Hawk-Dove</i>	51
6.3	Matriz de ganho para a concorrência simétrica.	55
6.4	Matriz de ganho para a concorrência assimétrica	55
6.5	Perspectiva geral da matriz de ganho	56
6.6	Probabilidade de vendedores agressivos (P_{aggr}) num mercado eletrônico de alto lucro de acordo com os diferentes graus de assimetria	60
6.7	Probabilidade de vendedores agressivos (P_{aggr}) num mercado eletrônico com alto risco de acordo com diferentes graus de assimetria	60
6.8	Informações sobre transações no MercadoLivre	62
6.9	Assimetria entre vendedores	62
6.10	Porcentagens de vendedores agressivos no MercadoLivre.	63
7.1	Probabilidades de agressão que os entrantes com baixo investimento enfrentaram em quatro situações diferentes	73
8.1	Estatística descritiva	83
8.2	Resultados da mensuração do modelo.	85
8.3	Análise de correlação	86
8.4	Resumo do resultado das hipóteses	87
B.1	Questionários	104

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

1.1.1 Cenário do comércio eletrônico

O Comércio Eletrônico Mundial

O comércio eletrônico consiste na transação realizada por meio de dados eletrônicos, normalmente na internet. Este modelo implica na criação de um site pela empresa, indivíduo ou a sua entrada no mercado eletrônico, que funciona como uma vitrine virtual, para comercialização de seus produtos e a exposição destes para oferta.

Luiz Alberto Albertin, da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP), nos traz uma definição acadêmica sobre a atividade. O comércio eletrônico, para ele, é “a realização de toda a cadeia de valores dos processos de um negócio em um ambiente eletrônico, por meio da aplicação intensa das tecnologias da comunicação e de informação, atendendo aos objetivos de negócio”[3].

O comércio eletrônico online é obra da internet, que transformou o planeta numa aldeia global. Com um endereço na web, a empresa ou um indivíduo pode montar sua loja virtual e vender a qualquer hora. Assim, pelo mundo virtual, é possível oferecer total comodidade para o consumidor: a compra pode ser feita no conforto do escritório, em casa ou de qualquer parte do mundo, superando as barreiras geográficas, tudo com o uso de meios eletrônicos de pagamento, a exemplo dos cartões de crédito. Outra vantagem é que o comércio eletrônico possibilita realizar transações comerciais de vários segmentos da economia. No começo, eram apenas os produtos palpáveis. Agora são viagens, horóscopos, consultorias e uma vasta gama de serviços. Além disso, ele facilita muito pesquisas comparativas de preços feitas pelos clientes.

O Comércio Eletrônico no Brasil

No Brasil, o comércio eletrônico B2C surgiu em 1995, logo depois da internet comercial. Segundo a empresa de consultoria especializada e-Bit/Buscapé [4], ligada à Câmara Brasileira de Comércio Eletrônico, o ano de 2014 alcançou a marca de mais de 45 mil lojas virtuais no Brasil, sendo que dessas, apenas 30% são ativas, ou seja, realizam mais de dez vendas por mês. O alto número de lojas virtuais inativas decorre, principalmente, pela facilidade e pelo baixo custo de se abrir uma loja virtual, o que atrai muitos aventureiros e empreendedores sem planejamento. De acordo com os dados da e-Bit, o faturamento do comércio eletrônico no Brasil atingiu quase R\$ 36 bilhões em 2014. Abaixo, é possível

conferir detalhadamente os dados do relatório da e-Bit do ano de 2015, principal entidade multissetorial da economia digital na América Latina:

- 39.141.590 de consumidores virtuais realizaram pelo menos uma compra em 2015, volume 3% maior que em 2014.
- Com crescimento de 3% no volume de pedidos, em 2015, o comércio eletrônico brasileiro movimentou R\$ 41,3 bilhões, valor que representa um aumento nominal de 15,3%, se comparado ao registrado em 2014.
- De acordo com estimativas divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [5], o comércio eletrônico representou 3,3% das vendas totais no país.

1.1.2 Tipos de comércio eletrônico

Existem diversas modalidades de comércio eletrônico, entre elas:

- **B2B (Empresa-Empresa):** É o nome que se dá às transações comerciais entre empresas. Muitas empresas utilizam este tipo de comércio eletrônico para se relacionar com seus fornecedores, fazendo pedidos, recebendo e pagando faturas, trocando dados, captando novos parceiros, etc.
- **B2C (Empresa-Consumidor):** Nesta categoria, a empresa vende diretamente ao consumidor. Um determinado consumidor entra no site da empresa em busca de um produto; busca informações referentes a este produto: manual técnico, funcionamento, preço, prazo de entrega, assistência técnica etc.; realiza a compra e processa o pagamento via depósito em conta corrente, boleto bancário, cartão de crédito ou *internet banking*.
- **C2C (Consumidor-Consumidor):** Neste modelo de comércio eletrônico, a relação comercial se dá entre duas pessoas, geralmente através de uma plataforma de comércio eletrônico que promove a intermediação da operação.
- **B2G (Empresa-Governo):** Abrange todas as transações entre as empresas e organizações governamentais. Alguns governos estaduais já começaram a implantar a nota fiscal eletrônica que, além de reduzir a emissão de documentos em papel, tem permitido aumentar o nível de arrecadação fiscal.

Também há outras modalidades, como **G2C (Governo-Consumidor)** e **G2B (Governo-Empresa)**, e outras formas de comércio, como o *mobile commerce*, o *social commerce* e o *tele commerce*, mas esses tipos de classificação não são importantes para esse trabalho. O escopo dessa tese é focada no comércio B2B, B2C e C2C.

1.2 Panorama Geral das Pesquisas do Comércio Eletrônico

Sem dúvida, existem mais áreas de pesquisa relacionadas ao comércio eletrônico, mas os temas, descritos a seguir, são os mais relevantes na literatura sobre o tópico.

1. **Tecnologias da informação no comércio eletrônico.** Neste campo, a literatura foca em tecnologias da informação relacionadas com a implementação do comércio eletrônico, tais como, banco de dados [6, 7], busca [8, 9, 10], alta concorrência [11, 12], e pagamento eletrônico [13, 14], etc.
2. **Pesquisas baseadas em dados do comércio eletrônico.** A maioria dos artigos na literatura pertencem à esse tema. O comércio eletrônico dá aos pesquisadores a chance de obterem dados estruturados massivos do histórico de compras dos consumidores. Assim, é possível estudar de maneira empírica o comportamento dos consumidores, o nível de confiança e o risco envolvido, por meio das propagandas nas redes sociais. Entre esses estudos, os três tópicos listados a seguir capturam mais atenção:
 - **Sistemas de recomendação**

Com a ajuda de sistemas de recomendação, o website de comércio eletrônico poderia facilitar a busca e a compra dos consumidores e, então, aperfeiçoar suas vendas. Neste tópico, pesquisadores desenvolveram algoritmos para recomendar produtos para os consumidores fazerem suas compras facilmente e melhorar a eficiência do comércio eletrônico. Entre os algoritmos, as mais utilizados algoritmos baseado em conteúdo [15], algoritmo colaborativo [16, 17], algoritmo baseado em redes sociais [18, 19] e algoritmos híbridos [20, 21].
 - **Confiança e reputação**

Evidências sugerem que consumidores às vezes hesitam realizar transações com o comércio eletrônico, por causa da incerteza sobre o comportamento do fornecedor e da qualidade dos produtos. Confiança desempenha um papel crucial em ajudar os consumidores a superar suas incertezas e inseguranças. Muitos pesquisadores [22, 23, 24, 25] trabalharam na reputação e estudaram os fatores que poderiam influenciar a confiança dos consumidores e, então, sua intenção de comprar.
 - **Comércio social**

O comércio social [26] é emergente como uma forma importante de comércio eletrônico, primeiramente devido ao aumento da popularidade de redes sociais, tal como, *Facebook*, *LinkedIn* e *Twitter*. Pesquisadores estudaram vários aspectos de redes sociais que movimentam o comércio social, como por exemplo, influência social e qualidade de relacionamento [27].
3. **Aplicações do comércio eletrônico.** Devido ao desenvolvimento do comércio eletrônico, cada vez mais websites vêm trabalhando em um setor específico, focado num determinado tipo de produtos e/ou serviços, tal como, turismo [28], medicina [29] e financeiro [30].

1.3 Motivação

O comércio eletrônico vem se tornando cada vez mais importante, com o papel de facilitar a vida cotidiana. O tema comércio eletrônico também atraiu atenções da academia.

No comércio tradicional, as relações entre os participantes (vendedores, consumidores e mercados) são bem estudados na literatura. Mas, na nova forma, o comércio eletrônico, as relações já estudadas não se aplicam. Então, a motivação deste trabalho é dedicada a estudar e compreender melhor as relações entre os participantes no comércio eletrônico: os vendedores, consumidores, mercados eletrônicos, etc.

Pretendo, assim, neste trabalho:

1. Analisar a competição entre vendedores (Vendedor-Vendedor).
2. Propor um modelo da relação entre vendedores e mercado eletrônico.
3. Propor um modelo da relação entre vendedores ou mercados eletrônicos e consumidores.

Neste trabalho, a Teoria dos Jogos e o Modelo de Aceitação de Tecnologia (Technology Acceptance Model - TAM) serão adaptados ao estudar os problemas mencionados. Com os resultados, poderemos entender e compreender com mais profundidade o comércio eletrônico, desenvolvendo-o.

1.4 Objetivo

1.4.1 Objetivo geral

Baseado na Teoria dos Jogos, o objetivo geral desta pesquisa é propor um *framework* de estudo das relações entre os participantes dentro do comércio eletrônico visando o aperfeiçoamento da tomada de decisão tanto dos vendedores quanto dos fornecedores do mercado eletrônico.

1.4.2 Objetivos específicos

No intuito de atingir o objetivo geral desta tese, foram definidos alguns objetivos específicos:

1. Estudar as propostas de outros pesquisadores na área, a análise de vantagens e desvantagens de cada método e a definição de problemas dos mecanismos de transação no comércio eletrônico;
2. Propor um *framework* para o ambiente de comércio eletrônico e dividi-lo em três modelos conforme os critérios propostos;
3. Criar um modelo correspondente para cada categoria baseando-se na Teoria dos Jogos. Cada modelo com suas próprias aplicações;
4. Estudar os comportamentos dos vendedores no mercado eletrônico e propor um modelo de jogo para a competição entre eles com base no modelo de *Hawk-Dove*.
5. Investigar o problema da entrada do mercado e propor um modelo de jogo para a competição entre entrantes e ocupantes dentro do mercado eletrônico.

6. Propor uma extensão do modelo TAM para estudar os fatores mais importantes no comércio eletrônico para atrair consumidores.
7. Desenvolver um sistema de informação para coletar, organizar e processar os dados do comércio eletrônico no mundo real, e prepará-los como dados estruturados a fim de verificar a performance dos modelos propostos.
8. Usar técnicas de simulação para realizar estudos de caso com os dados do Alibaba e do MercadoLivre, a fim de verificar a eficiência das estruturas e modelos propostos.

1.5 Metodologia da Pesquisa

Esta seção se dedicará à explicação da metodologia adotada para a pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas. O processo de desenvolvimento desta pesquisa é focado em sete estágios descritos abaixo:

- **Etapa 1: Pesquisa Bibliográfica**

Nesta etapa, é necessário o estudo da teoria que fundamentará a pesquisa, o que inclui o estudo de livros, teses, pareceres técnicos e jornais relacionados com o tema de pesquisa. Além disso, artigos científicos e publicações nas áreas de computação, economia, pesquisas de operação e as publicações sobre a Teoria dos jogos e o Modelo de Aceitação da Tecnologia constituem as principais fontes deste primeiro passo.

- **Etapa 2: Teoria Fundamental**

Os conceitos adotados no desenvolvimento da proposta de uma solução são baseados na revisão bibliográfica, incluindo a clássica ‘Teoria dos Jogos’, ‘Teoria dos Jogos Evolucionários’, ‘Equilíbrio de Nash’, ‘Indução Retroativa’, ‘Jogo *Hawk-Dove*’, ‘Modelo de Leontief’, ‘Estratégia dominante’, ‘Teoria do multijogador’ e a aplicação da Teoria dos Jogos na economia e na concorrência. Além disso, os conceitos do Modelo de Aceitação de Tecnologia também são investigados nesta etapa.

- **Etapa 3: Estado da Arte** Este estágio é identificado pelos trabalhos relevantes de autores na área da Ciência da Computação e da Teoria dos Jogos aplicado à economia e concorrência, como a originalidade e o foco na implementação das soluções propostas. Através do material coletado, é possível visualizar a evolução da pesquisa, bem como identificar quais trabalhos atuais podem ser considerados o Estado da Arte em torno deste tópico.

- **Etapa 4: Modelos Propostos** Nesta etapa, a teoria dos jogos é adotada para pesquisar o mecanismo de concorrência no mercado eletrônico. Três modelos de jogos e um modelo estendido do TAM são propostos para simular a interação entre os jogadores. Os dois primeiros modelos concentram-se na concorrência entre os vendedores e o terceiro na concorrência entre os vendedores e mercado eletrônico: 1) O modelo de *hawk-dove* é empregado para estudar as estratégias otimizadas dos vendedores quando enfrentam as ações dos rivais; 2) O segundo modelo adotado, o modelo de entrada no mercado, surge para estudar a melhor estratégia quando o entrante adentra no mercado; 3) O terceiro modelo, baseado no modelo de Leontief, amplia o escopo para o mercado eletrônico, modelando a concorrência entre os

vendedores e a plataforma, para estudar o mecanismo de cobrança dos serviços tarifados, considerando o lucro dos dois lados; 4) Além disso, uma extensão do TAM é proposta para investigar a aceitação do comércio eletrônico no Brasil. O objetivo deste trabalho é verificar os fatores importantes na tomada de decisão de compras dos consumidores.

- **Etapa 5: Sistema de Implementação** Nesta etapa, um sistema de informações é desenvolvido para examinar o modelo proposto de acordo com dados do mundo real. O sistema inclui três modelos: o Módulo *Crawler*, que tem responsabilidade de coletar o histórico de transações no comércio eletrônico; o Módulo de pré-processamento, que realiza uma organização e formata os dados brutos em dados estruturais; e o Módulo para os jogos propostos, que implementa os modelos propostos nesta tese e os avalia.

- **Etapa 6: Conclusão**

Com os dados coletados pelo sistema desenvolvido, e os resultados dos vários experimentos que foram conduzidos, nesta etapa concluímos a tese, apontando as contribuições científicas, as limitações da pesquisa e os trabalhos futuros.

1.6 Estrutura do Trabalho

O conteúdo deste trabalho é organizado da seguinte forma:

- **Capítulo 2:** Nesse capítulo, descreveremos os fundamentos teóricos da pesquisa, que compreendem a Teoria dos Jogos, a Teoria dos Jogos Evolucionários e o Modelo de Aceitação de Tecnologia (Technology Acceptance Model - TAM). Os conceitos destas teorias são importantes porque os elementos estruturantes e as entidades envolvidas no ambiente do comércio eletrônico podem atuar como jogadores que buscam decisões otimizadas para o desempenho individual e grupal. Tentamos, neste capítulo, explicar o quadro conceitual proposto e as informações mais detalhadas de cada parte.
- **Capítulo 3:** Neste capítulo, revisaremos as literaturas da área para inspirar essa pesquisa. Na primeira seção, a aplicação da Teoria dos Jogos no comércio eletrônico é estudada. Os trabalhos da Teoria dos Jogos e da Teoria dos Jogos Evolucionários são listados nessa parte. Em seguida, os trabalhos sobre o Modelo de Aceitação de Tecnologia são demonstrados para fundamentar a pesquisa sobre o relacionamento entre vendedores e consumidores.
- **Capítulo 4:** Neste capítulo, um framework dos relacionamentos baseados na concorrência dentro do comércio eletrônico é proposto para estudar as interações entre seus participantes. A primeira seção irá introduzir um panorama geral do *framework*. Então, a próxima seção irá fornecer detalhes dos modelos compostos. Quatro modelos foram desenvolvidos, a Teoria dos Jogos e o Modelo de Aceitação de Tecnologia são teorias fundamentais nesta pesquisa.
- **Capítulo 5:** Nesse capítulo, é apresentado um estudo dos mecanismos de cobrança dos serviços tarifados no mercado eletrônico. Utilizando o modelo do Leontief, um

modelo que envolve o mercado eletrônico e os vendedores é proposto para definir a melhor estratégia para ambos. Com base neste estudo, temos como objetivo melhorar os rendimentos considerando os vendedores e a plataforma.

- **Capítulo 6:** Neste capítulo, um modelo foi proposto com base no *Hawk-Dove* para analisar a concorrência entre os vendedores no mercado eletrônico. Os vendedores são divididos em quatro categorias de acordo com sua escala (Vendedores de Grande Porte, Vendedores de Pequeno Porte) e sua estratégia de venda (Estratégia Agresiva, Estratégia Conservadora). Enfim, o modelo irá alcançar um estado estável que indica a constituição de cada tipo de vendedor.
- **Capítulo 7:** Esse capítulo investigou as decisões de entrada no mercado segundo a perspectiva dos vendedores, adotando a Teoria dos Jogos. Um modelo de jogo de entrada no mercado eletrônico é construído para simular a concorrência dentro do comércio eletrônico. Os participantes escolhem entrar no mercado com baixo ou alto investimento, de acordo com as funções de ganho definidas por estratégias diferentes, os ocupantes escolhem lutar ou se acomodarem quando um novo participante entra. O equilíbrio da estratégia pura e o equilíbrio da estratégia mista são investigados, e uma série de simulações foram conduzidas para verificar a performance do modelo proposto.
- **Capítulo 8:** Este capítulo propõe uma extensão do TAM que integra o benefício percebido, o design do sistema, o risco percebido e a influência social para investigar a aceitação do comércio eletrônico no Brasil. O modelo desenvolvido foi empiricamente avaliado utilizando dados recolhidos a partir de um grupo de estudantes universitários. O resultado do experimento forneceu uma visão para os vendedores sobre os mecanismos de atração de consumidores.
- **Capítulo 9:** Nesse capítulo apresentaremos um sistema que foi desenvolvido para realizar a implementação dos modelos propostos. Inicialmente, explicaremos as informações do ambiente de desenvolvimento, a linguagem empregada, os softwares envolvidos, o banco de dados e as ferramentas auxiliares. Em seguida, um panorama geral do sistema será ilustrado e indicará uma introdução breve sobre ele. Por fim, os detalhes dos próprios modelos são apresentados.
- **Capítulo 10:** O último capítulo nos traz as conclusões do trabalho quanto aos objetivos alcançados, as contribuições científicas e a agenda de pesquisa e trabalhos futuros.

Capítulo 2

Teorias Fundamentais

Este capítulo descreverá os fundamentos teóricos da pesquisa, que compreendem a Teoria dos Jogos, a Teoria dos Jogos Evolucionários e o Modelo de Aceitação da Tecnologia (*Technology Acceptance Model* - TAM). Os conceitos destas teorias são importantes porque os elementos estruturantes e as entidades envolvidas no ambiente do comércio eletrônico podem atuar como jogadores que buscam decisões otimizadas para o desempenho individual e grupal.

2.1 Teoria dos Jogos

Os princípios da Teoria dos Jogos surgiram com a publicação da obra do matemático economista Antoine Augustin Cournot intitulada *Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth* [31]. Embora Cournot tenha lançado bases teóricas, a Teoria dos Jogos somente se estabeleceu como um campo científico a partir das pesquisas de John Von Neumann e Oskar Morgenstern que, em 1944, publicaram o trabalho *The Theory of Games and Economics Behavior* [32]. Neste trabalho, os pesquisadores empregaram pela primeira vez um modelo matemático para captar o comportamento em um ambiente estratégico, onde o êxito das decisões de um jogador depende das decisões tomadas por outros jogadores. A partir deste trabalho seminal, a Teoria dos Jogos vem evoluindo e atualmente seus conceitos podem ser aplicados na Biologia, Economia, Ciências Sociais, Ciências Políticas, Ciência da Computação dentre outros ramos do conhecimento.

A Teoria dos Jogos pode ser conceituada como o estudo de modelos matemáticos de conflito e cooperação entre tomadores de decisão racionais e inteligentes [33]. Isto leva a uma metodologia de estudo de tomada de decisões estratégicas, onde os jogadores escolhem ações que visam maximizar a sua utilidade.

2.1.1 Conceitos básicos

Esta subseção aborda alguns conceitos básicos e termos específicos da Teoria dos Jogos que permitem o seu entendimento.

- (i) **Jogo:** Um jogo é um processo com as seguintes características básicas: Múltiplos jogadores participantes, decisões, interdependência dos resultados, racionalidade e conhecimento comum. Basicamente, um jogo possui três elementos:

- Um conjunto de jogadores, $N = \{1, \dots, n\}$.
 - Um espaço de estratégias A_i para cada jogador $i \in N$.
 $\mathbf{a} = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ é uma combinação de estratégias que cada jogador adota.
 - Uma função de resultados $P_i(\mathbf{a})$.
- (ii) **Jogador:** Entidades que podem impactar ou afetar os resultados do jogo no qual participam.
- (iii) **Estratégia:** Ações disponíveis para cada jogador que formam um plano de ações completo. Uma estratégia determina uma ação para cada possível decisão do jogador dentro do jogo.
- (iv) **Solução de um jogo:** Combinação de valores que se estabelecem a cada possível fim de jogo, portanto, trata-se de uma previsão sobre o resultado do jogo. São valores esperados quando o término do jogo é aleatório.
- (v) **Utilidade:** Ganho ou *payoff*. Trata-se de um conceito abstrato referente ao quanto de “bem-estar” que um jogador consegue de um evento ou objeto. O ganho (*payoff*) relaciona um número ao desejo que o jogador tem por um resultado. Este número não é necessariamente um valor monetário.
- (vi) **Função Utilidade:** Função que reflete as preferências racionais de um jogador para os valores de ganho (*payoff*) de um estado. A Função Utilidade indica o grau de felicidade de um jogador por estar no estado em que se encontra. Pode-se entender que a existência de uma Função Utilidade relaciona-se com as propriedades do “desejo” de um jogador que satisfaçam às suas restrições racionais. A Função Utilidade é descrita da seguinte forma: $U(\mathbf{a}) \rightarrow R$, onde U é a utilidade, e \mathbf{a} é o estado em que o jogador se encontra.
- (vii) **Decisão:** Representa uma ação do jogador no jogo. Uma decisão de um jogador tem impacto nos valores de ganho e conseqüentemente em sua função utilidade.

A Teoria dos Jogos difere-se da Teoria da Decisão porque pelo menos duas entidades decisoras participam do processo. Os jogadores tomam decisões que produzem resultados distintos para cada jogador do contexto. A decisão de um jogador possibilita gerar resultados completamente diferentes, dependendo das decisões de outros jogadores. O comportamento estratégico dos jogadores provém das hipóteses fundamentais da racionalidade e do conhecimento comum. Na racionalidade, cada jogador toma suas decisões para conseguir o melhor resultado possível para si no jogo.

O conhecimento comum refere-se ao fato de todos os jogadores conhecerem as regras do jogo, bem como os resultados possíveis de serem obtidos, com base nas decisões tomadas.

2.1.2 Classe de jogos

A Teoria dos jogos pode ser pensada como um problema de decisão que envolve mais de um agente. Inicialmente, estaremos interessados em estudar jogos estáticos, ou seja, jogos em que os agentes se movem simultaneamente e uma única vez. Estes jogos são conhecidos na literatura [2, 34] como jogos em forma normal ou estratégica. Todo jogo em forma normal tem os seguintes componentes:

- Existe um conjunto de agentes ou jogadores N , $N = \{1, \dots, N\}$.
- Os jogadores i tem um conjunto de ações disponíveis, A_i . Este conjunto geralmente se refere a estratégias puras, bem como pode ser finito ou infinito.
- Definindo $\mathbf{a} = a_1 \times \dots \times a_n$ como o conjunto de todos os perfis de estratégias puras e de ações, com um elemento genérico denotado por $\mathbf{a} = \{a_1, \dots, a_n\}$.
- Cada jogador i pode escolher ações de um conjunto de estratégias (puras) ou ações A_i . O resultado do jogo é definido pelo perfil de estratégias, que consiste de todas as estratégias escolhidas pelos jogadores individuais.
- O ganho dos jogadores i como uma função de vetores de ação é descrita pela função: $u_i : A \rightarrow R$, onde $u_i(\mathbf{a})$ é o ganho de i dentro do perfil de ações escolhidos pelo grupo.
- Os jogadores têm preferência sobre os possíveis resultados do jogo. Note que eles não têm preferência sobre suas ações, pois em um jogo o pagamento pode depender das ações dos demais jogadores. Portanto, o que importa para os jogadores são os resultados do jogo, ou os perfis de estratégias, não suas próprias estratégias. Claro que suas ações fazem parte do perfil de estratégia e portanto influenciam no resultado do jogo, mas para cada ação podem existir vários resultados possíveis. Recorde que podemos representar as preferências sobre os resultados através de uma função utilidade. Matematicamente, as preferências sobre os resultados são definidas por um conjunto de funções utilidades sendo uma para cada jogador, $u_i : A \rightarrow R, i \in N$.

O fator tempo não está presente em um jogo em forma normal. A ideia é que cada jogador escolha sua estratégia uma vez, e que os jogadores escolham suas estratégias simultaneamente, no sentido em que eles não possuem informação a respeito das escolhas dos outros jogadores antes das suas próprias escolhas. Apesar disto, uma estratégia pode envolver escolhas que acontecem ao passar do tempo. Por exemplo, uma estratégia pode depender dos resultados de acontecimentos futuros, onde se a cotação do dólar baixar de R\$1,50, passarei férias no exterior, caso contrário, passarei férias no Brasil. O fato que o tempo não está no modelo significa que quando analisamos a situação como um jogo em forma normal, desconsideramos as complicações que podem surgir quando permitimos que um jogador mude de estratégia quando os eventos ocorrem. Também assumimos que os jogadores fazem sua escolha de modo independente, ou seja, os jogadores não podem escolher estratégias que dependem das escolhas dos outros jogadores.

O Dilema dos Prisioneiros é um problema da Teoria dos Jogos e um exemplo claro, mas atípico, de um problema de soma não nula. Tanto neste problema, na Tabela 2.1, como em muitos outros, supõe-se que cada jogador, de modo independente, quer aumentar ao máximo a sua própria vantagem sem lhe importar o resultado do outro jogador. O dilema do prisioneiro (DP) funciona da seguinte forma:

Dois suspeitos, A e B , são presos pela polícia. A polícia tem provas insuficientes para os condenar, mas, separando os prisioneiros, oferece a ambos o mesmo acordo: se um dos prisioneiros, confessando, testemunhar contra o outro e esse outro permanecer em silêncio, o que confessou sai livre enquanto o cúmplice silencioso cumpre 10 anos de sentença. Se ambos ficarem em silêncio, a polícia só pode condená-los a 6 meses de cadeia cada um. Se ambos traírem o comparsa, cada um leva 5 anos de cadeia. Cada prisioneiro faz a sua

Tabela 2.1: Jogo do Dilema dos Prisioneiros

		Jogador 2	
		<i>Confessar</i>	<i>Negar</i>
Jogador 1	<i>Confessar</i>	-5, -5	0, -10
	<i>Negar</i>	-10, 0	-0,5, -0,5

decisão sem saber que decisão o outro vai tomar, e nenhum tem certeza da decisão do outro.

O fato é que pode haver dois vencedores no jogo, sendo esta última solução a melhor para ambos, quando analisada em conjunto. Entretanto, os jogadores confrontam-se com alguns problemas: confiam no cúmplice e permanecem negando o crime, mesmo correndo o risco de serem colocados numa situação ainda pior, ou confessam e esperam ser libertados, apesar de que, se ele fizer o mesmo, ambos ficarão numa situação pior do que se permanecessem calados.

Vamos supor que ambos os prisioneiros são completamente egoístas e a sua única meta é reduzir a sua própria estadia na prisão. Como prisioneiros, têm duas opções: ou cooperar com o seu cúmplice e permanecer calado, ou trair o seu cúmplice e confessar. O resultado de cada escolha depende da escolha do cúmplice. Infelizmente, um não sabe o que o outro escolheu fazer. Incluso se pudessem falar entre si, não poderiam estar seguros de confiar mutuamente.

Se esperarmos que o cúmplice escolha cooperar com ele e permanecer em silêncio, a opção ótima para o primeiro seria confessar, o que significaria que seria libertado imediatamente, enquanto o cúmplice terá que cumprir uma pena de 10 anos. Se espera que seu cúmplice decida confessar, a melhor opção é confessar também, já que ao menos não receberá a pena completa de 10 anos, e apenas terá que esperar 5, tal como o cúmplice. Se ambos decidirem cooperar e permanecerem em silêncio, ambos serão libertados em apenas 6 meses.

Confessar é uma estratégia dominante para ambos os jogadores. Seja qual for a eleição do outro jogador, podem reduzir sempre sua sentença confessando. Por desgraça para os prisioneiros, isto conduz a um resultado regular, no qual ambos confessam e ambos recebem longas condenações. Aqui se encontra o ponto chave do dilema. O resultado das interações individuais produz um resultado que não é ótimo no sentido de Pareto; existe uma situação tal que a utilidade de um dos detidos poderia melhorar (ou mesmo a de ambos) sem que isto implique uma piora para o resto. Em outras palavras, o resultado no qual ambos os detidos não confessam domina o resultado no qual os dois escolhem confessar.

Se pensarmos pela perspectiva do interesse ótimo do grupo (dos dois prisioneiros), o resultado correto seria que ambos cooperassem, já que isto reduziria o tempo total de pena do grupo a um total de um ano. Qualquer outra decisão seria pior para ambos se consideradas conjuntamente. Apesar disso, se continuarem no seu próprio interesse egoísta, cada um dos prisioneiros receberá uma dura pena.

Se um jogador tiver uma oportunidade para castigar o outro jogador ao confessar, então um resultado cooperativo pode se manter. A forma iterada deste jogo (mencionada mais abaixo) oferece uma oportunidade para este tipo de castigo. Nesse jogo, se o cúmplice

Tabela 2.2: Jogo do Dilema dos Prisioneiros redimensionado

		Jogador 2	
		<i>Confessar</i>	<i>Negar</i>
Jogador 1	<i>Confessar</i>	-4, -4	0, -6
	<i>Negar</i>	-6, 0	-2, -2

traí e confessa uma vez, pode-se castigá-lo e traí-lo na próxima. Assim, o jogo iterado oferece uma opção de castigo que está ausente no modo clássico do jogo.

Este jogo possui como solução do ponto de vista Ótimo de Pareto, a estratégia:

- A e B negam.

Este jogo possui como Equilíbrios de Nash, a estratégia:

- A e B delatam.

Neste caso, há equilíbrio dominante.

2.1.3 Estratégias dominantes

Na Teoria dos Jogos, uma estratégia dominante é caracterizada por ser a melhor para um dos jogadores independentemente das estratégias utilizadas pelos demais.

Dado um jogo na forma normal, podemos fazer previsões sobre quais ações serão escolhidas. As previsões são particularmente fáceis quando há estratégias dominantes [35]. Uma estratégia dominante de um jogador se caracteriza por produzir o maior ganho possível dentro das estratégias disponíveis para **todas as ações possíveis dos outros jogadores**.

Isto é, a estratégia a_i é uma estratégia dominante (ou fracamente dominante) para os jogadores i se $u_i(a_i, a_{-i}) \geq u_i(a'_i, a_{-i})$ para todos os a'_i e todos os a_{-i} , onde a_{-i} representa um perfil das estratégias de todos os jogadores menos o jogador i . Esta estratégia é estritamente dominante se as desigualdades acima resultarem em $a'_i \neq a_i$.

As estratégias dominantes são poderosas tanto do ponto de vista analítico quando da perspectiva dos jogadores. Um indivíduo não realiza nenhuma previsão sobre o que o outro jogador poderá fazer, e ainda, este jogador terá uma melhor estratégia bem definida.

No Dilema dos Prisioneiros, é fácil verificar que cada jogador tem estratégias estritamente dominantes imperfeitas - isto é, confessar à polícia e concordar em testemunhar. Então, se usamos as estratégias dominantes para prever os jogos, então a única previsão é que os jogadores irão abandonar, e ambos os jogadores saem pior em comparação às estratégias alternativas, cada uma com seus defeitos. Uma lição básica do Dilema dos Prisioneiros é que os incentivos individuais e o bem estar geral não precisam coincidir. Ambos os jogadores acabam indo para a prisão por 5 anos, apesar de que poderiam ser presos por apenas 6 meses, se ambos não tivessem defeitos. O problema é que eles não podem confiar no outro para cooperar: independentemente do que o outro jogador faça, a melhor situação é abandonar.

Note que essa análise presume que todas as informações relevantes para o ganho são incluídas na sua respectiva função. Se, por exemplo, um jogador tenha receio em torno das confissões e testamentos, então isso deverá ser incluído na função de ganho e poderá

mudar os incentivos dentro do jogo. Se os jogadores dão mais importância à quantidade de anos o outro jogador irá ficar na prisão, então isso também pode ser escrito na função.

Quando as estratégias dominantes existem, elas tornam a análise teórica do jogo relativamente fácil. Contudo, essas estratégias não existem com frequência, e então devemos nos voltar para as noções de equilíbrio.

2.1.4 Equilíbrio de Nash

O Equilíbrio de Nash, configura uma situação onde cada jogador não possui motivação em alterar sua estratégia dentro do jogo se os outros jogadores também assim não o fizerem. Isto determina a existência de um equilíbrio de estratégias mistas em jogos não-cooperativos, que foi provado pelo matemático John Nash em seus trabalhos *Noncooperative Games* [36] e *Equilibrium Points in n -Person Games* [37]. Este equilíbrio ficou conhecido na literatura como Equilíbrio de Nash, mas também é chamado de solução estratégica do jogo.

Formalmente, seja um jogo $G = (N, (A_i)_{i \in N}, (u_i)_{i \in N})$ em forma normal. Um dado perfil de estratégias $\mathbf{a}^* = (a_i^*)_{i \in N}$ é um equilíbrio de Nash se para o jogador $i = 1, \dots, N$, dadas opções dos outros jogadores (a_{-i}^*) (onde $-i$ representa o conjunto de todos os jogadores, exceto o jogador i), o melhor que o jogador i pode fazer é escolher a_i^* , conforme a Equação 2.1:

$$\forall i \in N, \forall a'_i \in A_i, u_i(\mathbf{a}^*) \geq (a'_i, a_{-i}^*) \quad (2.1)$$

onde u_i é a utilidade do jogador i resultante da adoção de um perfil de estratégias.

Essa definição pode parecer um tanto similar àquela da estratégia dominante, mas há uma diferença crucial. A estratégia pura do Equilíbrio de Nash apenas requer que a ação tomada por cada agente seja melhor em relação às ações de equilíbrio atuais realizadas pelos outros jogadores, e não necessariamente em relação a todas as ações possíveis dos outros jogadores.

Um Equilíbrio de Nash tem uma ótima propriedade que é estável: se cada jogador esperar \mathbf{a} para ser um perfil de ações jogadas, então nenhum jogador tem qualquer incentivo para mudar suas ações. Em outras palavras, nenhum jogador se arrependerá da ação que ele ou ela jogou no Equilíbrio de Nash.

Em alguns casos, a melhor resposta de um jogador para as ações dos outros é exclusiva. Um equilíbrio de Nash onde todos os jogadores realizam ações que são exclusivas é chamado de Equilíbrio de Nash Estrito. Um perfil de estratégias dominantes é um Equilíbrio de Nash, mas não o contrário.

No exemplo do jogo do Dilema dos Prisioneiros, a situação em que os dois confessam representa um Equilíbrio de Nash, pelo fato da estratégia “confessar” ser dominante, por que os ladrões tendem a optar por esta estratégia, já que, na pior situação, aquele que optar por esta estratégia cumpre uma pena de seis meses, pois do contrário corre o risco de permanecer dez anos preso.

2.1.5 Estratégias mistas

No exemplo do Dilema dos Prisioneiros acima, dois jogadores que confessam representam uma estratégia pura do Equilíbrio de Nash. Há também jogos simples para quais os

Tabela 2.3: Jogo de pênalti

		Goleiro	
		<i>L</i>	<i>R</i>
Jogador	<i>L</i>	-1, 1	1,-1
	<i>R</i>	1,-1	-1,1

equilíbrios de estratégias puras não existem. Para ver isto, considere a seguinte variação em um chute de pênalti numa partida de futebol. Há dois jogadores: o jogador que irá chutar a bola e o goleiro. Suponha, para simplificar a exposição, que limitamos as ações para apenas estes dois jogadores (não há, ainda, o equilíbrio de estratégias puras nesse jogo, mas essa versão simplificada torna a explicação mais fácil). O jogador que irá chutar poderá escolher o lado direito ou esquerdo do gol. O goleiro, também, poderá mover para a esquerda ou para a direita e deve escolher antes do chute, apesar de haver pouco tempo para sua reação. De modo simplificado, assuma que se o jogador chutar para um dos lados, ele irá pontuar caso o goleiro vá para o lado oposto, e perderá o lance caso o goleiro decida ir para o mesmo lado. A estrutura básica do ganho é descrita na Tabela 2.3.

Isso também é um jogo conhecido como “correspondência entre moedas (matching pennies)”. O goleiro deverá escolher uma estratégia que corresponda àquela do jogador, enquanto que o jogador deve escolher uma estratégia que não seja equivalente à estratégia do goleiro.

É fácil verificar que as ausências de pares das estratégias puras formam o Equilíbrio de Nash. A solução é apenas o que vemos na prática: tanto o jogador quanto o goleiro escolhem aleatoriamente entre os lados direito ou esquerdo, nesse caso particular com iguais probabilidades. Para formalizar essa observação, precisamos definir estratégias aleatórias, ou o que chamamos de estratégias mistas. Para facilitar a exposição, suponha que a_i é finito; a definição se estende a estratégia de espaços infinitos com definições adequadas de probabilidades para a mensuração das ações puras.

Uma estratégia mista de um jogador i é uma distribuição s_i em a_i , onde $s_i(a_i)$ é a probabilidade que a_i é escolhida. Um perfil de estratégias mistas (s_1, \dots, s_n) formam um Equilíbrio de Nash de estratégias mistas se

$$\sum_a \left(\prod_j s_j(a_j) \right) u_i(a_i, a_{-i}) \geq \sum_{a_{-i}} \left(\prod_{j \neq i} s_j(a_j) \right) u_i(a'_i, a_{-i}) \quad (2.2)$$

para todos i e a'_i .

Então um perfil de estratégias mistas é um equilíbrio se nenhum jogador tiver alguma estratégia que possa oferecer um melhor ganho que a estratégia mista em resposta às estratégias mistas dos jogadores. Note que esse raciocínio implica que um jogador deve ser indiferente à qualquer estratégia que ele ou ela escolha com uma probabilidade positiva sobre sua estratégia mista. Além disso, a aleatoriedade dos jogadores são independentes. Um caso especial de uma estratégia mista é uma estratégia pura, onde a probabilidade 1 é definida para algumas ações.

É fácil verificar que cada mistura com a probabilidade 1/2 em L e R é uma estratégia mista do jogo de correspondência entre moedas acima. Se o goleiro colocar peso de mais de 1/2 em L , por exemplo, o jogador deverá ter uma melhor resposta caso escolha R com

Tabela 2.4: Jogo de pênalti redimensionado

		Goleiro	
		L	R
Jogador	L	-1, 1	1,-1
	R	1, -1	0, 0

probabilidade 1, mas depois disso pode não ser um equilíbrio a medida em que o goleiro queira planejar suas ações, e assim por diante.

Há um grande debate sobre como interpretamos as estratégias mistas, e a extensão do seu potencial de aleatoriedade. Note que no jogo entre o goleiro e o jogador, o importante é que cada jogador não sabe o que o outro irá fazer. Por exemplo, pode ser que o jogador decida antes do jogo que se houvesse um pênalti, ele chutaria para a esquerda. O importante é que o jogador não teve a concepção de chutar para a esquerda desde sempre.

Podemos começar a enxergar as mudanças dos equilíbrios a medida em que mudamos a estrutura do ganho. Por exemplo, suponha que o jogador é bastante especializado em chutar para o lado direito do que o lado esquerdo. Em particular, mantém-se os ganhos, mas agora suponha que o jogador tem uma maior chance de pontuar caso chute para a direita quando o goleiro defende também à direita. Isso conduz aos ganhos na Tabela 2.4.

Para calcular o equilíbrio, é suficiente encontrar a estratégia para o goleiro que torne o jogador indiferente, e a estratégia para o jogador que torne o goleiro indiferente.

Definimos, então, s_1 como a estratégia mista do jogador e s_2 como a estratégia mista do goleiro. O jogador deve ser indiferente. O ganho esperado do jogador do seu chute L é $(-1) \times s_2(L) + 1 \times s_2(R)$ e o ganho da R é $1 \times s_2(L) + 0 \times s_2(R)$, então essa indiferença necessita que

$$-s_2(L) + s_2(R) = s_2(L) \quad (2.3)$$

o qual implica que $2 \times s_2(L) = s_2(R)$. Uma vez que estes devem somar até um, visto que são probabilidades, isso implica que $s_2(L) = 1/3$ e $s_2(R) = 2/3$. Cálculos semelhantes baseados no requerimento de que o goleiro seja indiferente, conduziram à

$$s_1(L) - s_1(R) = -s_1(L) \quad (2.4)$$

e então a estratégia de equilíbrio do jogador deve satisfazer $2 \times s_1(L) = s_1(R)$, o que implica em $s_1(L) = 1/3$ e $s_1(R) = 2/3$.

Note-se que como o jogador se torna cada vez mais especializado em chutar para a direita, ambos se ajustam para utilizarem com maior frequência a estratégia da direita. O goleiro acaba usando a estratégia R com maior probabilidade que antes apesar dessa estratégia tenha se tornado pior em termos da reação das estratégias do jogador e não apenas mudanças absolutas nos ganhos como poderiam esperar, superficialmente. O jogador utilizando mais R significa que o goleiro é ainda indiferente aos novos ganhos, bem como ele deve se ajustar a utilizar mais R para manter a indiferença do jogador.

Embora nem todos os jogos tenham estratégias puras do Equilíbrio de Nash, todo jogo que contém um conjunto finito de ações tem no mínimo uma estratégia mista do Equilíbrio de Nash.

2.1.6 Jogos na forma extensiva

Agora nos voltamos para a questão da cronometragem (tempo/temporização). Acima, estava implícito que cada jogador estava selecionando uma estratégia de acordo com as convicções sobre as estratégias dos outros jogadores, mesmo não sabendo exatamente do que elas consistiam.

Se quisermos ser mais explícitos sobre a cronometragem, então devemos considerar o que é conhecido como os jogos na forma extensiva, os quais incluem uma descrição completa dos movimentos e das observações acerca dos movimentos. Há vantagens ao trabalhar com os jogos na forma extensiva, pois eles permitem tratamentos mais explícitos da cronometragem e para os conceitos de equilíbrio que requerem credibilidade.

Adequada para jogos dinâmicos, a forma extensiva lança mão da Teoria dos Grafos para representar o jogo por meio de uma árvore de decisão. Num jogo representado pela forma extensiva, especifica-se:

1. O conjunto de jogadores;
2. Quando cada jogador tem que se mover;
3. O que é possível cada jogador fazer a cada uma das suas oportunidades de movimentação;
4. O conhecimento de cada jogador a cada uma de suas oportunidades de movimentação;
5. O ganho para cada jogador a cada combinação de movimentos possíveis de escolha pelos jogadores.

2.1.7 Indução retroativa

Considere o seguinte jogo entre duas empresas que estão decidindo sobre a realização de propaganda. Os ganhos disponíveis totalizam 28, que devem ser divididos entre as empresas. O custo de anúncio para uma empresa é 8. A empresa 1 atualmente tem uma quota de mercado maior do que a empresa 2, o que resulta em um ganho de 16 enquanto a empresa 2 recebe 12 em lucros. Caso ambos anunciarem, então eles irão dividir o mercado uniformemente e cada um receberá 14, entretanto devem pagar os custos de anúncio, recebendo no final 6. Se apenas uma das empresas anuncia, então esta irá capturar $\frac{3}{4}$ do mercado (mas também deverá pagar os custos de anúncio) e a empresa que não anunciou terá $\frac{1}{4}$ do mercado. Há simplificações óbvias aqui: apenas considerando estes dois níveis da realização de anúncios e assumindo que as propagandas irão afetar a divisão e não o total de rentabilidade, veja a Figura 2.1.

Para aplicar o conceito do Equilíbrio de Nash à este jogo na forma extensiva, devemos especificar o que cada jogador irá fazer em cada nóculo. Há dois Equilíbrios de Nash deste jogo nas estratégias puras. O primeiro é onde apenas a empresa 1 faz propaganda, ou seja, a empresa 2 não realiza qualquer propaganda (e a estratégia de fazer propaganda da empresa 2 depende da estratégia da empresa 1 de não fazer propaganda). O outro equilíbrio corresponde àquele identificado na forma normal: a empresa 1 não faz propaganda, e a empresa 2 o faz independentemente da decisão da empresa 1. Isso é um equilíbrio, na

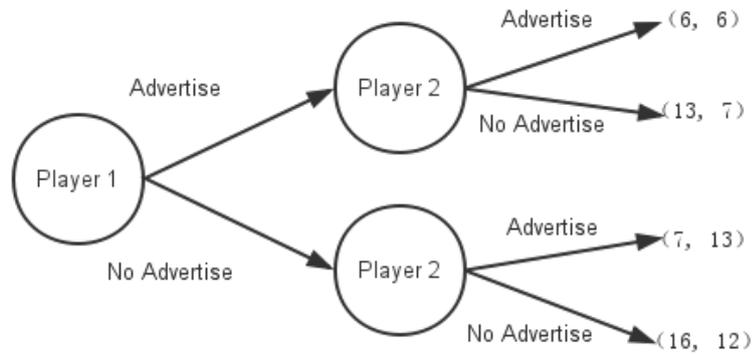


Figura 2.1: Gráfico dos jogos envolvendo propaganda

medida que ambos não querem mudar suas condutas, dadas as outras estratégias. Contudo, isto não é realmente crível da seguinte forma: isso envolve a decisão da empresa 2 de fazer propaganda mesmo depois que a empresa 1 tenha feito, apesar dessa ação não ser do interesse da empresa 2.

Visando capturar a ideia que a estratégia de cada jogador deva ser crível, podemos solucionar a retroatividade do jogo. Isto é, podemos olhar para cada nó de decisão que não há substitutos (sucessores), e começar a realizar previsões sobre esses nós. Dadas essas decisões, podemos realizar um jogo retroativo e decidir como os jogadores irão agir nas decisões *next-to-last* dos nós, antecipando as ações na última decisão de nós, e então repetir. Isso é chamado de indução retroativa. Considere a escolha da empresa 2, dado a decisão de não fazer propaganda da empresa 1. Nesse caso a empresa 2 escolherá fazer propaganda, visto que 13 é maior que 12. Em seguida, considere a escolha da empresa 2, dado a decisão de fazer propaganda da empresa 1. Nesse caso, a empresa 2 escolherá não fazer propaganda, visto que 7 é maior que 6. Agora podemos investigar o gráfico. A empresa 1 irá prever que se ela não fizer propaganda, então a empresa 2 a fará, ao passo que se a empresa 1 fizer propaganda, a empresa 2 não a fará. Assim, na tomada de decisão, a empresa 1 antecipa o ganho de 7 se escolher não fazer propaganda e 13 caso decida por fazer propaganda. Sua escolha otimizada é fazer propaganda. A previsão da indução retroativa sobre as ações que irão ser realizadas são a empresa 1 fazendo propaganda ao passo que a empresa 2 não a fará.

Um conceito de solução encontrado nesse jogo e que implica em mais classes gerais dos jogos é conhecido como equilíbrio perfeito do sub-jogo. Um sub-jogo em termos do gráfico de jogos finitos, é simplesmente um sub-gráfico que obtém-se a partir de um dado nó. A perfeição do sub-jogo necessita que as estratégias estabelecidas constituam o Equilíbrio de Nash em cada sub-jogo (incluindo aqueles que apenas se movem para a esquerda). Então isso necessita que comecemos de qualquer nó, sendo a estratégia escolhida para esse nó otimizada em resposta as remanescentes especificações das estratégias. Em um jogo entre duas empresas, é necessário que a empresa 2 escolha uma

resposta otimizada no sub-jogo seguindo a escolha da empresa 1 de fazer propaganda, e então isso coincida com a solução da indução retroativa proposta para o jogo.

Vale a pena notar que fazer o primeiro movimento não é sempre vantajoso. Algumas vezes, isso permite que o outro execute estratégias que possam ser insustentáveis ao primeiro, ou casos onde as informações que o segundo obtém ao saber da estratégia escolhida pelo primeiro tenham grande consideração. Por exemplo, suponha que o jogo de correspondência entre moedas que discutimos acima foi jogado sequencialmente de modo que o jogador teve de chutar primeiro e o goleiro teve tempo para observar a ação do jogadores e então reagir em correspondência a escolha do jogador, pulando para esquerda ou para a direita: a vantagem certamente é do goleiro.

2.2 Jogos Evolucionários

Os jogos sequenciais envolvem uma faceta dinâmica. Porém, essa dinâmica encontra-se circunscrita à reação que um jogador tem num determinado momento face à ação de outro ou outros agentes no período de tempo anterior. Nesse caso não existe uma regra dinâmica que determine todo o desenrolar do jogo desde um qualquer momento presente até a um horizonte futuro estabelecido na partida.

Os jogos evolucionários são efetivamente dinâmicos, porque assentam num mecanismo que permite perceber de que modo as estratégias seguidas pelos jogadores podem mudar à medida que o jogo vai evoluindo. Neste caso, acrescenta-se um elemento importante àqueles até agora tomados para compor um jogo. Para além de jogadores, estratégias e *payoffs*, considera-se agora também uma regra dinâmica que pode alterar *payoffs* e, por conseguinte, a forma como os jogadores se comportam ao longo do tempo.

Nos jogos evolucionários, espera-se a convergência para um equilíbrio dominante de longo prazo. Neste equilíbrio, atingido após um período de transição dinâmica, os jogadores deverão ter adotado uma estratégia estável do ponto de vista evolucionário, ou seja, uma estratégia que os jogadores já não abandonarão, a menos que alguma força externa perturbe as condições subjacentes ao jogo.

Se a teoria dos jogos pode ser definida como a ciência que estuda o comportamento estratégico, com a teoria dos jogos evolucionários dá-se um passo em frente; temos agora a ciência que estuda a robustez do comportamento estratégico. Nos jogos evolucionários há um reconhecimento implícito de que os agentes aprendem; a estratégia que eles escolhem no período inicial poderá não ser a que maximiza a utilidade, no entanto a interação sistemática com outros levará a que modifiquem o seu comportamento ao longo do tempo no sentido da escolha de tal estratégia.

Para abordar um jogo evolucionário, duas componentes são tidas em consideração. Primeiro, uma matriz de resultados semelhante às apresentadas para os jogos estáticos; segundo, uma regra dinâmica que estabelece o padrão de evolução do comportamento dos jogadores.

Não se pretende nesta tese fazer uma análise exaustiva da teoria dos jogos evolucionários e tratar todas as situações possíveis. Apenas exemplificar com o jogo mais popular neste campo: o jogo *Hawk-Dove*. Considere-se uma população onde os indivíduos podem adotar uma de duas estratégias: a estratégia *hawk*, correspondente a um comportamento agressivo, e a estratégia *dove*, que pressupõe um comportamento harmonioso. O resultado da interação entre um *hawk* e uma *dove* encontra-se sintetizado na seguinte matriz:

Tabela 2.5: Matriz do ganho do jogo *Hawk-Dove*

		Jogador 2	
		<i>hawk</i>	<i>dove</i>
Jogador 1	<i>hawk</i>	4, 4	10, 0
	<i>dove</i>	0, 10	5, 5

Esta matriz é semelhante às atrás admitidas. Dois jogadores podem escolher duas estratégias diferentes, o que resulta nos *payoffs* apresentados. A adoção de um comportamento de *hawk* quando o outro jogador se comporta como *dove* trás o resultado mais vantajoso para o primeiro; em contrapartida, o segundo não recolhe nenhum benefício. Se ambos se comportam como *dove*, os ganhos são equitativamente distribuídos. Por fim, se os dois escolhem ser *hawk*, o comportamento agressivo traduz-se num custo que reduz o benefício conjunto, que é também neste caso dividido em partes iguais.

Do ponto de vista do equilíbrio estático, verifica-se que atuar como *hawk* é uma estratégia dominante para os dois jogadores, o que se traduz num equilíbrio de Nash que difere do equilíbrio cooperativo que poderia ser alcançado em caso de acordo (caso em que os dois jogadores prefeririam a estratégia *dove*).

Para transformar este num jogo evolucionário, considere-se uma variável dinâmica p_t representativa da fração de indivíduos que na população adota a estratégia *dove*; o índice t representa o tempo. Cada uma das duas estratégias terá associada uma função de ajustamento, que indica qual a estratégia preferível. As funções de ajustamento são as seguintes:

$$f_t^H = 4 \times (1 - p_t) + 10 \times p_t \quad \text{for } \text{jogador } \textit{hawk} \quad (2.5)$$

$$f_t^D = 0 \times (1 - p_t) + 5 \times p_t \quad \text{for } \text{jogador } \textit{dove} \quad (2.6)$$

A expressão 2.5 corresponde à função de ajustamento de ser *hawk*; percebe-se a partir desta expressão que quantas mais *dove* existirem maior a vantagem em ser *hawk*. Quanto a 2.6, esta indica que se todos os outros jogadores forem *hawk* então não há qualquer vantagem em ser *dove*.

A evolução da fração p_t é determinada por uma regra dinâmica, conhecida por replicador e que toma a seguinte forma:

$$p_{t+1} = p_t \frac{f_t^D}{\bar{f}_t}, \quad \bar{f}_t = (1 - p_t)f_t^H + p_t f_t^D, \quad p_0 \text{ dado} \quad (2.7)$$

A Equação 2.7 indica como a fração de indivíduos numa população que segue a estratégia *dove* evolui no tempo. Como é óbvio, se só existem duas estratégias, conhecendo a evolução de uma também se conhecerá a evolução da outra.

Observe-se que:

$$\bar{f}_t = 4(1 - p_t)^2 + 10(1 - p_t)p_t + 5p_t^2 \quad (2.8)$$

Substituindo 2.6 e 2.8 em 2.7 obtém-se uma equação dinâmica para a evolução da fração p_t ,

$$p_{t+1} = \frac{5p_t^2}{4(1-p_t)^2 + 10(1-p_t)p_t + 5p_t^2} \quad (2.9)$$

Interessa conhecer o modo como p_t evolui no tempo dada a regra dinâmica 2.9. Para que, de modo simples, se perceba essa dinâmica, assume-se que $p_0 = 0,5$, ou seja, que no estado inicial do jogo, metade dos jogadores escolhe ser *hawk* e a outra metade escolhe ser *dove* (o resultado será o mesmo qualquer que seja a distribuição inicial de jogadores, isto se excluirmos as situações extremas: se todos os jogadores forem inicialmente *hawk* ou todos os jogadores forem inicialmente *dove* assim permanecerão).

Se $p_0=0,5$, a regra impõe a seguinte evolução para a fração de indivíduos a escolher ser *dove*: $p_0 = 0,5$, $p_1 = 0,2632$, $p_2 = 0,0777$, $p_3=0,0073$, $p_4=0,0001$, \dots . Claramente, a sucessão de valores indica que p_t converge rapidamente para zero, ou seja, os indivíduos na população percebem não ser vantajoso adotar uma estratégia de *dove*, de modo que o equilíbrio da longo prazo é um equilíbrio onde todos os jogadores se comportam como *hawk*. Num ambiente sem possibilidade de cooperação, os argumentos apresentados permitem perceber que toda a população encontra vantagem em acabar por se comportar como *hawk*. Há um processo evolucionário que concentra o comportamento na estratégia *hawk*.

Deste modo, a diferença entre um jogo estático e um jogo evolucionário é que o primeiro admite que os jogadores são hiper-rationais, conseguindo de imediato identificar a respectiva estratégia dominante. A teoria dos jogos evolucionários prevê um ajustamento gradual, em que o conjunto de jogadores vai progressivamente mudando para a estratégia dominante, de forma que o equilíbrio de Nash só é alcançado após a fase de transição dinâmica ter sido esgotada.

2.2.1 Estratégias Evolucionárias Estáveis

A analogia do Equilíbrio de Nash na Teoria dos Jogos Evolucionários (*Evolutionary Game Theory - EGT*) é a Estratégia Evolucionária Estável (*Evolutionary Stable Strategy - ESS*). De fato, uma ESS é um Equilíbrio de Nash, mas um pouco reforçada. ESS são conceitos fundamentais na Teoria dos Jogos Evolucionários e são tratados cuidadosamente em cada referência sobre o assunto.

Uma estratégia S^* para o jogo simétrico com matriz de ganho A é um ESS se duas condições forem cumpridas:

- $S^T A S^* \leq S^{*T} A S^*$, para todas as estratégias $S \neq S^*$;
- $S^T A S \leq S^{*T} A S^*$, quando há igualdade na primeira condição.

Claramente qualquer estratégia S^* que satisfaça esses critérios são também Equilíbrios de Nash (desde que seja a melhor resposta para si mesmo e o jogo seja simétrico). De fato, um ESS é mais forte que uma estratégia dominante (fraca). Refinamentos para a definição do ESS são requeridos para os jogos assimétricos e modelos evolucionários divergentes.

Normalmente, uma população em um ESS é resistente à invasão de um número pequeno de mutantes jogando diferentes estratégias. Isso significa que se novos indivíduos com diferentes estratégias forem introduzidos em uma população com um estado ESS, o processo de seleção evolucionária poderá eventualmente eliminar os invasores. Contudo

Tabela 2.6: Dilema dos Prisioneiros na forma normal

		Jogador 2	
		C	D
Jogador 1	C	R, R	P, W
	D	W, P	L, L

que a população de invasores seja suficientemente pequena (mas não chegando a zero), eles poderão não se adequar tão bem quanto as populações originais, então eles poderão ser extintos através da evolução. O processo de seleção está no centro da EGT.

2.2.2 Análise evolucionária do Dilema dos Prisioneiros

Essa seção irá analisar o Dilema dos Prisioneiros que ilustra algumas das forças e fraquezas da EGT. O clássico jogo entre duas pessoas do Dilema dos Prisioneiros é um importante recurso que justifica uma investigação da EGT. O jogo é expresso em sua forma normal, veja a Tabela 2.6 abaixo.

Aqui, C denota cooperação entre os jogadores e D denota deserção. A recompensa R é alcançada quando ambos os jogadores cooperam, e a recompensa dos perdedores L é obtida quando não há confiança entre os jogadores. Quando um jogador coopera e o outro escolhe a deserção, o colaborador recebe P (para punição) e o desertor recebe W (por ganhar). É assumido que $P < L < R < W$. Observa-se que o jogo é simétrico, pois ambos os jogadores tem a mesma matriz de ganho.

Quando o jogo é repetido em um número finito de vezes, a indução retroativa pode ser usada para mostrar as deserções em cada etapa de ambos os jogadores em uma estratégia dominante. Como a EGT pode ser utilizada para interpretar o jogo?

A análise EGT do jogo requer definições cuidadosas da matriz de ganho e dos vetores de estratégia para os jogadores. A matriz de ganho de cada jogador é:

$$A = \begin{pmatrix} R & P \\ W & L \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

Dado o fato de que há apenas duas estratégias puras, uma população com dois grupos pode ser construída. Denotando a frequência dos colaboradores por m , a frequência de deserções em uma população é, então, $1 - m$, portanto a frequência dos vetores de estratégia é $x^T = (m, 1 - m)$. É suficiente estudar a evolução da frequência de colaborações, visto que a frequência de deserções vem imediatamente desta.

Para simplificar a análise, considere o exemplo concreto:

$$A = \begin{pmatrix} -1 & -20 \\ 0 & -10 \end{pmatrix} \quad (2.11)$$

Essa escolha é analiticamente conveniente, mas não excepcional, pois os mesmos resultados serão encontrados para qualquer P, L, R, W desde que a ordenação não mude. A capacidade (adequação) média da população é, então, $x^T A x^T = 9m^2 - 10$. A capacidade dos colaboradores, por sua vez, é $(A x^T)_1 = 19m - 20$. Agora, deixando $x^T = x^T(t)$. As dinâmicas de replicação para os colaboradores (o primeiro componente de x^T) torna-se:

$$m^* = m((Ax^T)_1 - xAx^T) = m(19m - 20 - 9m^2 + 10) = -m(9m - 10)(m - 1) \quad (2.12)$$

O enredo do polinômio m^* é apresentado na Figura 2.2. Observa-se que $m \in (0, 1)$, $m^* < 0$. Isto é, a frequência de colaboradores está diminuindo. Sobre as dinâmicas de replicação, a frequência de colaboradores irá convergir para 0, levando a população a ser puramente composta de desertores. Isso indica que uma população apenas de jogadores desertores é um ponto fixo do sistema, e portanto D é um Equilíbrio de Nash. A convergência para um ponto estável é devido ao fato de que a estratégia pura D é um ESS. Sobre a dinâmica dada, a introdução de qualquer número de colaboradores para a população irá representar sua própria extinção e o retorno ao estado estável.

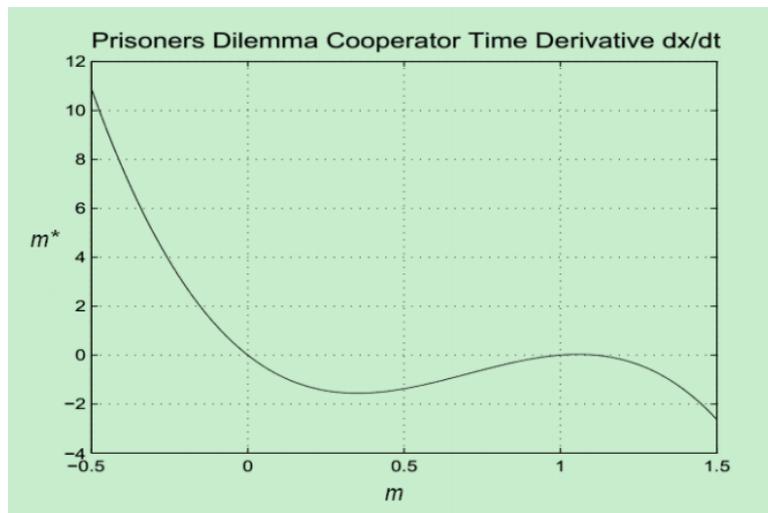


Figura 2.2: Tempo derivado m^* para os colaboradores no Dilema dos Prisioneiros. Observa-se que m^* é negativo no intervalo $(0, 1)$, e que, desde que m seja uma frequência, esta é a única região de interesse [1]

Estender a análise acima para o Dilema dos Prisioneiros iterado é complicado. O problema principal é o crescimento exponencial no espaço de estratégia com um número de repetições. Para reduzir a complexidade da análise da EGT, uma abordagem pode ser aplicada para as partes menores do espaço da estratégia. Josef e Karl [38] propuseram a expressão das estratégias de cada jogador como uma tripla (y, p, q) , onde y representa a probabilidade de cooperação inicial, p denota a probabilidade de cooperação dada a prioridade de cooperação do oponente e q está relacionado à probabilidade de cooperação dada a prioridade de deserção do oponente. Como um triplo, enquanto limitado, é suficiente para expressar o T_{it} para a estratégia T_{at} , jogando estratégias puras em cada etapa do jogo, entre muitas outras.

A análise do Dilema dos Prisioneiros iterado usando essa representação e as dinâmicas de replicação nos leva para acoplar equações diferenciais não lineares para cada y, p, q . A análise, enquanto tediosa, não é muito informativa, as populações não convergem para um ponto fixo e não há estratégias otimizadas conhecidas para o jogo reiterado.

2.3 Modelo de Aceitação de Tecnologia

2.3.1 Descrição do modelo de aceitação de tecnologia

As pesquisas associadas à adoção de tecnologias da informação, bem como da avaliação dos seus impactos são atividades importantes na investigação de sistemas de informação, quer se trate de contextos organizacionais, quer se trate da sociedade. Conseqüentemente, as companhias e a sociedade necessitam desenvolver, não apenas uma cultura geralmente favorável, mas características culturais específicas que maximize o uso da tecnologia ao desempenho de seus empregados e no seu dia-a-dia.

Os estudos baseados na problemática de uso em sistemas começaram a partir da década de 80, por F. D. Davis, pesquisador em sistemas de informação. Davis [39] propôs um modelo que auxiliasse e previsse o uso dos sistemas, desenvolvendo o Technology Acceptance Model (TAM), modelo de aceitação de tecnologia.

A intenção de desenvolvimento do modelo TAM originou-se de um contrato com a IBM Canadá com o *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, nos meados dos anos 80 para avaliar o potencial de mercado para novos produtos da marca e possibilitar uma explicação dos determinantes da utilização de computadores. O modelo TAM foi projetado para compreender a relação causal entre variáveis externas de aceitação dos usuários e o uso real do computador, buscando entender o comportamento deste usuário através do conhecimento da utilidade e da facilidade de utilização percebida por ele.

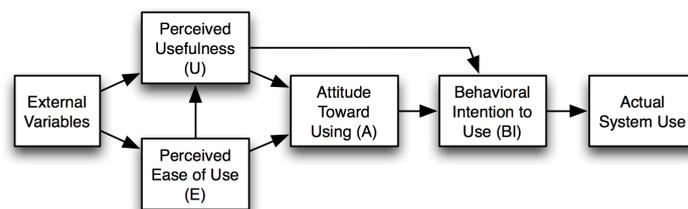


Figura 2.3: Modelo Original do TAM

Para Davis, as pessoas tendem a usar ou não uma tecnologia com o objetivo de melhorar seu desempenho no trabalho – utilidade percebida. Porém, mesmo que essa pessoa entenda que uma determinada tecnologia é útil, sua utilização poderá ser prejudicada se o uso for muito complicado, de modo que o esforço não compense o uso – facilidade percebida.

O exposto na Figura 2.3 sugere que os indivíduos usarão a tecnologia se acreditarem que este uso fornecerá resultados positivos, focalizando-se na facilidade de uso percebida (*perceived ease of use*) e na utilidade percebida (*perceived usefulness*). Assim, o TAM normalmente é utilizado para entender o porquê que o usuário aceita ou rejeita uma tecnologia de informação e como melhorar a aceitação, oferecendo, desse modo, um suporte para prever e explicar a aceitação.

As questões iniciais de Davis foram:

- Quais são as principais variáveis motivacionais que mensuravam as características de sistema e o uso real de sistemas de computadores por usuários finais em ambientes organizacionais;
- Como essas variáveis se relacionam umas com as outras, às características dos sistemas e ao comportamento do usuário;
- Como a motivação do usuário pode ser medida antes da implementação organizacional de modo a se avaliar a probabilidade da aceitação do usuário para novos sistemas propostos.

Os sistemas referidos como “sistemas para usuários finais” são definidos por Davis como sistemas utilizados diretamente pelos membros da organização, à sua escolha, para dar suporte à suas atividades profissionais. Naquela época, Davis considerava os sistemas para usuários finais um mercado em ascensão nos EUA, o que se mostrou uma realidade nos dias de hoje.

A teoria do TAM aborda que uma intenção comportamental do indivíduo, para usar um sistema, é determinada por duas crenças, facilidade percebida de uso e utilidade percebida, sendo que ambas mediam completamente os efeitos das variáveis externas, como características do sistema, processo de desenvolvimento, treinamento, na intenção de uso.

Apesar do importante corpo de investigação associado à adoção de tecnologias da informação, ela ainda não consegue explicar todos os fenômenos que lhe estão associados. Tal fato se deve pela complexidade dos processos de adoção, principalmente porque envolvem pessoas e interferem com as suas percepções de natureza cognitiva, as quais nem sempre se regem por interesses organizacionais (antes são afetados por questões de natureza individual e cultural) e, por outro, à natureza fortemente dinâmica e evolutiva das tecnologias da informação, mudando muito rapidamente os paradigmas tecnológicos e criando novos campos de investigação.

O TAM é representado pela Figura 2.3, com as setas representando relações causais. Os sistemas a serem testados são representados pelas variáveis “recursos de design”. Segundo Davis, a atitude de um usuário em relação ao sistema é um grande determinante se ele, efetivamente, utilizará ou não o sistema. Essa atitude em relação ao uso, por sua vez, é uma função de duas construções cognitivas: a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida.

A utilidade percebida é definida como o quanto um indivíduo acredita que, utilizando um determinado sistema, seu trabalho terá melhores resultados. A facilidade de uso percebida é definida como o quanto o indivíduo acredita que, utilizando um determinado sistema ficará livre de esforço físico ou mental.

De acordo com o modelo, a facilidade percebida tem um efeito causal na utilidade percebida. Os recursos de design influenciam a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida. Isso significa que um sistema que seja fácil de ser utilizado resultará em um aumento do desempenho do trabalho do usuário. Caso a facilidade de uso seja afetada, o desempenho do trabalho também será afetada.

Na discussão de seu trabalho, Davis propõe um procedimento padronizado para a aplicação do TAM em diversos arranjos operacionais, visando atender às necessidades de pesquisa de aceitação de tecnologia. O procedimento geral consiste em quatro sub-

procedimentos distintos: escaneamento de oportunidade, seleção funcional, seleção de interface e teste de protótipo.

O escaneamento de oportunidade tem como objetivo criar e manter uma compreensão da nova e emergente tecnologia que será estudada e um alerta quanto à aplicabilidade dessa tecnologia aos usuários. A seleção funcional consiste em identificar dentre uma gama de possibilidades funcionais, aquelas que aparentam ser as mais úteis para os usuários. A seleção de interface é conduzida em paralelo à seleção funcional e consiste em identificar as modalidades de interface que são utilizadas de maneira mais fácil e prazerosa. Finalmente, o teste de prototipagem permite a realização empírica de experimentos contemplando as seleções funcionais e de interface.

Embora o TAM tenha sido concebido para se realizar testes de laboratório, processos relativos às normas da organização também podem ser testados. Davis chama atenção para a necessidade de se considerar influências normativas subjetivas nesse tipo de estudo. Davis complementa que existem três processos em que influências sociais afetam o comportamento do usuário em relação à tecnologia adotada: identificação, internalização e aceitação. Enquanto a identificação e a internalização atuam sobre a estrutura atitudinal do indivíduo, a aceitação refere-se a situações em que o indivíduo se comporta de modo inconsistente com sua atitude, com o objetivo de receber recompensas e evitar punições e está associada à "pressão sentida". Davis conclui que os resultados de sua pesquisa apontam para o TAM como um modelo válido para aprimorar e desenvolver sistemas. Essa validade é contemplada pela possibilidade de se medir o impacto das escolhas de design de sistemas na motivação do usuário em utilizá-los.

2.3.2 Aplicação do TAM

Com o auxílio da sua sólida fundação de teoria e sua funcionalidade, a TAM tem atraído a grande atenção da comunidade de pesquisadores de sistemas de informação. Originalmente, Davis [40] estudou a aceitação dos sistemas de e-mail e editores de texto em uma empresa, a conclusão de seu trabalho demonstrou que, as características dos sistemas de informação têm uma grande influência sobre os comportamentos dos utilizadores, através das cinco variáveis motivacionais acima. Inicialmente na aplicação do TAM, os investigadores estavam inclinados a estudar os fatores chave da TAM e enfatizar a PEOU e PU. Hu *et al.*[41] constataram que o TAM foi capaz de fornecer uma descrição razoável da intenção comportamental sobre o uso da tecnologia de telemedicina na medicina. Sua conclusão também confirmou que PU foi um determinante crucial da atitude e da intenção. Szajna [42] estudou o TAM com base na metodologia de Davis e assegurou que este era um modelo valioso para avaliar a aceitação de sistemas de informação, tais como sistemas de e-mail. Trabalhos mais relacionados [43, 44, 45] neste período foram focados sobre os determinantes internos do TAM e os estudos provaram que o TAM era apropriado para medir a aceitação dos sistemas de informação.

Apesar do modelo TAM original ter alcançado sucesso na investigação de aceitação de sistemas de informação, muitos pesquisadores sugeriram que o TAM precisava agregar variáveis adicionais para fornecer uma perspectiva abrangente. Venkatesh e Davis [46] desenvolveram uma extensão do modelo que amplia a PU e PEOU em termos influência social e processos instrumentais cognitivos. Mais tarde, foi substituído por um modelo modificado chamado TAM 3 [47], para estudar como a intervenção social influencia a

aceitação de sistemas de informação. Além disso, muitas variáveis externas foram adicionadas ao modelo de TAM para amplificar a sua aplicação e melhorar o seu desempenho. A qualidade do sistema foi descrita como um fator importante na aceitação dos usuários em pesquisas anteriores [48, 49]. A Norma subjetiva, como influência social também foi abordada nos [50, 51, 52, 53]. Juntamente com outras teorias, como a teoria do comportamento planejado [54, 55, 56, 57], teoria da adoção e infusão de inovações [58, 59], teoria do fluxo [60, 61, 62] e modelo da adequação entre tarefa e tecnologia [63, 64] etc, o estudo de aceitação da tecnologia da informação tem atraído cada vez mais atenção no campo acadêmico.

Capítulo 3

Estado da Arte

Neste capítulo, revisaremos as literaturas da área para a inspiração dessa pesquisa. Na primeira seção, a aplicação da Teoria dos Jogos no Comércio Eletrônico é estudada. Os trabalhos da Teoria dos Jogos e da Teoria dos Jogos Evolucionários são listados nessa parte. Em seguida, os trabalhos sobre Modelo de Aceitação de Tecnologia são demonstrados para fundamentar a pesquisa sobre o relacionamento entre vendedores e consumidores.

3.1 Teoria dos Jogos no Comércio Eletrônico

Nesta seção, analisamos os trabalhos que solucionam os problemas do comércio eletrônico com base na Teoria dos Jogos. Inicialmente, apresentaremos os estudos sobre o mercado eletrônico, e em seguida, as aplicações da Teoria dos Jogos e da Teoria dos Jogos Evolucionários são revisados respectivamente.

3.1.1 Trabalhos relacionados ao Comércio Eletrônico

Para o nosso melhor conhecimento, não há muitas pesquisas com foco no mecanismo de cobrança de taxas de serviço. No entanto, o mercado eletrônico foi investigado sistematicamente no mundo real. Acreditamos que algumas dessas obras poderiam nos inspirar.

Os Modelos de Negócio

Os modelos de negócio são afetados em grande escala pelo comércio eletrônico. Comparando com o comércio tradicional, o comércio eletrônico vem sendo escolhido cada vez mais porque ele agrega os seus vendedores de todas as regiões possíveis e economizam seus custos nos negócios, por exemplo, os vendedores não precisam comprar ou pagar aluguel para a loja, nem tem custo de distribuição [65]. Além disso, Cousins e Robey [66] investigaram a diferença entre o comércio eletrônico no setor privado e no setor público, e descobriram que as transações do setor privado foram mais sucedidas do que as do setor público, porque eles permitiam relações que envolviam confiança e privacidade em suas transações, ao passo que o setor público não garantiu a mesma atenção.

Mecanismo de Leilão

A negociação automática, no comércio eletrônico, se apresenta em muitos trabalhos disponíveis na literatura. A negociação pode ser modelada como um procedimento de busca para satisfazer ambos os lados das transações. A pesquisa feita por Cheng *et al.* [67] examinou a busca como um problema de tomar decisão com múltiplos objetivos, em

seguida, um processo iterativo com base na teoria de *fuzzy* foi proposto para gerar as ofertas.

Os fatores fundamentais que afetam as transações do comércio B2B são examinados. Três fatores são identificados por Levi *et al.* [68] como sendo relevantes: gestão de fornecedores, investimentos idiossincráticos em sistemas de informação e codificação do produto e as especificações do cumprimento das operações. Eles concluem que a codificação do produto (ou seja *digitalizability*) desempenha um papel fundamental na influência da contratação e investimentos da TI no comércio eletrônico.

Comportamento dos Usuários

Além disso, há várias pesquisas que focam no comportamento dos usuários no mercado eletrônico. Hong e Cho [69] exploraram o impacto da confiança sobre o comportamento do consumidor. A sua pesquisa revelou que a confiança do consumidor no intermediário tem uma forte influência sobre ambos, no que diz respeito à fidelidade e intenções de compra. Yang e Li[70] propuseram um mecanismo de comentário para o mercado eletrônico que ajudou a construir a confiança em compras online. Os resultados das simulações do trabalho mostraram que o mecanismo de comentário teve um impacto positivo sobre o comportamento dos vendedores e dos compradores.

3.1.2 Teoria dos Jogos no comércio eletrônico

A Teoria dos Jogos é um ramo da economia que estuda as interações entre jogadores com interesses próprios. Os mecanismos de negociações foram bem investigados na literatura da Teoria dos Jogos. O surgimento da internet e do comércio eletrônico tem proporcionado um enorme desenvolvimento de técnicas de negociação e de negociações computacionais.

Miller *et al.* [71] investigaram a seleção do mercado como um problema de *multi-armed bandit*, os autores avaliaram quatro algoritmos de reforço usando a plataforma de dupla simulação de leilão — JCAT. O lucro do comerciante e a eficiência da alocação de recursos globais, foram discutidos por meio da comparação com a seleção de mercados aleatórios. O resultado demonstrou que uma estratégia de seleção de mercado inteligente é melhor tanto para o comerciante quanto para a eficiência do mercado. Shi *et al.* [72] propuseram um framework para analisar os concorrentes. Os autores, teoricamente, analisaram o comportamento de equilíbrio de estratégias de seleção de mercado dos operadores e adotaram a Teoria dos Jogos Evolucionários para investigar como os comerciantes alteram dinamicamente as suas estratégias. O resultado indica que é possível para o mercado manter os comerciantes em competição, mesmo quando há cobrança de taxas mais elevadas, caso algum mercado já tenha uma melhor posição. Também se descobriu que a medida em que o número de comerciantes aumenta, torna-se mais difícil para os comerciantes preferirem um mercado mais barato. Sohn *et al.* [73] discutiram a influência da política de preços sobre a migração de comerciantes. Sua pesquisa demonstrou que a política de mercado e o comportamento de vendedores precisavam ser alinhados para uma execução eficaz. Eles exploraram as implicações de uma política de preços tendenciosa que poderia ser capaz de atrair mais quota de mercado e lucro total.

A pesquisa da tributação do comércio eletrônico complementa o crescimento das compras online. McLure [74] fez um estudo abrangente e sistemático de tributação do comércio eletrônico desde 1996, onde apresentou os objetivos econômicos, as restrições tecnológicas

e as leis fiscais neste campo. Laudon *et al.* [75] analisaram o sistema de tarifação da Amazon, mas não propuseram um modelo concreto de estudo empírico. Ahmed e Hegazi [76] propuseram um modelo dinâmico para a tributação do comércio eletrônico, que é usado para derivar uma condição sobre o número de empresas para evitar instabilidades no mercado. Zeng *et al.* [77] fizeram uma investigação correspondente num mercado chinês eletrônico e levantaram soluções para este problema.

A pesquisa de Zheng *et al.* [78] abordou o problema de cobrança no mercado eletrônico com base na Alibaba. Eles propuseram um modelo de jogo baseado no modelo de Leontief e na Teoria dos Jogos para calcular o mecanismo de cobrança de serviços tarifados. A conclusão deste trabalho concentrou as vendas em menos vendedores, com a finalidade de cobrar mais taxas destes.

3.1.3 Aplicação da Teoria dos Jogos Evolucionários no comércio eletrônico

A Teoria dos Jogos Evolucionários provou ser inestimável para ajudar a explicar muitos aspectos complexos e desafiantes da biologia. A Teoria dos Jogos clássica assume que os jogadores sempre devem ser estritamente racionais e terem conhecimentos prévios das preferências do adversário. Em jogos evolucionários, a racionalidade completa não é necessária e a teoria centra-se mais sobre a dinâmica da mudança de estratégia como influência não apenas da qualidade das diferentes estratégias concorrentes. Estas características têm atraído interesse de economistas e sociólogos.

Várias pesquisas adotaram a Teoria dos Jogos Evolucionários para resolver os problemas no comércio eletrônico. Byde [79] descreveu uma aplicação da Teoria dos Jogos Evolucionários para simular um problema do desenho dos mecanismos de leilão. Com a implementação do mecanismo de leilão, esta técnica estabeleceu a superioridade de leilões não-padrão em uma variedade de ambientes comuns. Gerding *et al.* [80] exploraram os “agentes inteligentes” nas negociações automáticas no setor. Eles desenvolveram um sistema que utiliza algoritmos evolucionários, que é capaz de encontrar boas estratégias de negociação. Além do resultado assemelhar-se às previsões da Teoria dos Jogos, são listadas: a dinâmica, o efeito da quebra e várias outras questões que foram analisadas neste trabalho. Chao *et al.* [81] realizaram uma pesquisa similar sobre a negociação automatizada. A principal característica de seu método proposto é que os agentes de negociação podem chegar a um ponto estável, em que um agente só sabe sobre os seus próprios pagamentos e estratégias. Chen *et al.* [82] estudaram o mecanismo de alocação de lucro no comércio móvel. Com base na Teoria dos Jogos Evolucionários, os autores construíram um modelo de jogo evolucionário e discutiram a relação ideal de distribuição de lucros entre a rede móvel e os provedores de conteúdo.

3.2 Teoria de Aceitação de Tecnologia

A aceitação sobre o uso de sistemas de informação tem atraído muita atenção desde que a tecnologia da informação tem desempenhado um papel cada vez mais importante no trabalho atualmente. O modelo mais amplamente adotado para medir essa aceitação de uso é o Modelo de Aceitação de Tecnologia (Technology Acceptance Model - TAM),

que foi desenvolvido em [40] e [39]. O TAM é um modelo bem estabelecido que tem sido utilizado para estudar e explicar a aceitação de diversos sistemas de informação. O modelo original do TAM consiste na Facilidade de Uso Percebida (*Perceived Ease of Use-PEOU*), Utilidade Percebida (*Perceived Usefulness-PU*), Atitude Sobre o Uso (*Attitude Toward Using-ATU*), Intenção Comportamental (*Behavioral Intention-BI*) e Uso Real do Sistema (*Actual system Use-AU*). A utilidade percebida e a facilidade de uso percebida tem sido consideradas como os fatores mais importantes entre eles. Devido à sua sólida formação teórica e prática, o TAM tem atraído considerável atenção da comunidade de sistemas de informação.

3.2.1 TAM nos sistemas informacionais

Com o auxílio da sua sólida fundação de teoria e sua funcionalidade, o TAM tem atraído a grande atenção da comunidade de pesquisadores de sistemas de informação. Originalmente, Davis [40] estudou a aceitação dos sistemas de e-mail e editores de texto em uma empresa, a conclusão de seu trabalho demonstrou que, as características dos sistemas de informação têm uma grande influência sobre os comportamentos dos utilizadores, através das cinco variáveis motivacionais acima. Inicialmente na aplicação do TAM, os investigadores estavam inclinados a estudar os fatores chave do TAM e enfatizar a PEOU e PU. Hu *et al.*[41] constataram que o TAM foi capaz de fornecer uma descrição razoável da intenção comportamental sobre o uso da tecnologia de telemedicina na medicina. Sua conclusão também confirmou que PU foi um determinante crucial da atitude e da intenção. Szajna [42] estudou o TAM com base na metodologia de Davis e assegurou que este era um modelo valioso para avaliar a aceitação de sistemas de informação, tais como sistemas de e-mail. Trabalhos mais relacionados [43, 44, 45] neste período foram focados sobre os determinantes internos do TAM e os estudos provaram que o TAM era apropriado para medir a aceitação dos sistemas de informação.

Apesar do modelo TAM original ter alcançado sucesso na investigação de aceitação de sistemas de informação, muitos pesquisadores sugeriram que o TAM precisava agregar variáveis adicionais para fornecer uma perspectiva abrangente. Venkatesh e Davis [46] desenvolveram uma extensão do modelo que amplia a PU e PEOU em termos da influência social e dos processos instrumentais cognitivos. Mais tarde, foi substituído por um modelo modificado chamado TAM 3 [47], para estudar como a intervenção social influencia a aceitação de sistemas de informação. Além disso, muitas variáveis externas foram adicionadas ao modelo de TAM para amplificar a sua aplicação e melhorar o seu desempenho. A qualidade do sistema foi descrita como um fator importante na aceitação dos usuários em pesquisas anteriores [48, 49]. A Norma subjetiva, como influência social também foi abordada no [50, 51, 52, 53]. Juntamente com outras teorias, como a teoria do comportamento planejado [54, 55, 56, 57], teoria da adoção e infusão de inovações [58, 59], teoria do fluxo [60, 61, 62] e modelo da adequação entre tarefa e tecnologia [63, 64] etc, o estudo de aceitação da tecnologia da informação tem atraído cada vez mais atenção no campo acadêmico.

3.2.2 TAM no comércio eletrônico

As compras online vem se tornando um serviço mais expansivo na internet nos dias de hoje, logo aplicamos o TAM também para estudar a aceitação do comércio eletrônico. McCloskey [83] é um dos pioneiros que usou o TAM para descobrir a aceitação do comércio eletrônico. O tempo que as pessoas gastam na internet tem um impacto na facilidade de uso percebida. A facilidade de uso percebida tem um impacto positivo notável sobre a utilidade percebida. A utilidade percebida e a facilidade de uso percebida, ambas não tem um impacto significativo na frequência de compras online ou dinheiro gasto. No entanto, a quantidade de horas gastas com a utilização da internet por semana tem um impacto significativo nesses dois fatores. Koufaris [60] integrou o TAM e a teoria de fluxo, construiu um *framework* para investigar os comportamentos dos consumidores online. A qualidade do produto, as habilidades de navegação na web, e os mecanismos de busca, todos têm um grande impacto sobre os consumidores. Wu e Wang [84] apresentaram um trabalho que integrou teoria da adoção e infusão de inovações e o TAM para investigar a aceitação de comércio móvel. A técnica da modelagem de equação estrutural foi empregada para avaliar a relação de causa e efeito do modelo, e a análise fatorial confirmatória foi realizada para examinar a confiabilidade e a validade do modelo. Os resultados deste trabalho indicam que, com exceção da facilidade de uso percebida, todos os outros fatores afetam a intenção comportamental dos usuários. Além disso, a compatibilidade é o mais vital entre eles.

Klopping e McKinney [63] incorporaram o TAM e o modelo da adequação entre tarefa e tecnologia para estudar o comportamento dos consumidores no comércio eletrônico. Este estudo sugeriu que a adoção depende da tarefa e da utilidade percebida, e também que o modelo da adequação entre tarefa e tecnologia é um complemento valioso para o TAM nas pesquisas de compras online. Um modelo teórico proposto por Olivera e Joia [85] apuraram a relação entre a interface do site do comércio eletrônico e o comportamento do cliente, ressaltando a atitude e a intenção. Olivera concluiu que a facilidade de uso percebido, a confiança, o contentamento e a atratividade são fatores chave para a compreensão de atitude e intenção comportamental dos clientes. Nunkoo *et al.* [86] avaliaram as relações entre a atitude, a facilidade de uso percebida, a utilidade percebida, a confiança, o risco percebido e a intenção de compra online na área do turismo e produtos de viagem, usando um modelo estendido do TAM. Este estudo forneceu mais evidências para a adequação do TAM para avaliar as várias dimensões da intenção de compra online de viajantes. Os resultados confirmaram que a utilidade percebida, a confiança e os riscos percebidos são elementos mais importantes na influência da atitude das pessoas em direção a compras online no turismo e de produtos de viagem. Por outro lado, o resultado sugeriu que a facilidade de uso percebida não é um indicador chave de atitude.

Lim e Ting [87] adotaram o TAM para abordar os fatores que influenciam o comportamento de compras online. Os resultados mostraram que a intenção de compra dos consumidores é determinada pela sua atitude. As conclusões destacaram a importância da facilidade de uso percebida e da utilidade percebida do site para a atitude dos consumidores. Morgan e Veloutsou [88] integraram o TAM à fatores de confiança e satisfação para investigar as marcas online. Os resultados demonstraram que a confiança e a utilidade percebida afetam positivamente a experiência das marcas online. As experiências positivas aumentam a satisfação e a intenção comportamental que por sua vez levam à construção e reforço da marca online.

Capítulo 4

Framework das Relações no Comércio Eletrônico

Neste capítulo, um framework das relações no comércio eletrônico é proposto para estudar as interações entre seus participantes. A primeira seção introduzirá um panorama geral do framework. Em seguida, a próxima seção fornecerá detalhes a cerca dos modelos compostos. Quatro modelos foram desenvolvidos, a “Teoria dos Jogos” e o Modelo de Aceitação de Tecnologia são as teorias fundamentais nesta pesquisa.

4.1 *Stakeholders* Envolvidos

Visando melhor entendimento do *framework*, a primeira seção fornecerá uma breve introdução sobre os participantes do comércio eletrônico, os quais incluem: vendedores, mercado eletrônico e consumidores.

4.1.1 Vendedores

Os vendedores, também conhecidos como fornecedores, são indivíduos ou empresas que vendem bens ou serviços para alguém na cadeia econômica. No contexto do comércio eletrônico, o vendedor tem um novo papel, onde conquista um mercado na internet. Em comparação com o papel tradicional, o vendedor online tem suas próprias características.

- Os vendedores online são capazes de romper as barreiras geográficas com a ajuda da internet. Dada essa capacidade, eles enfrentam maior competição, e também podem ter mais oportunidades. Os competidores não são limitados por regiões ou por cidades. Além disso, os vendedores online devem enfrentar competidores de diferentes tamanhos e estratégias.
- A internet é capaz de quebrar as limitações temporais e espaciais, mas traz alguns requisitos para os vendedores online. Para facilitar a superação deste desafio, o mercado eletrônico se desenvolveu para auxiliá-los nos empreendimentos. Dessa maneira, o mercado eletrônico pode cobrar uma taxa de serviço dos vendedores online, criando assim uma situação de ganho mútuo.

- Os vendedores online possuem diferentes maneiras de alcançar ou atrair consumidores. No comércio eletrônico, eles podem fazer propaganda em ferramentas de busca, pagando pela sua posição nos resultados. Essas recentes maneiras de promoção também trazem uma nova competição entre os vendedores online.

4.1.2 Mercado eletrônico

O mercado eletrônico é um intermediário do comércio eletrônico onde informações de produtos e serviços são listados por múltiplos terceiros, enquanto que as transações são processadas pelos serviços oferecidos pelo mercado eletrônico. Nele, as transações são processadas e, então, entregues e realizadas por terceiros. Dentre as outras funções, também se inclui leilões, catálogos, encomendas e propagandas. Em geral, em virtude dos mercados agregarem produtos de uma grande quantidade de fornecedores, as opções e a disponibilidade de produtos são maiores, e os preços são mais competitivos comparados à lojas físicas.

O modelo de negócio do mercado eletrônico se assenta na cobrança de taxas de serviço no mercado eletrônico, ou taxas de propaganda ao manipular posições nos resultados de busca dos consumidores. Além disso, o relacionamento entre o mercado eletrônico e os vendedores online é um tema importante na área de pesquisa do comércio eletrônico, buscando o aperfeiçoamento de ambos os lados.

4.1.3 Consumidores

Como elemento fundamental do comércio eletrônico, o comportamento dos consumidores tem um importante papel na pesquisa dos empreendimentos online. Os compradores na internet também tem suas próprias características: são íntimos da informática, e assumem riscos relacionados à qualidade dos produtos bem como riscos de vazamento de informações pessoais e financeiras. Considerando essas características, os vendedores do comércio eletrônico devem identificar fatores que possam influenciar a intenção de compra dos consumidores, promovendo suas vendas.

4.2 Apresentação do Problema

O comércio eletrônico transcende os limites geográficos, e o sistema pode ser configurado para operar 24 horas por dia. Isso também permite aos clientes compararem produtos, serviços e preços. As despesas gerais são mínimas e os custos de empreendimento são baixos. O comércio eletrônico também economiza tempo dos clientes de visitarem lojas físicas, oferecendo a opção de consultar a disponibilidade de bens e serviços nas lojas físicas através de seus websites. Essas inovações também introduzem um novo traço nessa nova forma de negócio, que influencia o relacionamento entre os participantes.

4.2.1 Competições entre os vendedores

O contexto do comércio eletrônico determina que as competições entre os vendedores online são diferentes das encontradas no mercado tradicional. Devido a facilidade de acesso ao comércio eletrônico, qualquer pessoa que tem acesso a internet e está interessada

em fazer negócio pode se tornar um vendedor online. Nesse caso, os vendedores podem enfrentar maior competição em relação ao negócio tradicional.

De acordo com diferentes critérios, os vendedores podem ser classificados em diferentes categorias. A competição, cujo estudo oferece uma melhor compreensão do comércio eletrônico, tem diversas formas dependendo das categorias.

4.2.2 Mecanismos de cobrança no comércio eletrônico

O mercado eletrônico funciona como um intermediário entre vendedores e consumidores. Com sua ajuda, os vendedores podem superar as dificuldades da tecnologia da informação, dando acesso aos consumidores a uma grande gama de opções de produtos. Sendo uma empresa, a busca por lucro constitui a principal tarefa, portanto, o desenvolvimento de mecanismos de cobrança é um tema inevitável no mercado eletrônico.

O mercado eletrônico enfrenta um paradoxo na determinação de mecanismos de cobrança. Quando há uma cobrança alta para os vendedores, eles tendem a sair do mercado, diminuindo as opções e também o número de consumidores. Entretanto, quando há uma cobrança baixa, o lucro do mercado não consegue alcançar uma situação ideal. Então, é necessário que o mercado eletrônico tome sua decisão de cobrança da maneira mais otimizada.

4.2.3 Fatores de influência dos consumidores na aceitação do comércio eletrônico

O objetivo dos vendedores é atrair cada vez mais consumidores para o comércio eletrônico, e aumentar suas vendas estrategicamente. Contudo, é importante identificar os fatores que afetam o comportamento de compra dos consumidores.

4.3 *Framework* Proposto para o Comércio Eletrônico

Essa seção irá apresentar o *framework* proposto das relações no comércio eletrônico. A seguir, temos todos os participantes que estão conectados na Figura 4.1. Geralmente, há três tipos de relação neste Framework, 1): O mercado eletrônico cobra taxas de serviço dos vendedores online; 2) A competição entre os vendedores online; 3) O mercado online e os vendedores fazem o seu melhor para atrair consumidores.

De acordo com o objetivo geral desta tese, quatro modelos foram desenvolvidos para estudar as relações mencionadas no comércio eletrônico.

1. No comércio eletrônico, os vendedores, regularmente, têm diferentes perfis: alguns capacitam, investem muito, enquanto outros não. Logo, dentro de um nível que um vendedor permanece, as estratégias que ele escolhe podem ser variáveis. Com a ajuda do modelo *Hawk-Dove*, um modelo de jogo foi proposto para investigar a relação entre vendedores de diferentes portes.
2. No outro cenário, os vendedores podem ser classificados em ocupantes e entrantes. Os jogadores dependem do seu grupo para tomarem suas decisões. O ocupante deve escolher lutar com o entrante ou aceitá-lo, ambas com diferentes ganhos. Por outro lado, o entrante pode escolher entrar no mercado ou não.

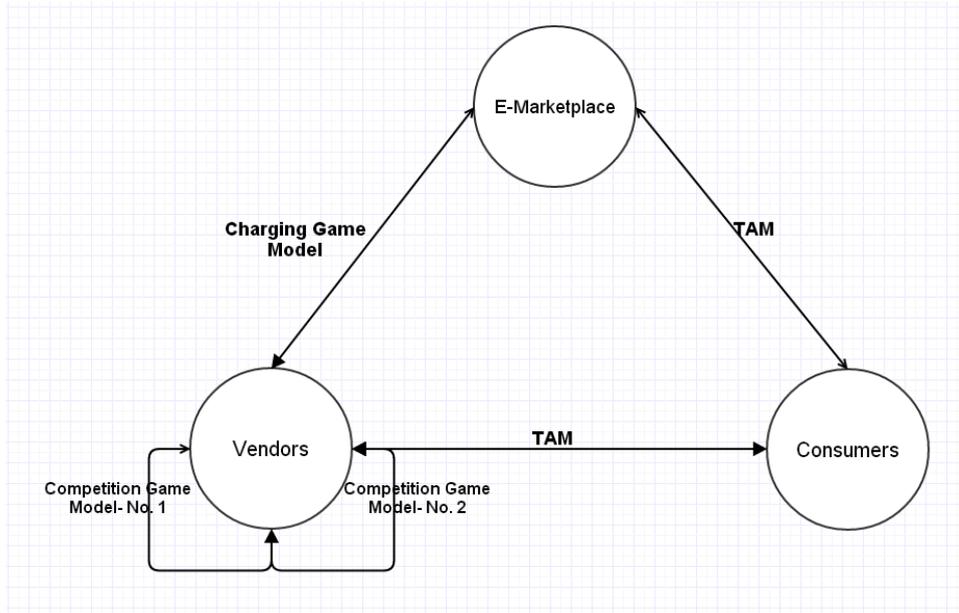


Figura 4.1: Framework proposto

3. Num mercado eletrônico, o site presta os serviços para os vendedores numa loja virtual. Por isso, o mecanismo que o administrador de um mercado eletrônico cobra dos vendedores é um tópico interessante na área de *e-commerce*. Nesta etapa, o modelo de Leontief foi adaptado para modelar o problema, e o equilíbrio de Nash gerou uma saída ganho-ganho para ambos os lados.
4. Os consumidores permanecem na posição dominante nas compras online. Os vendedores dão os seus máximos para atraí-los. Logo, é necessário conhecer quais são os fatores mais importantes para os consumidores tomarem decisões. Nesta seção, um modelo de extensão do TAM foi proposto para investigar os cenários do comércio eletrônico no Brasil.

4.4 Breve Introdução dos Modelos Propostos

Baseado nas ideias da seção anterior, iremos apresentar uma breve introdução dos modelos propostos.

- **Modelo de Jogo para os Mecanismos de Cobrança**

Um dos maiores desafios do comércio eletrônico é utilizar o mínimo de métodos para desenvolver a rentabilidade tanto dos operadores das plataformas online como dos vendedores no *e-commerce*. Tomando a Alibaba como exemplo, o modelo de operação mais eficiente é o de coleta de taxas de serviço de hospedagem dos vendedores que utilizam a plataforma. Dessa forma, a plataforma define um valor de taxa de cobrança e os vendedores podem decidir se a aceitam ou não. Nesse sentido, é necessário criar uma ferramenta analítica para melhorar e maximizar a rentabilidade das parcerias. Esta seção propõe um Modelo de Jogo de Dinâmica em Cooperação. No

modelo proposto, tanto os operadores de plataforma como os vendedores online tem suas funções de ganho calculadas através do uso da Indução Retroativa e suas atividades são simuladas em um jogo onde o objetivo é alcançar o maior ganho possível. Levando em consideração diversas condições de mercado, o modelo obtém o Equilíbrio de Nash e calcula o valor em que a taxa de serviço renderia o resultado mais lucrativo. Comparando os dados coletados obtidos de um conjunto real fornecido pelo Alibaba, o modelo proposto simulou o volume de transações esperadas com base em uma taxa de serviço específica. Os resultados demonstraram que o modelo proposto, usando o modelo de jogo, é adequado para os estudos do *e-commerce* e pode ajudar a aperfeiçoar a rentabilidade dos parceiros em um modelo de negócio online.

- **Competição *Hawk-Dove***

Atualmente, o mercado eletrônico fornece muitas ferramentas e benefícios, e promove a atividade comercial no ciberespaço. Devido as distintas características do comércio eletrônico, a competição também se diferencia daquela encontrada no comércio tradicional. Essa seção analisa tanto a competição entre os vendedores quando o estado estável no mercado eletrônico através de um modelo proposto que aplica a Teoria dos Jogos Evolucionários. O objetivo se assenta na busca de um melhor entendimento dessas relações e o atual estado no interior do mercado eletrônico, bem como fornecer uma ferramenta para os vendedores aumentarem seus lucros. Nessa seção, os vendedores foram divididos em quatro categorias de acordo com seus respectivos portes (Grande Porte, Pequeno Porte) bem como suas estratégias de venda (Agressiva, Conservadora). Ao desenvolver o Modelo de Jogo de Competição Assimétrica no Mercado Eletrônico no Equilíbrio de Nash, analisamos a composição de diferentes vendedores e de que modo essa proporção é afetada pela assimetria entre eles. Finalmente, conduzimos um experimento de simulação para verificar a efetividade do modelo proposto.

- **Competição entre Entrante e Ocupante**

O processo de tomada de decisão de entrada no mercado e a defesa dos ocupantes é um dos assuntos mais importantes nas atividades comerciais, assim como um campo de pesquisa crescente dentro da comunidade acadêmica. Esse modelo adota a Teoria dos Jogos para estudar as decisões de entrada no mercado dos vendedores, dentro do mercado eletrônico. Todos os vendedores foram classificados em duas categorias: os “gigantes” que tem uma grande quantidade de investimento e objetiva ganhar maior rentabilidade e os “anões” que não investem tanto e, portanto, não captam muito lucro. Para estudar as diferentes características entre eles. a cerca das decisões de entrada no mundo de negócios virtual, um modelo de jogo de entrada no mercado eletrônico é proposto. Através desse modelo, a simulação da decisão de entrada em um mercado é formada e um gráfico é construído para analisar o equilíbrio. Além dos equilíbrios de estratégias puras, os equilíbrios de estratégias mistas também são analisados para explorar a rentabilidade relacionada à entrada no mercado. Finalmente, através de análises quantitativas, o modelo proposto demonstra aplicação efetiva para o contexto do mercado eletrônico e fornece pareceres válidos para os entrantes sobre as decisões de entrada e saída do mercado.

- **Vendedores e Consumidores**

Nesta seção, um modelo de pesquisa inovador é introduzido. Construiu-se uma extensão do Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM), integrando o risco percebido, a influência social, o benefício percebido e o design do sistema com a finalidade de adoção do mercado eletrônico. Os primeiros três fatores combinados a Facilidade de Uso Percebida (PEOU) e a Utilidade Percebida (PU) são consideradas variáveis independentes da intenção comportamental. Ademais, o design do sistema é uma variável antecedente da PEOU. O modelo desenvolvido com os fatores adicionais pôde fornecer um melhor entendimento sobre a aceitação do comércio eletrônico. Um experimento foi conduzido para verificar as hipóteses sobre as estruturas causais do modelo TAM. Questionários foram distribuídos para mais de 200 estudantes universitários para acessar a experiência do mercado eletrônico em seus diversos aspectos. Com os dados coletados, o modelo de equação estrutural e o fator de interação foram analisados, demonstrando as causalidades entre os diferentes fatores. O conhecimento gerado nesse estudo pode contribuir em dois aspectos: em termos teóricos, o estudo fornece um entendimento empírico do TAM na adoção do comércio eletrônico brasileiro; e em termos práticos, o estudo apresenta implicações a respeito do desenvolvimento do comércio eletrônico no Brasil.

Capítulo 5

Aplicação da Teoria dos Jogos no Mecanismo de Cobrança do Comércio Eletrônico

Nesse capítulo, é apresentado um estudo dos mecanismos de cobrança dos serviços tarifados no mercado eletrônico. Com base neste estudo, temos como objetivo melhorar os rendimentos considerando ambos os lados, vendedores e plataforma.

5.1 Contexto

Em 2012, as vendas online aumentaram 21,1%, alcançando mais de \$1 trilhão pela primeira vez de acordo com as novas estimativas globais da eMarketer (2013). No contexto de crescimento contínuo do comércio eletrônico e das vendas online, tornou-se necessário aperfeiçoar o modelo de lucro das plataformas. Atualmente a maioria das plataformas, como o Ebay e a Amazon, cobram taxas de registro de produtos, taxas de remessa e comissões de venda. Além disso, a Alibaba propôs um modelo inovador de comércio eletrônico, onde a plataforma é dividida em dois domínios, dos quais são: “Taobao Marketplace” (Taobao) que permite o acesso gratuito, mas apenas oferece serviços básicos como a listagem de produtos; e “Tmall Shopping” (Tmall) que disponibiliza mais serviços através da cobrança de taxas. O Tmall garante a qualidade de seus produtos por meio da cobrança caucões para os vendedores. Esse serviço eleva a confiança dos clientes durante o processo de compra.

A Figura 5.1 mostra a porcentagem do Tmall no volume e nas vendas da plataforma Alibaba (que inclui o Taobao e o Tmall) em novembro de 2012. O Tmall representa 19,7% de volume vendido e 23,6% de vendas respectivamente (Alibaba, 2013). Contudo, podemos observar resultados interessantes quando nós juntamos todos os produtos de diferentes preços. A Taobao dominou as transações com preços entre CNY 0,00 - CNY 100,00 (US\$1,00 \approx CNY 6,20 em novembro de 2012), no entanto a Tmall conseguiu um volume de quase 25% abaixo da média. Se o preço excede CNY 100,00, o volume de transações do Tmall aumenta evidentemente. O volume e as vendas são 25% maiores em relação a média entre CNY 100,00 e CNY 1000,00, enquanto algumas escalas de preço (Figura 5.1) apresentam um volume 30% acima da média. Esse resultado estatístico

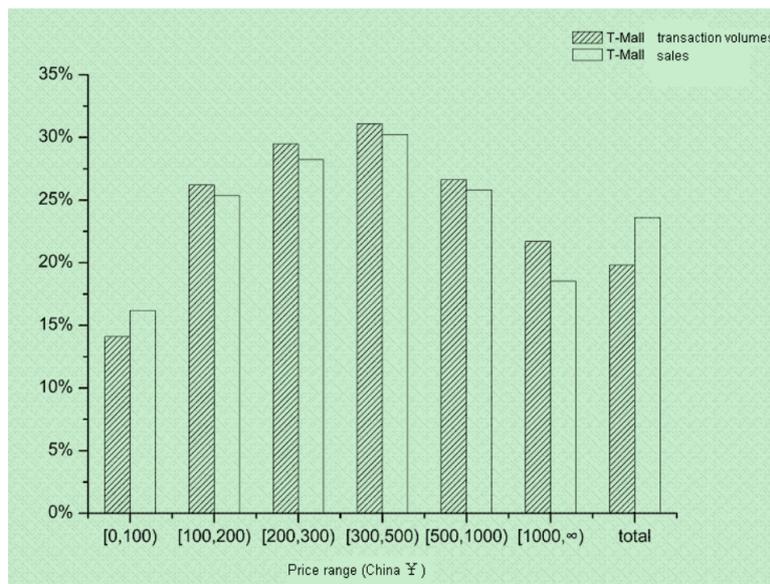


Figura 5.1: Porcentagem do Tmall nas transações de volumes e vendas

demonstra que os serviços adicionais da plataforma podem promover as transações no comércio eletrônico.

Através desta análise, temos como objetivo a determinação de um valor fixo para os serviços oferecidos num mercado dominante, por meio de um modelo desenvolvido para calcular a melhor proposta para os serviços, levando-se em consideração tanto a plataforma quanto os vendedores. Nesse modelo, a plataforma e os vendedores são modelados como jogadores num jogo dinâmico de informação, com as funções de ganho definidas em um ambiente real de negócios. O resultado, que é o “equilíbrio de Nash”, pode ser alcançado com o método de “indução retroativa”.

5.2 Modelo de Leontief da Teoria dos Jogos

No modelo de Leontief que apresenta o relacionamento entre uma empresa e uma associação de trabalhadores, a associação tem controle exclusivo sobre o valor dos salários, mas a empresa tem o controle exclusivo sobre a quantidade de empregados. (Surgiu um modelo similar mais realístico, onde a empresa e a associação negociam sobre os salários mas a empresa mantém controle exclusivo sobre o emprego.) A função de ganho da associação é $U(w, L)$, onde w é o salário que a associação demanda da empresa e L é a quantidade de emprego. Assumindo $U(w, L)$, U aumenta a medida que w e L aumentam. A função de ganho da empresa é $\pi(w, L) = R(L) - wL$, onde $R(L)$ é a receita que a empresa obtém caso empregue L trabalhadores, assumindo que $R(L)$ está aumentando sua concavidade.

Supondo que a sequência do jogo é:

1. A associação propõe um valor de salário, w ;
2. A empresa observa (e aceita) w e então determina a quantidade L de empregados;

3. Os ganhos são, respectivamente, $U(w, L)$ e $\pi(w, L)$.

Podemos analisar o resultado da indução retroativa neste jogo, apesar de não termos assumido formas específicas das funções $U(w, L)$ e $R(L)$, somente não conseguimos resolver o resultado explicitamente.

Primeiramente, na sequência do jogo, nós podemos caracterizar como a melhor reação $L^*(w)$ da empresa na etapa (2), baseada numa proposta de salário arbitrária w pela associação realizada na etapa (1). Dado w , a empresa escolhe $L^*(w)$ para resolver a equação a seguir:

$$\max_{L \geq 0} \pi(w, L) = \max_{L \geq 0} R(L) - w \times L \quad (5.1)$$

A Condição de Primeira-ordem da Equação 5.1, aplicando o cálculo de derivação em função de L , obtemos a Equação 5.2.

$$R'(L) - w = 0 \quad (5.2)$$

Para garantir que a Condição de Primeira-ordem $R'(L) - w = 0$ tenha solução, assumimos que $R'(0) = \infty$ e que $R'(\infty) = 0$.

Em seguida, é a vez de analisar a associação na etapa (1). A associação pode resolver o problema da empresa no segundo estágio, bem como a empresa. A associação poderá antecipar que a empresa reaja a demanda do salário w , de forma que a empresa consiga um melhor resultado $L^*(w)$. Então, o problema da associação na primeira etapa equivale a:

$$\max_{w \geq 0} U(w, L^*(w)) \quad (5.3)$$

Nessas condições, a associação preferirá escolher um salário w que produz o resultado $(w, L^*(w))$ representando um ponto maior na curva de indiferença. A solução para o problema da associação é w^* , sendo o ponto tangente representado por $(w^*, L^*(w^*))$, localizado entre a curva de indiferença da associação e a solução da empresa $L^*(w)$, como ilustrada na Figura 5.2. Portanto, $(w^*, L^*(w^*))$ é o resultado da indução retroativa deste jogo entre salário e emprego.

Observa-se que $(w^*, L^*(w^*))$ é ineficiente, uma vez que o ganho da associação e o lucro da empresa podem aumentar se w e L satisfizerem as condições do modelo.

5.3 Modelando o Jogo e as Especificações do Comércio Eletrônico

As plataformas de comércio eletrônico podem ser organizadas em diferentes arquiteturas, cada uma delas com uma política de cobrança correspondente. Por exemplo, algumas plataformas cobram baseadas nas taxas de registro de produtos e comissões de venda, como a Amazon.com e o Ebay. Outras cobram uma taxa fixa de serviço definida anualmente, como a Alibaba e o Tmall. Neste trabalho, estudamos um modelo de jogo para otimizar os benefícios tanto da plataforma quanto dos vendedores online. Inicialmente, propusemos algumas premissas para o estabelecimento do modelo proposto.

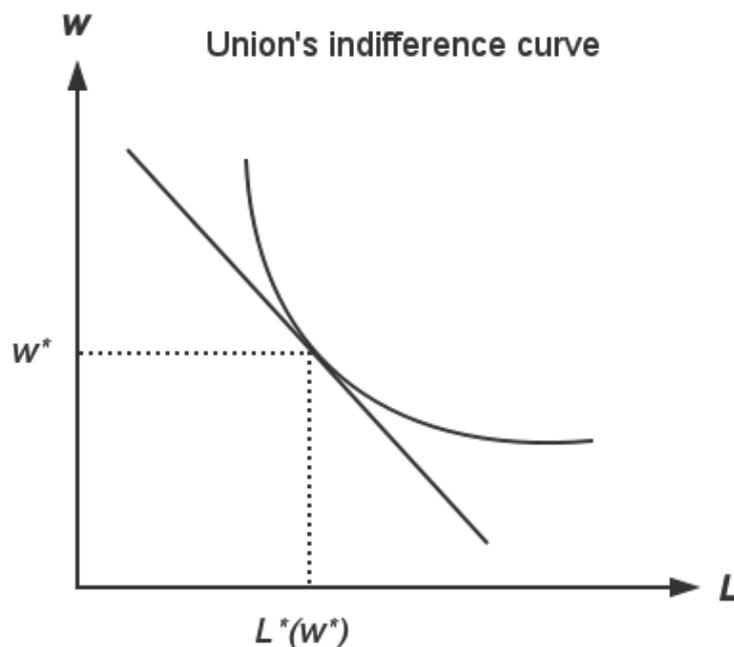


Figura 5.2: Modelo de Leontief [2]

5.3.1 Premissas

Premissa 1: A plataforma tem uma posição dominante no mercado, aumentando ou diminuindo a quantidade de vendedores online, não afetando as vendas ou os volumes de transação. Entretanto, maior número de vendas ou volumes necessita de mais vendedores online.

Supondo que o mercado seja dominado por uma plataforma em uma região ou um país, então a variação da quantidade de vendedores desta plataforma não irá afetar a escolha dos clientes. Esta situação é factível no mundo real, como a Alibaba na China e o MercadoLivre no Brasil. Entretanto, o crescimento de vendas e volumes de transação deve exigir mais vendedores que satisfaçam as demandas dos clientes.

A Figura 5.3 mostra as vendas e o número de vendedores online na China. Através dessa figura, podemos ver que, na etapa inicial, a pouca quantidade de vendedores possibilita a satisfação da demanda dos clientes, mas com a expansão das vendas, o número de vendedores cresceu.

Premissa 2: A qualificação do vendedor online pode ser obtida através do pagamento de serviços.

Esta premissa tem como objetivo simplificar as possíveis restrições. De fato, os vendedores online são solicitados a se submeterem a testes e verificações pela plataforma para garantir sua própria qualificação. Entretanto, o objetivo desse estudo é focar na quanti-

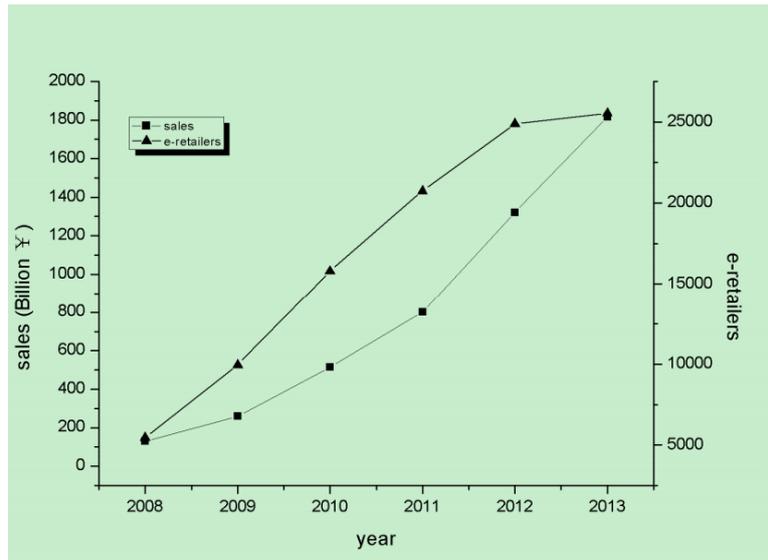


Figura 5.3: Vendas do comércio eletrônico e número de vendedores online (dados de 2013, valores estimados)

dade de vendedores online, então o procedimento de verificação não é crucial. Para isso, assumimos que todos os vendedores online irão atingir qualificação ao pagarem as tarifas.

Premissa 3: Todos os vendedores da plataforma formam uma associação e há uma distribuição uniforme do lucro.

Por meio desta premissa, podemos estudar o relacionamento entre os vendedores e a plataforma a partir de um ponto de vista macroscópico. Além dos resultados estimados para os indivíduos, é notável a ajuda no processo de tomada de decisão para ambos os lados.

5.3.2 Estabelecimento do Modelo

Com base nas premissas definidas, o modelo proposto modela a relação entre a plataforma de comércio eletrônico e a associação de vendedores online. Enquanto a plataforma tem controle exclusivo sobre o valor da tarifa cobrada, a associação tem controle exclusivo sobre a quantidade de vendedores que pagam as taxas. A plataforma propõe uma taxa e a associação não pode negociar esse valor. Entretanto, a associação pode decidir quantos vendedores irão pagar a taxa implementada.

O lucro da plataforma está relacionado com a quantidade de vendedores e o valor de cobrança, sendo a função de lucro da plataforma $P(w, L)$, definida da seguinte forma:

$$P(w, L) = w * L \quad (5.4)$$

onde w representa o valor de cobrança e L a quantidade de vendedores online.

Podemos calcular o lucro da plataforma através do seu valor de cobrança multiplicada à quantidade de vendedores. Apesar da plataforma ter seus próprios custos, o custo marginal poderá ser reduzido para 0 visando o crescimento da quantidade de vendedores.

Então, o custo operacional da plataforma está omitido no cálculo da função de lucro. Além disso, essa omissão não afeta o resultado do modelo proposto.

Por outro lado, podemos definir a função de lucro da associação dos vendedores online $V(w, L)$ como segue:

$$V(w, L) = \phi(A - L) \times L - w \times L \quad (5.5)$$

onde ϕ é o coeficiente de lucro, sendo inversamente proporcional a quantidade de vendedores online (baseado no fato que quanto mais vendedores online, maior será a competição no mercado). $\phi(A - L)$ é o lucro de cada vendedor online. A é a quantidade de vendedores suficientes para atender a demanda dos clientes, mantendo-se estável durante um curto período de tempo. Essa informação pode ser obtida nos dados históricos, considerando também o crescimento do comércio eletrônico.

Supondo que a sequência do jogo é:

1. A plataforma padroniza um valor w de taxa;
2. A associação noticia w e uma certa quantidade de vendedores online são escolhidos para aceitá-la; e
3. Os ganhos são $P(w, L)$ e $V(w, L)$.

5.3.3 Equilíbrio de Nash

As principais especificações desse jogo dinâmico de informações completas e perfeitas são: (i) os movimentos ocorrem em sequência; (ii) todos os movimentos anteriores são observados antes que o próximo movimento seja realizado; e (iii) o ganho dos jogadores de cada combinação de movimentos possíveis são de conhecimento comum. Através destas especificações, é possível analisar o jogo, na maioria das vezes, através da indução retroativa.

Inicialmente, pode-se adquirir a melhor resposta dos vendedores online na etapa (2), $L^*(w)$, com um valor de cobrança delimitado w pela plataforma na etapa (1). Dado w , a associação dos vendedores escolhe $L^*(w)$ para resolver a equação descrita a seguir:

$$\max_{L \geq 0} V(w, L) = \max_{L \geq 0} \phi(A - L) \times L - \phi \times L \quad (5.6)$$

da qual, obtemos:

$$\partial V / \partial L = \phi \times A - 2 \times \phi \times L - w \quad (5.7)$$

Pode-se alcançar a relação entre L e w com a condição de que a Equação 5.7 seja igual a 0, obtendo-se a seguinte equação:

$$L^*(w) = (\phi \times A - w) / 2 \times \phi \quad (5.8)$$

É de senso comum que L aumenta enquanto w é reduzido. Contudo, quanto mais vendedores online na plataforma, menor será o ganho que cada vendedor irá esperar devido ao aumento da competição.

Em seguida, a questão da plataforma na primeira etapa (1) será estudada. Devido ao fato de que a plataforma e a associação podem juntas resolverem a questão da associação

na segunda etapa, a plataforma deve antecipar a reação da associação enquanto w for definido. Essa situação pode resultar em uma quantidade $L^*(w)$ de vendedores online que irão concordar. Entretanto, a questão da plataforma na primeira etapa equivale a:

$$\max_{L \geq 0} P(w, L^*(w)) = \max_{L \geq 0} (\phi \times A - w) \times w/2 \times \phi \quad (5.9)$$

Similarmente, a condição de primeira-ordem da equação resulta em:

$$w^* = \phi \times A/2 \quad (5.10)$$

Deste modo, $(w^*, L^*(w))$ é o resultado da indução retroativa nesse jogo de comércio eletrônico. A partir da Equação 5.10, o valor de cobrança de uma plataforma depende da demanda dos vendedores online e do coeficiente de lucro.

5.4 Análise do Modelo

A exatidão do modelo e seus conceitos serão discutidos nessa seção.

5.4.1 Valor de cobrança w e quantidade de vendedores online L

De acordo com a equação 5.10, a taxa de cobrança é decidida pelo coeficiente de lucro ϕ e pela demanda L de vendedores online no mercado. A fim de obter mais lucro enquanto mantém o coeficiente de lucro, a plataforma necessita aumentar as vendas e a capacidade dos vendedores online no mercado. Além de mais vendedores, o volume de cobrança é promovido pelo aumento da quantidade de vendedores online.

Substituindo a Equação 5.10 pela 5.9, a quantidade otimizada de vendedores online é $A/4$. Isso significa que, com uma concentração de vendas realizadas por apenas $A/4$ vendedores, ambos a plataforma e esses $A/4$ vendedores melhorariam suas rentabilidades.

5.4.2 Ganho das plataformas e dos vendedores online

Baseado nas funções de ganho da plataforma e dos vendedores, podemos calcular que o lucro da plataforma $P(w^*, L^*) = \phi A^2/8$, e dos vendedores é $V(w^*, L^*) = \phi A^2/16$.

Ambos os dois lados neste jogo têm um interesse em comum de acordo com essas funções, e dependem do coeficiente de lucro ϕ e a quantidade de vendedores online L . Com um coeficiente constante ϕ , a plataforma tem como objetivo aumentar o seu volume de venda, ao passo que os vendedores buscam oferecer produtos de alta qualidade e bons serviços para atrair clientes.

Além disso, o lucro da plataforma é o dobro do valor em relação aos vendedores online. Supondo que o lucro total do mercado seja 10, a comparação entre a plataforma e os vendedores é listada na Tabela 5.1, descrita a seguir:

A Tabela 5.1 aponta que o serviço tarifado adiciona, aparentemente, o custo dos vendedores online, mas com a diminuição na quantidade de vendedores, o lucro de cada um deles irá alcançar uma promoção (1 ao $4/3$ na tabela).

5.5 Estudo de Caso na Alibaba

A empresa “Alibaba” foi escolhida como estudo de caso para avaliar sua eficiência, visto que essa empresa ocupa uma posição dominante no mercado eletrônico chinês, como discutido anteriormente na Seção 5.1. A Alibaba é uma companhia que realiza negócios pelo gerenciamento de portais de venda, na internet. Com base em *Annual Report Em 2012*, o Taobao e o Tmall, dois portais da Alibaba, acumularam juntos, \$170 bilhões em vendas, valor maior se combinada as transações realizadas pela Amazon.com e eBay. O Taobao é o maior portal com serviços gratuitos na China, e o Tmall é a plataforma que provê serviços tarifados. A Alibaba tem a maior quota de mercado com 52,1% nas categorias B2B e B2C, e 96,40% na categoria C2C na China.

Este estudo de caso tem como objeto de análise a exatidão e a eficiência do modelo proposto, comparando-se os lucros correspondentes de novembro de 2012 da Alibaba. Sendo assim, o conjunto de dados utilizados nesse estudo incluem mais de 12 milhões de históricos de transações da Alibaba durante esse mês. Os registros têm informações dos vendedores, dos clientes, o preço dos produtos e entre outros, sendo o mais importante, as informações sobre qual plataforma a transação foi realizada. Através de todos os registros, foi levantado um total de 10,189 vendedores online do Tmall e que equivalem a 3,34% do total de comerciantes da Alibaba, mas as vendas desses vendedores equivalem a 25% do total. Portanto, a capacidade dos vendedores no Alibaba é $A = 10.189 \times 4$.

As vendas na Alibaba durante esse período foram de CNY 1,68 bilhões. Assumindo que a taxa de lucro do comércio eletrônico é 20% [89], o coeficiente de lucro pode ser calculado pela seguinte definição:

$$\phi = Profit/(L \times (A - L)) = 1,680,000,000 \times 20\% / ((3 \times 10,189) \times 10,189) \approx 1.08 \quad (5.11)$$

Com os valores de A e ϕ , os lucros da plataforma e dos vendedores online podem ser calculados pelas funções de ganho, respectivamente. Devido ao fato de que o conjunto de dados representa apenas um mês, o resultado dos lucros das transações também reflete este mês específico.

O valor de cobrança da Alibaba pode ser calculado pela Equação 5.10,

$$w^* = \phi \times A/2 = 22.008,24 \quad (5.12)$$

Então, de acordo com a equação 5.8:

$$L^* = A/4 = 10.189 \quad (5.13)$$

Os lucros da plataforma e dos vendedores online podem ser obtidos pelas funções de ganho. Para a Plataforma,

Tabela 5.1: Comparação do lucro dos vendedores online entre serviços gratuitos e serviços tarifados

	Valor tarifado	Quantidade de vendedores	Lucro
Serviço gratuito	0	10	1
Serviço tarifado	8/3	2.5	4/3

$$P(w^*, L^*) = \phi A^2 / 8 = 224.241.957,36 \quad (5.14)$$

Para os vendedores online:

$$V(w^*, L^*) = \phi A^2 / 16 = 112.130.978,68 \quad (5.15)$$

De acordo com o regulamento da Alibaba, cada vendedor online do Tmall tem que pagar CNY 30.000 ou CNY 60.000 anualmente pelo serviço tarifado independente das vendas. Aplicando a média de CNY 45.000 como o valor de cobrança da Alibaba, podemos obter o valor correspondente ao mês de novembro. Então, o lucro da Alibaba é:

$$P' = \text{charging standard} \times \text{amount of e-retailers} = 10.189 \times (45.000 / 12) = 28.208.750,00 \quad (5.16)$$

De acordo com os dados, os 10.189 vendedores online do Tmall efetuam CNY 397.393.537 em vendas, assim o total de lucro dos vendedores online é:

$$V' = 397.393.537 \times 20\% = 79.478.707,40 \quad (5.17)$$

De acordo com o modelo proposto, o lucro da Alibaba é 5,87 vezes maior que o lucro real. Além disso, os lucros dos vendedores online também cresceram 1,41 vezes nesse modelo. A rentabilidade da plataforma expandiu significativamente. Como tal, aplicando os conceitos da Teoria dos Jogos, essa pesquisa propõe um modelo que possa auxiliar os dois lados, no comércio eletrônico, a alcançar melhor rentabilidade.

5.6 Extensão do Modelo

A situação real de comércio é mais complexa e requer maior precisão de qualquer resultado analítico. O modelo anterior foi proposto simplesmente para satisfazer apenas uma parte de vários requisitos, focando principalmente em um ponto de vista macroscópico. Nessa seção, estenderemos o modelo proposto e levaremos em consideração a categorização dos produtos visando simular melhor um contexto real de negócios.

5.6.1 Funções de ganho na extensão do modelo

O contexto é o mesmo de antes, com a única diferença que o mercado terá várias categorias de produto. Essa mudança irá aperfeiçoar a performance do modelo e fortalecer sua aplicabilidade.

Suponha que há K categorias de produtos, que são notadas como i , $i = 1, 2, \dots, K$. O valor de cobrança irá, então, variar para cada vendedor, dependendo da categoria de seus produtos, e serão notadas como w_1, w_2, \dots, w_K . Sabendo a quantidade total de vendedores, é possível definir as funções de ganho da plataforma e dos vendedores online da seguinte forma:

1. A Função de ganho da plataforma

O lucro da plataforma está relacionado à quantidade de vendedores online e o valor de cobrança para diferentes categorias. Assim, podemos definir a função de ganho com w_1, w_2, \dots, w_K do seguinte modo:

$$P(w_1, w_2, \dots, w_K, L_1, L_2, \dots, L_K) = \sum_{i=1}^K w_i L_i \quad (5.18)$$

2. A função de ganho para os vendedores online

$$V(w_1, w_2, \dots, w_K, L_1, L_2, \dots, L_K) = \sum_{i=1}^K l_i \times (A_i - \alpha_i L_i) \alpha_i L_i - \sum_{i=1}^K w_i L_i \quad (5.19)$$

Devido ao fato de que a forma estendida leva em consideração as diferentes categorias dos produtos, torna-se necessário fazer algumas alterações nos parâmetros. Os novos parâmetros são:

- A_i é a demanda potencial do produto para i .
- α_i é a média de vendas de i em um tempo definido, que pode ser um mês, um ano, etc.
- L_i é o número de vendedores online que vendem i
- l_i é o coeficiente de lucro, definido como:

$$l_i = \frac{lucro}{A_i - \alpha_i L_i} \quad (5.20)$$

Comparando com as equações do modelo original, mais parâmetros foram levados em consideração nesse modelo estendido.

5.6.2 Equilíbrio de Nash do modelo estendido

É possível obter o Equilíbrio de Nash do modelo estendido através da indução retroativa usando os mesmos passos apresentados na Seção 5.3.3. Em razão dos detalhes relacionados à indução retroativa terem sido previamente descritos, apenas o resultado do equilíbrio de Nash do modelo estendido foi apresentado abaixo:

O primeiro passo é obter a relação entre L e w , como descrito a seguir:

$$L_i^* = \frac{l_i A_i \alpha_i - w_i}{2 l_i \alpha_i^2} \quad (5.21)$$

Assim, nós consideramos duas situações para w^* : (i) onde a plataforma cobra uma taxa padrão de todos os vendedores online; e (ii) o valor de cobrança é:

$$w^* = \frac{1}{2} \frac{A_1/\alpha_1 + A_2/\alpha_2 + \dots + A_K/\alpha_K}{1/l_1 \alpha_1^2 + 1/l_2 \alpha_2^2 + \dots + 1/l_K \alpha_K^2} \quad (5.22)$$

Por outro lado, a plataforma pode cobrar dos vendedores online com base nas categorias dos produtos que eles vendem, onde w^* será calculada da seguinte forma:

$$w_i^* = \frac{l_i A_i \alpha_i}{2} \quad (5.23)$$

5.7 Considerações do Capítulo

Esse trabalho propôs um modelo de jogo para encontrar um valor otimizado de cobrança dentro do comércio eletrônico. Baseado na Teoria dos Jogos, um jogo dinâmico entre dois jogadores, a plataforma e os vendedores online, foi desenvolvido para modelar as relações no comércio eletrônico. O Equilíbrio de Nash deste jogo foi calculado utilizando a técnica de indução retroativa. Aplicando esse modelo em um estudo de caso da Alibaba, utilizando como fonte histórico de transações, foi verificado que o lucro dessa plataforma aumentou 5,87 vezes comparado ao lucro real. O lucro dos vendedores online, por outro lado, cresceu 1,41 vezes. Para expandir a aplicabilidade do modelo, uma forma estendida também foi proposta para incluir a variabilidade, causada pela existência de diferentes categorias dos produtos. Levamos em consideração, portanto, perspectivas complementares de uma situação real de negócios.

Contudo, embora esse modelo possa aperfeiçoar a rentabilidade da plataforma e dos vendedores online, ele tem suas limitações. Por exemplo, a plataforma pode dominar o mercado, de tal modo que os vendedores online não têm a liberdade de escolha e negociação do valor de cobrança. Outro problema é que esse modelo reduz bastante a quantidade de emprego, o que pode resultar em problemas sociais. Para diminuir os impactos desses problemas, o Equilíbrio de Nash pode ser analisado e calculado com base na comissão de venda, que pode conduzir para um método mais sofisticado e minimizar essas limitações.

Capítulo 6

Variação do Modelo *Hawk-Dove* na Análise de Concorrência no Mercado Eletrônico

Neste capítulo, um modelo foi proposto com base no *Hawk-Dove* para analisar a concorrência entre os vendedores no mercado eletrônico. Os vendedores são divididos em quatro categorias de acordo com sua escala (Vendedores de Grande Porte, Vendedores de Pequeno Porte) e sua estratégia de venda (Estratégia Agressiva, Estratégia Conservadora).

6.1 Contexto

O comércio eletrônico vem se desenvolvendo rapidamente devido ao crescimento da tecnologia da informação e a disseminação do uso da internet. O mercado eletrônico funciona como uma parte fundamental do comércio eletrônico, desempenhando um importante papel na sua ampliação. Os produtos e serviços são oferecidos por múltiplos vendedores, mas a plataforma e as transações são administradas por um operador. Desta maneira, o mercado eletrônico poderá dar assistência aos vendedores, auxiliando-os na superação de eventuais dificuldades de ITs(Tecnologia Informática). Por outro lado, devido ao fato de que o mercado agrega vendedores em grande quantidade e de amplos setores, o mercado eletrônico pode oferecer ao consumidor mais opções e preços razoáveis. No mundo real, as vendas da gigante Alibaba alcançaram \$240 bilhões em 2013, ao passo que o eBay, no mesmo período, acumulou \$83,33 bilhões. A Amazon.com, grande empresa de comércio eletrônico B2C, entendendo o potencial deste setor, também começou a oferecer o serviço de mercado eletrônico em 2000. Os mercados eletrônicos desempenham um importante papel, auxiliando na superação das limitações geográficas e oferecendo mais opções para os clientes. O mercado eletrônico permitiu, principalmente, o acesso das pequenas lojas e interessados. Esse fato acelerou imensamente o avanço das compras online. Conseqüentemente, o mercado eletrônico tem atraído maior atenção no campo da ciência da computação e da tecnologia de informação. O relacionamento entre os três jogadores do comércio eletrônico, vendedores, clientes e mercados eletrônicos, tem se tornado um tema de pesquisa promissor.

A natureza e a estrutura da concorrência no mercado eletrônico é consideravelmente diferente do mercado tradicional. Tradicionalmente, os vendedores geralmente concorrem,

limitados geograficamente, num mesmo setor. Atualmente, o mercado eletrônico oferece oportunidade a todos os interessados em romper com essas barreiras. Cada vez mais vendedores individuais participam, aumentando evidentemente a concorrência. Portanto, é necessário analisar essa nova forma de concorrência a fim de auxiliar a tomada de decisão dos vendedores. Para este propósito, conduzimos esse trabalho para investigar a concorrência entre os vendedores com base na teoria dos jogos evolucionários. Os vendedores são divididos em quatro categorias de acordo com sua escala (Vendedores de Grande Porte, Vendedores de Pequeno Porte) e sua estratégia de venda (Estratégia Agressiva, Estratégia Conservadora). Ao aplicar a teoria dos jogos e analisarmos a assimetria entre os vendedores, modelamos a concorrência no mercado eletrônico usando a tabela 6.1. Empregando o conceito do equilíbrio de Nash, podemos obter a composição de cada tipo de vendedores, bem como suas respectivas porcentagens, e estudar a estabilidade do mercado eletrônico.

A organização deste capítulo é estruturada da seguinte forma. A próxima seção irá introduzir o modelo *Hawk-dove* da Teoria dos Jogos Evolucionários. Em seguida, a seção 3 discutirá a literatura relacionada a esse estudo. A seção 4, por sua vez, descreverá a assimetria entre as diferentes categorias de vendedores e as estratégias que eles podem adotar para enfrentar a concorrência. A estabilidade do mercado eletrônico é introduzida na seção 5, e uma análise do resultado é apresentada na seção 6. Na seção 7 conduziremos uma simulação para verificar a efetividade e o desempenho desse modelo. Por fim, a seção 8 concluirá este capítulo, e explicará as potenciais aplicações deste estudo.

6.2 Modelo do Jogo *Hawk-Dove*

Um dos jogos mais clássicos da Teoria dos Jogos Evolucionários, desenvolvido por Maynard Smith [90], é o Jogo do *Hawk-Dove*. O jogo foi concebido a partir da análise da concorrência animal destacada por Lorenz e Tinbergen [91]. Os competidores podem adotar a estratégia de *Hawk* ou de *Dove*. Ambos os envolvidos pertencem à mesma espécie; entretanto, estão divididos em duas categorias a depender da estratégia adotada. Os termos *Hawk* e *Dove* foram formulados por Maynard Smith na época em que realizou o seu trabalho, durante a Guerra do Vietnã, onde as visões políticas eram binárias. A estratégia do *Hawk*, uma estratégia de luta, exhibe agressividade, se intensificando até o momento em que ele ganhe ou se machuque. A estratégia do *Dove* ao contrário, não exhibe agressividade, optando pela fuga do conflito quando encontra um *Hawk*. Se o adversário não for o *Hawk*, os dois *Doves* compartilharão recursos.

Dado que os recursos são fornecidos pelo valor V , o dano da perda de uma luta dá o custo C :

- Se um *Hawk* encontra um *Dove*, o *Hawk* receberá todos os recursos V .
- Se um *Hawk* encontra outro *Hawk*, há igual possibilidade de ganho ou perda, então o resultado de ambos é $\frac{V-C}{2}$.

Tabela 6.1: Quatro modelos de concorrência no mercado eletrônico.

Grande vs. Grande	Grande vs. Pequeno
Pequeno vs. Grande	Pequeno vs. Pequeno

- Se um *Dove* encontra um *Hawk*, o *Dove* irá recuar e não ganhará nada, 0.
- Se um *Dove* encontra outro *Dove*, ambos compartilharão os recursos e receberão $V/2$.

O ganho, contudo, depende da probabilidade de encontro entre o *Hawk* e o *Dove*, que por sua vez é uma representação da porcentagem de *Hawk* e *Dove* no grupo quando uma disputa acontece. Entretanto, a composição desse grupo é determinada pelo resultado de todas as disputas anteriores - um processo iterativo contínuo onde o resultado do grupo da disputa anterior se torna o grupo de entrada da próxima disputa. Se o custo de perda C for maior que o valor de ganho V (a situação normal no mundo real), a matemática acaba em um ESS - uma situação de estratégia estável evolucionária, contendo a junção de duas estratégias, onde o grupo de *Hawk* é V/C . O grupo retomará a este ponto de equilíbrio se novos *Hawk* ou *Dove* causarem um desequilíbrio temporário. Os resultados do Jogo *Hawk-Dove* explicam porque muitas disputas animais envolvem apenas “falsos conflitos” ao invés de conflitos reais.

6.3 Trabalhos Relacionados

A Teoria dos Jogos Evolucionários [90] é o resultado da aplicação da Teoria dos Jogos à evolução dos seres vivos na Biologia. Apesar do seu uso original, essa teoria tem chamado bastante atenção de outros campos, e muitos pesquisadores examinaram suas aplicações na economia. Uma variação do “Dilema dos Prisioneiros” de [92] identificou quatro condições do jogo e observou que cada condição tem requisitos evolucionários e informacionais diferentes para a cooperação. Witt [93] estudou as diferenças entre as principais abordagens da economia evolucionária, analisando esses detalhes dentro da área. Hodgson e Huang [94] investigaram sobre as diferenças e semelhanças entre a Teoria dos Jogos Evolucionários e a Economia Evolucionária, e propôs o potencial da emulação mútua desses dois campos. Nos últimos anos, a Teoria dos Jogos Evolucionários obteve um desenvolvimento significativo, sendo atualmente aplicado na assistência de tomadas de decisão. [95],[96] utilizaram a abordagem dos Jogos Evolucionários em seu estudo de alocação de redes sem fio. Barar *et al.* [97] propuseram um modelo conceitual que empregou a abordagem do jogo evolucionário na análise da cadeia de fornecimento de produtos sustentáveis. Alternativamente, Lee *et al.* [98] propuseram um mecanismo baseado na Teoria dos Jogos Evolucionários para a adaptação dos serviços de nuvem.

Os clássicos Modelos de Jogos focam em competições simétricas entre os jogadores. Contudo, os jogadores são, geralmente, diferentes entre si em circunstâncias reais, cujo caso se encontra nessa pesquisa sobre o mercado eletrônico. Os vendedores são heterogêneos, variando em porte, localização e tipo de serviço, etc. Há pouca literatura que relata a competição assimétrica, entretanto os seguintes estudos fornecerão compreensão para

Tabela 6.2: Matriz de ganho do jogo *Hawk-Dove*

	enfrenta <i>Hawk</i>	enfrenta <i>Dove</i>
Se o <i>Hawk</i>	$V/2 - C/2$	V
Se o <i>Dove</i>	0	$V/2$

esse trabalho. Fishman [99] estendeu o quadro analítico da Teoria dos Jogos Evolucionários para jogos que tenham dois tipos de jogadores, onde as funções de ganho específicas são não-lineares. Isso é, jogos assimétricos onde os ganhos são influenciados pelas estratégias de ambos os tipos de jogadores. Liu *et al.* [100] propuseram um modelo de Jogo considerando a competição assimétrica num contexto de insuficiência de recursos. Combinando a Teoria dos Jogos Evolucionários e o conceito da “Estado Estável”, concluíram que os resultados da teoria evolucionária dependem das assimetrias entre os jogadores e do custo-benefício do conflito.

Há estudos na Teoria dos Jogos Evolucionários sobre o mercado econômico. Apesar desses conteúdos não serem diretamente relacionados, eles fornecem contexto e base para esse capítulo. Ba *et al.* [101] investigaram o risco de fraudes no mercado eletrônico e identificaram diferentes equilíbrios usando uma abordagem da Teoria dos Jogos Evolucionários. Assim, os autores exploraram o melhor método para efetuar transações, e justificaram a necessidade de confiança na plataforma. Zheng *et al.* [78] nos forneceram entendimento sobre os mecanismos de cobrança no mercado eletrônico, adotando o modelo de Leontief ao estudarem esse tema. As conclusões apontadas foram que menos vendedores geravam mais lucros para operadores do mercado eletrônico. Depois de analisar a literatura prévia, esse capítulo foi baseada no Jogo *Hawk-Dove* e na assimetria entre os vendedores no mercado eletrônico. Com a utilização da Teoria dos Jogos Evolucionários, estudamos a concorrência entre os vendedores e analisamos o lucro otimizado dos operadores.

6.4 Premissas do Modelo de Jogo sobre a Concorrência Assimétrica no Mercado Eletrônico

O jogo *Hawk-Dove* é um clássico exemplo da Teoria dos Jogos Evolucionários aplicada ao comportamento animal. Nesse modelo, temos dois animais que são capazes de escolherem entre duas estratégias quando em conflito. Um animal pode escolher a estratégia “*hawk*” e intensificar o conflito escolhendo lutar ou ele pode escolher a estratégia “*dove*” e, pacificamente, recuar. Se dois *hawks* se encontrarem, eles entrarão em conflito. Os vencedores receberão o lucro, enquanto os perdedores arcarão com os custos. Os animais “*dove*” sempre escolherão fugir, nunca se envolvendo em uma disputa. Não há nenhum custo na estratégia “*dove*”, há apenas a possibilidade de receber nenhum lucro.

Essa parte da tese analisa a concorrência entre os vendedores no mercado eletrônico com base no jogo *hawk-dove*. Primeiro, a assimetria entre os vendedores é introduzida e modelada. Após isso, as estratégias dos vendedores são descritas. Por último, um modelo de Jogo Evolucionário é formalmente introduzido.

6.4.1 Assimetria entre os vendedores: *h*

A assimetria entre os vendedores é natural na concorrência do mercado eletrônico. Embora a assimetria possa ser definida por diferentes critérios, escolheremos a “efetivação de compra” dos consumidores como o critério inicial. Para o mercado tradicional, dois modelos tem sido propostos para a analisar a efetivação de compra dos consumidores. O “modelo de esforço de marketing” acredita que a efetivação de compra depende do esforço de marketing dos vendedores, bem como a qualidade do produto, o preço e a gestão de

relacionamento com os clientes etc. Contudo, o mercado eletrônico tem características distintas. Por exemplo, devido ao fato de que a negociação entre os vendedores e os clientes não é realizada pessoalmente, muitos preferem pagar mais apenas para minimizar os riscos. No MercadoLivre, um mercado eletrônico brasileiro, por exemplo, há um mesmo livro vendido por dois vendedores diferentes em São Paulo. Nesse caso, 100 consumidores escolheram o vendedor com maior preço (R\$ 109,80) enquanto somente 9 optaram pelo vendedor com menor preço (R\$ 69,90). A única diferença encontrada nesse caso foi que o vendedor com o maior preço tinha uma reputação melhor dentro da plataforma.

Um modelo diferente, “Modelo de Afinidade” [102], é considerado o mais adequado para o estudo da probabilidade de compra dos consumidores na internet. O “Modelo de Afinidade” indicou que a probabilidade está diretamente relacionada com o potencial de “afinidade” de um produto na perspectiva dos consumidores. Esse modelo define um valor de “afinidade” para medir a assimetria entre os vendedores. Dado um conjunto finito de vendedores $S = s_1, \dots, s_n$, para cada vendedor $s_i \in S$, um valor de “afinidade” é calculado. Assumimos que a concorrência pode ser definida pelo vetor de afinidade:

$$\mathbf{a} = (a(s_1), a(s_2), \dots, a(s_n)) = (a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (6.1)$$

Isso é, a probabilidade de compra do consumidor h é completamente definida por \mathbf{a} . A afinidade pode ser uma função do investimento do vendedor em marketing, o preço do produto e a reputação do vendedor, entre outros fatores. Se uma probabilidade de compra é atribuída para cada vendedor com base apenas no vetor de afinidade, essa probabilidade pode ser calculada usando a seguinte equação:

$$h_{s_i} = \frac{a(s_i)}{\sum_{j=1}^n a(s_j)}, \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (6.2)$$

Nesse capítulo, a concorrência é analisada em um nível macroscópico. Todos os vendedores de um mercado eletrônico estão divididos em duas categorias, a saber **Vendedores de Grande Porte** e **Vendedores de Pequeno Porte**. A partir dessa presunção, h representa a probabilidade de compra de vendedores de grande porte, ao passo que $(1 - h)$ corresponde a dos vendedores de pequeno porte.

Devemos notar que, as funções dos vendedores de grande e pequeno porte são mutáveis. Elas podem ser modificadas sob condições específicas. Por exemplo, um vendedor de grande porte que perca a maioria do seu mercado para um pequeno concorrente pode resultar em uma troca de papéis. Outros fatores externos podem também alterar os papéis dentro do mercado, conforme os vendedores passam a obter investimentos e parcerias.

6.4.2 Estratégias para os vendedores

Com base no jogo *hawk-dove*, adequamos os vendedores do mercado eletrônico em duas categorias de acordo com suas estratégias {**Agressiva**, **Conservadora**}. A descrição de cada estratégia é especificada abaixo:

- **Agressiva:** Os vendedores preferem investir e estimular as vendas, mas correm o risco de perder dinheiro devido a retornos menores como resultado dos investimentos. Os vendedores que escolhem a estratégia agressiva podem escolher investir dinheiro em marketing, na gestão de relacionamento com os clientes, no aperfeiçoamento

das ferramentas de busca, etc. Embora essa estratégia possa aumentar o volume de vendas, isso pode prejudicar os vendedores caso os lucros não correspondam à quantidade de investimento

- **Conservadora:** Os vendedores escolhem não investir e não recebem lucros como resultado de sua monotonia.

Os vendedores conservadores esperam um lucro normal. Essa estratégia não trará custos aos vendedores, porque não há investimento. Contudo, quando eles enfrentam concorrência com os vendedores agressivos, perderão, recebendo nenhum ganho.

Considerando apenas essas duas estratégias, podemos esperar três cenários diferentes de concorrência no mercado eletrônico.

1. **Agressivo vs. Agressivo:** Os vendedores agressivos, ambos, escolhem investir para aumentar o volume de vendas. Todavia, nesse cenário, um irá ganhar e o outro irá perder.
2. **Agressivo vs. Conservador:** Nesse caso, o vendedor agressivo triunfa, a medida que o investimento aumenta a afinidade dos consumidores. Considerando a falta de concorrência do vendedor conservador, o vendedor agressivo obtém um aumento das suas vendas em decorrência do investimento realizado.
3. **Conservador vs. Conservador:** quando dois vendedores conservadores competem, o lucro é dividido igualmente entre eles.

6.5 Modelo Proposto e o Estado Estável do Mercado Eletrônico

Um jogo pode ser descrito usando três variáveis {jogadores, estratégias de cada jogador, ganho de cada jogador}. Nessa seção, essas variáveis são vendedores de grande porte, vendedores de pequeno porte, estratégia agressiva, estratégia conservadora, $\pi(L)$, $\pi(S)$, onde $\pi(L)$, $\pi(S)$ representam os lucros dos vendedores de grande e pequeno porte, respectivamente. Além disso, definimos o custo de competição como C e algumas regras de concorrência:

1. Os consumidores escolhem comprar um produto anunciado com base nas informações disponíveis.
2. Quando vendedores diferentes anunciam o mesmo produto, a probabilidade de compra é a mesma para todos os vendedores.
3. Se nenhum vendedor anunciar o produto, a probabilidade de compra depende de h .

Com as devidas regras e todos os parâmetros definidos, podemos introduzir as matrizes de ganho para todos os cenários de concorrência.

6.5.1 Concorrência simétrica entre os vendedores

Neste cenário, a concorrência entre os vendedores é efetivamente simétrica. A matriz de ganho é apresentada na tabela 6.3.

Posto que a concorrência entre vendedores com a mesma estratégia e porte seguem o mesmo formato, o porte dos vendedores não afeta o resultado.

Tabela 6.3: Matriz de ganho para a concorrência simétrica.

	Agressivo	Conservador
Agressivo	$\frac{V-C}{2}, \frac{V-C}{2}$	$V, 0$
Conservador	$0, V$	$\frac{V}{2}, \frac{V}{2}$

Quando dois vendedores escolhem a estratégia agressiva, o lucro será distribuído uniformemente entre os jogadores, isso é $(\frac{V-C}{2}, \frac{V-C}{2})$. O custo da concorrência é subtraído do lucro, e obtemos o resultado representado na célula superior esquerda. Caso um vendedor agressivo concorra com um vendedor conservador, seguindo as regras na seção anterior, o vendedor agressivo receberá todo o lucro. Esse resultado é apresentado nas células superior direita e inferior esquerda. Quando dois vendedores conservadores se encontram, uma vez que não se envolvem em concorrência, o lucro é dividido entre eles, e nenhum custo é retirado do lucro.

6.5.2 Concorrência assimétrica entre os vendedores

Nesta subseção, a concorrência entre vendedores de grande e pequeno porte é analisada detalhadamente. Quando dois vendedores diferentes concorrem, uma competição assimétrica ocorre.

Aqui, levamos em consideração o parâmetro de assimetria definido como a probabilidade de compra h da seção anterior. Quando um vendedor de grande e pequeno porte concorrem, ambos de estratégias agressivas, o lucro é dividido com base no parâmetro h , o que significa que o jogador de grande porte irá receber $h(V - C)$ e o de pequeno porte $(1 - h)(V - C)$. Os resultados permanecem os mesmos quando um vendedor agressivo concorre com um conservador. A célula inferior direita representa a divisão de lucro entre um vendedor conservador de grande porte e um vendedor conservador de pequeno porte. Novamente, contabilizamos o parâmetro de assimetria, mas não há custos de concorrência nesse caso. A matriz de ganho é descrita na tabela 6.4.

6.5.3 Perspectiva geral

A fim de simplificar essa análise e nossa representação, combinamos os portes e as estratégias dos vendedores em uma única categoria. Os vendedores nesse caso são iguais,

Tabela 6.4: Matriz de ganho para a concorrência assimétrica

		De Pequeno Porte	
		Agressivo	Conservador
De Grande Porte	Agressivo	$h(V - C), (1 - h)(V - C)$	$V, 0$
	Conservador	$0, V$	$hV, (1 - h)V$

mas o número de estratégias para cada vendedor foi expandida para quatro, que são **{Agressiva de Grande Porte, Conservadora de Grande Porte, Agressiva de Pequeno Porte, Conservadora de Pequeno Porte}**

Tabela 6.5: Perspectiva geral da matriz de ganho

	LA	LC	SA	SC
LA	$(V - C)/2, (V - C)/2$	$V, 0$	$h(V - C), (1 - h)(V - C)$	$V, 0$
LC	$0, V$	$V/2, V/2$	$0, V$	$hV, (1 - h)V$
SA	$(1 - h)(V - C), h(V - C)$	$V, 0$	$(V - C)/2, (V - C)/2$	$V, 0$
SC	$0, V$	$(1 - h)V, hV$	$0, V$	$V/2, V/2$

Note-se que na Tabela 6.5, L = vendedor de grande porte, S= vendedor de pequeno porte; A = vendedor de estratégia agressiva e C = vendedor de estratégia conservadora. Então SA significa um vendedor de pequeno porte com estratégia agressiva

A tabela 6.5 ilustra a matriz de ganho de dois jogadores concorrentes a partir de uma perspectiva geral. Essa matriz apresenta todas as cenários de concorrência no mercado eletrônico. As linhas representam as escolhas do primeiro vendedor enquanto as colunas representam as escolhas do segundo vendedor. Todos os elementos na matriz possuem duas dimensões onde o primeiro valor é o ganho do Jogador 1, e o segundo valor é o ganho do jogador 2.

Uma vez que definimos todos os tipos possíveis de concorrência no mercado, de acordo com as categorias propostas, procederemos ao cálculo do equilíbrio desse jogo na próxima seção.

6.6 Estratégia Mista para Estado Estável Evolucionário

Conforme apresentado na seção anterior, obtivemos as funções de ganho de todos os tipos de vendedores. Em seguida, estudaremos a Estratégia Estável Evolucionária (*Evolutionary Stable Strategy - ESS*) para o modelo de jogo proposto. O ESS é um refinamento do equilíbrio de Nash. Se uma população alcança o estado estável evolucionário, as seleções naturais impedem o surgimento de estratégias alternativas no sistema. Portanto, o estado estável evolucionário do jogo proposto fornece entendimento sobre a estabilidade e as dinâmicas de concorrência dentro do mercado eletrônico no mundo real.

Definindo $\{x_{LA}, x_{LC}, x_{SA}, x_{SC}\}$ como as proporções de cada tipo de vendedor no mercado eletrônico, podemos calcular o lucro de todos os tipos de vendedores com base na matriz de ganho:

$$\begin{aligned}
 V_{LA} &= x_{LA} \times \frac{V - C}{2} + x_{LC} \times V + x_{SA} \times h(V - C) + x_{SC} \times V \\
 V_{LC} &= x_{LA} \times 0 + x_{LC} \times \frac{hV}{2} + x_{SA} \times 0 + x_{SC} \times \frac{(1 - h)V}{2} \\
 V_{SA} &= x_{LA} \times (1 - h)(V - C) + x_{LC} \times V + x_{SA} \times \frac{V - C}{2} + x_{SC} \times V \\
 V_{SC} &= x_{LA} \times 0 + x_{LC} \times \frac{(1 - h)V}{2} + x_{SA} \times 0 + x_{SC} \times \frac{hV}{2}
 \end{aligned} \tag{6.3}$$

De acordo com a Teoria dos Jogos Evolucionários, os vendedores no mercado eletrônico alcançam o estado estável quando os lucros de cada tipo de vendedor são iguais. Como resultado, obtemos as seguintes equações:

$$\begin{aligned} V_{LA} &= V_{LC} \\ V_{SA} &= V_{SC} \\ V_{SA} &= V_{LA} \\ x_{LA} + x_{LC} + x_{SA} + x_{SC} &= 1 \end{aligned} \tag{6.4}$$

Resolvendo as equações acima 6.4, obtemos as proporções, com estado estável, dos quatro tipos de vendedores num mercado eletrônico.

$$x_{LA} = x_{SA} = \frac{\frac{3}{2}V - hV}{C + 2V + 2hC - 4hV} \tag{6.5}$$

$$x_{LC} = x_{SC} = \frac{(C - V)(h + \frac{1}{2})}{C + 2V + 2hC - 4hV} \tag{6.6}$$

As equações 6.5 e 6.6 representam as proporções para os diferentes tipos de vendedores em um mercado eletrônico quando este alcança o estado estável.

É importante notar que, há uma condição quando estudamos o jogo evolucionário: o custo da concorrência deve ser maior que o lucro ($V < C$). Se essa condição não for satisfeita, então o jogo apenas terá um Equilíbrio de Nash de estratégias puras — a estratégia agressiva. Nessa situação, todos os jogadores irão escolher a estratégia *Hawk*, dado o fato de que esta definitivamente produz mais lucro do que a estratégia *Dove*. Quando $V < C$, os vendedores agressivos terão risco de perda, levando-os a escolherem a estratégia *Dove*, enquanto outros arriscam a oportunidade de ganhar.

6.7 Análise do Estado Estável no Mercado Eletrônico

A partir dos resultados obtidos na seção anterior, podemos concluir que a estabilidade do mercado eletrônico depende dos valores V , C , e do parâmetro de assimetria h . Nessa seção, analisaremos as relações entre o equilíbrio e estes parâmetros.

6.7.1 ESS em relação ao custo C e o ganho V

Visto que C e V são de mesma medida e coeficientes do mercado eletrônico, definimos $k = C/V$ e estudamos a relação entre k e o estado estável final. Com base nas equações 6.5 e 6.6, obtemos:

$$x_{LA} + x_{SA} = \frac{3 - 2h}{2k + 4 + 4hk - 4h} \tag{6.7}$$

Definindo h como uma série de constantes, geramos a figura 6.1. A partir dessa figura, observamos que o crescimento dos vendedores agressivos é inversamente proporcional à k . Isso significa que quando o valor do custo se aproxima ao valor do lucro, então a maioria dos vendedores escolherão a estratégia agressiva pois esperarão receber lucro em uma

situação de baixo risco. Mas, quando o custo é muito maior que o lucro, então poucas pessoas assumem o risco de uma perda.

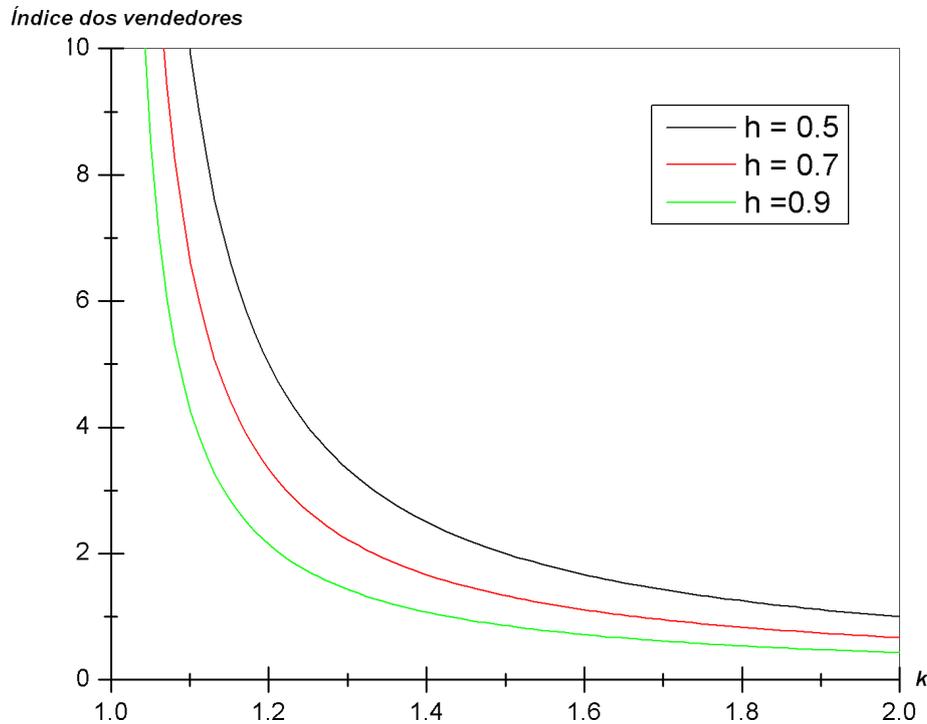


Figura 6.1: Relação entre o índice dos vendedores e $k = C/V$

Na figura 6.1, o eixo x representa a diferença entre o custo da competição C e o lucro do mercado V , enquanto o eixo y representa o índice de vendedores agressivos e conservadores, definido por

$$\frac{x_{LA} + x_{SA}}{x_{LC} + x_{SC}}$$

. Observe que o crescimento de vendedores agressivos é proporcional ao parâmetro de assimetria h . A probabilidade de ganho não tem mudança considerável quando a diferença entre os portes de vendedores é pequena. Então, a maioria das pessoas optariam pela concorrência.

6.7.2 ESS em relação ao parâmetro de assimetria h

O parâmetro de assimetria é outro importante fator que pode afetar o estado estável final do mercado eletrônico. Nesse parágrafo, definimos k como uma constante buscando estudar a relação entre o estado estável e o parâmetro de assimetria h .

Com a equação 6.3, constatamos um crescimento dos vendedores agressivos através da diminuição do valor do parâmetro de assimetria h , ilustrado na figura 6.2. Na figura

6.2, o eixo x representa o parâmetro de assimetria h , enquanto o eixo y representa o mesmo índice definido na Figura 6.1. Isso significa que os vendedores de pequeno porte do mercado eletrônico percebem uma grande diferença entre eles e os vendedores de grande porte, resultando, assim, na adoção da estratégia agressiva.

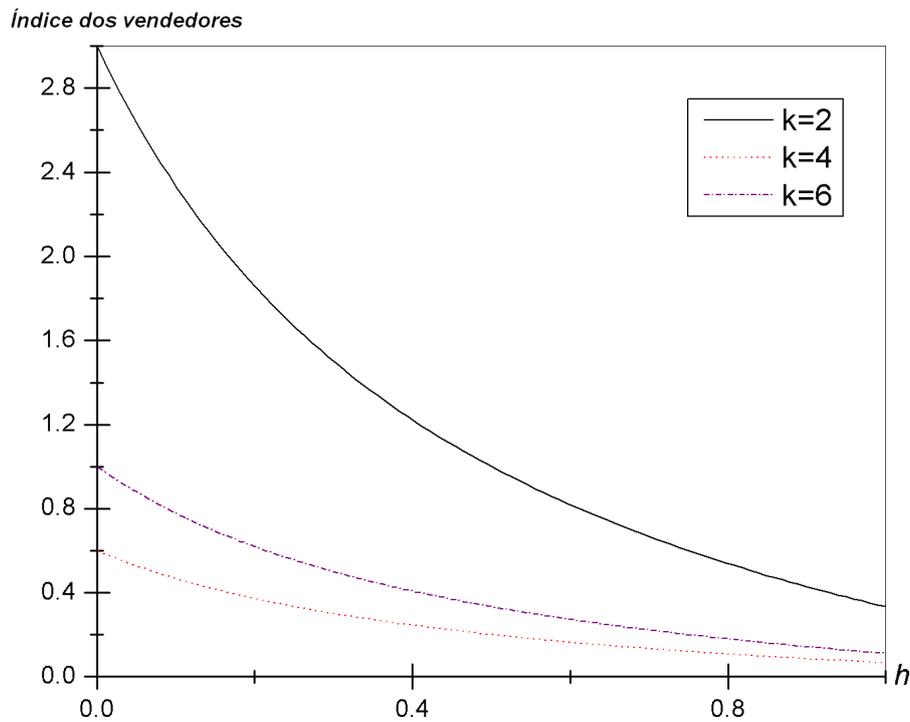


Figura 6.2: Relação entre o índice de vendedores e o parâmetro de assimetria h

6.8 Simulação Numérica

Essa seção analisa a efetividade do modelo proposto através de uma simulação numérica. Primeiramente, definimos a séries de variáveis para experimentar uma simulação numérica para avaliar nosso modelo.

Nesse modelo, o estado estável do mercado eletrônico depende de $k = C/V$ (definido no capítulo anterior), e do parâmetro de assimetria h . Por isso, definimos valores diferentes para esses dois fatores e verificamos o resultado final.

Para o parâmetro de assimetria, definimos h em três níveis diferentes:

- a Grau de Assimetria alto: $h = 0,95$.
- b Grau de Assimetria média: $h = 0,75$.
- c Grau de Assimetria baixo: $h = 0,55$.

A classificação acima nos permite observar um panorama completo da concorrência em diferentes cenários assimétricos. Quando temos $h = 0,95$, o grau de assimetria entre os vendedores é alto, representando que os vendedores de grande porte dominam o mercado. Então, quando h se aproxima de $0,5$, os vendedores são mais semelhantes em seus portes, o que por outro lado significa que o mercado contém um alto grau de concorrência.

Complementarmente, categorizamos o mercado eletrônico em duas classes.

i Alto lucro. $V/C = 5/6$.

ii Alto risco. $V/C = 1/2$.

Em um mercado de alto lucro, um vendedor agressivo pode concorrer com uma grande chance de ganho e custos satisfatórios. Mas, em um mercado de alto risco, o custo de concorrência é maior que o lucro, o que apresenta um notável risco aos vendedores que escolheram a estratégia agressiva.

Tabela 6.6: Probabilidade de vendedores agressivos (P_{aggr}) num mercado eletrônico de alto lucro de acordo com os diferentes graus de assimetria

	h	P_{aggr}
Alto	0,95	15,36%
Médio	0,75	21,43%
Baixo	0,55	27,78%

A tabela 6.6 mostra a estabilidade de um mercado eletrônico de alto lucro com diferentes graus de assimetria. Descobrimos que a proporção de vendedores agressivos diminui frente a um grau de assimetria alto. A razão é que quando o grau de assimetria é alto, os vendedores de pequeno porte escolhem a estratégia conservadora para evitar riscos de concorrência, e deste modo o resultado esperado em um mercado eletrônico de alta assimetria ($h = 0,95$) é 15,36%. Paralelamente, a concorrência no mercado se torna maior a medida em que a oportunidade de ganhar a concorrência é maior, então o resultado esperado é 27,78% quando $h = 0,55$.

Tabela 6.7: Probabilidade de vendedores agressivos (P_{aggr}) num mercado eletrônico com alto risco de acordo com diferentes graus de assimetria

	h	P_{aggr}
Alto	0,95	9,32%
Médio	0,75	13,64%
Baixo	0,55	18,63%

A tabela 6.7 expõe um cenário de alto risco no mercado eletrônico. Sob estas condições, muitos vendedores tendem a escolher a estratégia conservadora. Quando o nível de assimetria entre os vendedores é alto, os vendedores agressivos compõe apenas 9,32% dos vendedores no mercado. Mesmo quando as condições são mais competitivas ($h = 0,55$), esse valor apenas alcança 18,63%, comparado à 27,78% na simulação de alto lucro.

A partir dos resultados das tabelas 6.6 e 6.7, obtemos as seguintes observações:

1. A proporção de vendedores agressivos diminui enquanto a assimetria entre os vendedores aumenta. De acordo com a perspectiva do vendedor, a oportunidade de ganhar em uma concorrência é maior quando a diferença entre os vendedores é menor. Então, os vendedores tendem a escolher a estratégia agressiva caso as condições permitam um resultado positivo.
2. A diminuição de vendedores agressivos é considerável quando o mercado tem alto risco. Apesar do valor k ser apenas modificado de $5/6$ para $1/2$, a proporção de vendedores agressivos diminui quase 50%. Isso demonstra que os vendedores são bastante sensíveis a esse fator. Essa observação é importante para os operadores de mercados eletrônicos, tendo em vista que fornece entendimento acerca da decisão de mecanismos de cobrança. Quando o valor de cobrança é alto (em um cenário de alto risco), o número de vendedores agressivos diminui. Então, é importante estudar o custo otimizado em um mercado eletrônico para maximizar os lucros dos operadores.
3. O mercado eletrônico é mais estável quando se encontra em um cenário de alto risco. Contudo, esse fato se configura como consequência da adoção de uma estratégia conservadora por todos os vendedores.

6.9 Estudo de Caso no MercadoLivre

Nesta seção, estudaremos o modelo proposto neste capítulo com base em dados reais do MercadoLivre. MercadoLivre é o maior site de comércio eletrônico da América Latina. Cerca de 50% das transações online efetuadas no Brasil são provenientes do MercadoLivre. No ano de 2013, a plataforma atingiu aproximadamente 7 milhões de vendedores e 20 milhões de consumidores. O número total de produtos vendidos alcançou 83 milhões, arrecadando 7,3 bilhões de dólares. No primeiro trimestre do 2014, foram vendidos cerca de 45 milhões de produtos nesta plataforma. O MercadoLivre, aglutinado com Bonnegocio, OLX, Vivaanuncio e Quebarato, representa as plataformas de maior sucesso de *e-commerce* no Brasil.

6.9.1 Dados estatísticos

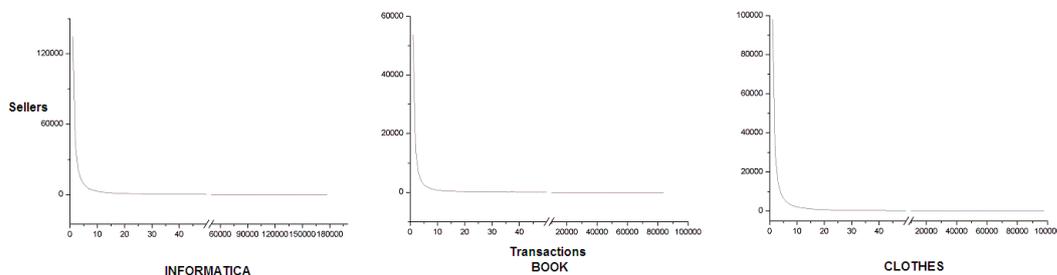


Figura 6.3: Relação referente a quantidade de vendedores por número de vendas.

A fim de prover uma visão consistente do e-commerce no Brasil, bem com ajustar a abordagem proposta na seção anterior, serão utilizados dados provenientes das transações do MercadoLivre. Tais dados foram coletados por um *Crawler*, o qual navega por todas as categorias. As categorias que tiveram destaque foram: roupa, informática e livro. A Figura 6.3 mostra a relação referente a quantidade de vendedores por número de vendas. Os dados representam, aproximadamente, 10% de todas as transações efetuadas no MercadoLivre no período entre 2000 e 2014. As informações estatísticas com relação as categorias citadas acima são mostradas na Tabela 6.8.

Tabela 6.8: Informações sobre transações no MercadoLivre

Categoria	No. de transações	No. de vendedores	Maior quantidade por vendedor
Informática	21,887,639	49,288	12,209
Roupa	11,149,373	39,038	53,652
Livro	3,273,758	13,375	21,731

Por motivo de confidencialidade da plataforma, as informações das transações não são fornecidas aos pesquisadores ou interessados. Todavia, as informações nos comentários entre vendedores e consumidores estão disponíveis ao público em geral. Nestes comentários as informações mais populares são relacionados ao nome do produto, a qualidade, o preço e o serviço de entrega. Nem todos os consumidores se interessam em comentar, assim, coletamos apenas um subconjunto deste grande volume de dados, os quais são pertinentes ao estudo de caso, o qual a nossa pesquisa se baseia.

6.9.2 A porcentagem de vendedores agressivos no MercadoLivre

Vamos definir o parâmetro de assimetria h utilizado para computar a porcentagem de vendedores agressivos encontrados no MercadoLivre. Conforme Figura 6.3, embora encontremos uma grande quantidade de vendedores na plataforma, muitos deles venderam menos de 10 produtos no período utilizado para a coleta de dados. O parâmetro de assimetria foi definido baseando-se no número de vendas realizadas e, a Tabela 6.9 lista os vendedores que possuem menos de 10 vendas.

Tabela 6.9: Assimetria entre vendedores

Quantidade	Informática	Roupa	Livro
≤ 10	43,352	32,123	10,562
Total	49,288	53,652	13,375
h	87,96%	59,87%	78,97%

A partir da Tabela 6.9, podemos visualizar a assimetria entre as diferentes categorias, como segue: Informática possui aproximadamente 87,96 %, seguida por livro contendo 78,97% e com roupa apresentando 59,87%. Além disso, tais números representa a competitividade interna das tais categorias.

Com assimetrias diferentes, podemos calcular as porcentagens de vendedores agressivos para cada categoria no MercadoLivre. Assumimos que o parâmetro $k = 1,5$ é igual para todas as categorias. Veja a Tabela 6.10.

Tabela 6.10: Porcentagens de vendedores agressivos no MercadoLivre.

k	Informática	Roupa	Livro
1,5	14,17%	21,99%	16,56%

6.10 Considerações do Capítulo

No decorrer do crescimento do comércio eletrônico, a emergência de mercados eletrônicos como a Alibaba, o eBay e o MercadoLivre possibilitaram a criação de novas plataformas para os indivíduos conduzirem seus negócios e efetuarem transações. Dado o rápido crescimento desse mercado, têm-se tornado importante estudar as relações entre todos os participantes dessa esfera, visando potencializar a rentabilidade e a eficiência, e compreender potenciais avanços. Esse capítulo estudou o mercado eletrônico como uma população, e aplicou a teoria dos jogos evolucionários para analisar o estado estável do mercado.

Através do estudo do clássico modelo de jogo *Hawk-Dove*, dividimos os vendedores em duas categorias, Agressivos e Conservadores. Além disso, os vendedores também foram classificados pelos seus portes: Vendedores de grande porte e Vendedores de pequeno porte. Baseado nessa classificação, propusemos um modelo de jogo de concorrência assimétrica no mercado eletrônico para estudá-la. As contribuições desse estudo foram:

1. Aplicou-se a Teoria dos Jogos Evolucionários para o estudo do mercado eletrônico, compreendeu-se a concorrência entre os diferentes tipos de vendedores e demonstrou-se a efetividade ao aplicar a teoria dos jogos evolucionários na área do comércio eletrônico.
2. Classificou-se os vendedores com base em seus portes {**Vendedores de grande porte e Vendedores de pequeno porte**}, uma aproximação mais realística para mimetizar as relações de um mercado real.
3. Experimentou-se simulações numéricas para examinar a performance e a efetividade do modelo proposto, obtendo resultados satisfatórios.

Apesar de que algumas presunções foram incluídas nessa pesquisa, elas não possuíam grande efeito e não impactariam significativamente a efetividade desse modelo. Houveram algumas limitações para esta pesquisa; iremos continuar esse estudo para aprimorá-lo.

Capítulo 7

Aplicação da Teoria dos Jogos de Entrada no Mercado Eletrônico

7.1 Contexto

A decisão de entrada no mercado em um cenário incerto não é um tema relevante apenas no campo empresarial, mas também um campo de pesquisa em destaque na comunidade científica. Desde que Dixit [103] propôs as decisões de entrada e saída no mercado, esse tema se tornou fundamental e vem atraindo cada vez mais pesquisadores.

Hopenhayn [104] desenvolveu um modelo dinâmico estocástico para a concorrência nas indústrias que, de forma endógena, determina as decisões de entrada e saída no mercado, bem como a produção e o emprego nas empresas. Impullitti *et al.* [105] analisaram a decisão de entrada nos mercados de exportação e estudaram as características relacionadas ao sucesso de entrada de uma nova empresa no mercado. Shen [106] construiu um modelo dinâmico que apresenta a expansão estocástica e endógena da demanda de uma nova indústria, e investigou o comportamento de entrada e de saída das empresas ao longo do desenvolvimento do setor. Gries *et al.* [107] utilizaram um modelo das Opções Reais para analisar a influência da taxa na tomada de decisão de entrada no mercado. Os autores identificaram um conjunto de taxas e determinações de configurações para auxiliar as tomadas de decisão sobre os investimentos.

Desde as décadas passadas, a Teoria dos Jogos tem-se desenvolvido como uma metodologia eficiente para estudar os comportamentos quando se envolve mais de um participante. Através dessa forte ferramenta, [108] propôs uma nova classe de jogo chamada “Jogo de Entrada no Mercado” para estudar este assunto. Com base neste conceito, muitos pesquisadores propuseram modelos de jogos para expandir o avanço teórico bem como a literatura acerca da Teoria dos Jogos.

Selten e Guth [109] estudaram um problema fundamental de identificação dos modelos dinâmicos de oligopólios, no que diz respeito a entrada e saída no mercado. A função de lucro de uma empresa é definida pelo custo fixo de uma empresa ocupante (ou seja, a empresa já existe no mercado), o custo de entrada de um novo participante e o porte de uma empresa ocupante. Rapoport [110] utilizou um experimento empírico com a participação de estudantes Ph.D para investigar a decisão grupal de entrada no mercado. O ganho depende da quantidade de participantes e o resultado do experimento expõe maior consistência na adesão a estratégias puras de equilíbrio.

Zwick e Rapoport [111] inspecionaram o equilíbrio do jogo de entrada no mercado ao definir uma quantidade limitada de entrantes para garantir lucro. Caso haja algum excesso nessa quantidade, haverá perdas. Em seus trabalhos, eles encontraram alguns parâmetros como a capacidade de mercado, a taxa de entrada, e o método de atribuição de papéis para grupos que podem afetar de forma notável o equilíbrio. Azevedo e Paxson [112] combinaram os conceitos da Teoria dos Jogos e a Teoria das Opções Reais, tornando a tomada de decisão como um jogo para analisar as reações entre as empresas num mercado. Zheng *et al.* [78] estudaram as inter-relações entre os vendedores e operadores no mercado eletrônico, e concluíram que a solução mais efetiva para os operadores é a concentração de vendas para o mínimo de vendedores possíveis, coletando destes mais taxas de serviço.

Como o mercado eletrônico vem prosperando na era da internet, as pessoas podem comprar quase tudo diretamente de suas casas devido à revolução informacional. O comércio eletrônico tem mudado o estilo de vida das pessoas completamente, porque auxilia os indivíduos no cruzamento de barreiras geográficas e na economia de tempo. Neste contexto explosivo, cada vez mais vendedores deslocam sua arena de batalha para o mundo virtual.

Esse capítulo investiga as decisões de entrada no mercado segundo a perspectiva dos vendedores adotando a Teoria dos Jogos. Um modelo de jogo de entrada no mercado eletrônico é construído para simular a concorrência dentro do comércio eletrônico. Os entrantes escolhem entrar no mercado com baixo ou alto investimento, de acordo com as funções de ganho definidas por estratégias diferentes; os ocupantes escolhem lutar ou se acomodarem quando um novo entrante adentra. O equilíbrio da estratégia pura e o equilíbrio da estratégia mista são investigados, e uma série de experimentos são conduzidos para verificar a performance do modelo proposto. Os resultados das simulações numéricas demonstram que para entrantes com alto investimento, os ocupantes são inclinados a escolherem uma estratégia agressiva para defender o mercado; enquanto que para os entrantes com baixo investimento, os ocupantes são tão generosos que aceitam e compartilham o mercado com eles. Para diferentes portes de jogadores, o modelo indica diferentes probabilidades de entrada (levando em conta o lucro, ao invés da perda). A efetividade e a exatidão do modelo de entrada no comércio eletrônico podem auxiliar a tomada de decisão no que diz respeito ao acesso a um novo mercado.

7.2 Jogo de Entrada no Mercado

Decisões estratégicas nas quais as pessoas ou empresas tentam desviar de congestionamentos (por exemplo, escolhendo uma via no trânsito, selecionando um lugar para passar férias, entrando em um novo mercado) frequentemente revelam um nível incrível de coordenação tácita. O jogo investigado nessa seção tem quantidade n de participantes onde cada jogador i tem duas estratégias puras, 0 e 1; aqui, 0 representa a decisão de não entrar enquanto 1 indica a decisão de entrar no mercado.

Cada jogador i tem custo de entrada C_i . Os custos de entrada são diferentes para cada jogador. Os jogadores são quantificados da seguinte maneira:

$$C_1 < C_2 < \dots < C_n \quad (7.1)$$

Sendo m a quantidade de jogadores que entram no mercado, quem escolhe entrar recebe R_m enquanto quem opta por não entrar no mercado recebe S_m como rendimento. Definindo $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_n)$ como uma combinação de estratégias puras onde π_i é uma das estratégias do jogador i e definindo $m(\pi)$ como a quantidade de jogadores com $\pi_i = 1$, temos então, a função de ganho H_i do jogador i da seguinte forma:

$$\begin{aligned} R_{m(\pi)} - C_i & \text{ for } \pi(i) = 1 \\ S_{m(\pi)} & \text{ for } \pi(i) = 0 \end{aligned} \quad (7.2)$$

A expressão

$$A_m = R_m - S_{m-1} \quad (7.3)$$

será chamada incentivo para entrada. Devemos também assumir que A_m é uma função não crescente de m :

$$A_1 \geq A_2 \geq \dots \geq A_n. \quad (7.4)$$

A premissa 7.4 se referirá ao incentivo de monotonia. Visando excluir alguns casos que podem complicar a análise e que não tem significância econômica nos resultados, exigimos não degenerescência no seguinte caso:

$$C_i \neq A_m \quad \text{for } i, m = 1, \dots, n \quad (7.5)$$

$$C_i + C_j \neq C_k + C_l \quad (7.6)$$

pela mesma razão, a igualdade foi excluída em 7.1.

Obviamente, o jogo é totalmente especificado por $3n$ números reais, a saber $C_1, \dots, C_n, R_1, \dots, R_n, S_0, \dots, S_{n-1}$, satisfazendo 7.1, 7.4, 7.5 e 7.6. A seguir, este jogo irá ser chamado de *Jogo de Entrada no Mercado*.

Note que não há nada deduzido em C_i, R_m e S_m . Mesmo para aplicação, que temos em mente, C_i geralmente serão números positivos.

7.3 Modelo de Jogo Proposto para a Concorrência entre Entrantes e Ocupantes

Nessa seção, o modelo de jogo de entrada no mercado eletrônico é desenvolvido para auxiliar os vendedores a realizarem decisões de entrada e saída no mercado. O jogo de entrada [108] é um jogo dinâmico de informações completas, porque os jogadores sabem os ganhos de todos resultados possíveis. O jogo é composto de duas etapas. Na primeira etapa, o entrante tem três possibilidades de ação: entrar com baixo investimento, entrar com alto investimento ou não entrar. O conjunto de ações dos ocupantes na primeira etapa é vazia, ou equivalentemente, a única ação disponível é “fazer nada”. Consequentemente, apenas o entrante pode realizar movimentos na primeira etapa. Na segunda etapa, o conjunto de ações dos ocupantes pode ser dividido entre: ser agressivo ou se acomodar. A única ação dos entrantes na segunda etapa é “fazer nada”. Na segunda etapa, o ocupante

busca compreender completamente a história do jogo da primeira etapa antes de tomar sua decisão, por exemplo, o ocupante se torna ciente das escolhas dos entrantes. Os ocupantes existentes investem bastante no mercado, enquanto os entrantes podem escolher investir muito ou pouco capital no mercado para concorrer com eles.

A definição do jogo de entrada no mercado compõe-se de uma empresa que considera a possibilidade de entrar em um novo mercado, onde há apenas um ocupante operando. A decisão do entrante será baseada na lucratividade do mercado, que por sua vez depende das reações dos ocupantes em relação a eles. Os ocupantes podem se acomodar e deixar que os novos participantes agarrem a quota de mercado ou podem responder agressivamente, competindo com o entrante em uma guerra de preços predatória. Outro fato que afeta o lucro é o nível de investimento dos participantes. As empresas podem investir tanto com baixo custo quanto com alto custo. Nesse contexto, a capacidade de rendimento do mercado é r , o baixo custo de investimento é C_l , enquanto o alto custo de investimento é C_h . Paralelamente, quando os ocupantes acomodam um entrante que realiza um grande investimento, uma forte concorrência também pode reduzir o lucro do mercado inteiro. α representa o parâmetro de concorrência, podendo ajustar o lucro do mercado quando um entrante com grande investimento decide participar do mercado.

Um gráfico do jogo foi desenvolvido abaixo para demonstrar as sequências e as funções de ganho de cada jogador. Primeiramente, os entrantes escolhem as estratégias dentre três opções, $\{\text{entrar com alto investimento, entrar com baixo investimento, não entrar}\}$. Em seguida, é a vez dos ocupantes observarem as ações dos entrantes e escolher entre uma reação agressiva ou se acomodar. No final, cada participante envolvido leva o lucro definido pela função de ganho. As funções de ganho de cada jogador são reveladas abaixo:

a Como o primeiro caso do jogo (Figure 7.1) ilustra, quando um entrante escolhe entrar com alto investimento, há duas opções para os ocupantes:

- **Agressivo** O custo do ocupante de escolher ser agressivo é igual ao investimento do entrante, isto é, usando o lucro do mercado r subtraindo o investimento do novo entrante C_h ;
- **Acomodação.** Caso os ocupantes escolham a acomodação, então os novos entrantes podem adentrar no mercado e intensificar a concorrência, α ($\alpha \leq 1$) é definido como um parâmetro de ajuste para a lucratividade do mercado. O lucro deve ser compartilhado uniformemente entre as duas empresas, o qual é $(\frac{\alpha \times r}{2}, \frac{\alpha \times r}{2})$.

b Então, quando os entrantes adentram com baixo investimento, o ganho para os ocupantes para defender o mercado é $(r - m \times C_l, -C_l)$, onde m representa um parâmetro de escala para os ocupantes. A lógica de m é: se os ocupantes optarem por defender o mercado, por exemplo, reduzindo seus preços, então uma empresa de grande porte será afetada. Por outro lado, se os ocupantes aceitarem a condição, então o lucro será compartilhado por eles de acordo com o montante de investimento, $(\frac{r \times C}{C + C_l}, \frac{r \times C_l}{C + C_l})$.

c O último caso é onde os participantes decidem não entrar, então o mercado será dominado pelos ocupantes, conseguindo, nestas condições, todo o lucro do mercado, r .

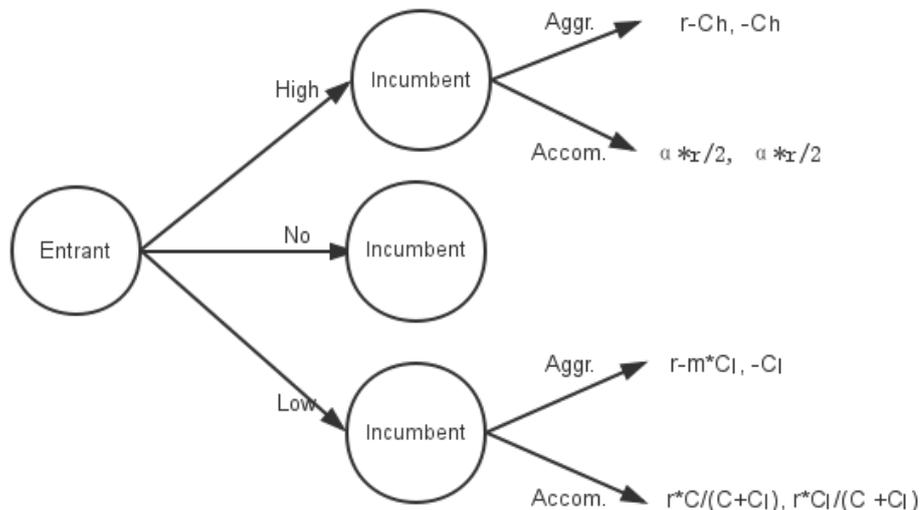


Figura 7.1: Gráfico do jogo de entrada no mercado

7.4 Equilíbrio de Estratégias Puras

De acordo com o gráfico do jogo na seção anterior, todas as estratégias agressivas, tanto com altos investimentos quanto baixos investimentos, não podem alcançar o equilíbrio porque os ganhos dos entrantes são sempre negativos. Isso significa que os entrantes tem motivações para mudar as estratégias e, portanto, o equilíbrio será quebrado. Há três equilíbrios de estratégias assimétricas puras nesse jogo que foram investigados nesse caso.

7.4.1 Equilíbrio dos entrantes com alto investimento

Quando um entrante com altos investimentos visa atingir o equilíbrio, o equilíbrio de estratégia correspondente é apresentado como: (entrar com alto investimento, acomodar-se). Nesse caso, tanto os ocupantes quanto os entrantes devem ganhar mais lucro do que a estratégia (entrar com alto investimento, agressivo). Com essa condição restritiva, as seguintes desigualdades devem ser satisfeitas:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha \times r}{2} &> r - C_h \\ \frac{\alpha \times r}{2} &> -C_h \end{aligned} \tag{7.7}$$

Essas desigualdades sugerem que ambos os jogadores irão ganhar mais lucros caso a estratégia (entrar com alto investimento, acomodar-se) seja escolhida no jogo. Através

dos cálculos, o resultado de C_h pode ser obtido da seguinte forma:

$$C_h > (1 - \alpha/2) \times r \quad (7.8)$$

Esse resultado revela o fato de que o investimento dos participantes depende da capacidade do mercado e do parâmetro de ajuste α . Quanto maior a lucratividade que o mercado tiver, maior será o capital que o entrante deverá investir para garantir o lucro. Segundo 7.8, se os entrantes gastarem mais da metade (dependendo de α) do lucro do mercado, os ocupantes podem aceitar a entrada do rival.

7.4.2 Equilíbrio dos participantes de baixo investimento

Seguindo a mesma lógica aplicada ao primeiro caso, comparado com a estratégia agressiva, a aceitação dos participantes de baixo investimento constitui uma melhor opção para os ocupantes no que se refere ao recolhimento de lucros. Como o gráfico do jogo mostra,

$$\begin{aligned} \frac{r \times C}{C + C_l} &> r - m \times C_l \\ \frac{r \times C}{C + C_l} &> -C_l \end{aligned} \quad (7.9)$$

Em seguida, podemos obter a condição desse equilíbrio:

$$C > C_l > (r - m \times C)/m \quad (7.10)$$

Como suposto inicialmente, os entrantes de baixo investimento devem ter porte menor do que os ocupantes, assumido como C . Então, o mínimo de C_l depende de r , C e m . O valor de C_l aumenta quando a capacidade de lucro r eleva assim como o parâmetro de escala m e o investimento dos ocupantes C reduzem.

7.4.3 Equilíbrio dos entrantes desistentes

No mundo real, estar de fora é sempre uma opção para os entrantes. Quando um entrante não tem força suficiente para entrar com altos investimentos, bem como não encontra condições para entrar com baixos investimentos, a melhor escolha será não entrar. O terceiro equilíbrio desse jogo é quando os entrantes não adentram no mercado e os ocupantes obtêm todo o lucro, r .

7.5 Equilíbrios de Estratégias Mistas

A respeito dos Equilíbrios de Estratégias Mistas, os entrantes de alto e baixo investimentos devem ser investigados respectivamente.

7.5.1 Equilíbrios aplicado para os entrantes de alto investimento

Primeiramente, os entrantes de alto investimento serão estudados nessa subseção. Definindo a probabilidade de agressão como x quando um ocupante concorre com um entrante com alto investimento. Por consequência, a probabilidade de acomodação é $(1 - x)$.

$$x \times (-C_h) + (1 - x) \times (\alpha \times r/2) = 0 \quad (7.11)$$

$$x = \frac{\alpha \times r}{\alpha \times r + 2C_h} \quad (7.12)$$

A partir do resultado de x da 7.12, é nítido que a probabilidade de agressão do ocupante depende principalmente do investimento do entrante. Quanto maior o investimento do entrante, maior será a probabilidade de acomodação pelo ocupante. As relações entre probabilidade e investimento podem ser analisadas no seguinte gráfico.

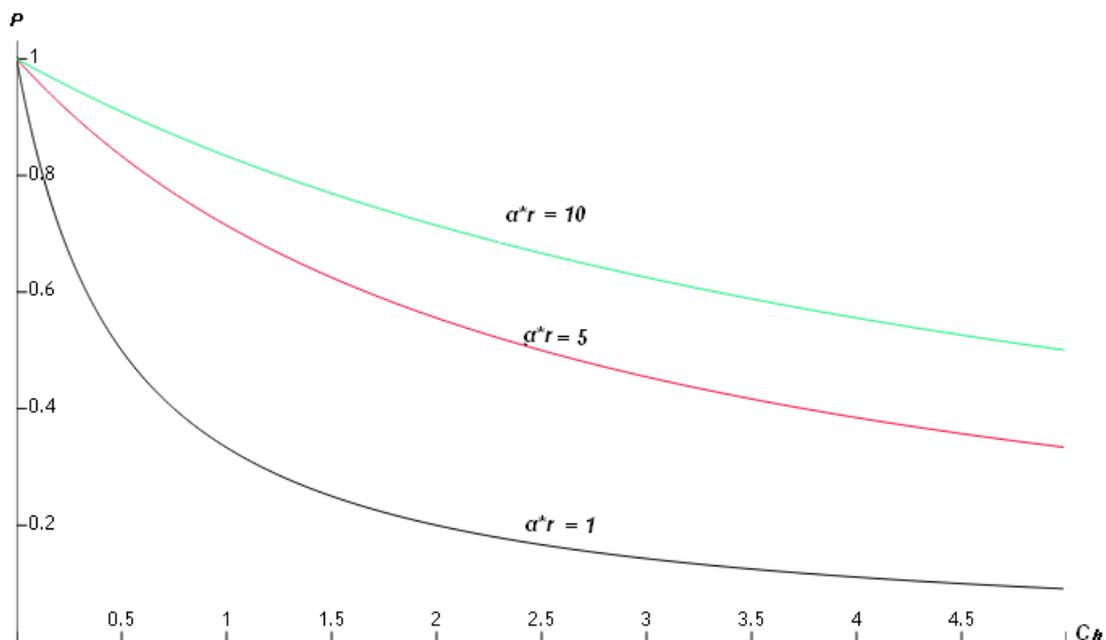


Figura 7.2: Relações entre P_{aggr} e C_h com diferentes $r \times c$

Segundo a figura 7.2, é possível ver que a tendência agressiva diminui à medida que C_h ascende. Quando C_h é pequeno, o ocupante tem mais chances de ser agressivo e expulsar o entrante para fora do mercado. Enquanto que, quando o C_h é suficientemente grande, o custo de expulsão do entrante é alto para o ocupante, aceitando assim a entrada do seu rival no mercado. Outro fenômeno possível, é quando $\alpha \times r$ também influencia a probabilidade de agressão. Quando $\alpha \times r$ ocupa uma pequena parte da equação, C_h terá um impacto notável na probabilidade. Caso $\alpha \times r$ aumente, a influência de C_h irá ser reduzida.

7.5.2 Equilíbrios aplicado para entrantes de baixo de investimento

Quando um entrante ingressa com baixo investimento, a probabilidade de agressão do ocupante é definida como y , e a probabilidade de acomodação, $(1 - y)$. De acordo com as funções de ganho apresentadas no gráfico do jogo, as seguintes equações são geradas:

$$y \times (-C_l) + (1 - y) \times r \times C_l / (C + C_l) = 0 \quad (7.13)$$

Calculando 7.13, finalmente chegamos à expressão de y :

$$y = \frac{r}{C + C_l + r} \quad (7.14)$$

Com o resultado de 7.14, a probabilidade de agressão do ocupante para concorrer com o entrante com baixo investimento depende do investimento do ocupante C e C_l . Estabelecendo $k = C/C_l$ como a diferença entre os investimentos do ocupante e do entrante com baixo custo, 7.14 pode ser transformado para:

$$y = \frac{\frac{r}{C}}{k + 1 + \frac{r}{C}} \quad (7.15)$$

Com 7.15, uma figura foi planejada para mostrar as relações das probabilidades de agressão e a diferença entre os dois concorrentes. Uma breve análise da figura nos dá uma indicação de que a probabilidade de agressão é muito menor do que o representado no caso de alto investimento. Então, quanto mais o ocupante investe em relação ao entrante, menor será a probabilidade que ele irá ser agressivo com o rival.

Outro resultado é r/C , o qual dispõe a proporção do lucro e do investimento quando os ocupantes dominam o mercado. Quando a lucratividade do mercado é alta, o ocupante determina a defesa de sua quota de mercado.

7.6 Simulações Numéricas

Nessa seção, um método estatístico é empregado para simular as probabilidades de agressão correspondentes aos ocupantes em cada situação. Primeiramente, os entrantes são divididos entre duas categorias (Alto investimento e Baixo Investimento), em seguida diversas combinações de parâmetros são adotadas para analisar abrangentemente a probabilidade de agressão. Finalmente, as implicações poderão ser deduzidas a partir das demonstrações gráficas.

7.6.1 Probabilidade de agressão para entrantes de alto investimento

Conforme 7.12 ilustra, a probabilidade é $x = \frac{\alpha \times r}{\alpha \times r + 2C_h}$. Há dependência quanto ao parâmetro de ajuste α , a capacidade do mercado r e o alto investimento dos participantes C_h . Para capturar as relações entre as probabilidades de agressão dos ocupantes com esses parâmetros, conduzimos um experimento de simulação estatística para dispô-los no gráfico.

α é uma variável que se modifica a partir de uma certa escala, por exemplo, (0, 1) ou (0,5, 1). Essa configuração nos permite controlar a capacidade do mercado quando há

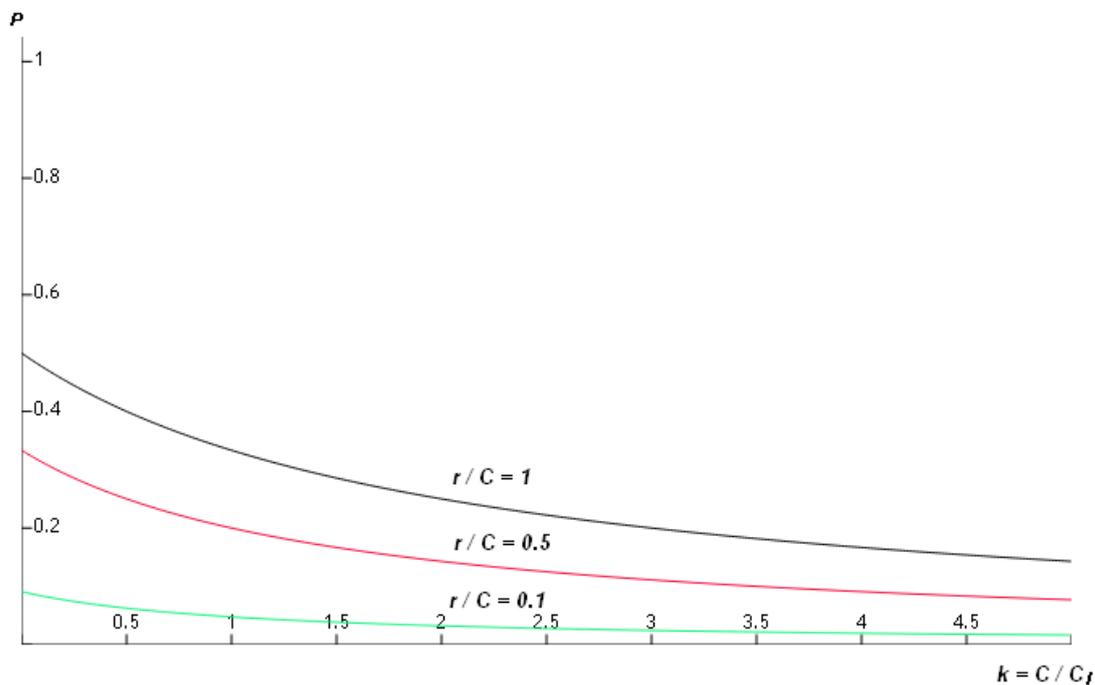


Figura 7.3: Relação entre a probabilidade P e a diferença entre os concorrentes k

alta concorrência. A existência de α torna o modelo proposto mais equivalente ao mundo real.

A partir da figura 7.4, podemos concluir que:

- Quando α se modifica dentro de uma grande escala, como $(0, 1)$, a probabilidade de agressão é baixa. Isso implica que quando a competição é bastante variável num mercado, o lucro muda de forma significativa quando um entrante ingressa. Esse tipo de mercado pode ser da categoria de alta-rentabilidade, de serviço personalizado e monopólio. Quando um entrante adentra nesse mercado, a sugestão do modelo é entrar com alto investimento e arrastar para baixo a margem de lucro, o que pode reduzir a probabilidade de agressão dos ocupantes, tendo certeza de que a empresa irá ganhar lucro ao ingressar no mercado.
- A fração do investimento sobre o lucro é outro fator importante que pode afetar a probabilidade de agressão. Pode-se concluir, com base na figura, que quando C_h/r se modifica dentro de uma margem de $(0, 1)$, isso significa que C_h pode ser menor que o lucro. Quando o investimento é menor que o lucro, o ocupante é mais motivado a proteger o mercado. Isso leva a uma alta probabilidade de agressão quando enfrenta um entrante. Enquanto o investimento equivale ao lucro, isso significa que o retorno do investimento mantém um nível baixo, então, o ocupante irá investir menos para agredir o entrante.

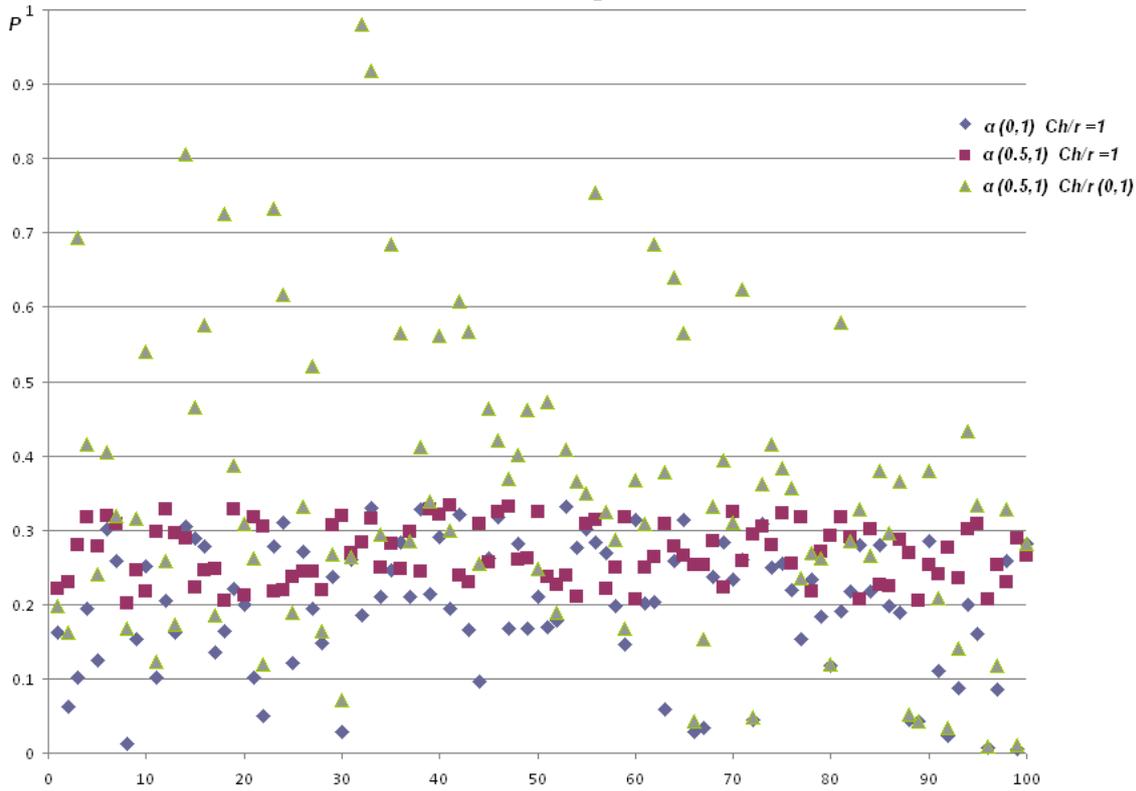


Figura 7.4: Resultado da simulação numérica da probabilidade de agressão relacionada ao ingresso de um entrante com alto investimento

7.6.2 Probabilidade de agressão para entrantes de baixo investimento

Conforme 7.14 nos apresenta, a probabilidade é $y = \frac{r}{k+1+\frac{r}{C}}$. Isso depende do parâmetro de ajuste, do investimento do ocupante C , a diferença entre ocupante e participante k e a capacidade de lucro do mercado, r .

Nessa simulação, fixamos o valor de capacidade do mercado como $r = 10$. Mas manipulamos os parâmetros C e k em um experimento fatorial 2×2 , com C atribuindo os valores 3 e 6, e k assumindo os valores 5 e 10. Os resultados em quatro diferentes jogos estão demonstrados na seguinte tabela 7.1. As probabilidades de equilíbrio y^* , são apresentadas na coluna 4 da tabela 7.1.

Tabela 7.1: Probabilidades de agressão que os entrantes com baixo investimento enfrentaram em quatro situações diferentes

r	C	k	y^*
10	3	5	35.71%
10	3	10	23.26%
10	6	5	21.74%
10	6	10	13.16%

A partir da Tabela 7.1, podemos concluir que:

- a A probabilidade de agressão dos ocupantes depende da diferença de portes entre eles e os entrantes. Quando o parâmetro de diferença k cresce de 5 para 10, o investimento dos ocupantes se eleva mais do que o dos entrantes, a probabilidade de agressão reduz rapidamente de 35,71% à 23,26% quando $C = 3$, e de 21,74% à 13,16% quando $C = 6$. Fixando o custo do ocupante C , o entrante ingressa com baixo investimento. Nesse caso, a probabilidade de agressão é menor para os ocupantes.
- b A probabilidade de agressão do ocupante y diminui quando seu custo C aumenta. Isso representa que a probabilidade de agressão diminui quando o investimento do ocupante está aumentando. Quando mais o ocupante investir, menor será a possibilidade que ele venha a agredir.

7.7 Considerações do Capítulo

Neste capítulo um modelo de jogo de entrada no comércio eletrônico é desenvolvido ao estender o modelo de jogo proposto por Selten e Guth [108]. Os entrantes são classificados em duas categorias, alto investimento e baixo investimento, cada uma delas correspondendo a funções de ganho baseadas na escolha dos ocupantes. Os ocupantes podem adotar duas estratégias: acomodação ou agressão. A diferença entre elas é que a agressão irá levar a uma perda em um curto período de tempo, enquanto a acomodação poderá trazer perda por um período maior.

Baseado no gráfico do jogo, os equilíbrios de estratégias puras e os equilíbrios de estratégias mistas são estudados, respectivamente. Três equilíbrios de estratégia são apresentados na seção 3 e explicados detalhadamente. Os equilíbrios de estratégias mistas são analisados e a probabilidade de agressão dos ocupantes é pesquisada e exposta em gráfico, de acordo com os parâmetros.

De acordo com o modelo proposto, e que a probabilidade de agressão do ocupante é associada à estratégia do entrante, do parâmetro de ajuste e da diferença de porte entre os entrantes e os ocupantes. Para um entrante com alto investimento, o ocupante está inclinado à adotar a estratégia agressiva para defender o mercado; enquanto que para um entrante com baixo investimento, o ocupante é generoso para acomodar e compartilhar o mercado com ele. Os resultados das simulações numéricas mostram a eficiência e a exatidão do modelo proposto nesse capítulo. A probabilidade de agressão do ocupante pode ser um importante fator para auxiliar numa tomada de decisão razoável.

Capítulo 8

Um Modelo Estendido de Aceitação de Tecnologia no Comércio Eletrônico Brasileiro

8.1 Contexto

A aceitação sobre o uso de sistemas de informação tem atraído muita atenção, uma vez que a tecnologia da informação tem desempenhado um papel cada vez mais importante no trabalho, atualmente. O modelo mais amplamente adotado para medir essa aceitação de uso é o Modelo de Aceitação de Tecnologia (Technology Acceptance Model - TAM), que foi desenvolvido por [40] e [39]. O TAM é um modelo bem estabelecido que tem sido utilizado para estudar e explicar a aceitação de diversos sistemas de informação. O modelo original do TAM consiste na Facilidade de Uso Percebida (*Perceived Ease of Use-PEOU*), Utilidade Percebida (*Perceived Usefulness-PU*), Atitude Sobre o Uso (*Attitude Toward Using-ATU*), Intenção Comportamental (*Behavioral Intention-BI*) e Uso Real do Sistema (*Actual system Use-AU*). A utilidade percebida e a facilidade de uso percebida tem sido consideradas como os fatores mais importantes dentre eles. Devido à sua sólida formação teórica e prática, o TAM tem atraído considerável atenção da comunidade de sistemas de informação.

Com o auxílio da sua sólida fundação teórica e sua funcionalidade, o TAM tem atraído grande atenção da comunidade de pesquisadores de sistemas de informação. Originalmente, Davis [40] estudou a aceitação dos sistemas de e-mail e editores de texto em uma empresa. A conclusão de seu trabalho demonstrou que as características dos sistemas de informação têm uma grande influência sobre os comportamentos dos utilizadores, através das cinco variáveis motivacionais mencionadas acima. Inicialmente, na aplicação do TAM, os investigadores estavam inclinados a estudar os fatores chave e enfatizar a PEOU e PU. Hu *et al.* [41] constataram que o TAM foi capaz de fornecer uma descrição razoável da intenção comportamental sobre o uso da tecnologia de telemedicina na medicina. Sua conclusão também confirmou que a PU foi um determinante crucial da atitude e da intenção. Szajna [42] estudou o TAM com base na metodologia de Davis e assegurou que esta constituía um modelo valioso para avaliar a aceitação de sistemas de informação, tais como sistemas de e-mail. Trabalhos mais relacionados [43, 44, 45] neste período fo-

ram focados sobre os determinantes internos do TAM, e os estudos provaram que ele era apropriado para medir a aceitação dos sistemas de informação.

Apesar do modelo TAM original ter alcançado sucesso na investigação de aceitação de sistemas de informação, muitos pesquisadores sugeriram que o TAM precisava agregar variáveis adicionais para fornecer uma perspectiva abrangente. Venkatesh e Davis [46] desenvolveram uma extensão do modelo que amplia a PEOU e PU em termos da influência social e dos processos instrumentais cognitivos. Mais tarde, foi substituído por um modelo modificado chamado TAM 3, onde Venkatesh e Bala [47] estudaram a influência da intervenção social sobre a aceitação de sistemas de informação. Além disso, muitas variáveis externas foram adicionadas ao modelo do TAM para amplificar a sua aplicação e melhorar o seu desempenho. A qualidade do sistema foi descrita como um fator importante na aceitação dos usuários em pesquisas anteriores [48, 49]. A norma subjetiva, como influência social também foi abordada em [50, 51, 52, 53]. Juntamente com outras teorias, como a teoria do comportamento planejado [54, 55, 56, 57], teoria da adoção e infusão de inovações [58, 59], teoria do fluxo [60, 61, 62] e modelo da adequação entre tarefa e tecnologia [63, 64], o estudo da aceitação de tecnologia da informação tem atraído cada vez mais atenção no campo acadêmico.

As compras online vem se tornando um serviço mais expansivo na internet, nos dias de hoje. Logo, aplicamos o TAM também para estudar a aceitação do comércio eletrônico. McCloskey [83] é um dos pioneiros que utilizou o TAM para descobrir a aceitação do comércio eletrônico. Assim sendo, o tempo que as pessoas gastam na internet tem um impacto na facilidade de uso percebida. A facilidade de uso percebida tem um impacto positivo notável sobre a utilidade percebida. A utilidade percebida e a facilidade de uso percebida não têm um impacto significativo na frequência de compras online ou de dinheiro gasto. No entanto, a quantidade de horas gastas com a utilização da internet por semana tem um impacto significativo nesses dois fatores. Koufaris [60] integrou o TAM e a teoria de fluxo, a fim de construir um *framework* para investigar os comportamentos dos consumidores online. A qualidade do produto, as habilidades de navegação na web, e os mecanismos de busca constituem um grande impacto sobre os consumidores. Wu e Wang [84] apresentaram um trabalho que integrou a teoria da adoção e infusão de inovações e o TAM para investigar a aceitação do comércio móvel. A técnica da modelagem de equação estrutural foi empregada para avaliar a relação de causa e efeito do modelo, e a análise fatorial confirmatória foi realizada para examinar a confiabilidade e a validade do mesmo. Os resultados deste trabalho indicam que, com exceção da facilidade de uso percebida, todos os outros fatores afetam a intenção comportamental dos usuários. Além disso, a compatibilidade é o mais vital entre eles.

Klopping e McKinney [63] incorporaram o TAM e o modelo da adequação entre tarefa e tecnologia para estudar o comportamento dos consumidores no comércio eletrônico. Este estudo sugeriu que a adoção depende da tarefa e da utilidade percebida, e também que o modelo da adequação entre tarefa e tecnologia é um complemento valioso para o TAM nas pesquisas de compras online. Um modelo teórico proposto por Olivera e Joia [85] apuraram a relação entre a interface do site do comércio eletrônico e o comportamento do cliente, ressaltando a atitude e a intenção. Olivera concluiu que a facilidade de uso percebido, a confiança, o contentamento e a atratividade são fatores chave para a compreensão da atitude e da intenção comportamental dos clientes. Nunkoo *et al.* [86] avaliaram as relações entre a atitude, a facilidade de uso percebida, a utilidade percebida,

a confiança, o risco percebido e a intenção de compra online na área do turismo e produtos de viagem, usando um modelo estendido do TAM. Este estudo forneceu mais evidências para a adequação do TAM no que diz respeito à avaliação das várias dimensões da intenção de compra online de viajantes. Os resultados confirmaram que a utilidade percebida, a confiança e os riscos percebidos são os elementos mais importantes na influência da atitude das pessoas em direção a compras online no turismo e de produtos de viagem. Por outro lado, o resultado sugeriu que a facilidade de uso percebida não é um indicador chave de atitude.

Lim e Ting [87] adotaram o TAM para abordar os fatores que influenciam o comportamento de compras online. Os resultados mostraram que a intenção de compra dos consumidores é determinada pela sua atitude. As conclusões destacaram a importância da facilidade de uso percebida e da utilidade percebida do site para a atitude dos consumidores. Morgan e Veloutsou [88] integraram, por sua vez, o TAM à fatores de confiança e satisfação para investigar as marcas online. Os resultados demonstraram que a confiança e a utilidade percebida afetam positivamente a experiência das marcas online. As experiências positivas aumentam a satisfação e a intenção comportamental, que por sua vez levam à construção e reforço da marca online.

Neste capítulo apresentamos um modelo inovador, construído como um modelo estendido do TAM, integrando o risco percebido, a influência social, o design do site e o benefício percebido, a fim de avaliar a adoção do comércio eletrônico. Os dois primeiros fatores juntamente à facilidade de uso percebida (PEOU) e à utilidade percebida (PU) são consideradas as variáveis independentes da intenção comportamental. O design do sistema é uma variável antecedente da PEOU, enquanto que o benefício percebido está relacionado à PU. O modelo desenvolvido com fatores adicionais poderá proporcionar uma melhor compreensão da aceitação de compras online.

Um experimento é realizado para verificar as hipóteses sobre o modelo proposto de causalidade no comércio eletrônico. Os questionários foram distribuídos para mais de 200 estudantes universitários a fim de avaliar os fatores indicados. Com os dados coletados, a técnica da modelagem de equação estrutural foi empregada para a análise dos fatores, mostrando a relação de causalidade entre eles. O conhecimento gerado a partir deste estudo pôde contribuir de duas formas: teoricamente, este estudo fornece uma compreensão prática sobre o TAM na adoção de compras online; e, em termos práticos, este trabalho apresenta implicações e sumarizações relativas ao desenvolvimento das compras online no Brasil.

O restante deste capítulo é estruturado da seguinte forma. O modelo proposto de pesquisa será discutido na Seção 2 e as hipóteses também serão apresentadas. A Seção 3 descreverá a metodologia desta pesquisa e as estatísticas dos dados recolhidos. Em seguida, a Seção 4 analisará a relação de causalidade entre os fatores com a aplicação da modelagem de equações estruturais. No final, a conclusão e a limitação deste trabalho serão abordadas na Seção 5.

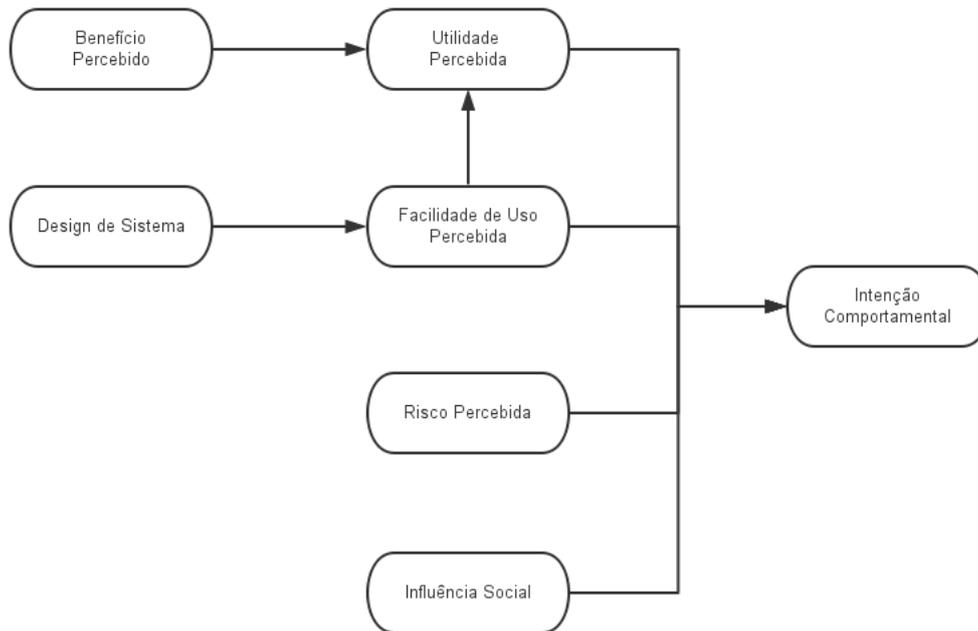


Figura 8.1: Modelo proposto de aceitação do comércio eletrônico

8.2 Modelo Proposto e Hipóteses

8.2.1 Modelo proposto

O modelo proposto neste trabalho une a influência social e o risco percebido com os fatores propostos pelo TAM. Além disso, o benefício percebido e a qualidade do site são introduzidos como variáveis antecedentes da utilidade percebida e a facilidade de utilidade percebida, respectivamente. O modelo é mostrado na Figura 8.1. O modelo contém a essência do TAM e os seus relacionamentos postulados. Nossas hipóteses consideram as quatro variáveis propostas nesta pesquisa, como o benefício percebido, a qualidade do sistema, a influência social e o risco percebido, influenciando a intenção comportamental de uso real do comércio eletrônico.

8.2.2 Risco percebido

O risco percebido é definido pelo grau de incerteza do consumidor em relação à sua decisão de compra, especialmente relevante à comparação entre shopping online e loja física. Por esse motivo, o risco e a privacidade são destacados ao longo da pesquisa sobre o comércio eletrônico. As pesquisas anteriores indicaram que o risco percebido é um determinante crucial sobre a intenção comportamental dos consumidores. Apesar dos riscos serem classificados em várias categorias [113, 114], esse trabalho foca no risco de vazamento de informações financeiras e privadas.

Vários pesquisadores afirmaram que o risco percebido teve um efeito negativo na tomada de decisão dos consumidores. Corbitt *et al.* [115] examinaram o risco e a confiança

no comércio eletrônico, e sua conclusão geraram algumas pistas no design do website para reduzir o risco percebido dos compradores. Salam *et al.* [116] também assumiram o risco financeiro para investigar a relação de confiança entre os consumidores e os varejistas no mundo empresarial virtual; a redução do risco percebido foi também destacada para melhorar a confiança. Chiu *et al.* [117] investigaram o papel do risco percebido em comportamentos de compra repetidas. O alto nível do risco percebido poderia reduzir o efeito da utilidade percebida, e em seguida, poderia ter um efeito negativo sobre as decisões dos consumidores. Há também algumas pesquisas que partem do ponto de vista da gestão, considerando o risco, como [118, 59], etc.

Devido ao fato de que o risco percebido desempenha um papel tão importante no comércio eletrônico, é indispensável a literatura de pesquisas que investigam o TAM. Algumas pesquisas [86, 85, 119, 120, 121] integraram o risco percebido com o TAM e chegaram a conclusão que havia um efeito negativo sobre o comportamento de compra do consumidor. Entretanto, vários pesquisadores descobriram que o risco percebido não teve causalidade notável nos comportamentos de compras, tais como [83, 84]. De acordo com estes trabalhos, a seguinte hipótese de pesquisa é estabelecida:

H1: O risco percebido no comércio eletrônico afeta negativamente a intenção comportamental de compra.

8.2.3 Influência social

A influência social tem papel crucial na tomada de decisão e no comportamento humano. A difusão de tecnologias inovadoras sempre encontra resistência em comparação com as tecnologias existentes. Nesta situação, a influência social pode atuar como um fator positivo para novos usuários. A norma subjetiva, que define que “a percepção de uma pessoa está relacionada à opinião das pessoas ao seu redor, ponderando o que ele deve ou não escolher em questão” [122], é o reflexo mais importante da influência social. A pesquisa de Bhattacharjee [123] dividiu a influência social em duas categorias: externos e interpessoais. A influência externa refere-se a relatos da mídia, pareceres e outras informações consideradas por pessoas na tomada de uma decisão razoável; enquanto que a influência interpessoal refere-se ao impacto de amigos, colegas, familiares e outras pessoas. As justificativas das duas formas de influência são visíveis no comportamento humano estudados por [124, 125, 126].

O TAM foi desenvolvido originalmente para investigar a aceitação de tecnologia dos usuários dentro de uma organização. Portanto, não incorporou o elemento da influência social [40]. Como a influência social é um fator importante na tomada de decisões, algumas pesquisas iniciaram a integração desse fator ao TAM. Venkatesh *et al.* [127, 46] propuseram um modelo estendido do TAM, que considerou a norma subjetiva, como um antecedente da utilidade percebida. Cheng *et al.* [128] exploraram a influência social e a considerou como um elemento de impacto na aceitação da aprendizagem eletrônica em um grupo de estudantes. Os resultados da pesquisa demonstraram que a influência social teve um efeito positivo em relação a intenção comportamental. Riemenschneider [129] estudou a influência social com a adoção de novas tecnologias numa pequena empresa, combinando a teoria de comportamento planejado e o TAM. O resultado também indicou

que a influência social tem uma influência positiva sobre a intenção de comportamento dos usuários. No entanto, a literatura contém resultados inconsistentes sobre o impacto da influência social. Khalifa *et al.* [130] e Lau *et al.* [131] argumentaram que as influências sociais afetam positivamente o uso da tecnologia, enquanto que [132, 133, 134] sustentam opiniões diferentes.

A respeito do comércio eletrônico, há trabalhos que também introduziram a influência social ao TAM para analisar a sua aceitação. Wu e Wang[84], Irena Batkovic e Renata Batkovic investigaram a influência social na aceitação do comércio móvel. Os resultados expuseram que a influência social teve um efeito positivo na intenção comportamental do consumidor. Bhattacharjee [123] e Lopez [135] também estudaram a aceitação dos serviços online, como corretores eletrônicos, bancos eletrônicos, etc. As conclusões também são coerentes em relação às anteriores. De acordo com as pesquisas anteriores e o fato de que os serviços de *e-commerce* são fortes dependentes da adoção voluntária, esse estudo propõe:

H2: A influência social, como família, amigos, ou colegas, afeta positivamente a intenção dos consumidores no uso do comércio eletrônico.

8.2.4 Benefício percebido e utilidade percebida

O benefício percebido se refere à percepção de consequências positivas que são causadas por ações específicas [136]. Parsons *et al.* [137], Liaw *et al.* [138] e Chen [139] tentaram medir a relação entre os benefícios percebidos e a intenção comportamental ao longo do tempo. A maioria das pesquisas argumentaram que os benefícios percebidos tiveram uma influência positiva na intenção comportamental dos consumidores. No trabalho de Amoako *et al.* [140], o TAM foi ampliado com o fator de benefício percebido. A pesquisa deles demonstrou que o benefício percebido é um fator importante de influência da intenção comportamental dos usuários. Siegrist [141] também concluiu que o benefício percebido poderia facilitar a aceitação da tecnologia genética em biologia. Lopez e Castillo [135] analisaram como o benefício percebido afeta a adoção de serviços móveis na tecnologia de informação. Edmunds *et al.* [142] refletiram sobre o emprego da tecnologia de informação e comunicação no ensino superior e o resultado também apresentou a estreita relação entre a intenção comportamental e o benefício percebido.

No contexto do comércio eletrônico, o benefício percebido também é um ponto chave na influência da intenção comportamental. Chen e Dubinsky [143] propuseram o conceito de valor percebido do cliente, semelhante ao benefício percebido, para investigar como ele influenciou a intenção de compra. O trabalho indicou que o valor percebido pelo cliente estava positivamente relacionado com a intenção de compras online. Grandon e Pearson [144] também apresentaram um conceito de “valor estratégico percebido” no nível da empresa para investigar os benefícios percebidos a partir dos varejistas online e estudaram a adoção do comércio eletrônico. Chiu *et al.* [117] também refletiram sobre o benefício percebido como valor utilitário para estudar a intenção de compras repetitivas dos consumidores. Com base nas pesquisas anteriores, propomos a seguinte hipótese:

H3: O benefício percebido afeta positivamente a utilidade percebida do consumidor.

A utilidade percebida é definida como “o grau em que um indivíduo acredita que o uso de um sistema particular irá melhorar o seu desempenho no trabalho” [40]. Este fator é um elemento fundamental do TAM e foi proposto como um antecedente para a aceitação da tecnologia. A relação entre a utilidade e a intenção comportamental de aceitação de uma inovação ou nova tecnologia pode ser apoiada por estudos anteriores [140, 145, 146, 54]. Nas circunstâncias do comércio eletrônico, Pavlou [147], Klopping e McKinney [63] chegaram a conclusão de que a utilidade percebida teve um efeito positivo na intenção de compra dos consumidores. Estes trabalhos precedentes levam à seguinte hipótese:

H4: A utilidade percebida afeta positivamente a intenção de uso do comércio eletrônico.

8.2.5 Design de sistema e facilidade de uso percebida

O desenvolvimento de sistemas informacionais é geralmente concebido com o objetivo de ser aceito de forma mais rápida e de oferecer acessibilidade aos consumidores [148]. O design do sistema é a condição prévia para a sua aceitação. No comércio eletrônico, o site é o único intermédio para os dois lados, vendedores e consumidores, que não conhecem uns aos outros, para a concretização de uma transação. Assim, o design do sistema desempenha um papel ainda mais crucial no comércio eletrônico do que em outros sistemas informacionais. Huang e Benyoucef [149] elaboraram o design do sistema em cinco aspectos: a usabilidade, a qualidade da informação, a qualidade do site, a qualidade de serviço e entretenimento. Todos os recursos afetam positivamente a construção de uma plataforma mais eficaz. Egger [150, 151] argumentou que um design adequado pode aumentar a confiança dos consumidores no comércio eletrônico, influenciando positivamente a tomada de decisão de compras. Cao *et al.* [152] sugeriram um *framework* e orientações práticas para desenvolvedores de web melhorarem a qualidade do site, e um conjunto de métodos aplicáveis foram desenvolvidos e aprovados na área de comércio eletrônico. Kim e Lee [153] também recomendaram fatores críticos que têm grandes efeitos sobre o desempenho dos sistemas de *e-commerce* e apresentaram um modelo teórico para examinar as relações entre os diferentes elementos. Dois estudos empíricos consecutivos deste trabalho demonstraram que um design de sistema razoável em diferentes fases de operação poderiam reforçar a intenção de compra dos consumidores. Em determinadas literaturas, a consideração de riscos e de segurança é considerada como um elemento de design do sistema, entretanto nesse trabalho o design do sistema centra-se na qualidade de usabilidade do site. Do que falamos acima, a seguinte hipótese é proposta:

H5: O design de sistema afeta positivamente a facilidade de uso percebida no comércio eletrônico.

A facilidade de uso percebida é definida como “o grau em que uma pessoa acredita que o uso de um determinado sistema seja livre de esforço” [40]. Este elemento é considerado como o fator mais importante para a aceitação de uma nova tecnologia e que tem um

grande efeito na utilidade percebida e intenção comportamental. Embora muitas pesquisas [154, 155] afirmaram que a facilidade de uso percebida não tinha relação causal com a utilidade percebida e a intenção comportamental, a maioria da literatura [83, 84, 86] concorda que a facilidade de uso percebida teve influência sobre esses dois fatores. Com base nos trabalhos anteriores, propomos as seguintes hipóteses:

H6: A facilidade de uso percebida afeta positivamente a utilidade percebida.

H7: A facilidade de uso percebida afeta positivamente a intenção comportamental do consumidor.

8.3 Metodologia de Pesquisa

Nesta seção, uma pesquisa empírica foi realizada para avaliar as hipóteses propostas na seção precedente.

8.3.1 Objetos de pesquisa

O estudo foi implementado na Universidade de Brasília e os questionários foram enviados aleatoriamente para os estudantes no campus Darcy Ribeiro. Lin e Lu [154] explicaram porque os estudantes são adequados para a pesquisa sobre temas de internet. Primeiro, os jovens com educação são mais propensos a aceitar novas tecnologias e experimentar inovações. Além disso, estudantes universitários são familiares com a tecnologia da informação e realizam transações através da internet. As pesquisas de [83, 63, 156] escolheram estudantes como objetos para avaliar, também, o modelo TAM nas diferentes aplicações.

8.3.2 Desenvolvimento e mensuração

Primeiramente, os entrevistados foram questionados se eles haviam feito compras com sucesso na internet. Os alunos que não haviam feito compras via internet não continuaram a responder aos questionários. Os entrevistados que foram capazes de responder aos questionários tiveram de indicar o tempo que eles gastam em celulares e redes sociais, diariamente.

Os itens utilizados na mensuração dos fatores foram adotados a partir de pesquisas anteriores relacionadas. Eles foram validados e ajustados para satisfazer esse estudo sobre comércio eletrônico. As questões sobre a utilidade percebida e facilidade de uso percebida foram inspiradas por [40, 84, 123], que tem sido utilizado em vários estudos. As medidas de risco percebido foram desenvolvidas baseadas em [147, 84, 85]. As questões sobre a influência social foram capturadas por meio das escalas dispostas por [123, 127, 156]. O benefício percebido foi medido por itens propostos por [140]. O design do sistema foi validado pelos materiais de pesquisa de [40, 46]. A intenção comportamental foi medida com base nos critérios apresentados por [40, 123, 84]. Todos os itens foram ajustados para se adequarem ao contexto do comércio eletrônico. As medidas foram formuladas em cinco pontos da escala de Linkert: 1 indica forte discordância; 2 mostra discordância parcial; 3 representa neutralidade; 4 representa concordância parcial; e 5 significa

Tabela 8.1: Estatística descritiva

Item	Valor Médio	Desvio Padrão
Gênero	141 M 93 F	
Idade	22,76	6,07
Horas em Redes Sociais	4,48	4,67
Horas no Celular	6,52	5,59
Frequência de Compras	1,23	1,08

forte concordância. Quando a versão prévia do questionário foi gerada, um pré-teste foi organizado através de entrevistas com um pequeno grupo de cinco estudantes do departamento de ciências da computação para refinar as perguntas. Estas entrevistas permitiram aos pesquisadores avaliarem a clareza das tarefas e avaliarem se o instrumento capturaria as informações esperadas, e se aspectos importantes foram negligenciados. Algumas alterações e interações foram conduzidas até que nenhuma outra modificação fosse necessária. O Feedback serviu de base para a correção, o refinamento e a melhora dos itens do questionário. Alguns itens foram eliminados, uma vez que foram encontrados outros que representavam essencialmente os mesmos aspectos, havendo redundância. Alguns itens foram modificados porque eles eram semanticamente ambíguos ou irrelevantes para a pesquisa. O questionário foi composto por 25 itens que mensuravam as sete variáveis latentes.

O questionário consistiu em duas partes. A primeira parte registrou as informações pessoais dos entrevistados, ao passo que a segunda registrou as respostas para cada variável no modelo. As variáveis demográficas avaliadas foram: sexo, idade, nível de educação, nível de renda, a frequência de compras online, o tempo de uso do celular e de redes sociais, e finalmente, o grau de familiaridade com o uso de serviços online. A segunda parte pediu a cada entrevistado que indicasse a sua concordância com cada item.

8.4 Análise dos Dados

8.4.1 Estatística descritiva

Os questionários completos e utilizáveis foram recolhidos, totalizando 234 respondentes. Como demonstrado na Tabela 8.1, houve 141 estudantes do sexo masculino e 93 estudantes do sexo feminino. A idade média dos respondentes é 22,76 anos de idade e eles gastam em média 4.48 horas usando redes sociais e 6,52 horas usando o celular por dia. Os entrevistados também foram convidados a indicar a frequência de compras on-line por mês. 152 participantes indicaram fazer compras online apenas uma vez por mês. 27 participantes admitiram que faziam compras on-line mais de 3 (incluindo 3) vezes por mês.

8.4.2 Análise fatorial e confiabilidade do questionário

A análise fatorial e a confiabilidade foram implementadas para verificar a validade do questionário da pesquisa. Primeiro, a análise fatorial foi executada para reduzir a complexidade de itens e eliminar os itens inválidos. Neste trabalho, apenas um item de

risco percebido foi descoberto como inválido (marcado com * na Tabela 8.2). Todas as cargas fatoriais dos outros itens são melhores do que o critério de 0,5.

A confiabilidade composta também demonstrou que o resultado foi melhor do que o nível de aceitação 0,6. Cronbach α como uma medida de confiabilidade importante foi calculada. A confiabilidade geral do questionário é 0,852, maior do que os critérios de 0,7, e a confiabilidade inter-fatorial também é maior do que o critério de 0,6.

8.4.3 Análise de correlação

A análise de correlação foi implementada para examinar a relação entre as variáveis propostas. Os resultados estão localizados na Tabela 8.3 e provam que não há multicolinearidade desde que o valor de correlação seja abaixo de 0,7.

8.4.4 Modelagem de Equações Estruturais

A tecnologia da Modelação de Equações Estruturais (SEM) foi empregada, usando o SPSS AMOS 21 para examinar a relação de causa e efeito global do modelo. Várias medidas foram utilizadas para verificar a validade do modelo: *Normed fit index-NFI*, *non-normed fit index-NNFI*, *comparative fit index-CFI*, *goodness of fit index-GFI*. Para modelos eficazes, estes valores devem exceder ou aproximar a 0,9. A maioria dos índices nesta pesquisa satisfizeram estas condições ($NFI = 0,812$, $NNFI = 0,893$, $CFI = 0,906$, $GFI = 0,878$). O resultado final sugeriu que o modelo de pesquisa forneceu um ajuste razoável aos dados. O normal qui-quadrado é igual a 1,782.

O peso dos caminhos individuais foi examinado e apresentado na Figura 8.2. Todos os caminhos exibiram um valor de $p < 0,05$. A maioria das hipóteses foram fortemente apoiadas, exceto a hipótese 1. Para H1, o risco percebido não tem um efeito sobre a intenção comportamental dos consumidores. A influência social tem um efeito positivo sobre a intenção comportamental com o valor ($a = 0,380$, $P < 0,001$), condizente com a hipótese 2. Para a hipótese 3, o benefício percebido tem um efeito significativo sobre a utilidade percebida ($a = 0,500$, $P < 0,001$). No caso da hipótese 4, a utilidade percebida tem um efeito notável sobre a intenção comportamental ($a = 0,400$, $P < 0,001$). Na hipótese 5, o design de sistema tem efeito sobre a facilidade de uso percebida ($a = 0,537$, $P < 0,001$). Para a hipótese 6, a facilidade de uso percebida tem um efeito expressivo sobre a utilidade percebida ($a = 0,627$, $P < 0,001$). Por fim, na hipótese 7, a facilidade de uso percebida tem um efeito considerável sobre a intenção comportável ($a = 0,146$, $P < 0,05$).

8.5 Discussão e Considerações do Capítulo

Este capítulo propõe uma extensão do TAM que integra o benefício percebido, o design do sistema, o risco percebido e a influência social para investigar a aceitação do comércio eletrônico no Brasil. O modelo desenvolvido foi empiricamente avaliado utilizando dados recolhidos a partir de um grupo de estudantes universitários. Estes dados forneceram suporte para validar o modelo.

As hipóteses propostas neste trabalho foram testadas e verificadas pelo modelo desenvolvido. Conseguimos os seguintes resultados com base nos dados (também resumidos na Tabela 8.4):

Tabela 8.2: Resultados da mensuração do modelo.

Item Critério	Análise Fatorial $\geq 0,5$	CR $\geq 0,6$	Cronbach's α $\geq 0,6$
Utilidade Percebida		0,768	0,752
PU1	0,60		
PU2	0,74		
PU3	0,57		
PU4	0,77		
Facilidade de Uso Percebida		0,845	0,841
PEOU1	0,77		
PEOU2	0,84		
PEOU3	0,78		
PEOU4	0,64		
Influência Social		0,640	0,631
Social1	0,55		
Social2	0,75		
Social3	0,52		
Benefício Percebido		0,693	0,680
PB1	0,57		
PB2	0,64		
PB3	0,75		
Design de Sistema		0,825	0,808
SD1	0,85		
SD2	0,90		
SD3	0,57		
Risco Percebido		0,782	*0,757
PRISK1	0,67		
PRISK2	0,92		
PRISK3*	0,29		
Intenção comportamental		0,722	0,714
BI1	0,68		
BI2	0,82		

Tabela 8.3: Análise de correlação

Item	PU	PEOU	Benefício	Design	Risco	Social	Intenção
PU	-						
PEOU	0,626	-					
Benefício	0,662	0,417	-				
Design	0,411	0,361	0,299	-			
Risco	0,093	0,168	0,073	0,080	-		
Social	0,302	0,485	0,502	0,301	0,216	-	
Intenção	0,624	0,544	0,536	0,361	0,073	0,605	-

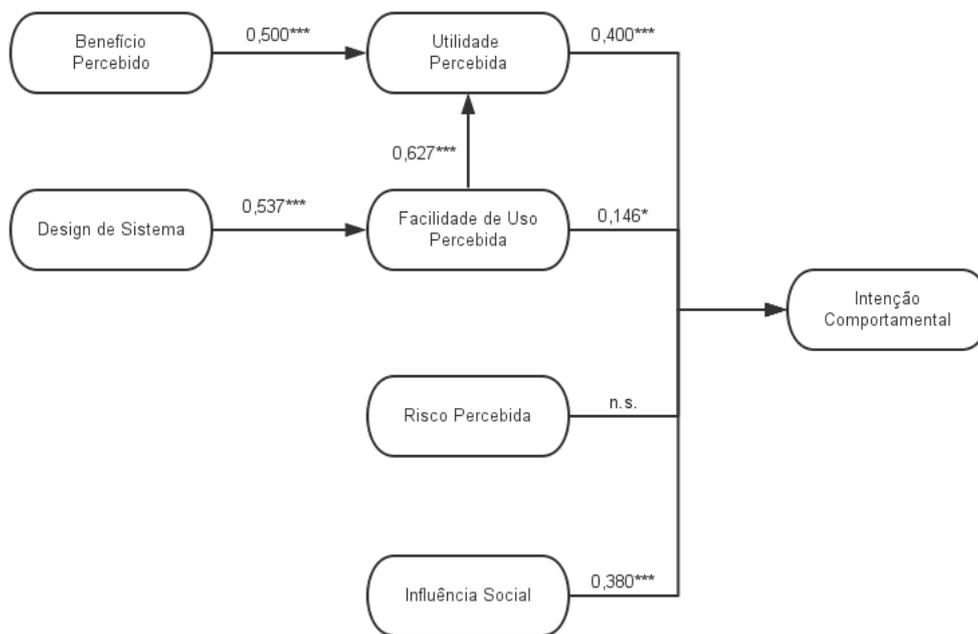


Figura 8.2: Resultados do modelo proposto

Tabela 8.4: Resumo do resultado das hipóteses

Número	Hipótese	Resultado
1	O risco percebido no comércio eletrônico afeta negativamente a intenção comportamental de compra	Não aprovado
2	A influência social, como família, amigos, colegas, afeta positivamente a intenção dos consumidores no uso do comércio eletrônico	Aprovado
3	O benefício percebido afeta positivamente a utilidade percebida do consumidor	Aprovado
4	A utilidade percebida afeta positivamente a intenção de uso do comércio eletrônico	Aprovado
5	O design de sistema afeta positivamente a facilidade de uso percebida no comércio eletrônico	Aprovado
6	A facilidade de uso percebida afeta positivamente a utilidade percebida	Aprovado
7	A facilidade de uso percebida afeta positivamente a intenção comportamental do consumidor	Aprovado

1. A intenção de compra dos consumidores online pode ser prevista a partir da utilidade percebida e da facilidade de uso percebida.
2. A facilidade de uso percebida afeta positivamente a intenção comportamental e a utilidade percebida.
3. O benefício percebido afeta a utilidade percebida.
4. O design de sistema afeta positivamente a facilidade de uso percebida.

É importante mencionar que a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida têm influência direta sobre a intenção de compra dos usuários, o que é consistente com o trabalho de [40, 46]. O determinante mais importante para a intenção comportamental é a utilidade percebida. A influência da facilidade de uso percebida na utilidade percebida também é verificada por este trabalho.

Além disso, a influência social é outro fator determinante da intenção comportamental. Na era da internet, as redes sociais estão se tornando cada vez mais importantes e tem sido mais influentes sobre a vida pessoal do que no passado. O tempo médio que os entrevistados gastam nas redes sociais também é um reflexo deste fato. O poder da comunicação na internet é um fator crucial para a confiança do comércio eletrônico. Isto demonstra que a influência social é um importante determinante da intenção comportamental dos consumidores.

O benefício percebido, um conceito que raramente foi mencionado na literatura do TAM, foi proposto neste trabalho para analisar a sua influência na utilidade percebida. O benefício percebido, como um parâmetro antecedente da utilidade percebida, nos dá uma inspiração para melhorá-la. Os vendedores poderiam atrair mais consumidores, aumentando seus benefícios percebidos.

O design do website é um elemento fundamental na era da internet. Um site bem projetado poderá promover o processo de compra do consumidor. Este fator tem um

efeito positivo na facilidade de uso percebida. O design do sistema também chama a atenção dos vendedores online. Ele poderia melhorar a facilidade de uso percebida dos consumidores e, em seguida, aumentar a sua intenção de compras.

Como apresentado em nosso trabalho, a maior descoberta foi que o risco tem baixa influência na intenção comportamental. Muitas fraudes online ocorrem hoje em dia, o vazamento de informações pessoais é visto como um obstáculo na aceitação do comércio eletrônico. Através dos resultados, chegamos a conclusão de que a utilidade percebida e a segurança da tecnologia podem afastar dúvidas.

Por fim, a aceitação do comércio eletrônico no Brasil é investigada neste trabalho. Uma extensão do TAM, envolvendo o benefício percebido, o risco percebido, a influência social e o design do website são integrados para examinar o que determina a intenção de compra online. Sete hipóteses foram propostas para explicar a causalidade entre eles. As hipóteses propostas foram provadas por um conjunto de dados reais. Elas também confirmaram que apenas o risco percebido não tem efeito sobre a intenção comportamental, enquanto que as outras são sustentadas pelo nosso modelo. Este trabalho poderia oferecer dicas aos vendedores visando atrair mais clientes. Os fatores utilizados neste trabalho, tais como benefício percebido e sistema de website são mencionados por algumas pesquisas relacionadas. Maior atenção deve ser prestada a eles no futuro da pesquisa do TAM.

Capítulo 9

Implementação do Sistema

Nesse capítulo, apresentaremos um sistema desenvolvido que realizou a implementação dos modelos propostos. Inicialmente, explicaremos as informações do ambiente de desenvolvimento, a linguagem empregada, softwares envolvidos, o banco de dados e as ferramentas auxiliares. Na segunda seção, um panorama geral do sistema será ilustrado e indicará uma introdução breve sobre ele. Na terceira seção, os detalhes dos próprios modelos serão apresentados.

9.1 Ambiente de Desenvolvimento

Antes de apresentar o protótipo, será feita uma breve descrição do ambiente de desenvolvimento utilizado, a fim de prover um melhor entendimento do protótipo implementado.

9.1.1 Java + Eclipse Galileo + Biblioteca Jsoup

- **Java**

O Java é uma linguagem de programação interpretada e orientada a objetos, desenvolvida na década de 90 pela empresa Sun Microsystems. O Java é atualmente a linguagem mais utilizada em todo o mundo, ainda em crescimento no ambiente empresarial a partir de novas adoções. Diferente das linguagens de programação convencionais, que são compiladas para um código nativo, a linguagem Java é compilada para um bytecode que é executado por uma máquina virtual. Com ele, bastando que o seu sistema operacional tenha uma JVM, será possível executar o Java nos sistemas operacionais Windows, GNU/Linux e Mac.

Além disso, graças ao investimento das comunidades e também de algumas empresas, existem hoje uma variedade de frameworks que visam facilitar o trabalho do desenvolvedor. No nosso caso, a biblioteca de Jsoup que foi desenvolvida pela comunidade facilitou a tarefa no procedimento de *crawling*.

- **Eclipse Galileo**

Eclipse é um IDE para desenvolvimento Java, porém suporta várias outras linguagens a partir de plugins como C/C++, PHP, ColdFusion, Python, Scala e a plataforma Android. Ele foi idealizado a partir do Java e segue o modelo *open source* de

desenvolvimento de software. Atualmente faz parte do kit de desenvolvimento de software recomendado para desenvolvedores Android.

O projeto Eclipse foi iniciado na IBM, que desenvolveu a primeira versão do produto e o doou como software livre para a comunidade. O gasto inicial da IBM no produto foi de mais de 40 milhões de dólares. Hoje, o Eclipse é o IDE Java mais utilizado no mundo. Possui como características marcantes: o uso da SWT e não do Swing como biblioteca gráfica, a forte orientação ao desenvolvimento baseado em plug-ins e o amplo suporte ao desenvolvedor com centenas de plug-ins que procuram atender as diferentes necessidades de diferentes programadores.

- **Biblioteca Jsoup**

Jsoup é uma biblioteca Java que permite a leitura de uma página HTML e inclusive do novo HTML 5. O Jsoup trabalha como um biblioteca XML do tipo DOM, lendo as tags pelo seu tipo, podendo capturar não só o conteúdo como também o valor de seus atributos. Ela fornece uma API muito conveniente para a extração e a manipulação de dados.

9.1.2 Mysql + PhpMyAdmin

- **MySQL**

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados que é executado como um servidor e fornece acesso a muitos usuários a uma série de bancos de dados. O projeto de desenvolvimento do MySQL tem tornado o seu código fonte disponível sob os termos da Licença Pública Geral (GNU), bem como sob uma variedade de licenças. Isso tornou o MySQL uma escolha popular de banco de dados para uso em aplicações web, além de um componente central do software LAMP, amplamente usado. LAMP é um acrônimo para “Linux, Apache, MySQL, Perl / PHP / Python”.

MySQL é escrito em C e C++, compatível com várias plataformas de sistemas diferentes, por exemplo, Windows, Linux, Mac OS e outros sistemas operacionais. Muitas linguagens de programação com APIs específicas incluem bibliotecas para acessar bancos de dados usando o MySQL.

- **PhpMyAdmin**

O PhpMyAdmin é uma ferramenta de código aberto escrita em PHP destinada a lidar com a administração do MySQL com o uso de um navegador web. Ele pode executar várias tarefas, como criar, modificar ou excluir bancos de dados, tabelas, campos ou linhas; executar instruções SQL, ou gerenciar usuários e permissões.

9.2 Panorama Geral do Sistema

Um sistema foi desenvolvido para implementar os modelos dos jogos com objetivo de ajudar usuários nas tomadas de decisão no comércio eletrônico. O sistema é capaz de obter os registros de transações dos sites de comércio eletrônico pelo modelo de *crawling*. Depois, transfere esses dados para um modelo de pré-processamento, transformando esses dados desestruturados em dados estruturados. Em seguida, os dados estruturados podem ser processados por modelos de jogos dependendo dos requisitos.

9.2.1 Estrutura do sistema

Na Figura 9.1, observamos que o sistema possui três partes: O módulo do *crawler*, responsável por coletar as informações dos registros de transações. Este módulo deve mudar a sua configuração para obter as informações de diversos sites. O segundo passo, no modelo de pré-processamento, trata-se os dados desestruturados para o formato desejado, a fim de executar a etapa seguinte. A terceira parte são três modelos de jogos, correspondentes aos três modelos propostos neste tese:

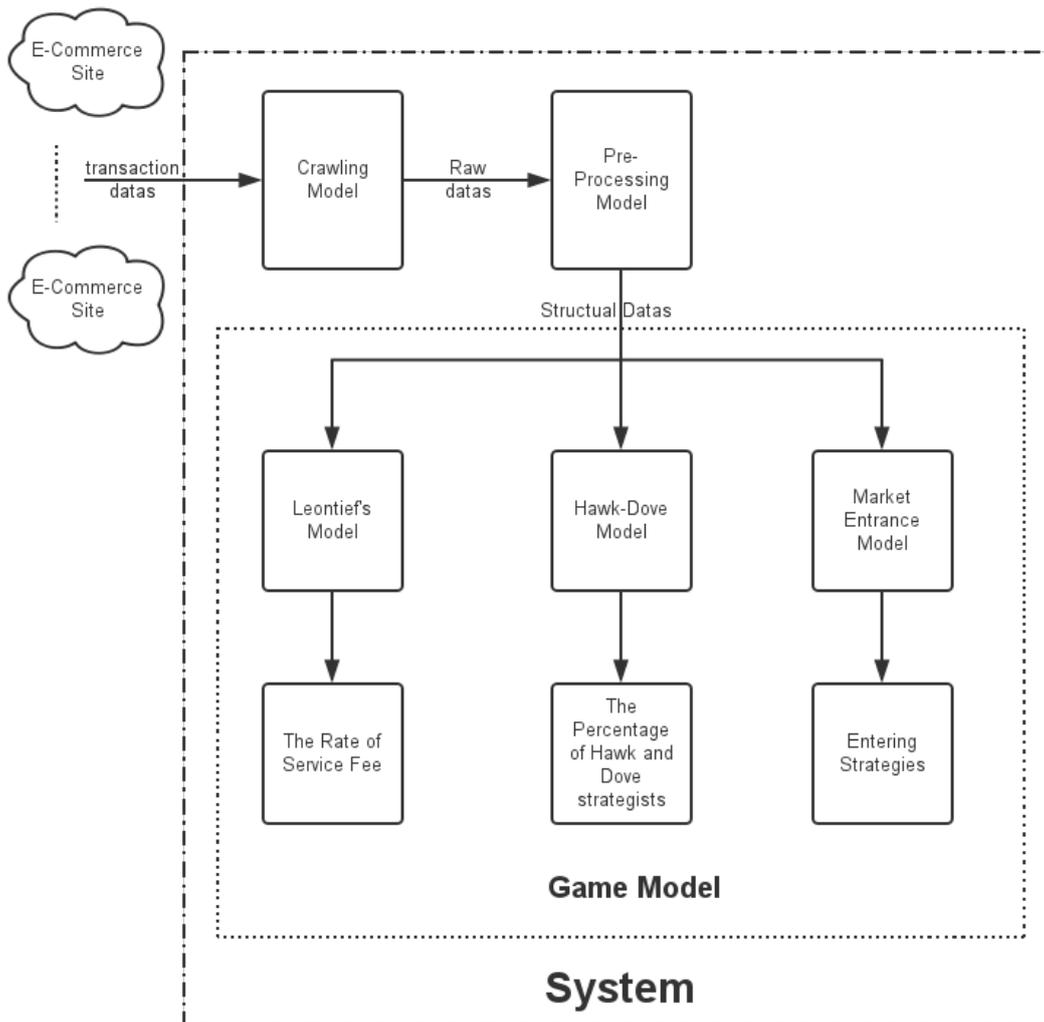


Figura 9.1: Estrutura do sistema desenvolvido

9.2.2 Descrição do sistema

Nesta seção, apresentaremos os objetivos e funções de cada modelo nesse sistema.

1. O Módulo *Crawler*:

Esse modelo é responsável por coletar os históricos das transações dos sites de comércio eletrônico. O elemento mais fundamental nesse capítulo são os dados das transações, portanto, esse modelo foi desenvolvido para recolher os dados desejados. Com ele, o histórico de transações pode ser obtido e armazenado no banco de dados.

2. O Módulo de Pré-Processamento:

Ainda que no último passo conseguimos os dados desejados, o formato destes não estão adequados para a pesquisa. Então, o objetivo desse modelo é limpar, processar, e arrumar os dados desestruturados, através de regras definidas. A saída desse modelo são os dados adequados para o próximo passo.

3. O Módulo dos Jogos:

Esses modelos são baseados nos modelos propostos nos capítulos anteriores. Três modelos foram desenvolvidos, respectivamente:

(a) **O modelo de Leontief:** Esse modelo é responsável por calcular um valor de cobrança do mercado eletrônico para os vendedores. Com base na Teoria dos Jogos, esse modelo conseguirá um resultado que é satisfatório tanto para o mercado eletrônico quanto para os vendedores.

(b) **O modelo *Hawk-Dove*:** Este modelo foca na concorrência entre os vendedores, classificados em quatro classes. Assim, de acordo com suas diferentes estratégias, os vendedores podem chegar a um estado estável no mercado.

(c) **O modelo de entrada do mercado:** Esse modelo destacou o problema da entrada do mercado. Com ele, um vendedor pode analisar sobre a possibilidade de entrar ou não entrar no mercado e de que forma e quantos investimentos ele precisa para tal feito, para evitar ou amenizar a concorrência do ocupante existente.

9.3 Módulo de *Crawling*

Um *crawler* da web [157] é um programa de computador que navega na World Wide Web de uma forma metódica e automatizada, ou de forma ordenada. Este processo é chamado de *Web crawling* ou *spidering*. Muitos sites, em particular de ferramentas de busca, usam o *spidering* como um meio de fornecer dados atualizados. As informações das redes sociais são enormes, por isso é necessário desenvolver um *crawler* para visitar as páginas automaticamente.

A Figura 9.2 nos mostra o processo do modelo *crawler*.

Require: : Um conjunto de url dos sites do comércio eletrônico, U .

Ensure: : Informações sobre produtos, P ; sobre vendedores, V ; e sobre transações, T .

$Fila \leftarrow U$

while $Fila \neq NULL$ **do**

 O modelo Downloader baixa a webpágina do url $u \in Fila$

 O modelo Parser extrai as informações da webpágina, $info$.

if $info \in$ informações dos participantes **then**

```
Armazena info no banco de dados
else
  if info inclui novo url, u' then
    Fila  $\leftarrow$  u'
```

1. O downloader é aplicado para as urls da fila das urls. O modelo mantém uma lista de urls que esperam visitas pelo *crawler*. Inicialmente, esta lista é preenchida manualmente, mas quando o *crawler* começar a trabalhar, o módulo de Parser irá adicionar urls a esta lista automaticamente.
2. O downloader rastreia as urls uma por uma. Este passo envolve a “Política de polidez”. Os *crawlers* podem recuperar dados de forma muito mais rápida e em maior profundidade do que os pesquisadores humanos, então eles podem ter um impacto paralisante sobre o desempenho de um site. O rastreador deve respeitar o protocolo de exclusão de robôs, também conhecido como o protocolo *robots.txt*, que é um padrão que os administradores utilizam para indicar quais as partes do seus servidores web não devem ser acessadas por *crawlers*.

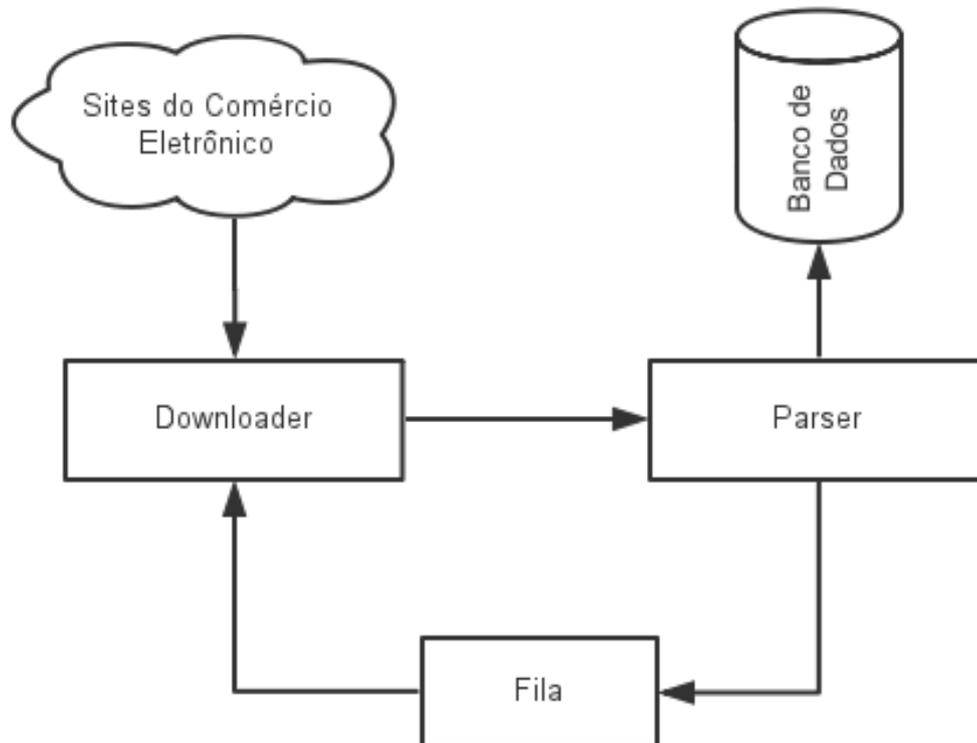


Figura 9.2: Processo de trabalho do *crawler*

3. O módulo Parser extrai os dados úteis da página baixada. Embora o Downloader baixe uma página por completo, é aproveitada apenas uma pequena parte dela. Portanto, o Parser extrai os dados de acordo com uma regra definida. Neste sistema, os dados sobre produtos, sobre vendedores e sobre as transações são necessários.
4. O Parser pode adicionar mais urls para a lista de urls. Durante o rastreamento, o analisador pode encontrar outras urls na página processada, portanto, essas urls são adicionadas à lista de urls. Há um problema de eficiência neste passo - evitar a adição da mesma url mais de uma vez. Neste sistema, a url dos sites do comércio eletrônico está sempre relacionada com a página, então, nosso *crawler* não precisa se ater a esse problema.
5. As informações necessárias são armazenadas no banco de dados. Cada site e cada participante possui uma tabela específica para armazenar seus dados.

9.4 Módulo de Pré-Processamento

O modelo de pré-processamento tem como objetivo o tratamento dos dados do modelo de *crawler*, em uma regra definida, os transformando para uma forma estruturada, a fim de serem utilizados na próximo modelo do sistema.

Apesar do modelo de *crawler* ser capaz de extrair as informações necessárias dos sites do comércio eletrônico, todas as informações são dados não tratados. Portanto, é preciso organizá-los para o uso no próximo passo. Nessa seção, falaremos sobre o processamento deste modelo.

Require: : Informações sobre os produtos P ; sobre os vendedores V ; e o histórico de transações T

Ensure: : Os dados estruturais para o próximo passo

Recebe as informações, P, V, T

if O próximo passo é o modelo de Leontief **then**

Calculam-se as vendas do mercado eletrônico inteiro, com dados T .

Calcula-se a capacidade do mercado com base nas informações dos vendedores, V .

else if O próximo passo é o modelo de *Hawk-Dove* **then**

Classificam-se os vendedores em duas classes de acordo com o seu porte, com base nos dados T .

Calcula-se e classificam-se os vendedores em duas classes de acordo com suas respectivas estratégias, com base nos dados V .

else O próximo passo é o modelo de entrada no mercado

Identificam-se os portes dos ocupantes existentes no mercado, com T .

Analisa-se a melhor opção para os entrantes, disponíveis por entrar ou não entrar; caso escolha entrar, investiga-se qual tamanho de investimento é a melhor opção.

9.4.1 Entrada do modelo

Como um modelo intermediário entre o modelo de *crawler* e os modelos calculados, ele tem a função de organizar os dados de acordo com uma regra definida. As informações de

entradas incluem os produtos, os vendedores, os consumidores e o histórico de transações.

1. **Produto:** Os detalhes dos produtos contêm: o nome, o preço, a descrição e o link no site do comércio eletrônico, o vendedor, a cidade de vendedor, o frete, o histórico de vendas, o comentário do consumidor e os consumidores.
2. **Vendedor:** Dentre as informações do vendedor se incluem: o nome, a cidade, a data de cadastro, a reputação, o link do perfil, os seus produtos, o histórico de vendas e os comentários dos clientes.
3. **Transação:** O histórico de transação reúne as informações sobre: o produto, o preço, o link, o vendedor, o cliente, a data e o comentário do cliente.
4. **Consumidor:** As informações dos clientes são: o nome, a cidade, a data de cadastro, a reputação, o link do perfil e as compras.

9.4.2 Saída do modelo

Considerando os diferentes modelos no próximo passo, o modelo de pré-processamento tem três regras definidas para atender as demandas dos modelos da Teoria dos Jogos, a seguir:

1. **Para o modelo de Leontief:** o modelo une o histórico das transações e calcula as vendas no total, no mercado eletrônico. Além disso, a demanda do mercado dos vendedores é preparada para o processo do modelo no próximo passo.
2. **Para o modelo *Hawk-Dove*:** A fim de oferecer uma sugestão para os vendedores no mercado, primeiramente, os vendedores são classificados em duas classes, de acordo com o seu porte, com base nos dados T ; e, continuamente, os vendedores são classificados em duas classes, de acordo com suas estratégias, com base nos dados V . Por fim, um estado estável irá indicar a melhor escolha para os vendedores.
3. **Para o modelo de entrada no mercado:** Inicialmente, os seu portes dos ocupantes existentes no mercado são identificados, a partir de T . Logo em seguida, se analisa a melhor opção para os entrantes. Caso escolham entrar, se pondera qual tamanho de investimento é a melhor opção.

9.5 Módulo para os Jogos

Nessa seção, representaremos os detalhes dos modelos propostos com base na Teoria dos Jogos, nesta tese. No total, três modelos foram desenvolvidos para implementar as ideias desse trabalho.

9.5.1 Modelo de Leontief

O modelo de Leontief é usado para calcular o valor ótimo de taxa do mercado eletrônico cobrando dos vendedores os serviços tarifados. O algoritmo é descrito a seguir:

Require: : A venda total do mercado eletrônico, V ; A demanda do mercado eletrônico aos vendedores, A ; o coeficiente de lucro, ϕ

Ensure: : A resposta da cobrança, w ; a quantidade de vendedores, L .

Calcula-se a melhor resposta do valor de cobrança pela equação

$$w^* = \phi \times A/2$$

Calcula-se a quantidade dos vendedores que aceitam pela equação

$$L^*(w) = \frac{\phi \times A - w}{2} \times \phi$$

9.5.2 Modelo *Hawk-Dove*

O modelo *Hawk-Dove* é responsável pela análise do estado estável num mercado eletrônico. Com seu resultado, os vendedores podem escolher uma melhor estratégia e ganharem mais lucro.

Require: : O lucro da promoção, V ; o custo da promoção, C ; a assimetria entre os vendedores, h .

Ensure: : A probabilidade de escolher a promoção.

Calcula-se a probabilidade de promoção pela equação

$$x_{LA} = x_{SA} = \frac{\frac{3}{2}V - hV}{C + 2V + 2hC - 4hV}$$

9.5.3 Modelo da Entrada no Mercado

O modelo da entrada do mercado investiga a melhor maneira de um vendedor entrar num novo mercado com ocupantes. Com esse modelo, o entrante saberá a probabilidade do ocupante concorrer com ele. Além disso, o modelo pode indicar a quantidade de investimentos e o melhor porte que o entrante deve indicar para entrar no mercado.

Require: : O lucro da promoção, V ; o parâmetro de concorrência, podendo ajustar o lucro do mercado, α ; o porte do ocupante, C ; o custo de entrada com alto investimento, C_h ; e o custo de entrada com baixo investimento, C_l .

Ensure: : A probabilidade de escolher a promoção.

Calcula-se a probabilidade de agressão do ocupante sobre o entrante com baixo de investimento

$$x = \frac{\alpha \times V}{\alpha \times V + 2C_h}$$

Calcula-se a probabilidade de agressão do ocupante sobre o entrante com alto de investimento

$$y = \frac{V}{C + C_l + V}$$

Capítulo 10

Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste capítulo, apresentaremos a avaliação da metodologia desenvolvida, as conclusões da tese e revelaremos as suas limitações e os trabalhos futuros.

10.1 Apresentação

Esta tese apresentou um *framework* de pesquisa e auxiliou as entidades do comércio eletrônico na tomada de decisões otimizadas. A metodologia desenvolvida foi fundamentada na Teoria dos Jogos, portanto se baseou nos ganhos das entidades envolvidas: os vendedores, os consumidores e as plataformas, a fim de melhorar seus benefícios.

O desenvolvimento da metodologia declarada na seção 1.4 como objetivo geral exigiu o cumprimento dos objetivos específicos, conforme descrito a seguir:

- i Foram estudadas as referências na área do comércio eletrônico, em sua maioria relacionadas à Teoria dos Jogos, e o problema foi definido através dos relacionamentos entre os participantes baseados na concorrência.
- ii Um *framework* das relações no comércio eletrônico foi proposto para estudar as interações entre seus participantes. Os participantes, o escopo e as metodologias foram definidas.
- iii A partir do modelo Leontief, uma variação foi criada para investigar os relacionamentos entre a plataforma e os vendedores. As funções de ganho foram definidas a partir das suas preferências, e o equilíbrio de Nash mostrou as estratégias otimizadas de ambos os lados. Um estudo de caso, com base nos dados do Alibaba, demonstrou a eficácia do modelo proposto.
- iv Conforme o Modelo *Hawk-Dove*, a competição entre os vendedores no comércio eletrônico foi pesquisada. Os vendedores foram divididos em quatro categorias segundo seus portes e estratégias. O resultado do modelo proposto foi capaz de sugerir as estratégias para os vendedores no tocante às tomadas de decisão: eles podem se promover ou mudarem seus portes.
- v Um modelo variado conforme o modelo de entrada do mercado foi apresentado para auxiliar os entrantes a realizarem tomadas de decisão de entrada do mercado eletrônico. De acordo com as características dos ocupantes e dos entrantes, o resultado do modelo ofereceu sugestões a eles.

- vi Um modelo estendido do TAM foi proposto para analisar quais fatores são mais cruciais na atração de consumidores no comércio eletrônico. Um estudo de campo foi realizado para verificar a efetividade do modelo.
- vii Um sistema foi desenvolvido para verificar a eficácia dos modelos propostos. O sistema foi constituído por três componentes: o Módulo de *crawler*, o Módulo de pré-processamento e o modelo da Teoria dos Jogos. Cada componente teve distintas funções e cooperaram para a finalização do trabalho.
- viii Os modelos foram analisados de acordo com os dados reais do comércio eletrônico. Com os dados coletados pelo sistema desenvolvido, a tecnologia de simulação foi aplicada para analisar a performance dos modelos propostos.

Considera-se, portanto, que o objetivo geral e os objetivos específicos desta tese de doutorado foram atingidos conforme estabelecido na seção 1.4.

10.2 Avaliação da Metodologia Desenvolvida

A avaliação da metodologia desenvolvida nesta tese envolve considerar aspectos positivos e aspectos a serem aprimorados.

10.2.1 Aspectos positivos

Como aspectos positivos, é possível destacar que a metodologia desenvolvida, por considerar as preferências de cada entidade, oferece as sugestões para aperfeiçoar as suas tomadas de decisão, conforme os fundamentos da Teoria dos Jogos.

Este *framework* inclui todos os *stakeholders* do comércio eletrônico, nos fornecendo uma visão abrangente na área de pesquisa. Os vendedores, os consumidores e as plataformas são bastante integrados e têm sólidas interações. Portanto, o *framework* proposto é capaz de auxiliar todos os integrantes do comércio eletrônico.

Além disso, todos os modelos são aprovados pelas simulações numéricas com base em dados reais. O sistema desenvolvido é responsável por coletar e processar os dados do mundo real, bem como gerar sugestões para cada problema definido. Os experimentos ilustraram as eficácias e aplicações dos modelos propostos.

10.2.2 Aspectos a serem aprimorados

A metodologia proposta e a pesquisa ainda carece de aprimoramentos, principalmente no que diz respeito à generalização dos modelos para suportar cenários amplos. Pois, dependendo dos contextos mencionados neste estudo, ainda mais condições podem ser requeridas. Deste modo, novos modelos de concorrência no comércio eletrônico precisam ser criados e analisados. No cenário mundial, a variabilidade de contextos possui grande impacto sobre a aplicação do modelo.

A investigação do comércio eletrônico deve incluir todas as partes no procedimento da realização de transação, bem como, pedido, pagamento, frete, comentário, etc. Nesse trabalho focamos num amplo escopo e ignoramos os demais fatores. Por conseguinte, os resultados podem ser afetados pelos fatores desconsiderados.

A avaliação dos modelos propostos também pode ser aperfeiçoada. Devido ao caráter especial do comércio eletrônico, é difícil conseguir a avaliação no mundo real, posto que todos os testes são feitos pela técnica de simulação.

10.3 Contribuições

Com o rápido desenvolvimento do *e-commerce* na era da informação, o mercado eletrônico como um intermediário que oferece serviços para auxiliar as transações entre vendedores e consumidores também cresceu de forma acelerada na década passada. Um dos maiores desafios é entender a concorrência entre os diferentes *stakeholders* dentro do *e-marketplace*. Os Vendedores, consumidores e fornecedores compõem os três principais participantes envolvidos no mercado eletrônico. Dessa maneira, as relações entre eles são cruciais para entender os mecanismos do mercado eletrônico e elucidar as melhores estratégias para todos.

Nesta tese, a Teoria dos Jogos é adotada para pesquisar o mecanismo de concorrência no mercado eletrônico. Três modelos de jogos são propostos para simular a interação entre os jogadores.

- **Modelo *Hawk-Dove*:** Com uma classificação definida, os vendedores no mercado eletrônico são divididos em quatro categorias. Aplicou-se a Teoria dos Jogos Evolucionários para o estudo do mercado eletrônico, compreendeu-se a concorrência entre os diferentes tipos de vendedores e demonstrou-se efetividade ao aplicar a Teoria dos Jogos Evolucionários na área do comércio eletrônico.
- **Modelo de Entrada do Mercado:** O modelo é desenvolvido ao estudar o problema da entrada do mercado. Os entrantes são classificados em duas categorias, alto investimento e baixo investimento, cada qual correspondendo a funções de ganho baseadas na escolha dos ocupantes. Os ocupantes podem adotar duas estratégias: acomodação ou agressão. A diferença entre elas reside no fato de que a agressão irá levar a uma perda em um curto período de tempo, enquanto a acomodação poderá trazer perda por um período maior. De acordo com o modelo proposto, a probabilidade de agressão do ocupante é associada à estratégia do entrante, do parâmetro de ajuste e da diferença de porte entre os entrantes e os ocupantes.
- **Modelo de Leontief:** Um modelo de jogo para encontrar um valor otimizado de cobrança dentro do comércio eletrônico é proposto. Baseado na Teoria dos Jogos, um jogo dinâmico entre dois jogadores, a plataforma e os vendedores online, foi desenvolvido para modelar as relações no comércio eletrônico. O Equilíbrio de Nash deste jogo foi calculado utilizando a técnica de indução retroativa.

Além disso, todos os modelos são aprovados pelas simulações numéricas com base em dados reais. O sistema desenvolvido é responsável por coletar e processar os dados do mundo real, bem como gerar sugestões para cada problema definido. Os experimentos ilustraram as eficácias e aplicabilidades dos modelos propostos.

10.4 Limitações e Trabalhos Futuros

Contudo, embora esse trabalho possa ajudar os participantes do comércio eletrônico na tomada de decisão, ainda há limitações. O comércio eletrônico é um cenário bem mais complexo que o considerado neste trabalho. É um desafio captar todas as características em apenas um modelo ou *framework*. Então, as premissas propostas na pesquisa tem o objetivo de facilitar a construção de nosso modelo, mas também limitaram suas aplicabilidades.

Outro problema está relacionado ao fato de que os modelos propostos neste trabalho têm o foco em um amplo escopo, que precisa ser refinado para os casos individuais. A tomada de decisão dos indivíduos é mais útil para o desenvolvimento do comércio eletrônico.

Além disso, a Teoria dos Jogos supõe que todos os jogadores são racionais, também um ideal para o mundo real. Os participantes, entretanto, dificilmente atuam como agentes racionais, logo, há muitos fatores que podem influenciar suas decisões.

Portanto, nos trabalhos futuros, nos dedicaremos no aperfeiçoamento dos defeitos mencionados e continuaremos a investigação das relações entre os *stakeholders* do comércio eletrônico, empregando as teorias da pesquisa de operação e demais técnicas.

Apêndice A

Publicações

No período de realização deste doutorado, houve a publicação dos seguintes artigos em revistas e em conferências internacionais.

Revistas

- Jianya Zheng, Weigang Li. “Market Entry Game Application in E-commerce”. *Journal of Software*, Vol. 11, No. 6, June 2016. **Capes Qualis 2014: B3**
- Weigang Li, Sandes EF, Zheng Jianya,Alba de Melo, Uden Lorna. Querying dynamic communities in online social networks. *Journal of Zhejiang University Science C*. 2014 Feb 1;15(2):81-90. **JCR**
- Weigang Li, Jianya Zheng, Liu Guiqiu. “W-entropy method to measure the influence of the members from social networks”. *International Journal of Web Engineering and Technology*. 2013 Jan 1;8(4):369-94. **Capes Qualis 2012: B2**

Conferências Internacionais

- Jianya Zheng, Daniel LeZhi Li, Weigang Li, Zi-Ke Zhang, Hongbo Xu. “e-Commerce Game Model-Balancing Platform Service Charges with Vendor Profitability.” *ICEIS (2)*. 2014. **Capes Qualis: B1**
- Jianya Zheng, Weigang Li, Daniel LeZhi Li. “A Game-theory based Model for Analyzing E-marketplace Competition.” *ICEIS (1)* 2015: 650-657. **Capes Qualis: B1**
- Jianya Zheng, Weigang Li, Uden Lorna. Top-X querying in online social networks with MapReduce solution. In *The 8th International Conference on Knowledge Management in Organizations* 2014 (pp. 397-410). Springer Netherlands.
- Li Weigang, Jianya Zheng. “Using W-Entropy Rank as a Unified Reference for Search Engines and Blogging Websites”. In *Web Information Systems and Technologies 2012* Apr 18 (pp. 252-266). Springer Berlin Heidelberg. **Capes Qualis: B3**
- Li Weigang, Zheng Jianya. “W-entropy Rank-A Unified Reference for Search Engines”. In *WEBIST 2012* (pp. 616-624). **Capes Qualis: B3**

- Weigang L, Zheng J. Retweeting Prediction Using Meta-Paths Aggregated with Follow Model in Online Social Networks. In *Distributed Computing and Artificial Intelligence, 12th International Conference 2015* (pp. 11-19). Springer International Publishing. **Capes Qualis: B4**

Apêndice B

Questionários

Nota: Todos os itens foram mensurados a partir de uma escala de 5 pontos (discordo totalmente 0 - concordo totalmente 5).

Tabela B.1: Questionários

Utilidade Percebida

1. O uso de *e-commerce* aumenta minha produtividade em efetuar compras.
 2. O uso de *e-commerce* me permite comprar mais fácil.
 3. O uso de *e-commerce* me permite comprar mais rápido.
 4. No geral, considero *e-commerce* útil em minha vida.
-

Facilidade de Uso Percebida

1. Eu acho *e-commerce* fácil de usar.
 2. O aprendizado em realizar compras na internet é fácil para mim.
 3. Eu acho fácil comprar o produto desejado no *e-commerce*.
 4. Minha interação com sites de *e-commerce* é clara e compreensível.
-

Influência Social

1. A recomendação de amigos/colegas me influenciaria a fazer uso de *e-commerce*.
 2. Os fatos das pessoas obterem benefícios sobre produtos de *e-commerce* me influenciaria a fazer uso de *e-commerce*.
 3. Propagandas e ofertas divulgadas pela mídia me influenciaria a fazer uso de *e-commerce*.
-

Benefício Percebido

1. Lojas online economizam meu dinheiro.
 2. Lojas online economizam meu tempo.
 3. Me sinto beneficiado quando realizo compras online.
-

Design do Sistema

1. Lojas online poderiam me dar mais opções que lojas tradicionais.
 2. Lojas online poderiam possuir produtos que lojas tradicionais não possuem.
 3. Lojas online sempre me oferecem a escolha mais flexível.
-

Risco Percebido

1. Eu me preocupo em prover informações financeiras ao realizar compras de produtos na internet.
 2. Eu me preocupo em prover informações pessoais ao realizar compras de produtos na internet.
 3. Eu acho que o uso de *e-commerce* em compra de produtos possui um risco em potencial.
-

Intenção Comportamental

1. Há uma possibilidade considerável que eu realize compras de produtos em um comércio online.
 2. Eu planejo usar *e-commerce* para compras num futuro próximo.
-

Referências

- [1] Karl Sigmund. Introduction to evolutionary game theory. *Evolutionary Game Dynamics*, K. Sigmund, ed, 69:1–26, 2010. ix, 22
- [2] Robert Gibbons. *A primer in game theory*. Harvester Wheatsheaf, 1992. ix, 9, 41
- [3] Alberto Luiz Albertin. Comércio eletrônico: modelos, aspectos e contribuições de sua aplicação. 2010. 1
- [4] eBit/Buscapé. Empreendedorismo domina o e-commerce brasileiro. https://empresa.ebit.com.br/clip.asp?cod_noticia=3642&pi=1. 1
- [5] IBGE. Comércio eletrônico. <http://www.ibge.gov.br>. 2
- [6] Debra VanderMeer, Kaushik Dutta, and Anindya Datta. A cost-based database request distribution technique for online e-commerce applications. *MIS quarterly*, 36(2):479–507, 2012. 3
- [7] Daniel Abadi, Rakesh Agrawal, Anastasia Ailamaki, Magdalena Balazinska, Philip A Bernstein, Michael J Carey, Surajit Chaudhuri, Jeffrey Dean, AnHai Doan, Michael J Franklin, et al. The beckman report on database research. *Communications of the ACM*, 59(2):92–99, 2016. 3
- [8] Rakesh Agrawal, Amit Somani, and Yirong Xu. Storage and querying of e-commerce data. In *VLDB*, volume 1, pages 149–158, 2001. 3
- [9] Bernard J Jansen. The comparative effectiveness of sponsored and nonsponsored links for web e-commerce queries. *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, 1(1):3, 2007. 3
- [10] Hai He, Weiyi Meng, Clement Yu, and Zonghuan Wu. Wise-integrator: An automatic integrator of web search interfaces for e-commerce. In *Proceedings of the 29th international conference on Very large data bases-Volume 29*, pages 357–368. VLDB Endowment, 2003. 3
- [11] M Carmen Ruiz, Diego Cazorla, Fernando Cuartero, and Juan J Pardo. Analysis of the set e-commerce protocol using a true concurrency process algebra. In *Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing*, pages 879–886. ACM, 2006. 3
- [12] Kaloian Manassiev, Madalin Mihailescu, and Cristiana Amza. Exploiting distributed version concurrency in a transactional memory cluster. In *Proceedings of the*

- eleventh ACM SIGPLAN symposium on Principles and practice of parallel programming*, pages 198–208. ACM, 2006. 3
- [13] David William Kravitz. Payment and transactions in electronic commerce system, February 22 2000. US Patent 6,029,150. 3
- [14] Nadarajah Asokan, Phillipe A Janson, Michael Steiner, and Michael Waidner. The state of the art in electronic payment systems. *Computer*, 30(9):28–35, 1997. 3
- [15] Michael J Pazzani. A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. *Artificial Intelligence Review*, 13(5-6):393–408, 1999. 3
- [16] J Ben Schafer, Dan Frankowski, Jon Herlocker, and Shilad Sen. Collaborative filtering recommender systems. In *The adaptive web*, pages 291–324. Springer, 2007. 3
- [17] Badrul Sarwar, George Karypis, Joseph Konstan, and John Riedl. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. In *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*, pages 285–295. ACM, 2001. 3
- [18] Jennifer Golbeck, James Hendler, et al. Filmtrust: Movie recommendations using trust in web-based social networks. In *Proceedings of the IEEE Consumer communications and networking conference*, volume 96, pages 282–286. Citeseer, 2006. 3
- [19] Souvik Debnath, Niloy Ganguly, and Pabitra Mitra. Feature weighting in content based recommendation system using social network analysis. In *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*, pages 1041–1042. ACM, 2008. 3
- [20] Robin Burke. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. *User modeling and user-adapted interaction*, 12(4):331–370, 2002. 3
- [21] Robin Burke. Hybrid web recommender systems. In *The adaptive web*, pages 377–408. Springer, 2007. 3
- [22] David Gefen. E-commerce: the role of familiarity and trust. *Omega*, 28(6):725–737, 2000. 3
- [23] David Gefen and Detmar W Straub. The relative importance of perceived ease of use in is adoption: A study of e-commerce adoption. *Journal of the Association for information systems*, 1(1):8, 2000. 3
- [24] Li Xiong and Ling Liu. A reputation-based trust model for peer-to-peer e-commerce communities. In *E-Commerce, 2003. CEC 2003. IEEE International Conference on*, pages 275–284. IEEE, 2003. 3
- [25] Stephen S Standifird. Reputation and e-commerce: ebay auctions and the asymmetrical impact of positive and negative ratings. *Journal of Management*, 27(3):279–295, 2001. 3

- [26] Andrew T Stephen and Olivier Toubia. Deriving value from social commerce networks. *Journal of marketing research*, 47(2):215–228, 2010. 3
- [27] Ting-Peng Liang, Yi-Ting Ho, Yu-Wen Li, and Efraim Turban. What drives social commerce: The role of social support and relationship quality. *International Journal of Electronic Commerce*, 16(2):69–90, 2011. 3
- [28] Hannes Werthner and Francesco Ricci. E-commerce and tourism. *Communications of the ACM*, 47(12):101–105, 2004. 3
- [29] Margaret A Winker, Annette Flanagin, Bonnie Chi-Lum, John White, Karen Andrews, Robert L Kennett, Catherine D DeAngelis, and Robert A Musacchio. Guidelines for medical and health information sites on the internet: principles governing ama web sites. *Jama*, 283(12):1600–1606, 2000. 3
- [30] Erik Banks. *e-Finance: the electronic revolution in financial services*. John Wiley & Sons, Inc., 2001. 3
- [31] Antoine Augustin Cournot and Irving Fisher. *Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth*. Macmillan Co., 1897. 8
- [32] Ludwig Johann Neumann and Oskar Morgenstern. *Theory of games and economic behavior*, volume 60. Princeton university press Princeton, 1947. 8
- [33] Roger B Myerson. *Game theory: analysis of conflict*. Harvard University, 1991. 8
- [34] Martin J Osborne. *An introduction to game theory*, volume 3. Oxford University Press New York, 2004. 9
- [35] Drew Fudenberg and Jean Tirole. *Game theory*, 1991. Cambridge, Massachusetts, 393, 1991. 12
- [36] John Nash. Non-cooperative games. *Annals of mathematics*, pages 286–295, 1951. 13
- [37] John F Nash et al. Equilibrium points in n-person games. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 36(1):48–49, 1950. 13
- [38] Josef Hofbauer and Karl Sigmund. *Evolutionary games and population dynamics*. Cambridge university press, 1998. 22
- [39] Fred D Davis, Richard P Bagozzi, and Paul R Warshaw. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8):982–1003, 1989. 23, 30, 75
- [40] Fred D Davis. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, pages 319–340, 1989. 25, 30, 75, 79, 81, 82, 87
- [41] Paul J Hu, Patrick YK Chau, Olivia R Liu Sheng, and Kar Yan Tam. Examining the technology acceptance model using physician acceptance of telemedicine technology. *Journal of management information systems*, 16(2):91–112, 1999. 25, 30, 75

- [42] Bernadette Szajna. Empirical evaluation of the revised technology acceptance model. *Management science*, 42(1):85–92, 1996. 25, 30, 75
- [43] Mark Keil, Peggy M Beranek, and Benn R Konsynski. Usefulness and ease of use: field study evidence regarding task considerations. *Decision Support Systems*, 13(1):75–91, 1995. 25, 30, 75
- [44] Kieran Mathieson. Predicting user intentions: comparing the technology acceptance model with the theory of planned behavior. *Information systems research*, 2(3):173–191, 1991. 25, 30, 75
- [45] Akhilesh Bajaj and Sarma R Nidumolu. A feedback model to understand information system usage. *Information & management*, 33(4):213–224, 1998. 25, 30, 75
- [46] Viswanath Venkatesh and Fred D Davis. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2):186–204, 2000. 25, 30, 76, 79, 82, 87
- [47] Viswanath Venkatesh and Hillol Bala. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2):273–315, 2008. 25, 30, 76
- [48] Juan Carlos Roca, Chao-Min Chiu, and Francisco José Martínez. Understanding e-learning continuance intention: An extension of the technology acceptance model. *International Journal of human-computer studies*, 64(8):683–696, 2006. 26, 30, 76
- [49] Ivana Adamson and John Shine. Extending the new technology acceptance model to measure the end user information systems satisfaction in a mandatory environment: A bank’s treasury. *Technology Analysis and strategic management*, 15(4):441–455, 2003. 26, 30, 76
- [50] Jeroen Schepers and Martin Wetzels. A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. *Information & Management*, 44(1):90–103, 2007. 26, 30, 76
- [51] Paul Vin-Cent Chang. The validity of an extended technology acceptance model (tam) for predicting intranet/portal usage. *University of North Carolina, Chapel Hill, NC*, 2004. 26, 30, 76
- [52] Shu-Sheng Liaw and Hsiu-Mei Huang. An investigation of user attitudes toward search engines as an information retrieval tool. *Computers in human behavior*, 19(6):751–765, 2003. 26, 30, 76
- [53] William Money and Arch Turner. Assessing knowledge management system user acceptance with the technology acceptance model. *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, 1(1):8–26, 2005. 26, 30, 76
- [54] Yaobin Lu, Tao Zhou, and Bin Wang. Exploring chinese users’ acceptance of instant messaging using the theory of planned behavior, the technology acceptance model, and the flow theory. *Computers in human behavior*, 25(1):29–39, 2009. 26, 30, 76, 81

- [55] Chun-Der Chen, Yi-Wen Fan, and Cheng-Kiang Farn. Predicting electronic toll collection service adoption: An integration of the technology acceptance model and the theory of planned behavior. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 15(5):300–311, 2007. 26, 30, 76
- [56] Wadie Nasri and Lanouar Charfeddine. Factors affecting the adoption of internet banking in tunisia: An integration theory of acceptance model and theory of planned behavior. *The Journal of High Technology Management Research*, 23(1):1–14, 2012. 26, 30, 76
- [57] Nelson Oly Ndubisi. Factors of online learning adoption: A comparative juxtaposition of the theory of planned behaviour and the technology acceptance model. *International Journal on ELearning*, 5(4):571, 2006. 26, 30, 76
- [58] Yi-Hsuan Lee, Yi-Chuan Hsieh, Chia-Ning Hsu, et al. Adding innovation diffusion theory to the technology acceptance model: Supporting employees’ intentions to use e-learning systems. *Educational Technology & Society*, 14(4):124–137, 2011. 26, 30, 76
- [59] Carolina López-Nicolás, Francisco J Molina-Castillo, and Harry Bouwman. An assessment of advanced mobile services acceptance: Contributions from tam and diffusion theory models. *Information & Management*, 45(6):359–364, 2008. 26, 30, 76, 79
- [60] Marios Koufaris. Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior. *Information systems research*, 13(2):205–223, 2002. 26, 30, 31, 76
- [61] Dong-Hee Shin and Won-Young Kim. Applying the technology acceptance model and flow theory to cyworld user behavior: implication of the web2. 0 user acceptance. *CyberPsychology & Behavior*, 11(3):378–382, 2008. 26, 30, 76
- [62] Su-Houn Liu, Hsiu-Li Liao, and Jean A Pratt. Impact of media richness and flow on e-learning technology acceptance. *Computers & Education*, 52(3):599–607, 2009. 26, 30, 76
- [63] Inge M Klopping and Earl McKinney. Extending the technology acceptance model and the task-technology fit model to consumer e-commerce. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 22(1):35, 2004. 26, 30, 31, 76, 81, 82
- [64] Margherita Pagani. Determinants of adoption of high speed data services in the business market: evidence for a combined technology acceptance model with task technology fit model. *Information & Management*, 43(7):847–860, 2006. 26, 30, 76
- [65] Qizhi Dai and Robert J Kauffman. B2b e-commerce revisited: Leading perspectives on the key issues and research directions. *Electronic Markets*, 12(2):67–83, 2002. 27
- [66] Karlene C Cousins and Daniel Robey. Human agency in a wireless world: Patterns of technology use in nomadic computing environments. *Information and Organization*, 15(2):151–180, 2005. 27

- [67] Chi-Bin Cheng, Chu-Chai Henry Chan, and Kun-Cheng Lin. Intelligent agents for e-marketplace: Negotiation with issue trade-offs by fuzzy inference systems. *Decision Support Systems*, 42(2):626–638, 2006. 27
- [68] Moti Levi, Paul R Kleindorfer, and DJ Wu. Codifiability, relationship-specific information technology investment, and optimal contracting. *Journal of Management Information Systems*, 20(2):77–98, 2003. 28
- [69] Ilyoo B Hong and Hwihyung Cho. The impact of consumer trust on attitudinal loyalty and purchase intentions in b2c e-marketplaces: Intermediary trust vs. seller trust. *International Journal of Information Management*, 31(5):469–479, 2011. 28
- [70] Wensheng Yang and Li Li. Modeling feedback mechanism for e-marketplace. In *Management of e-Commerce and e-Government (ICMeCG), 2010 Fourth International Conference on*, pages 147–152. IEEE, 2010. 28
- [71] Tim Miller, Jinzhong Niu, Martin Chapman, and Peter McBurney. An overview and evaluation of the cat market design competition. 28
- [72] Bing Shi, Enrico H Gerding, Perukrishnen Vytelingum, and Nicholas R Jennings. A game-theoretic analysis of market selection strategies for competing double auction marketplaces. In *Proceedings of the 9th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: volume 1-Volume 1*, pages 857–864. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2010. 28
- [73] Jung-woo Sohn, Sooyeon Lee, and Tracy Mullen. Impact of misalignment of trading agent strategy across multiple markets. In *Auctions, Market Mechanisms and Their Applications*, pages 40–54. Springer, 2009. 28
- [74] Charles E McLure Jr. Taxation of electronic commerce: Economic objectives, technological constraints, and tax laws. *Tax L. Rev.*, 52:269, 1996. 28
- [75] Kenneth C Laudon, Carol Guercio Traver, and Alfonso Vidal Romero Elizondo. *E-commerce*. Pearson/Addison Wesley, 2007. 29
- [76] Elsayed Ahmed and AS Hegazi. A dynamic model for e-commerce taxation. *Applied mathematics and computation*, 187(2):965–967, 2007. 29
- [77] Yarong Zeng, Xuejiao Guo, Yanni Yang, and HuiJuan Huang. E-commerce tax collection and administration in china. In *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII), 2012 International Conference on*, volume 3, pages 424–427. IEEE, 2012. 29
- [78] Jianya Zheng, Daniel LeZhi Li, Weigang Li, Zi-Ke Zhang, and Hongbo Xu. e-commerce game model-balancing platform service charges with vendor profitability. In *ICEIS (2)*, pages 613–619, 2014. 29, 52, 65
- [79] Andrew Bye. Applying evolutionary game theory to auction mechanism design. In *E-Commerce, 2003. CEC 2003. IEEE International Conference on*, pages 347–354. IEEE, 2003. 29

- [80] Enrico Gerding, David Van Bragt, and Han La Poutré. Multi-issue negotiation processes by evolutionary simulation, validation and social extensions. *Computational Economics*, 22(1):39–63, 2003. 29
- [81] Kuo-Ming Chao, Rachid Anane, J-H Chen, and R Gatward. Negotiating agents in a market-oriented grid. In *Cluster Computing and the Grid, 2002. 2nd IEEE/ACM International Symposium on*, pages 436–436. IEEE, 2002. 29
- [82] Zhiyu Chen, Shuiqing Yang, and Yuzhi Cao. Profit allocation in mobile commerce value chain based on the evolution game theory. In *Information and Financial Engineering (ICIFE), 2010 2nd IEEE International Conference on*, pages 296–300. IEEE, 2010. 29
- [83] Donna McCloskey. Evaluating electronic commerce acceptance with the technology acceptance model. *The Journal of Computer Information Systems*, 44(2):49, 2003. 31, 76, 79, 82
- [84] Jen-Her Wu and Shu-Ching Wang. What drives mobile commerce?: An empirical evaluation of the revised technology acceptance model. *Information & management*, 42(5):719–729, 2005. 31, 76, 79, 80, 82
- [85] Luiz Claudio B Olivera and Luiz Antonio Joia. A model for evaluating b2c e-commerce websites: Application in the cd etailing industry in brazil. *ECIS 2005 Proceedings*, page 10, 2005. 31, 76, 79, 82
- [86] Robin Nunkoo, TD Juwaheer, and Tekranee Rambhunjun. Applying the extended technology acceptance model to understand online purchase behavior of travelers. In *Proceedings of 21st International Business Research Conference, Jun*, pages 10–11, 2013. 31, 76, 79, 82
- [87] Weng Marc Lim and Ding Hooi Ting. E-shopping: an analysis of the technology acceptance model. *Modern Applied Science*, 6(4):49, 2012. 31, 77
- [88] Anna Morgan-Thomas and Cleopatra Veloutsou. Beyond technology acceptance: Brand relationships and online brand experience. *Journal of Business Research*, 66(1):21–27, 2013. 31, 77
- [89] Donna L Hoffman and Thomas P Novak. How to acquire customers on the web. *Harvard business review*, 78(3):179–188, 2000. 45
- [90] John Maynard Smith. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge university press, 1982. 50, 51
- [91] Niko Tinbergen. "derived" activities; their causation, biological significance, origin, and emancipation during evolution. *The Quarterly Review of Biology*, 27(1):1–32, 1952. 50
- [92] G Daniel, M Arce, and Todd Sandler. The dilemma of the prisoners' dilemmas. *Kyklos*, 58(1):3–24, 2005. 51

- [93] Ulrich Witt. What is specific about evolutionary economics? *Journal of Evolutionary Economics*, 18(5):547–575, 2008. 51
- [94] Geoffrey M Hodgson and Kainan Huang. Evolutionary game theory and evolutionary economics: are they different species? *Journal of evolutionary economics*, 22(2):345–366, 2012. 51
- [95] Eitan Altman, Rachid Elazouzi, Yezekeael Hayel, and Hamidou Tembine. An evolutionary game approach for the design of congestion control protocols in wireless networks. In *Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks and Workshops, 2008. WiOPT 2008. 6th International Symposium on*, pages 547–552. IEEE, 2008. 51
- [96] Dusit Niyato and Ekram Hossain. Dynamics of network selection in heterogeneous wireless networks: an evolutionary game approach. *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, 58(4):2008–2017, 2009. 51
- [97] Sikhar Barari, Gaurav Agarwal, WJ Chris Zhang, Biswajit Mahanty, and MK Tiwari. A decision framework for the analysis of green supply chain contracts: An evolutionary game approach. *Expert systems with applications*, 39(3):2965–2976, 2012. 51
- [98] Chonho Lee, Junichi Suzuki, Athanasios Vasilakos, Yuji Yamamoto, and Katsuya Oba. An evolutionary game theoretic approach to adaptive and stable application deployment in clouds. In *Proceedings of the 2nd workshop on Bio-inspired algorithms for distributed systems*, pages 29–38. ACM, 2010. 51
- [99] Michael A Fishman. Asymmetric evolutionary games with non-linear pure strategy payoffs. *Games and Economic Behavior*, 63(1):77–90, 2008. 52
- [100] LIU Qi-Long, HE Jun-Zhou, YANG Yan, WANG Ya-Qiang, GAO Lei, LI Yao-Tang, and WANG Rui-Wu. Evolutionary stability analysis of asymmetric hawk-dove game considering the impact of common resource. 2012. 52
- [101] Sulin Ba, Andrew B Whinston, and Han Zhang. The dynamics of the electronic market: An evolutionary game approach. *Information Systems Frontiers*, 2(1):31–40, 2000. 52
- [102] David E Bell, Ralph L Keeney, and John DC Little. A market share theorem. *Journal of Marketing Research*, pages 136–141, 1975. 53
- [103] Avinash Dixit. Entry and exit decisions under uncertainty. *Journal of political Economy*, pages 620–638, 1989. 64
- [104] Hugo A Hopenhayn. Entry, exit, and firm dynamics in long run equilibrium. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 1127–1150, 1992. 64
- [105] Giammario Impullitti, Alfonso A Irarrazabal, and Luca David Opromolla. A theory of entry into and exit from export markets. *Journal of International Economics*, 90(1):75–90, 2013. 64

- [106] Qiaowei Shen. A dynamic model of entry and exit in a growing industry. *Marketing Science*, 33(5):712–724, 2014. 64
- [107] Thomas Gries, Ulrich Prior, and Caren Sureth. A tax paradox for investment decisions under uncertainty. *Journal of Public Economic Theory*, 14(3):521–545, 2012. 64
- [108] Reinhard Selten and Werner Güth. Equilibrium point selection in a class of market entry games. In *Games, Economic Dynamics, and Time Series Analysis*, pages 101–116. Springer, 1982. 64, 66, 74
- [109] Victor Aguirregabiria and Junichi Suzuki. Identification and counterfactuals in dynamic models of market entry and exit. *Quantitative Marketing and Economics*, 12(3):267–304, 2014. 64
- [110] Amnon Rapoport. Individual strategies in a market entry game. *Group Decision and Negotiation*, 4(2):117–133, 1995. 64
- [111] Rami Zwick and Amnon Rapoport. Tacit coordination in a decentralized market entry game with fixed capacity. *Experimental economics*, 5(3):253–272, 2002. 65
- [112] Alcino Azevedo and Dean Paxson. Developing real option game models. *European Journal of Operational Research*, 237(3):909–920, 2014. 65
- [113] M Bensaou and N Venkatraman. *Inter-organizational relationships and information technology: A conceptual synthesis and a research framework*. INSEAD, 1993. 78
- [114] A Herrero Crespo, I Rodriguez del Bosque, and MM Garcia de los Salmones Sanchez. The influence of perceived risk on internet shopping behavior: a multidimensional perspective. *Journal of Risk Research*, 12(2):259–277, 2009. 78
- [115] Brian J Corbitt, Theerasak Thanasankit, and Han Yi. Trust and e-commerce: a study of consumer perceptions. *Electronic commerce research and applications*, 2(3):203–215, 2003. 78
- [116] Al F Salam, H Raghav Rao, and C Carl Pegels. Consumer-perceived risk in e-commerce transactions. *Communications of the ACM*, 46(12):325–331, 2003. 79
- [117] Chao-Min Chiu, Eric TG Wang, Yu-Hui Fang, and Hsin-Yi Huang. Understanding customers’ repeat purchase intentions in b2c e-commerce: the roles of utilitarian value, hedonic value and perceived risk. *Information Systems Journal*, 24(1):85–114, 2014. 79, 80
- [118] Eric WT Ngai and FKT Wat. Fuzzy decision support system for risk analysis in e-commerce development. *Decision support systems*, 40(2):235–255, 2005. 79
- [119] Jinsoo Park, Dongwon Lee, and Joongho Ahn. Risk-focused e-commerce adoption model: A cross-country study. *Journal of Global Information Technology Management*, 7(2):6–30, 2004. 79

- [120] W David Salisbury, Rodney A Pearson, Allison W Pearson, and David W Miller. Perceived security and world wide web purchase intention. *Industrial Management & Data Systems*, 101(4):165–177, 2001. 79
- [121] Hung-Pin Shih. An empirical study on predicting user acceptance of e-shopping on the web. *Information & Management*, 41(3):351–368, 2004. 79
- [122] Martin Fishbein and Icek Ajzen. Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. 1977. 79
- [123] Anol Bhattacharjee. Acceptance of e-commerce services: the case of electronic brokerages. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on*, 30(4):411–420, 2000. 79, 80, 82
- [124] Howard F Buchan. Ethical decision making in the public accounting profession: An extension of ajzen’s theory of planned behavior. *Journal of Business Ethics*, 61(2):165–181, 2005. 79
- [125] Anssi Tarkiainen and Sanna Sundqvist. Subjective norms, attitudes and intentions of finnish consumers in buying organic food. *British Food Journal*, 107(11):808–822, 2005. 79
- [126] Heesup Han, Li-Tzang Jane Hsu, and Chwen Sheu. Application of the theory of planned behavior to green hotel choice: Testing the effect of environmental friendly activities. *Tourism management*, 31(3):325–334, 2010. 79
- [127] Viswanath Venkatesh and Michael G Morris. Why don’t men ever stop to ask for directions? gender, social influence, and their role in technology acceptance and usage behavior. *MIS quarterly*, pages 115–139, 2000. 79, 82
- [128] Christy MK Cheung, Matthew KO Lee, and Zhaohui Chen. Using the internet as a learning medium: an exploration of gender difference in the adoption of fabweb. In *System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on*, pages 475–483. IEEE, 2002. 79
- [129] Cynthia K Riemenschneider, David A Harrison, and Peter P Mykytyn. Understanding it adoption decisions in small business: integrating current theories. *Information & management*, 40(4):269–285, 2003. 79
- [130] Chin-Lung Hsu and Hsi-Peng Lu. Why do people play on-line games? an extended tam with social influences and flow experience. *Information & management*, 41(7):853–868, 2004. 80
- [131] Mohamed Khalifa, Sammi KN Cheng, and Kathy Ning Shen. Adoption of mobile commerce: A confidence model. *Journal of computer information Systems*, 53(1):14–22, 2012. 80
- [132] Adela SM Lau, Jerome Yen, and Patrick YK Chau. Adoption of on-line trading in the hong kong financial market. *J. Electron. Commerce Res.*, 2(2):58–65, 2001. 80

- [133] Peter Roberts and Ron Henderson. Information technology acceptance in a sample of government employees: a test of the technology acceptance model. *Interacting with Computers*, 12(5):427–443, 2000. 80
- [134] Mohammed-Issa Riad Mousa Jaradat and Mamoun S Al Rababaa. Assessing key factor that influence on the acceptance of mobile commerce based on modified utaut. *International Journal of Business and Management*, 8(23):102, 2013. 80
- [135] Carolina Lopez-Nicolas and Francisco José Molina-Castillo. Customer knowledge management and e-commerce: The role of customer perceived risk. *International Journal of Information Management*, 28(2):102–113, 2008. 80
- [136] Ming-Chi Lee. Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of tam and tpb with perceived risk and perceived benefit. *Electronic Commerce Research and Applications*, 8(3):130–141, 2009. 80
- [137] Jeffrey T Parsons, Alexander W Siegel, and Jennifer H Cousins. Late adolescent risk-taking: Effects of perceived benefits and perceived risks on behavioral intentions and behavioral change. *Journal of adolescence*, 20(4):381–392, 1997. 80
- [138] Shu-Sheng Liaw. Investigating students’ perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of e-learning: A case study of the blackboard system. *Computers & Education*, 51(2):864–873, 2008. 80
- [139] Ching-Fu Chen and Fu-Shian Chen. Experience quality, perceived value, satisfaction and behavioral intentions for heritage tourists. *Tourism management*, 31(1):29–35, 2010. 80
- [140] Kwasi Amoako-Gyampah and Abdus F Salam. An extension of the technology acceptance model in an erp implementation environment. *Information & management*, 41(6):731–745, 2004. 80, 81, 82
- [141] Michael Siegrist. The influence of trust and perceptions of risks and benefits on the acceptance of gene technology. *Risk analysis*, 20(2):195–204, 2000. 80
- [142] Rob Edmunds, Mary Thorpe, and Grainne Conole. Student attitudes towards and use of ict in course study, work and social activity: A technology acceptance model approach. *British journal of educational technology*, 43(1):71–84, 2012. 80
- [143] Zhan Chen and Alan J Dubinsky. A conceptual model of perceived customer value in e-commerce: A preliminary investigation. *Psychology & Marketing*, 20(4):323–347, 2003. 80
- [144] Elizabeth E Grandon and J Michael Pearson. Electronic commerce adoption: an empirical study of small and medium us businesses. *Information & management*, 42(1):197–216, 2004. 80
- [145] Imsook Ha, Youngseog Yoon, and Munkee Choi. Determinants of adoption of mobile games under mobile broadband wireless access environment. *Information & Management*, 44(3):276–286, 2007. 81

- [146] Maslin Masrom. Technology acceptance model and e-learning. *Technology*, 21:24, 2007. 81
- [147] Paul A Pavlou. Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *International journal of electronic commerce*, 7(3):101–134, 2003. 81, 82
- [148] Daniel Robey and M Lynne Markus. Rituals in information system design. *MIS quarterly*, pages 5–15, 1984. 81
- [149] Zhao Huang and Morad Benyoucef. From e-commerce to social commerce: A close look at design features. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(4):246–259, 2013. 81
- [150] Florian N Egger. Trust me, i’m an online vendor: towards a model of trust for e-commerce system design. In *CHI’00 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 101–102. ACM, 2000. 81
- [151] Florian N Egger. Affective design of e-commerce user interfaces: How to maximise perceived trustworthiness. In *Proc. Intl. Conf. Affective Human Factors Design*, pages 317–324, 2001. 81
- [152] Mei Cao, Qingyu Zhang, and John Seydel. B2c e-commerce web site quality: an empirical examination. *Industrial Management & Data Systems*, 105(5):645–661, 2005. 81
- [153] Jinwoo Kim and Jungwon Lee. Critical design factors for successful e-commerce systems. *Behaviour & Information Technology*, 21(3):185–199, 2002. 81
- [154] Judy Chuan-Chuan Lin and Hsipeng Lu. Towards an understanding of the behavioural intention to use a web site. *International journal of information management*, 20(3):197–208, 2000. 82
- [155] Cynthia M Jackson, Simeon Chow, and Robert A Leitch. Toward an understanding of the behavioral intention to use an information system. *Decision sciences*, 28(2):357–389, 1997. 82
- [156] Irena Batkovic and Renata Batkovic. Understanding consumer acceptance of mobile-retail. an empirical analysis of the revised technology acceptance model. 2015. 82
- [157] Mei Kobayashi and Koichi Takeda. Information retrieval on the web. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 32(2):144–173, 2000. 92