



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Aplicadas



HENRIQUE PORTO ZAMBON

ANÁLISE DE CONTRATOS NA COORDENAÇÃO DE UMA CADEIA PRODUTIVA:
UM ESTUDO SOB A ÓTICA DA TEORIA DOS JOGOS E INCERTEZAS DE MERCADO

LIMEIRA
2021

HENRIQUE PORTO ZAMBON

ANÁLISE DE CONTRATOS NA COORDENAÇÃO DE UMA CADEIA PRODUTIVA:
UM ESTUDO SOB A ÓTICA DA TEORIA DOS JOGOS E INCERTEZAS DE MERCADO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Marco Milani

Coorientador: Prof. Dr. Paulo de Arruda Ignacio

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO HENRIQUE PORTO ZAMBON E ORIENTADA PELO PROF. DR. MARCO MILANI.

LIMEIRA
2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

Z146a Zambon, Henrique Porto, 1990-
Análise de contratos na coordenação de uma cadeia produtiva : um estudo sob a ótica da teoria dos jogos e incertezas de mercado / Henrique Porto Zambon. – Limeira, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Marco Antonio Figueiredo Milani Filho.
Coorientador: Paulo Sérgio de Arruda Ignácio.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Cadeia de suprimentos. 2. Contratos. 3. Teoria dos jogos. 4. Incerteza (Economia). 5. Avaliação de riscos. I. Milani Filho, Marco Antonio Figueiredo, 1968-. II. Ignácio, Paulo Sergio de Arruda, 1963-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Contract analysis in the coordination of a supply chain : game theory and market uncertainties approach

Palavras-chave em inglês:

Supply chains

Contracts

Game theory

Uncertainty

Risk assessment

Área de concentração: Gestão e Sustentabilidade

Titulação: Doutor em Administração

Banca examinadora:

Marco Antonio Figueiredo Milani Filho [Orientador]

Johan Hendrik Poker Junior

Poker Junior, Johan Hendrik

Data de defesa: 13-09-2021

Programa de Pós-Graduação: Administração

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: 0000-0001-9342-2840

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2520028594727731>

Folha de Aprovação

Autor: Henrique Porto Zambon

Título: Análise de contratos na coordenação de uma cadeia produtiva: um estudo sob a ótica da teoria dos jogos e incertezas de mercado

Natureza: Tese

Área de Concentração: Gestão e Sustentabilidade

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp

Data da Defesa: Limeira-SP, 13 de Setembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marco Milani (orientador)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Johan Hendrik Poker Junior (membro)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Márcio Marcelo Belli (membro)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Welington Rocha (membro externo)
Universidade de São Paulo - USP

Prof. Dr. Luis Rodriguez Dominguez (membro externo)
Universidade de Salamanca ESP

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Marco Milani, por todo o aprendizado e pelas oportunidades que me foram repassadas. Serei eternamente grato por esses anos de aprendizados na FCA-Unicamp.

Também gostaria de agradecer ao Prof. Paulo pela coorientação e todos os comentários realizados ao longo da tese. Aos professores, Johan Poker, Marcio Belli, Wellington Rocha e Luis Dominguez pelos comentários e sugestões no exame de qualificação para o aprimoramento da pesquisa.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Lair e Mariana, por terem me proporcionado a melhor educação possível e serem amigos de todas as horas. Agradecer ao meu irmão Francisco e a todos os amigos e colegas de trabalho que participaram direta ou indiretamente desta jornada.

Por fim, gostaria de agradecer a Mariana, minha parceira de todas as horas. Pelo apoio incondicional e por fazer os meus dias mais leves e alegres ao longo destes últimos anos e dos próximos que virão.

RESUMO

A falta de coordenação nas cadeias produtivas gera perdas nos lucros das empresas envolvidas nesta estrutura. Esse fenômeno ocorre, especialmente, em setores com grande interdependência entre as empresas, como é o caso de limpeza doméstica – setor analisado neste trabalho. A partir de decisões de preços e investimentos em esforços é realizada uma abordagem inovadora, que se utiliza de três elementos-chaves: a) contratos de rebate e desconto por quantidade por serem os mais encontrados no segmento de limpeza, b) teoria dos jogos que incorpora aos princípios da racionalidade e de informação completa e c) incertezas de demanda e custos de produção. A incerteza de demanda é analisada a partir do histórico de outras linhas de produtos e a incerteza de custo futuro é avaliada via simulação de Monte Carlo Bootstrap. Os resultados indicam números bastante satisfatórios. Contratos de rebate e desconto por quantidade apresentam mais de 90% do lucro máximo da cadeia de produção e um lucro superior a 20% versus situações sem a presença de contratos. Além disso, os resultados indicam que em situações de falta de informação e acuracidade na projeção de custo de produção, o modelo de rebate é mais apropriado. Por outro lado, em cenários de incerteza de demanda, como o caso analisado nesta tese, os contratos de desconto por quantidade resultam em maiores lucros. Ademais, os dois contratos indicam que algumas condições importantes precisam ser feitas. A falta de informação ou compartilhamento de maneira não crível com o parceiro comercial pode inviabilizar alguns contratos e afetar o princípio de paridade do poder de barganha. Os riscos de variações de custos são absorvidos pelo fabricante, enquanto os riscos de flutuações de demanda são absorvidos pela empresa varejista. Além disso, nos dois contratos são necessárias cláusulas de compra mínima e compra máxima e o investimento em esforços de venda deve ocorrer pela rede varejista. Para os próximos estudos, pode-se analisar outros mercados, como o de produtos perecíveis, em que outras variáveis, como os prazos de entrega, qualidade do produto e confiança entre as empresas são chaves para o setor. Por fim, trabalhos futuros poderiam explorar e mensurar como a falta de informação e credibilidade na troca de dados podem inibir acordos comerciais e, conseqüentemente, situações de “ganha-ganha”.

Palavras-chaves: Cadeia produtiva. Contratos. Teoria dos jogos. Incerteza nas condições de mercado. Análise de riscos.

ABSTRACT

The lack of coordination in the supply chains generates losses for the companies involved in this structure. This phenomenon occurs especially in sectors with great interdependence between companies, as is the household cleaning - sector analyzed in this thesis. Based on price and investments efforts, an innovative approach is built using three key elements: a) rebate and quantity discount contracts, as they are the most commonly found in the cleaning segment, b) game theory approach which incorporates the principles of rationality and complete information and c) uncertainties in demand and production costs. Demand uncertainty is analyzed based on history of other product lines while cost production uncertainty is assessed via Monte Carlo Bootstrap simulation. The results indicate that both contracts present satisfactory results. Rebate and quantity discount contracts deliver more than 90% of the maximum profit of the supply chain and a profit above 20% versus situations without contracts. In addition, the results indicate that in situations of lack of information and accuracy in the production costs forecasts, the rebate model is more appropriate. On the other hand, demand uncertainty scenarios, such as the case analyzed in this thesis, quantity discount contracts result in a higher profit. Moreover, the two contracts indicate some conditions need to be made. Lack of information or sharing in a non-believable way with the business partner can make certain contracts unfeasible and affect the principle of bargaining power parity. The risks of changes in costs are absorbed by the manufacturer while the risks of demand fluctuations are absorbed by the retailer. Besides, both contracts require minimum and maximum purchase clauses and investment in sales efforts should occur through the retail company. For the upcoming studies, it is possible to analyze other markets such as perishable products where variables such as delivery times, product quality and trust between companies are key to the sector. Finally, upcoming studies could also explore and measure how the lack of information and credibility in the exchange of data can inhibit commercial agreements and, consequently, inhibit “win-win” situations.

Keywords: Supply chain. Contract. Game theory. Uncertainty in market conditions. Risk analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de produtos e informações.....	21
Figura 2 - Fatores contextuais para implementação do "open book accounting"	26
Figura 3 - Antecedentes e consequências da gestão da cadeia produtiva.....	27
Figura 4 - Curva de demanda com diferentes níveis de investimento.....	41
Figura 5 - Retorno marginal decrescente pelo investimento nos esforços de vendas	43
Figura 6: procedimento metodológico.....	66
Figura 7*: Dispersão de amostras da curva de demanda.....	74
Figura 8: Relação quantidade e preço.....	75
Figura 9: Relação quantidade e investimento em esforços de vendas	76
Figura 10: Histograma de vendas por linhas de produtos entre jan. 2017 e dez 2019	78
Figura 11: Dispersão do custo variável médio de produção.....	79
Figura 12*: Dispersão de custos variáveis médios de produção	80
Figura 13: Função lucro e decisão das empresas.....	83
Figura 14: Dispersão das variáveis chaves do modelo de historico de resultados	84
Figura 15: Preço versus quantidade - Investimento médio (2.402 R\$)	96
Figura 16: Preço versus quantidade - Investimento médio (2.402 R\$) - Zoom	96
Figura 17: Demanda com diferentes níveis de investimento.....	97
Figura 18: Curva de demanda com incerteza	98
Figura 19: Relção de preço versus custo variável médio de produção.....	102
Figura 20: Investimento para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda.....	103
Figura 21: Quantidade para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda.....	104
Figura 22: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda	105
Figura 23: Preço das empresas versus custos variáveis médios de produção	106
Figura 24: Investimento para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda.....	107
Figura 25: Quantidade para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda.....	108
Figura 26: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda	108

Figura 27: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda	112
Figura 28: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda	115
Figura 29: Comparação dos 5 modelos	116
Figura 30: Porcentagem de lucro para diferentes custos de produção versus o lucro de integração vertical	118
Figura 31: Porcentagem de lucro para diferentes multiplicadores de demanda versus o lucro de integração vertical.....	119
Figura 32: Erro ajustado versus preço	135
Figura 33: Erros ajustado versus investimento.....	136
Figura 34: Multicolineariedade: Relação de preço versus investimento	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evoluções tecnológicas e integração das cadeias produtivas.....	22
Tabela 2 - Evolução dos trabalhos de cadeia produtiva	23
Tabela 3 - trabalhos de cadeia produtiva via teoria dos jogos e contratos	30
Tabela 4 - Curva de demanda - Efeito preço	40
Tabela 5 - Dilema dos prisioneiros.....	49
Tabela 6 - Efeitos da dupla marginalização.....	55
Tabela 7: Fator de incerteza da curva de demanda.....	79
Tabela 8: Simulação de Monte Carlo bootstrap para custo variavel médio de produção	99
Tabela 9: Investimento Varejista e diferentes multiplicadores de demanda	110
Tabela 10: Quantidade com diferentes multiplicadores de demanda	111
Tabela 11: Preço e investimento em esforços de vendas para a meta estabelecida em contrato: Diferentes multiplicadores de demanda“ \emptyset ”	114

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	Situação Problema	14
1.2	Questão de Pesquisa e Objetivos.....	15
1.3	Justificativa.....	16
1.4	Contribuições esperadas.....	17
1.5	Pressupostos do Trabalho	17
1.6	Estrutura do trabalho.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	Cadeia Produtiva	20
2.2	Mercado varejo e Limpeza doméstica.....	30
2.2.1	Relação entre empresas.....	33
2.2.2	Contratos existentes.....	35
2.2.3	Geração de valor ao cliente final.....	36
2.3	Modelos de decisão.....	37
2.3.1	Curva de demanda, custo e função lucro	37
2.3.1.1	Incerteza de mercado.....	45
2.3.2	Teoria dos jogos e dupla marginalização	47
2.3.3	Contratos.....	56
2.3.3.1	Rebate.....	57
2.3.3.2	Desconto pela quantidade	58
2.3.3.3	Flexibilidade de Quantidade	59
2.3.3.4	Contratos de recompra	60
2.3.3.5	Compartilhamento de receita.....	61
2.3.3.6	Poder de barganha nos contratos	63
3	MÉTODO.....	65
3.1	Procedimentos metodológicos.....	66
4	RESULTADOS.....	74
4.1	Desenvolvimento.....	74
4.1.1	Curva de demanda.....	74
4.1.2	Custos variáveis médios de produção	79
4.1.3	Cadeia produtiva e incertezas de mercado	82
4.1.4	Modelos sem a presença de contratos.....	83
4.1.5	Modelos com a presença de contratos	88
4.2	Resultados.....	94

4.2.1	<i>Curva de demanda</i>	94
4.2.2	<i>Custo variável médio de produção</i>	99
4.2.3	<i>Histórico de resultados</i>	100
4.2.4	<i>Integração vertical</i>	101
4.2.5	<i>Stackelberg fabricante</i>	105
4.2.6	<i>Desconto por quantidade</i>	109
4.2.7	<i>Rebate</i>	112
4.3	<i>Comparação e discussão de resultados</i>	115
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
	REFERÊNCIAS	127
	APÊNDICE	135
	APÊNDICE A: Testes de significância para demanda	135
	APÊNDICE B: Integração Vertical	138
	1 OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS	138
	2 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS	140
	APÊNDICE C: Stackelberg fabricante	141
	1 OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS DO VAREJISTA	141
	2 OTIMIZAÇÃO DO PREÇO DO FABRICANTE	143
	3 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTO DO FABRICANTE	145
	APÊNDICE D: Desconto por Quantidade	146
	1 OTIMIZAÇÃO DO PREÇO DO FABRICANTE	146
	2 OTIMIZAÇÃO DO CUSTO MARGINAL DO VAREJISTA	149
	3 INVESTIMENTO FABRICANTE	152
	4 INVESTIMENTO VAREJISTA	154
	APÊNDICE E: Rebate	157
	1 OTIMIZAÇÃO DO PREÇO DO VAREJISTA	157
	2 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS	159

1. INTRODUÇÃO

O estudo de cadeia produtiva, abordado de diferentes maneiras e com metodologias bastantes distintas, expressa o propósito científico e prático de busca por uma maior eficiência das empresas e visa compreender a relação entre companhias que atuam no mesmo segmento.

Este estudo realiza um recorte em empresas que atuam em diversas etapas produtivas, em que a otimização dos resultados exige uma série de ações coordenadas das organizações envolvidas no processo. Infelizmente, tais ações nem sempre são de interesse de todas as corporações, uma vez que elas estão preocupadas com a otimização de objetivos próprios e não com os objetivos de toda a cadeia produtiva.

Apesar disso, uma melhoria na performance das cadeias produtivas pode ser atingida quando as empresas coordenam as suas ações, a partir da transferência de dinheiro ou de condições impostas em contrato, que podem alinhar resultados individuais com o objetivo de todas as organizações presentes nesse contexto.

Com isso, a formulação de estratégias para alinhar os objetivos das empresas constitui um dos principais desafios para os executivos, especialistas, acadêmicos e consultores que atuam na área. Cachon (2003) e Dellarocas (2012) indicam que, apesar dessa relação de dependência entre as organizações, a coordenação das suas ações é algo bastante complexo de ser realizado.

De acordo com Whang (1995), os comportamentos racionais e individuais pela busca de maiores lucros tornam as cadeias produtivas ineficientes. Cachon (2001) corrobora com essa ideia e evidencia que quando os lucros da cadeia produtiva têm que ser divididos entre duas ou mais firmas, deve-se encontrar equilíbrios e resultados ineficientes para as empresas.

Ainda de acordo com Whang (1995) e Cachon (2001), os equilíbrios ineficientes da cadeia produtiva são abordados pelo termo “dupla marginalização”, no qual as empresas têm incentivos individuais a elevar o seu preço de comercialização separadamente, resultando em um valor ao consumidor final excessivamente alto e um nível de produção inferior ao ótimo da cadeia produtiva.

Para solucionar este problema, muitos estudos (TSAY, 1999; TAYLOR, 2002; CACHON, 2003; CACHON, 2005; CHEN *et al.*, 2012; POLAK, 2014; FANG, 2018; AJORLOU; JADBABAIE, 2019) exploraram vários tipos de contratos que podem ser aplicados a diferentes setores, com o objetivo de minimizar problemas de equilíbrios ineficientes e de dupla marginalização na cadeia produtiva.

Alguns tipos de contratos já abordados na literatura são os de flexibilidade da quantidade, nos quais se coloca um limite mínimo de produção que precisa ser adquirido pelo fabricante (LIAN; DESHMUKH, 2009). Há também os contratos de recompra ou consignados (EPPEN; IYER, 1997), que abordam o setor de roupas “*fashions*”, no qual o varejista realiza devoluções a um determinado preço para os produtos não vendidos.

Além desses dois contratos, existem os de compartilhamento de receita e de lucro das firmas (CACHON, 2003; LENG; PARLAR, 2009; PALSULE-DESAI, 2013). Esses dois tipos de contratos são baseados em um sistema nos quais um varejista paga ao produtor um preço de atacado para cada unidade comprada, mais uma porcentagem de receita ou lucro gerada. Apesar do contrato de compartilhamento de receita ser relevante na literatura, observa-se alguma limitação prática, uma vez que os custos de transação em negociar, analisar e garantir que os acordos estabelecidos entre empresas sejam cumpridos é alto e, muitas vezes, pouco crível.

1.1 Situação Problema

Neste trabalho, explora-se 2 tipos de contratos: o primeiro é o contrato de “rebate”, em que um bônus é transferido do fabricante para a rede varejista após as vendas atingirem uma meta pré-determinada. Já o segundo contrato é o de desconto por quantidade, no qual o aumento da quantidade demandada pela rede varejista resulta em uma redução no preço unitário pago por item.

O setor de varejo é escolhido pelo alto nível de dependência entre as empresas que atuam no setor. Segundo os dados da Nielsen (2019), as vendas realizadas por marca própria das empresas varejistas representam apenas 5,1% de todas as do setor, indicando elevado nível de dependência do setor com indústrias fabricantes.

Ao se analisar a curva de demanda, pode-se observar um mercado em que não só o preço, mas também a exposição dos produtos nas prateleiras e o poder da marca são determinantes para a tomada de decisão do consumidor final. Por essa razão, a curva de demanda construída neste trabalho incorpora preço e o esforço das vendas, que é mensurada pelo investimento na disponibilidade do produto, propagandas nos pontos de venda e investimentos em melhores locais nas prateleiras dos varejistas.

A cadeia produtiva neste trabalho é composta apenas por um fabricante que apresenta uma marca forte junto ao consumidor final e uma rede varejista com 36 lojas no

interior de São Paulo. O fornecedor da empresa manufatureira não é considerado no modelo, pois realiza venda de commodities e não tem grandes decisões de preços a serem tomadas.

Além disso, a cadeia produtiva de varejo, em geral, apresenta algumas incertezas de mercado, que neste trabalho são analisadas via incerteza de demanda futura e custo variável médio de produção do produto analisado pela empresa manufatureira. As duas incertezas de mercado escolhidas neste trabalho visam ilustrar como os resultados financeiros são alterados com mudanças nas condições de mercado.

Por fim, Emmett e Crocker (2016) propõem que a coordenação do processo produtivo pode ser entendida como algo operacional e estratégico para as empresas. Inicialmente, a cadeia produtiva pode ser entendida como operacional, uma vez que consiste na constante chegada de materiais, transformação dos insumos e disponibilização para os níveis subsequentes da estrutura produtiva. Contudo, com a evolução dos trabalhos, percebe-se que o processo produtivo também deve ser observado como estratégico, pois a definição de escolha dos seus parceiros produtivos e o tipo de relacionamento que vai ser estabelecido com esse parceiro são cruciais para a construção de vantagens competitivas na agregação de valor ao cliente final.

Dessa maneira, este estudo de contratos aplicados a uma cadeia produtiva expressa o propósito de compreensão de mecanismos que mitiguem os problemas de equilíbrios ineficientes existentes na economia. Com base nos conhecimentos prévios, estudos publicados e uma base de dados própria, este trabalho visa analisar como problemas de dupla marginalização, reforçando que os lucros das empresas podem aumentar a partir da coordenação gerada por contratos bem elaborados.

1.2 Questão de Pesquisa e Objetivo

A formulação deste tópico visa apresentar a questão central do trabalho, de maneira simples. Assim, a principal questão de pesquisa a ser abordada ao longo desse trabalho é: “Quais condições de mercado para que os contratos de desconto por quantidade e rebate gerem coordenação em uma cadeia produtiva?”.

Esta questão de pesquisa nos leva a um objetivo geral do trabalho. O objetivo primário é propor uma abordagem, que identifique as condições de mercado, para que os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” gerem maiores lucros para as empresas presentes na cadeia produtiva.

Como consequência, este trabalho tem as seguintes etapas a serem percorridas:

- a) Utilizar uma metodologia que utilize contratos, teoria dos jogos e incerteza nas condições futuras de mercado;
- b) Avaliar o lucro da cadeia produtiva em situações com e sem contratos;
- c) Analisar condições para que os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” sejam eficientes.

O objetivo geral e as etapas levantadas neste tópico são realizadas ao longo do trabalho durante a elaboração da revisão de literatura, na construção da metodologia e na discussão dos resultados presentes neste estudo.

1.3 Justificativa

De acordo com Martins (1994), o trabalho científico deve abordar um tema que seja, ao mesmo tempo, original, importante e viável.

O trabalho pode ser considerado original por duas principais razões. Em primeiro lugar, temos uma lacuna de trabalhos de cadeia produtivas que analisam contratos de “rebate” e “desconto por quantidade”, incertezas de mercado no custo variável médio de produção e demanda via uma modelagem de teoria dos jogos. Ao longo da revisão de literatura se observou poucos trabalhos via teoria dos jogos que abordem as incertezas de demanda no modelo como este trabalho e não foi identificada pesquisa que concerne às incertezas de mercado com os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade”.

Em segundo lugar, o trabalho é construído com um cenário baseado no histórico de resultados, ou seja, com dados empíricos e diferente da grande maioria dos trabalhos. Essa construção permite uma melhor comparação da eficiência dos dois contratos escolhidos para o trabalho versus situações, sem a presença de contratos.

Quanto à importância do tema, pode-se citar Dellarocas (2012), que evidencia que as distorções causadas pela dupla marginalização em preços nas mais diversas cadeias produtivas reduzem o lucro das empresas, aumentam os preços aos consumidores finais e o número de unidades vendidas é menor. Em outras palavras, todos os grupos sociais envolvidos apresentam resultados inferiores ao equilíbrio ótimo.

Em linha com Dellarocas (2012), Cachon (2003) aponta que relações coordenadas entre empresas parceiras, a partir da criação de bons contratos, pode minimizar problemas de dupla marginalização. Dessa maneira, bons contratos poderiam melhorar a situação dos agentes econômicos envolvidos na cadeia produtiva.

Além disso, Bukhari *et al.* (2018) e Terblanche (Bukhari) pontuam que a verticalização da cadeia produtiva não é uma solução para todos os mercados. Mais especificamente, os autores ressaltam que empresas em diferentes etapas produtivas têm importante papel na criação de valor no mercado de varejo.

Por fim, o trabalho se tornou viável, considerando os pressupostos colocados na cadeia produtiva, ao conjunto de produtos analisados, ao referencial teórico para embasamento da pesquisa e aos conhecimentos do prazo e dos recursos necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

1.4 Contribuições esperadas

A partir desta proposta, espera-se que haja uma contribuição para a elaboração de contratos e acordos entre empresas presentes dentro da mesma estrutura produtiva, que mitigue os efeitos de dupla marginalização e penalize os resultados individuais das empresas.

O trabalho espera construir um método que discuta quais as condições de mercado para que cada tipo de contrato seja mais efetivo. Apesar dos dados utilizados serem do segmento de limpeza doméstica, espera-se que essa metodologia e discussão possam ser expandidas e utilizadas para outros segmentos do varejo, permitindo que empresas melhorem os seus resultados e que as cadeias produtivas gerem maior valor ao cliente final a um menor custo.

Ademais, este trabalho visa expandir o conhecimento acadêmico na área de cadeia produtiva por uma metodologia inovadora que utiliza maximização de lucro via teoria dos jogos, contratos utilizados na economia e incertezas de mercado.

Por fim, este trabalho espera contribuir também para as empresas e agentes econômicos que tomam decisão nas cadeias produtivas. Dessa maneira, a presente proposta de pesquisa visa ajudar nas definições de contratos e tipos de parcerias, que podem ser estabelecidas entre fornecedores, manufatureiros e empresas varejistas.

1.5 Pressupostos do Trabalho

Em primeiro lugar, os modelos quantitativos construídos trabalham com uma cadeia produtiva simplificada formada, exclusivamente, por uma família de produtos e que não analisa o impacto em vendas e lucros de outras linhas de produtos. Em outras palavras, a venda cruzada (“*Cross Selling*”) dentro dos supermercados não é analisada.

Além disso, a escolha de trabalhar com dados reais para a construção da curva de demanda oferece alguns pressupostos ao trabalho. Alguns fatores impactam o consumo final do consumidor e não estão relacionados aos níveis de preço e ao investimento realizado em esforços de venda. Os dois parâmetros escolhidos para estimação da demanda podem não ter sido incorporados no modelo.

Ademais, todos os custos de produção são destinados à empresa manufatureira. Em outras palavras, referem-se aos custos de matéria-prima, transformação da mercadoria, logística e impostos que são destinados à empresa manufatureira. Essa metodologia é aplicada para efeito de simplificação na aplicação da teoria dos jogos.

Por fim, a metodologia da teoria dos jogos prevê informação completa dos agentes e ação racional das empresas, que nesse caso visa a maximização de lucro. Esses pressupostos são importantes para a aplicação dos conceitos estudados, mas nem sempre são encontrados na realidade.

Apesar dos pontos levantados, tal pesquisa fornece dados e informações relevantes de coordenação para empresas parceiras em diferentes cadeias produtivas e uma análise da efetividade das práticas mais existentes no mercado, como os contratos de rebate e os contratos de desconto por quantidade.

1.6 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é organizado em cinco capítulos que tentam facilitar a compreensão para o leitor.

No Capítulo 1, o trabalho apresenta uma introdução ao tema desenvolvido. Esse capítulo ainda aborda a questão de pesquisa, assim como o objetivo, justificativa, contribuições esperadas e os pressupostos do trabalho.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão da literatura dos principais artigos publicados. A revisão de literatura aborda artigos sobre cadeia produtiva, setor de varejo e limpeza doméstica e conceitos técnicos, que são utilizados para a construção do modelo quantitativo, como artigos de estimação de curva de demanda, teoria dos jogos, contratos e simulações e cenários para entender as incertezas de custos e demanda.

O Capítulo 3 aborda a metodologia e os dados que serão utilizados no presente trabalho. Neste ponto é analisado o passo a passo para a estimação da curva de demanda e as suas incertezas, números e premissas utilizadas para os custos de produção, composição da estrutura produtiva e descrição da abordagem da teoria dos jogos em cadeias produtivas.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados, divididos em 3 pontos: o primeiro é o desenvolvimento que incorre nos dados utilizados, principais premissas e descrição detalhada dos modelos matemáticos utilizados. A segunda parte aborda os resultados e, por fim, temos a discussão de resultados encontrados e as comparações entre os diferentes modelos utilizados.

Ao final, o Capítulo 5 realiza as conclusões e as considerações finais do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico do trabalho é dividido em três grandes blocos. O primeiro aborda os trabalhos de cadeia produtiva, assim como a definição do termo; a evolução de trabalhos na área; o conceito e problemas de cadeias não coordenadas e os benefícios da coordenação e dos relacionamentos em longo prazo.

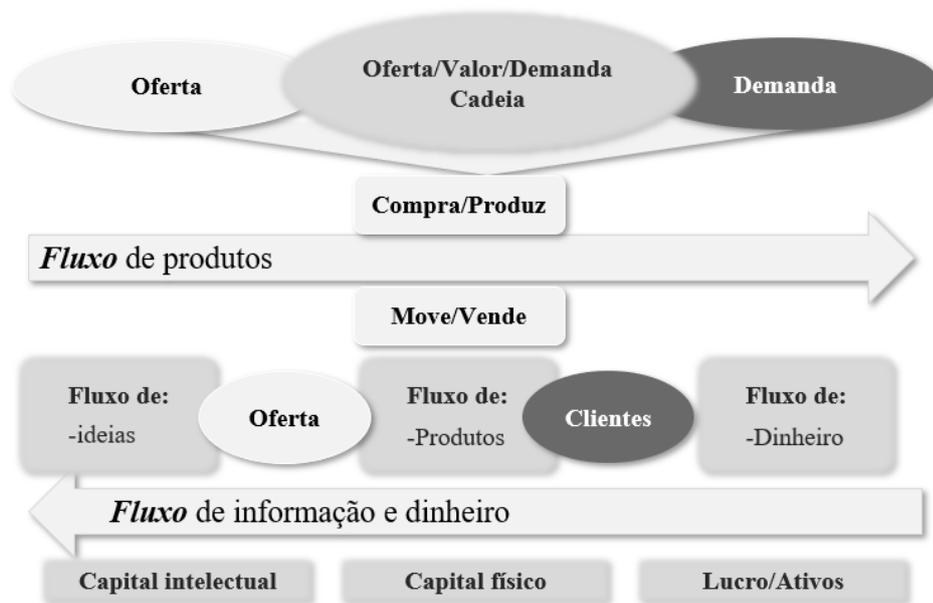
O segundo ponto discutido é o mercado de varejo e limpezas domésticas. Neste tópico, o trabalho evidencia o tamanho de mercado, as principais tendências, as empresas presentes nessa cadeia produtiva, os tipos de relacionamento e os principais fatores que geram valor ao consumidor.

Por fim, o capítulo de referencial teórico analisa os 4 principais conceitos técnicos utilizados ao longo do trabalho: a) curva de demanda, b) teoria dos jogos, c) contratos e d) simulações de cenários e Monte Carlo Bootstrap. Apesar desses conceitos técnicos serem utilizados comumente em publicações de diferentes áreas do conhecimento também são amplamente abordadas em trabalhos de cadeias produtivas e ao longo deste trabalho.

2.1 Cadeia Produtiva

A cadeia produtiva é entendida como um processo que integra, coordena e controla o movimento não só de bens e materiais, mas também de informações e fluxo de caixa entre diferentes empresas e o consumidor final. Com isso, estudos como Emmett e Crocker (2016) entendem que o processo de produção ocorre em dois sentidos. O primeiro e mais conhecido é o fluxo de produtos, no qual as empresas agregam valor nas diferentes etapas produtivas até chegar ao consumidor final. O segundo sentido é o fluxo de informação e o fluxo de caixa, que ocorre a partir do consumidor final para empresas anteriores ao fluxo de produção. A Figura 1 de Emmett e Crocker (2016) mostra o fluxo de produtos e informações.

Figura 1 - Fluxo de produtos e informações



Fonte: Adaptado e traduzido de Emmett e Crocker (2016)

Conforme podemos observar na Figura 1, o fluxo de produto ocorre em direção à demanda final. Além disso, o fluxo de produtos inclui todo o processo operacional de produção, como transportes entre as empresas, equipes de recebimento e despacho dos produtos, locais de armazenamento e um relacionamento de venda e compra entre as empresas. Já o fluxo de informação e caixa cobre dados de estoque existente, expectativa de demanda futura, elementos relevantes ao perfil do consumidor final e o fluxo de caixa que viabiliza ou não que as organizações continuem a fazer negócio com a existência de dinheiro em caixa.

Com relação ao aspecto histórico dos trabalhos de cadeias produtivas, a evolução dos sistemas de tecnologia, transportes, comunicação, tipo de trabalho, disponibilidade de dados entre as empresas e a evolução das estruturas são fatores-chave para a compreensão desse avanço.

De acordo com a Tabela 1, elaborada por Emmett e Crocker (2016) e adaptada para este trabalho, a evolução da tecnologia tornou as cadeias produtivas mais colaborativas e dinâmicas, além de tornar a gestão mais proativa e passar a ter foco em custos variáveis.

Tabela 1 - Evoluções tecnológicas e integração das cadeias produtivas

	Ações reativas	Ações pró-ativas e dinâmicas
Tecnologia	Sistemas de TI próprios Extensivo em trabalho Usuários se adaptam à tecnologia	Sistemas de (TI) integrados Sistemas automatizados Tecnologia se adapta aos usuários
Negócios	Tomadas de decisões individuais Competição entre empresas Produtos com longo ciclo de vida Análises de custos fixos	Tomadas de decisões colaborativas Competição entre cadeias produtivas Produtos com menor ciclo de vida Análise de custos variáveis

Fonte: Adaptado e traduzido de Emmett e Crocker (2016)

Com a evolução das cadeias produtivas, artigos acadêmicos publicados nessa área também sofreram grandes impactos. Ao longo dos anos de 1980, os trabalhos relacionados à cadeia produtiva eram denominados “funcionais” e tinham como principal foco a redução de custos fixos para produtos padronizados. O trabalho de Shank (1989) analisa os diferentes custos existentes dentro da cadeia produtiva no transporte e armazenamento das mercadorias.

Já na década de 90 e início dos anos 2000, conseguimos observar os estudos de Lambert e Cooper (1998, 2000), Davis (1993) e Harland (1996), que são denominados por Emmett e Crocker (2016) como “responsivos”. Esses trabalhos já abordavam a ausência de coordenação e os impactos de ações não colaborativas entre os diferentes parceiros comerciais e no resultado geral da cadeia produtiva. Com isso os trabalhos, tais autores introduzem o conceito de “gerenciamento da cadeia produtiva”, que visa aumentar a coordenação entre as empresas presentes na mesma estrutura produtiva, tema que é abordado mais à frente.

Além disso, também se pode observar uma grande quantidade de publicações que modelam esses problemas de não coordenação da cadeia produtiva matematicamente, por via da teoria dos jogos. Um exemplo clássico e que é abordado neste trabalho é a modelagem de dupla marginalização, em que as empresas têm incentivos a elevar o seu preço, resultando em um valor ao consumidor final superior ao que uma empresa verticalmente integrada definiria. Com isso, uma cadeia produtiva descentralizada atinge um equilíbrio de produção abaixo do ótimo e com preços finais excessivamente altos.

Mais recentemente, os trabalhos sobre as cadeias produtivas evoluíram para modelos com maiores níveis de integração, menor tempo de resposta entre as empresas e melhores sistemas de tecnologia de informação, chamados de “adaptativos”. Esses trabalhos passaram a incorporar possíveis soluções. Chauhan e Proth (2005) estudam os possíveis cenários e resultados financeiros de contratos de compartilhamento de lucro no cenário de parceria entre fabricantes e varejistas para incertezas de mercado.

A Tabela 2 apresenta a seguir um resumo das principais mudanças nas cadeias produtivas.

Tabela 2 - Evolução dos trabalhos de cadeia produtiva

Atributo	Cadeias produtivas funcionais - 1980s	Cadeias produtivas responsivas – 1990/2000s	Cadeias produtivas adaptativas - 2010s
Objetivos	Custo, competição entre as empresas e produtos padronizados	Impactos da não coordenação	Contratos e competição entre cadeias produtivas
Tempo para Resposta	Semanas/meses com respostas estáticas	Dias/Semanas com respostas dinâmicas e estáticas	Tempo real com respostas dinâmicas
Tecnologia de=a informação	Controles manuais realizados por pessoas	ERP diversas	Conexão WeB
Disponibilidade de dados	Baixo	Médio	Alto
Colaboração entre empresas	Baixo	Médio	Alto

Fonte: Adaptado e traduzido de Emmett e Crocker (2016)

Assim como apresentado na Tabela 2 acima, o nível de colaboração entre as empresas passa a ser considerado alto por Emmett e Crocker (2016) a partir da última década, uma vez que a falta de coordenação na cadeia produtiva gera prejuízo para as diferentes partes envolvidas na cadeia produtiva.

Christopher e Holweg (2011) observam que a relação entre duas organizações é uma via de duas mãos. Para exemplificar essa afirmação, os autores declaram que quando a empresa manufatureira não cumpre os seus prazos pré-estabelecidos, é provável que a varejista não consiga cumprir os seus prazos de entrega, refletindo negativamente nesta última. Outro cenário é quando a empresa varejista armazena ou transporta o produto de forma inadequada, gerando danos a ele, refletindo, agora, de forma negativa, na empresa manufatura.

Em linha com esses autores, Mentzer *et al.* (2001) apontam que o consumidor final não diferencia os inúmeros estágios da cadeia produtiva, mas sim o produto que lhe é entregue. Em outras palavras, se o produto entregue ao consumidor final apresenta algum problema de qualidade, preços excessivamente altos ou prazos de entrega não cumpridos, todas as empresas da cadeia produtiva são penalizadas nos seus resultados e não somente a que está em contato com o consumidor final.

Um exemplo bastante explorado na literatura é a cadeia produtiva verde, que estuda consumidores finais preocupados em não prejudicar o meio ambiente ou produtos que garantam os direitos trabalhistas (SRIVASTAVA, 2007). Nessas cadeias é fundamental que as empresas tenham informações dos seus parceiros comerciais para garantir que não esteja associada à má conduta e não prejudique o seu relacionamento com os seus clientes finais e, conseqüentemente, com os seus resultados financeiros.

Com diferentes tipos de organização de cadeia produtiva, Souza e Rocha (2009) evidenciam que a relação entre as empresas na mesma cadeia produtiva ocorre de três formas: tirania, oligarquia e democracia. A tirania acontece quando apenas uma empresa domina a cadeia e tem alto poder de negociação. Por outro lado, a oligarquia acontece quando duas ou mais empresas dividem o poder de negociação e não controlam a cadeia de maneira individual. Por fim, Souza e Rocha (2009) definem que na cadeia democrática, na qual não existe uma empresa no controle, as alianças ocorrem para atingir objetivos individuais e coletivos e as empresas têm poder de negociação similar.

Apesar dos diferentes tipos de relação e interdependência entre estas empresas, Giannoccaro e Pontrandolfo (2004) defendem que a coordenação “perfeita” de uma cadeia produtiva acontece somente quanto existe apenas um tomador de decisão, que deveria ter o poder para executar todas as ações que achar adequada e, ao mesmo tempo, deter todas as informações relevantes para a tomada de decisões.

No entanto, essas condições são bem pouco realistas e aconteceriam somente em duas situações. A primeira seria a partir da verticalização da estrutura produtiva, na qual apenas uma firma realiza todas as etapas produtivas, além de ser a tomadora de todas as decisões estratégicas, mas esse é um cenário improvável, com desvantagens, como exposto por Badasyan *et al.* (2009). De acordo com o autor, uma cadeia produtiva verticalmente integrada costuma ser inflexível e inadequada em termos de resposta às diversas alterações da economia, reduzindo as possibilidades de decisão da empresa.

A segunda situação seria pela coordenação irrestrita de ações entre as empresas que estão na mesma estrutura produtiva. No entanto, Badasyan *et al.* (2009) mostram que essa condição de coordenação irrestrita também é pouco realista, uma vez que uma cadeia produtiva é composta por várias empresas que têm lucros e resultados individuais, na maioria das vezes, conflitantes entre si.

Dessa maneira, Giannoccaro (2018) acredita que as empresas podem trabalhar em cenários com cadeias produtivas mais centralizadas, com poucos tomadores de decisões, mitigando os problemas de coordenação e informação entre as empresas. No entanto, a situação

mais frequente é a cadeia produtiva mais descentralizada, com empresas independentes, baixo fluxo de informação e ações não coordenadas.

Entre os problemas decorrentes dessa não coordenação, Duan e Liao (2013) relatam os gerados a partir da má gestão de inventário. Os autores indicam que quando empresas varejistas e manufactureiras organizam o seu estoque de maneira independente, ambas tendem a trabalhar com altos níveis de inventário, devido à incerteza e à falta de informação dos seus parceiros comerciais.

Uma situação bastante similar ocorre no chamado “caso da cerveja”, que é mais bem detalhado em Coppini *et al.* (2010). Esse modelo indica que quando a cadeia produtiva não é coordenada, as decisões de inventário são ineficientes. Isso ocorre, pois os diferentes agentes econômicos não têm informação completa do real nível de demanda, devido à falta de compartilhamento de informação entre as empresas.

Além da gestão de inventário, pode-se destacar também a gestão de custos interorganizacionais e o chamado “*Open Booking Accounting*” como maneiras de otimização e competitividade da cadeia produtiva, por uma visão mais estratégica na gestão de custos entre empresas presentes na cadeia produtiva.

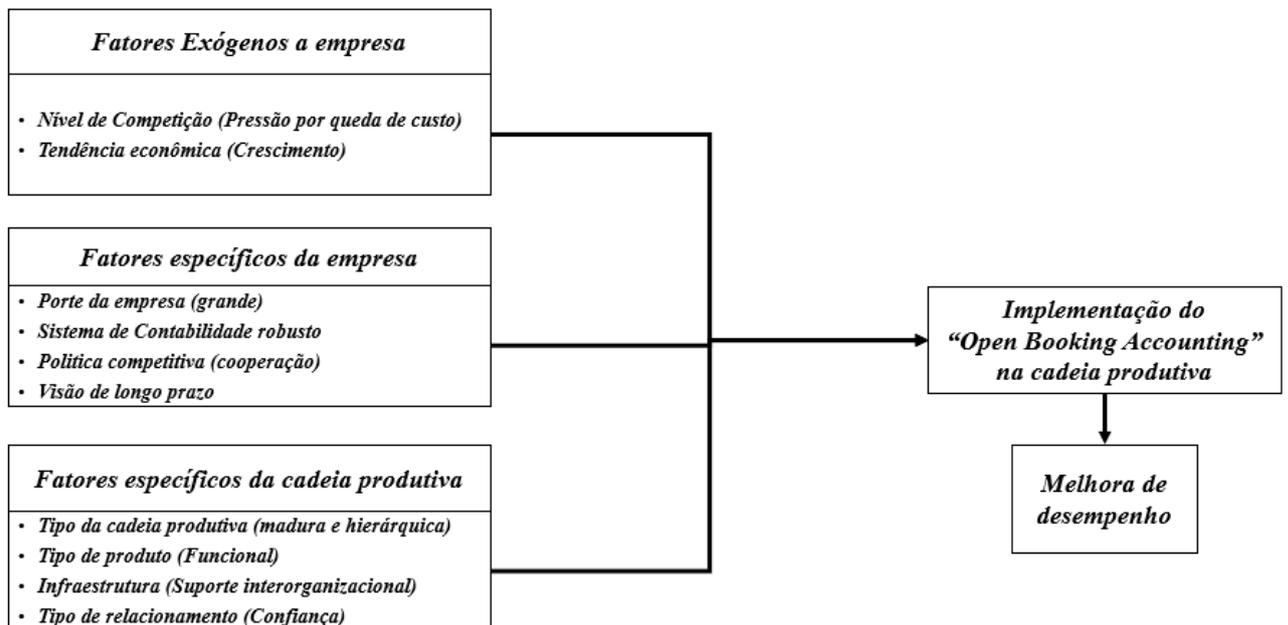
De acordo com Souza e Rocha (2009), a gestão de custos interorganizacionais é um modelo em que as empresas envolvidas em uma mesma cadeia produtiva podem compartilhar informações para melhorar a sua gestão de custos. Para Bartz *et al.* (2014), as organizações que passem a realizar parcerias estratégicas pelo compartilhamento de informações e colaboração mútua fazem com que a cadeia de valor gere maior valor ao cliente.

Em linha com a gestão de custos interorganizacionais, o chamado “*Open Booking accounting*” é definido por Almeida e Duarte (2018) como: “Processo de compartilhamento de informações não públicas, relativas a custos, processos e/ou atividades, entre partes em um relacionamento, com o objetivo de otimizar a gestão de custos”.

Agndal e Nilsson (2008) observam que o objetivo do “*Open Booking accounting*” é permitir a colaboração de empresas presentes na mesma cadeia produtiva a partir do compartilhamento de informação. Romano e Formentini (2012) também destacam que o “*Open Booking accounting*” permite uma melhor relação entre empresas na mesma cadeia produtiva em longo prazo.

Além disso, Kajüter e Kulmala (2005) analisam que, para a implementação do “*Open Booking accounting*” em uma cadeia produtiva, três fatores se fazem necessários: a) Características específicas da empresa; b) fatores exógenos a empresa e c) Características específicas da cadeia produtiva. A Figura 2 evidencia esses três fatores.

Figura 2 - Fatores contextuais para a implementação do "Open book accounting"



Fonte: Adaptado e traduzido de Kajüter e Kulmala (2005)

A Figura 2 demonstra um conjunto de condições que facilita a implementação do "Open Booking accounting" em uma cadeia produtiva. Essa colocação está em concordância com Aguiar, Rezende e Rocha (2008), que ressaltam que a aplicação do "Open Booking accounting" depende de um conjunto de fatores internos, externos e características da cadeia produtiva na qual a empresa está inserida.

A falta de coordenação também é explorada no trabalho de Whang (1995), que aborda o comportamento das organizações e demonstra que ações que visam otimizar resultados financeiros individuais é, na maioria das vezes, ineficiente na performance de toda a cadeia produtiva. Nesse cenário, a coordenação entre as empresas poderia resultar em melhores resultados coletivos e individuais para elas.

Por fim, Cachon (2003) infere que a falha na otimização dos resultados de uma cadeia produtiva é algo rotineiro nas organizações e os resultados não são necessariamente alinhados com incompetências gerenciais, mas sim devido ao conflito de interesses na divisão de lucros entre duas ou mais firmas.

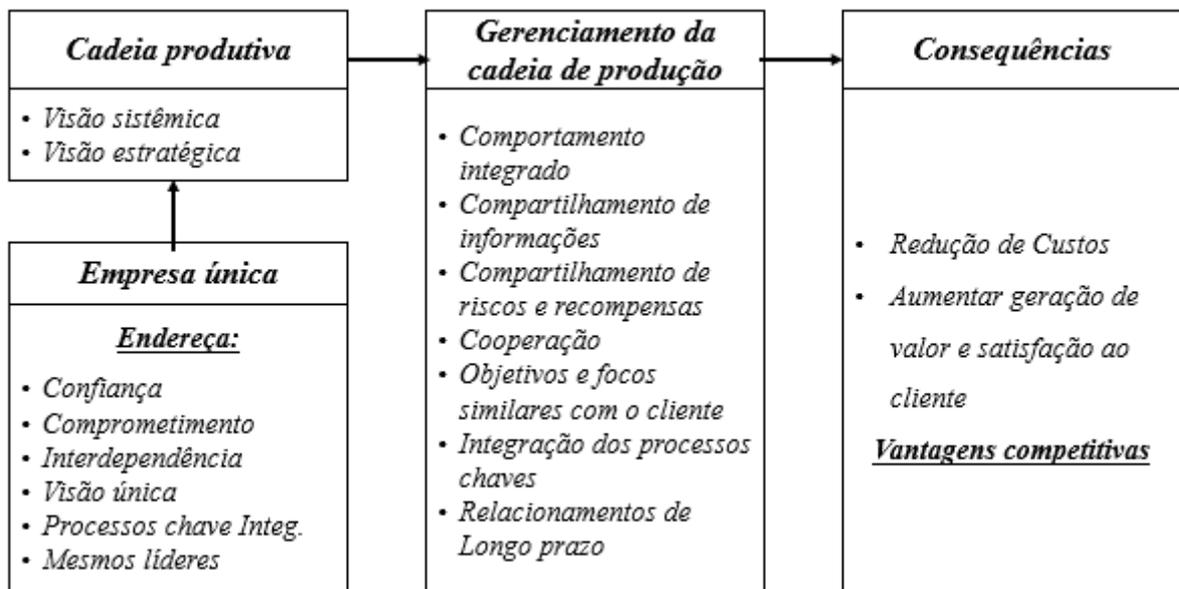
Dessa maneira Monczka *et al.* (2008) acreditam que o gerenciamento e a coordenação da cadeia de produtiva podem ser um diferencial na criação de vantagens competitivas. La Londe (2007) ainda propõe que a cadeia produtiva gerenciada pode elevar o nível de satisfação e o valor adicionado ao cliente final de maneira consistente ao longo do

tempo. Com isso, a cadeia produtiva e as empresas a elas pertencentes podem ter melhores resultados financeiros.

Nesse contexto de gerenciamento da cadeia de suprimentos, Mentzer *et al.* (2001) realizam um importante trabalho de definição do conceito de “Gestão de cadeia produtiva”. De acordo com o trabalho, gerenciar a cadeia produtiva se baseia em planejamento estratégico de fluxos de bens, informações, caixa e outros aspectos, que devem ser coordenadas pelas sete principais atividades: a) comportamento integrado; b) compartilhamento de informação; c) compartilhamento de riscos e recompensas; d) cooperação; e) objetivo e foco em atender bem o cliente; f) integração dos processos e g) construção de relações perenes ao longo dos anos.

Mentzer *et al.* (2001) elaboram o esquema apresentado na Figura 3 deste trabalho, que realiza a comparação da competição individual das empresas, para uma visão mais estratégica, em que as empresas não competem entre si, assim como analisado no tópico de “impactos da não coordenação” desta pesquisa. Na sequência, são abordados os 7 pontos-chave do seu trabalho para o gerenciamento da cadeia produtiva e, por fim, os benefícios e as vantagens competitivas abordados por Porter (1985), que diferenciam os resultados individuais de uma empresa.

Figura 3 - Antecedentes e consequências da gestão da cadeia produtiva



Fonte: Adaptado e traduzido de Mentzer *et al.* (2001)

Hugos (2018) destrincha as principais características observadas em uma cadeia produtiva gerenciada e descreve que as tomadas de decisões coordenadas deveriam obter melhores resultados financeiros individuais para todas as empresas no processo produtivo. Para

Hugos (2018), a melhoria nos resultados poderia advir da redução de custo ou de ações que resultem no aumento da venda dos seus produtos.

Como discutido, o gerenciamento da cadeia produtiva de sucesso tem como princípio-chave, a integração e a coordenação de empresas independentes. A compressão técnica dos benefícios da uma coordenação pode parecer simples, mas o que se observa na prática é um desafio bem mais complexo, devido à política das organizações, longo período de parcerias e, principalmente, por envolver relacionamento humano e objetivos individuais.

McCarter *et al.* (2005) entrevistaram 51 executivos que atuam em vários elos da estrutura produtiva e concluíram que as pessoas, os perfis de organizações e o compartilhamento de resultados são mais cruciais para a integração e a coordenação das tomadas de decisão do que os avanços em tecnologia de informação.

Com isso, melhorar a integração dos recursos humanos entre as empresas é fundamental para aperfeiçoar o gerenciamento da cadeia produtiva. De acordo com Emmett e Crocker (2016), muitas vezes as empresas parceiras não têm a dimensão e o conhecimento da dificuldade das atividades geradas pelas outras empresas. Essa falta de conhecimento e entendimento pode levar a conflitos desnecessários, dificultando a organização de tomadas de decisões.

Ademais, Emmett e Crocker (2016) citam que incentivos em curto prazo podem desviar dos comportamentos ótimos de longo prazo, podendo levar incertezas e desconfianças no comportamento das empresas na cadeia produtiva. Segundo esses autores, o comportamento da visão de lucro em curto prazo, geram desconfiança entre os parceiros, podendo mudar comportamentos pré-acordados e até não compartilhamento de informações fundamentais em vínculos de confiança.

Johnston *et al.* (2014) examinaram as possíveis dificuldades de relacionamentos que poderiam ser estabelecidos entre fabricantes e varejistas de uma cadeia produtiva. O estudo realizou entrevistas para compreender o quanto agentes econômicos suspeitam que os seus parceiros comerciais utilizam da força da marca para exercer preços excessivamente altos. Além disso, o estudo verifica se os tomadores de decisão de empresas manufatureiras entendem que os seus parceiros comerciais compartilham ou não todas as informações relevantes e, por fim, se têm ou não ações colaborativas na cadeia produtiva.

Os autores mostram que as empresas com crença em comportamentos colaborativos têm melhores resultados financeiros, com maior percepção de otimização nos resultados e alto nível de satisfação dos parceiros comerciais. Fawcett *et al.* (2012) acreditam que a confiança é

o principal fator para a realização de ações colaborativas e que a sua ausência não é suficiente para manter as relações da cadeia produtiva em longo prazo.

Por fim, os estudos de Arrighetti e Bachmann (1997), Dyer *et al.* (2000), Ghosh e Fedorowicz (2008), e mais recentemente de Sluis e Giovanni (2016), abordaram a importância da relação contratual no aumento da confiança das relações e acreditam que os contratos têm o poder de alterar os incentivos em curto prazo que uma ou outra empresa poderiam ter. Dessa maneira, esses contratos têm papel fundamental para que as organizações não desviem do seu compromisso e mantenham comportamentos ideais em médio e longo prazo.

Apesar dos contratos serem importantes para estratégias em longo prazo, Ghadge *et al.* (2013) abordam que as incertezas de mercado são variáveis que alterem ao longo do tempo e contratos podem estabelecer resultados até piores em situações de alta volatilidade. Nessas situações, o autor defende que o gerenciamento de riscos seja realizado de maneira proativa e trabalha metodologias para entender e incorporar as incertezas de mercado nas decisões da cadeia produtiva.

Flynn *et al.* (2016) abordam uma cadeia produtiva com um fabricante e um varejista, defendendo contratos de compartilhamento de receita que incorporam as incertezas de demanda. O trabalho defende que a volatilidade da demanda é algo presente em várias situações, fazendo com que o gerenciamento e o compartilhamento de riscos sejam necessários para que contratos em longo prazo sejam estabelecidos.

Além disso, pode-se citar Tang e Musa (2011), Lockamy (2014), Kilubi e Haasis (2015) como trabalhos que abordam a revisão de literatura de cadeias produtivas com incertezas. Nesses estudos, os autores abordam a criação de cenários e situações de mercado que podem ocorrer e gerar volatilidade nos resultados de lucro e venda. A sua relevância ocorre, uma vez que abordam situações dinâmicas consistentes com a realidade observada no mercado.

O trabalho de Baz e Ruel (2020) realiza uma pesquisa empírica sobre os efeitos de um gerenciamento de riscos ativos na cadeia produtiva. A partir de uma equação estrutural, o estudo desses autores indica a importância do gerenciamento ativo dos riscos para mitigar movimentos disruptivos como o COVID-19 nas cadeias globais em 2020.

Essa relação de benefícios da coordenação da cadeia produtiva via contratos é modelada pela teoria dos jogos em alguns trabalhos citados ao longo dessa revisão de cadeia produtiva. A Tabela 3 expõe alguns desses trabalhos.

Tabela 3 - Trabalhos de cadeia produtiva via teoria dos jogos e contratos

Autor	Ano	Tipos de Contrato	Decisões das empresas	Cadeia produtiva	Incertezas de Mercado
<i>Taylor</i>	2002	Rebate e Desconto por Quantidade	Esforço de vendas	1 empresa manufatureira e 1 distribuidores	Não
<i>Cachon</i>	2003	Varios	Preço	1 distribuidor e 1 revendedor	Não
<i>I Giannoccaro P. Pontrandolfo</i>	2004	Compartilhamento de Receita	Preço	1 Revendedor, 1 distribuidor e 1 manufatureiro	Não
<i>Saha</i>	2013	Rebate e Desconto por Quantidade	Esforço de vendas e preço	1 empresa manufatureira e vários distribuidores	Não
<i>B Hu, Y Feng</i>	2017	Compartilhamento de Receita	Preço	1 distribuidor e 1 revendedor	Sim
<i>T Nie, S Du</i>	2017	Descoto por quantidade	Preço	1 fornecedor e 2 distribuidores	Não
<i>BB Venegas, JA Ventura</i>	2018	Descoto por quantidade	Preço e Inventario	1 fornecedor e varios distribuidores	Não
<i>Ajorlou & Jadbabaie</i>	2019	Rebate	Preço e qualidade	1 manufatureiro e varios distribuidores	Não
<i>Jabarzare, Rasti-Barzoki</i>	2020	Compartilhamento de Receita e Lucro	Preço e qualidade	1 manufatureiro e 1 empresa de empacotamento	Não

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Tabela 3 indica que a metodologia da teoria dos jogos já é utilizada desde o início dos anos 2000, com alguns trabalhos mais recentes sendo publicados nos últimos anos. Ademais, a tabela indica que diferentes tipos de contratos, decisões tomadas pelas empresas e estruturas de cadeias produtivas são utilizadas pelos trabalhos. Por fim, destaca-se que dentre os artigos selecionados apenas um artigo trabalha com incertezas de mercado.

2.2 Mercado varejo e Limpeza doméstica

Diferentemente do atacado, o mercado de varejo é o setor que atende diretamente o consumidor final. Hoje, o setor de varejo no Brasil é responsável pela geração do maior número de empregos formais no país segundo dados do cadastro geral de empregados e desempregados (“Caged”) do Ministério da Economia do Brasil, de outubro de 2020. Além disso, o varejo brasileiro impacta 47,4% do PIB, de acordo com dados do banco central do Brasil de 2019.

Dentro do mercado de varejo se encontra o de limpeza doméstica, que é objeto de estudo deste trabalho. No mercado de limpeza doméstica, existe uma quantidade muito baixa de trabalhos acadêmicos publicados. Com isso, as informações que são utilizadas neste tópico

são advindas de entrevistas semiestruturadas com pessoas que atuam no setor e dados de pesquisas realizada por empresas privadas e públicas desse setor.

De acordo com Nielsen (2019) quanto à penetração de mercado, as principais linhas de produtos do segmento de limpeza são formadas por várias marcas nacionais e internacionais e os produtos são utilizados para remover impurezas e sujeiras presentes nos mais diferentes domicílios. Ainda de acordo com Nielsen (2019), os principais produtos do segmento de limpeza em vendas são detergentes, sabão em pó, sabão em barra, produtos multiuso e a esponja para lavar louça, produto que é utilizado neste trabalho.

De acordo com dados da Sebrae de 2019, o Brasil é o quarto maior mercado de limpeza doméstica do mundo, a frente de importantes países, como Alemanha e Inglaterra, atingindo o valor de 22 bilhões de reais. Com isso, o gasto médio do brasileiro em produtos de limpeza é um pouco superior a R\$ 100,00 por ano ou próximo a R\$ 400,00 por residência, com grande espaço de crescimento em um cenário de desenvolvimento socioeconômico.

De acordo com o “*Now Market Institute*”, de 2018, o gasto médio do brasileiro com limpeza doméstica é pouco acima de 4 horas por semana, o que é bastante elevado quando comparamos com países em que há maior interesse e costume, o que evidencia o potencial de vendas no mercado brasileiro.

Além disso, o mercado mostra tendências de crescimento, dada a pandemia do COVID-19. De acordo com pesquisas recentes, o terceiro trimestre de 2020 trouxe importantes ganhos para o setor de limpeza doméstica.

Quando entramos mais especificamente no mercado de esponja, produto selecionado para este trabalho, pode-se observar um crescimento de 9,8% nas vendas do terceiro trimestre do ano de 2020, de acordo com dados da Nielsen (2019). De acordo algumas entrevistas semiestruturadas, o mercado de esponjas teve uma expansão, dado que as pessoas estão mais tempo em casa e realizando maior quantidade de refeições em casa devido ao “*home-office*”.

Ademais, o mercado de esponjas se constitui como um setor com alto nível de competitividade entre as empresas presentes no segmento. De acordo com dados da Nielsen (2019), o mercado de esponjas é formado por uma empresa multinacional que detém 43% do mercado nacional e tem importantes marcas que apresentam diferentes níveis de penetração nas diversas regiões do Brasil. Além disso, o mercado de esponjas apresenta três empresas nacionais que detêm 42% do mercado e, por fim, 15% do segmento é composto por empresas menores e marcas próprias.

A partir dos dados coletados, pode-se verificar que a principal matéria-prima utilizada na produção de esponjas é o poliuretano, que é um polímero que compreende uma cadeia de unidades orgânicas unidas e amplamente usado na produção de espumas rígidas e flexíveis, em elastômeros duráveis e em adesivos de alto desempenho, em selantes, em pneus, preservativos, carpetes, colchões e esponjas de limpeza doméstica.

A compra desse material pode ser realizada via vários fornecedores nacionais e internacionais, que podem disponibilizar a matéria-prima em condições similares. Além disso, a pesquisa em sites especializados (como: <http://www.wtaplastic.com.br/>; <http://www.casadagua.com/> e www.moldflexmodelagem.com) indica uma competição intensa por preço.

Segundo análises do setor, melhores condições de preços são o principal fator para o fechamento do contrato, já que o poliuretano pode ser considerado uma commodity com baixo valor agregado e sem grandes variações entre as empresas. Dessa maneira, o poder de barganha das empresas que comercializam o poliuretano é muito baixa e não apresenta nenhum poder de negociação no momento de comercialização da mercadoria, ou seja, o valor comercializado deve ser bastante próximo ao custo de produção, assim como as principais commodities comercializadas no mercado de ações.

As empresas manufactureiras que atuam no segmento de limpeza doméstica são responsáveis pela transformação da matéria-prima no produto que é disponibilizado para o consumidor final. Em geral, essas organizações têm como principais custos a compra de matéria prima, transformação do produto e a logística, que compreende a grande maioria dos custos.

Além disso, as empresas manufactureiras apresentam capacidade de produção bastante grande, sendo comercializada não somente em níveis regionais, mas nacionais e internacionais. Ademais, o mercado de limpeza doméstica vem mostrando que o poder da marca e qualidade de produtos são um diferencial.

Essas condições são de extrema importância para que esta empresa tenha poder de negociação frente às grandes e pequenas redes varejistas. Quanto maior esse poder de barganha, maior a sua capacidade de imposição de preços e contratos, sendo benéficos às suas empresas e à sua própria capacidade de geração de lucro.

As redes varejistas que atuam no segmento de varejo se caracterizam por ter diferentes tamanhos, sendo algumas regionais, algumas nacionais e outras internacionais. Essas empresas agregam valor à cadeia produtiva, uma vez que conseguem disponibilizar um mix de produtos e marcas de maneira bastante prática ao consumidor final.

Para o mercado de limpeza, isso não é diferente. A empresa varejista traz bastante praticidade ao cliente final na realização da compra e permite realizar a comparação de preços e produtos de maneira bastante simplificada.

Por fim, é importante destacar que o varejista não pode ter o seu preço aplicado ao cliente final controlado por outras empresas da cadeia produtiva. Em outras palavras, mesmo comprando de empresas manufatureiras muito grandes, tem-se total independência na tomada de decisão do preço que é aplicado ao cliente final. Aliás, em geral, pequenos varejistas, que conseguem chegar às pequenas localidades, apresentam uma margem, o que pode ser até maior do que grandes redes que atuam em grandes centros populacionais e encontram maior competição com outras redes varejistas.

2.2.1 Relação entre empresas

Como discutido, as empresas que fornecem matéria prima para o mercado de limpezas para toda a cadeia produtiva têm pouco ou até nenhum poder de negociação no momento de decisão de preço que é aplicado, já que se trata de fornecimento de commodities que podem ser facilmente substituídas no mercado.

Por outro lado, a relação entre manufatureiros e redes varejistas em uma cadeia produtiva de limpeza é conflituosa, pois as empresas tomam decisões que afetam os resultados dessa cadeia. Tanto a empresa manufatureira quanto a rede varejista têm resultados individuais e decisões independentes, mas que afetam diretamente os resultados encontrados pelas outras empresas. Dois exemplos clássicos que serão explorados ao longo deste trabalho são o preço e o investimentos em esforços de vendas.

Em relação ao preço, Fang (2018) indica que as empresas têm incentivos individuais para elevar o seu valor de comercialização, o que resulta em um custo ao consumidor final superior ao que uma única empresa definiria. Em outras palavras, existe uma dupla marginalização no processo produtivo, que resulta em preços finais excessivamente altos e lucro que não são um equilíbrio ótimo de Pareto. Sobre a relação do investimento em esforços de vendas, Saha (2013) sugere que os custos são para apenas uma empresa, o que gera aumento de vendas e lucro para as duas empresas e resulta em investimentos inferiores ao ótimo de Pareto.

Mais recentemente, Olbrich *et al.* (2017) apontam que o avanço da tecnologia aumentou a capacidade das empresas em executar mais de uma etapa produtiva, resultando em

significantes rupturas em várias cadeias produtivas. Dessa forma, empresas que antes eram parceiras comerciais passam a ser competidoras diretas.

Na cadeia produtiva de produtos de limpeza isso não é diferente. Grandes redes varejistas passam a construir a sua marca própria de produtos para os mais diferentes mercados. De acordo com Sutton *et al.* (2017), essa estratégia traz três grandes vantagens aos varejistas: a) aumentar os seus lucros nessas linhas de produtos, já que podem comprar a preços mais baratos, b) fidelizar o cliente por produtos que sejam únicos a determinadas lojas e c) aumentar o seu poder de barganha no momento de negociação com as empresas manufatureiras, uma vez que ter essas opções favorecem a negociação (SANJAY *et al.*, 2019).

Sob a ótica da empresa manufatureira, avanços tecnológicos de *e-commerce* e logística facilitam estratégias para chegar ao consumidor final sem a necessidade de um parceiro comercial. Essas estratégias visam extrair parte dessa margem de disponibilização do produto para a própria empresa manufatureira e criar alternativas para aumentar o seu poder de barganha (SANJAY *et al.*, 2019).

Apesar das diversas estratégias, o mercado de limpeza doméstica ainda mostra grande dependência da sua cadeia produtiva e uma relação harmônica entre as organizações. Quando analisamos sob a ótica do varejista, os produtos de limpeza doméstica representam cerca de 7% de todas as vendas realizadas. Porém, produtos não perecíveis e de fácil nível de comparação de preços, como os produtos de limpeza, são uma atração aos consumidores, que também adquirem outros produtos dentro dos varejistas (ERCIS *et al.*, 2010).

Além disso, Zboja e Voorhees (2006) demonstram um modelo matemático, no qual a confiança e a satisfação do consumidor final com as redes varejistas dependem de produtos de qualidade e marcas disponíveis nas prateleiras. Dessa maneira, produtos de limpeza doméstica são importantes para passar confiança ao consumidor final e atrair o consumidor para gerar lucros não somente nas linhas de limpeza, mas também em outras linhas de produto dentro dos varejistas.

Quando analisamos os dados, a Nielsen (2019) indica que as marcas próprias representam apenas 4,4% do mercado de limpeza no Brasil em 2019. Em outras palavras, esse é um dado que mostra a clara dependência das redes varejistas às marcas manufatureiras do setor de limpeza.

Quando analisamos sob a ótica da empresa manufatureira, as plataformas digitais para compra de uma única marca de produtos de limpeza doméstica ainda é algo bem distante da realidade. De acordo com pesquisas da Multifocus (2019), o mercado de limpeza doméstica

indica alto nível de fidelidade à marca, além do mercado de limpeza ter como característica a compra por impulso e no momento da compra.

Em linha com os argumentos qualitativos acima, os números do mercado de esponjas indicam um alto nível de dependência das empresas manufatureiras com os seus principais canais de venda para chegar ao consumidor final. Segundo dados da Nielsen de 2019, apenas 0,9% da venda desse item de limpeza doméstica é realizada de maneira direta entre a empresa manufatureira e o cliente final via plataforma digitais.

Esse tópico evidencia que as empresas têm estratégias de ações independentes, no entanto, tanto as empresas manufatureiras quanto as redes varejistas ainda demonstram grande nível de dependência dos seus parceiros comerciais. Conforme análises subsequentes, isso ocorre, pois ambas as organizações ainda são importantes na geração de valor ao cliente final pelo valor da marca, qualidade do produto e compra por impulso, como veremos no tópico seguinte.

2.2.2 Contratos existentes

A partir do acesso a 14 tipos de relação estabelecidas entre 9 redes varejistas e 2 empresas manufatureiras, encontramos três tipos de acordos comerciais que são estabelecidos entre as duas empresas no mercado de limpeza doméstica.

O primeiro tipo de acordo comercial é a inexistência de contrato. Nesse tipo de negociação, o preço é estabelecido pelo manufatureiro e a quantidade a ser adquirida pela rede varejista. Além disso, o preço praticado pelo manufatureiro pode ser alterado, assim como a quantidade que é adquirida. Por fim, o preço para o consumidor final é planejado pelo varejista e as decisões de investimentos em esforços de vendas são individuais de cada empresa.

O segundo acordo é um contrato de rebate, ou seja, que vincula a transferência de valores do manufatureiro ao varejista (Rebate) dado o atingimento de metas estabelecidas em contrato. Tal contrato é encontrado em sete das 14 negociações analisadas. Vale destacar que os preços praticados pelos manufatureiros é igual para as diversas redes varejistas, mas a meta estabelecida e o montante financeiro a ser transferido varia de acordo com o tamanho e a negociação estabelecida. Novamente, o preço dado pelo varejista e os investimentos em esforços de vendas são decisões individuais das empresas.

Por fim, três dos 14 dos acordos comerciais encontrados apresentam o contrato baseado no desconto por quantidade, em que a rede varejista tem descontos após a compra de uma quantidade mínima estabelecida em contrato. Nesses casos, os parâmetros do contrato se

alteraram entre as cadeias produtivas. Em outras palavras, o preço do fabricante, o nível de desconto e as metas de quantidades para os descontos serem aplicados variaram entre as empresas manufatureiras e varejistas. Assim como nas outras duas relações, os preços dos varejistas e os investimentos em esforços de vendas são decisões individuais das empresas e que estão estabelecidas em contrato.

2.2.3 Geração de valor ao cliente final

A partir da coleta de dados realizadas com as equipes de marketing que atuam no setor de limpeza doméstica, pode-se notar que os tomadores de decisão são cada vez mais os usuários dos produtos, os quais testam e avaliam a qualidade do produto no uso diário. De acordo com Gabriel Illanes que atua no setor a 10 anos, essa alteração vem ocorrendo rapidamente: “Há alguns anos as pessoas que realizavam as compras não eram as mesmas que utilizavam as esponjas, mas isso vem se invertendo rapidamente e acelerou bastante após distanciamento social e o COVID-19 [...]”

Ainda de acordo com Illanes, essa nova tendência de compra faz com que a qualidade, a durabilidade e a eficiência do produto sejam fundamentais para criar uma marca forte e que agregue valor não só em curto prazo, mas também em longo prazo. “As pessoas passam a diferenciar bons e maus produtos e não apenas escolher por preço [...]”. De acordo com a pesquisa “*Opinion box insights*”, de 2019, mais de 50% das pessoas dizem escolher os produtos de limpeza pela marca e qualidade. Porém, isso não foi obtido em outros segmentos, em que o preço, frequentemente, aparece como o fator mais importante no momento da decisão da compra.

Ainda de acordo com a pesquisa “*Opinion box insights*”, de 2019, mais de 60% dos consumidores realizam as escolhas de consumo no momento da compra. Esses dados indicam a importância da organização dos produtos nas prateleiras, realizada por representantes comerciais e promotores, como fator primordial para o aumento de vendas. Trabalhos do varejo (TAYLOR, 2002; SAHA 2013) mensuram matematicamente essa organização nas prateleiras via investimentos em esforços de vendas, como ações de *merchandising* e de demonstrações de uso do produto nos resultados.

Vroegrijk *et al.* (2016) também destacam que é importante para os varejistas facilitarem a visibilidade e o acesso aos produtos, além de desenvolver planos estratégicos e de comunicação com as mais diferentes marcas para atrair os clientes e aumentar as vendas. Tal trabalho indica que um bom mix de produtos e a diversidade de marcas vem se mostrando

um diferencial para atrair clientes. No caso específico do mercado de limpeza, a organização dos itens nas prateleiras é de extrema importância, já que uma boa quantidade das compras ocorre por itens de ocasião.

Ainda de acordo com Vroegrijk *et al.* (2016), trabalhar com várias marcas é trivial para os varejistas, já que o mercado de limpeza não apresenta uma marca específica que ofereça uma gama ampla de produtos. Em outras palavras, não existe uma empresa que consiga disponibilizar um mix de produtos para atender ao cliente final.

De acordo com a “*Opinion box insights*” (2019), o consumidor dos produtos de limpeza doméstica tem características de compras mensais para reposição de itens, sem nenhum indicativo de sazonalidade ao longo do ano e sem fidelidade de marcas.

Ademais, Basak *et al.* (2017) indicam que investimentos em esforços de vendas afetam diretamente as vendas, mesmo que as marcas já estejam estabelecidas no mercado de varejo. Os autores também acreditam que os investimentos em pontos de venda evidenciam a marca e fazem com que os produtos sejam mais facilmente selecionados, resultando no aumento da quantidade vendida via compra por impulso.

Por fim, destaca-se que bons preços também afetam as vendas. Basak *et al.* (2017) evidenciam que preços promocionais têm influência direta na quantidade vendida. De acordo com Basak *et al.* (2017), os descontos nas linhas de produtos que não são percebíveis, como é o caso de limpeza doméstica, apresentam melhores resultados.

2.3 Modelos de decisão

Ao longo deste tópico é feita uma revisão de literatura dos quatro modelos de decisão utilizados neste trabalho. Inicia-se este tópico com uma revisão da curva de demanda, custo de produção e função lucro. Na sequência, é realizada uma análise do referencial teórico do conjunto de incerteza das condições futuras de mercado. Em terceiro lugar, é revisada a teoria dos jogos e, mais especificamente, a dupla marginalização. Por fim, esse tópico finaliza com uma revisão dos contratos utilizados em cadeias produtivas e na literatura.

2.3.1 Curva de demanda, custo e função lucro

A demanda é a função que relaciona preço e quantidades em um determinado período. A lei geral da demanda sugere que exista uma relação inversamente proporcional entre preço e quantidade, ou seja, o aumento do preço deve reduzir a quantidade demandada e vice-versa (VASCONCELLOS, 2002).

Para a construção da curva de demanda, três outros fatores, além do preço, afetam a demanda final: a) a capacidade de renda do consumidor que expõe a restrição orçamentária dos agentes econômicos; b) as preferências de compra do consumidor final e c) as escolhas do consumidor, ou seja, entender como o consumidor realiza as suas escolhas no momento da compra (VARIAN, 2006).

Nos trabalhos de coordenação de cadeia produtiva, a curva de demanda é afetada não só pelo preço, mas também por outros fatores, como: investimentos em propaganda de âmbito nacional, investimentos no esforço de venda em âmbito local, como melhores pontos de gôndola assim como propagandas nos próprios locais de compra. De acordo com He *et al.* (2009), bons locais nas prateleiras e propagandas nos principais pontos varejistas afetam as escolhas do consumidor no momento de seleção do produto.

Existe um número considerável de publicações que incorpora tanto o preço quanto o esforço de vendas na disponibilidade de produtos em trabalhos de cadeia produtiva coordenada. Entre esses, destaca-se os de Jørgensen e Zaccour (1999, 2003 a) e Jørgensen *et al.* (2001), que estudam a cadeia verticalizada entre duas empresas (manufatureira e varejista), em que elas tomam decisões de preços e investimentos nos pontos de vendas, ações que geralmente são conflitantes entre as organizações.

He *et al.* (2009) apontam que o esforço de vendas por parte do varejista tem importante influência na demanda final. Esse estudo defende que o aumento em propagandas nos pontos de venda, a melhoria nos locais de prateleira e uma disponibilidade alta de produtos podem afetar positivamente a quantidade vendida. No entanto, os autores também comentam que essas atividades devem ser acompanhadas de investimentos, que podem ser realizadas pelo varejista ou pelo manufatureiro.

Paralelamente, Zaccour (2008) estudou uma curva de demanda influenciada por preço e investimentos em propaganda. O trabalho analisou o efeito que as políticas de descontos das redes varejistas têm em curto e longo prazo nas vendas, propondo um modelo ideal para investimentos em propaganda.

Além disso, pode-se citar Szmerekovsky e Zhang (2009), Xie e Neyret (2009), Xie e Wei (2009) e SeyedEsfahani *et al.* (2011), que também exploram oportunidades em cadeias produtivas não coordenadas via modelagem da teoria dos jogos. Nesses trabalhos, as curvas de demanda são afetadas pelas decisões de preço realizadas pelas empresas e pelo nível de investimento em propaganda, disponibilidade de produtos e investimentos no ponto de venda, ou seja, disponibilização dos produtos em locais mais atrativos ao consumidor final.

Com base no conceito de elasticidade de preços utilizado por Begg *et al.* (2002), a quantidade demandada tem relação inversa ao preço. Em outras palavras, o aumento do preço deve resultar em uma menor quantidade e vice-versa. Quanto maior é a alteração na quantidade em resposta à alteração de preços, maior o nível de elasticidade da curva de demanda. Esse é um cenário comum para os produtos com menor diferenciação entre produto/serviço e fácil comparação de preços entre os consumidores finais.

Outro ponto abordado por Begg *et al.* (2002) é a linearidade ou não da curva de demanda. Uma curva de demanda linear ocorre quando a inclinação da curva é constante com os mais variados preços. Já as curvas de demanda não lineares podem ser côncavas ou convexas. As curvas de demanda convexas se caracterizam por ser muito inclinadas quando o preço está alto e a quantidade consumida baixa, mas muito pouco inclinadas quando o preço é reduzido. Já as curvas de demanda côncava são o oposto.

Szmerekovsky e Zhang (2009) e Wang (2004) trabalharam com uma estrutura produtiva formada por um fabricante e um varejista e propuseram uma curva de demanda iso-elástica como a equação (1) abaixo:

$$Q_{(p)} = \alpha * P^{-e} \quad (1)$$

Nessa equação, os valores de “ α ” e “ e ” são positivos para que a quantidade seja sempre positiva. Além disso, a curva proposta tem elasticidade constante, ou seja, a variação percentual na variável de preço e a variação percentual na variável quantidade é constante ao longo da curva de demanda.

Enquanto isso, o trabalho de Xie e Neyret (2009) busca entender o efeito de promoções nos lucros de um fabricante e um varejista via teoria dos jogos. Os autores propõem um trabalho com a curva de demanda linear, conforme a equação (2)

$$Q_{(p)} = \alpha * \beta * p \quad (2)$$

Nessa equação, a relação entre preço e quantidade seguem uma proporção fixa, em que “ α ” representa o potencial de vendas e “ β ” o nível de inclinação da curva de demanda. Apesar de ser bastante utilizada, essa curva de demanda apresenta importantes limitações contra a realidade, uma vez que a curva pressupõe “ β ” constante e, portanto, uma equação linear.

Por fim, Xie e Wei (2009) e SeyedEsfahani *et al.* (2011) sugerem uma curva de demanda algébrica conforme demonstrado na equação (3).

$$Q_{(p)} = (\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{m}} \quad (3)$$

Ao incorporar o fator exponencial, Xie e Wei (2009) analisam o impacto da não linearidade da curva de demanda sobre o trabalho anterior de Xie e Neyret (2009). SeyedEsfahani *et al.* (2011) realizaram um trabalho similar, mas adicionaram a coordenação vertical de investimento em propaganda como é explorado no tópico seguinte. Os trabalhos de Aust e Buscher (2012) e Chaab e Rasti-Barzoki (2016) também seguem a curva de demanda algébrica. A seguir, é apresentada a Tabela 4, com os trabalhos de cadeia produtiva e as curvas de demanda relacionados ao preço:

Tabela 4 - Curva de demanda - Efeito preço

	Demanda Iso - Elástica	Demanda Linear	Demanda Algébrica
Função curva de demanda	Szmerekovsky e Zhang (2009) e Wang (2004)	Xie e Neyret (2009)	Xie e Wei (2009) Esfahani <i>et al.</i> (2011)
Efeito no preço	$Q_p = \alpha * P^{-e}$	$Q_p = \alpha - \beta * p$	$Q_p = (\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{m}}$

Fonte: Adaptado e traduzido de Esfahani *et al.* (2011)

Ao analisar o investimento em propaganda, Szmerekovsky e Zhang (2009) classificam os esforços em três principais categorias. O primeiro concerne aos investimentos na marca, que atinge todos os varejistas da localidade em que a propaganda está sendo realizada. Tal investimento se caracteriza por retornos em longo prazo, alto grau de complexibilidade no seu cálculo de retorno e exige baixo nível de coordenação entre as empresas, uma vez que todo o investimento é, em geral, realizado pela empresa que produz os produtos. Os outros investimentos são destinados ao ponto de venda e exigem uma coordenação de ações e gastos entre as empresas que atuam na mesma cadeia produtiva.

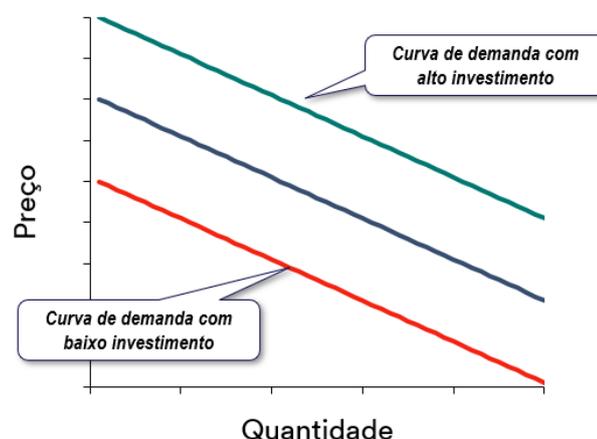
A segunda categoria sugerida por Szmerekovsky e Zhang (2009) se configura em investimentos na disponibilidade do produto, que são realizados por vendedores e equipes de logística e pagos tanto pelo fabricante quanto pelo varejista, para que sempre exista a disponibilidade de produtos nas lojas. De acordo com Fallah *et al.* (2014), a grande disponibilidade de produtos pode ser um problema, pois requer um amplo inventário, gerando perdas, destruição e grande quantidade de capital parado. Por outro lado, um inventário menor aumenta a possibilidade da falta de produtos disponíveis, impactando negativamente nas vendas. Ainda de acordo com Fallah *et al.* (2014), os investimentos na disponibilidade do produto são estáveis ao longo do tempo.

Finalmente, a terceira categoria descrita por Szmerekovsky e Zhang (2009) aborda o investimento realizado para que os itens tenham uma melhor localização e mais propaganda nas gondolas das redes varejistas. Yang *et al.* (2019) realizaram um estudo que indica que espaços privilegiados nas gôndolas do varejista são fundamentais para incrementar as vendas de uma marca de consumo em massa, já que interferem no comportamento de compra do consumidor. Este trabalho tem como foco os investimentos realizados para a obtenção de melhores locais de venda dentro do varejista, pois são mutáveis ao longo do tempo e podem afetar as preferências e escolhas do consumidor final.

Os estudos de Szmerekovsky e Zhang (2009), Xie e Neyret (2009), Xie e Wei (2009) e SeyedEsfahani *et al.* (2011) demonstraram os impactos de investimento em pontos de venda na curva de demanda e observaram que esses investimentos não alteram a inclinação ou o nível de linearidade da curva de demanda, mas podem deslocar a curva de demanda para direita ou para a esquerda, caso haja ampliação ou corte dos investimentos, respectivamente.

Para exemplificar os pontos levantados acima, a Figura 4 apresenta uma curva de demanda padrão D-1. Caso tenhamos uma ampliação dos investimentos, a curva de demanda se desloca para a direita até chegar em D-2. No cenário de redução de investimento, a curva se desloca para a esquerda até D-3, reduzindo a quantidade demandada ao mesmo nível de preço, mas com maior nível de investimento.

Figura 4 - Curva de demanda com diferentes níveis de investimento



Fonte: Adaptado e traduzido de Esfahani *et al.* (2011)

Dessa maneira, os trabalhos publicados estabelecem que o nível de investimentos no produto é um fator que pode deslocar a curva a curva de demanda e que pode ser expresso matematicamente conforme a equação (4) a seguir.

$$Q_d = f(p) * F(i) \quad (4)$$

Em que:

- Q_d - Quantidade de demanda por determinado produto;
- $f(p)$ - Função demanda dado certo nível de preço;
- $F(i)$ - Função de investimento em esforços de vendas.

A equação (4) indica que a quantidade de demanda é influenciada por duas equações. A primeira equação apresenta o preço do varejista, no qual um aumento se reduz à quantidade demandada. Já a segunda equação indica o investimento em esforços de vendas, como ações de *merchandising* e de demonstrações de uso do produto nos resultados realizados na cadeia produtiva.

Nesse cenário, o aumento no investimento resulta em incremento de $F(i)$, ou seja, o aumento do investimento desloca a curva de demanda para a direita e aumenta a quantidade de demanda. No entanto, a falta de investimento pode ter efeito negativo. De acordo com Schmitt e Rogers (2008), a função de investimentos dependem dos impactos nas preferências de compra e escolhas do consumidor final. Esses fatores estão diretamente relacionados à maneira como o consumidor realiza a decisão de escolha do produto, o poder e posição da marca no mercado, o nível de saturação do produto, entre outros aspectos.

Além disso, os trabalhos de Szmerekovsky e Zhang (2009), Xie e Neyret (2009), Xie e Wei (2009) e SeyedEsfahani *et al.* (2011) incorporam a lei de retornos marginais decrescentes para investimentos. Com isso, o aumento do investimento gera a ampliação da curva de demanda, mas com retornos (expansão da curva de demanda) cada vez menores para os investidores (empresas). Essa ideia pode ser observada na Figura 5 a seguir.

Figura 5 - Retorno marginal decrescente pelo investimento nos esforços de vendas



Fonte Adaptado e traduzido de Esfahani *et al.* (2011)

Com relação ao custo, Hendriksen e Breda (2001) apontam que o “custo é medido pelo valor corrente dos recursos econômicos consumidos ou a serem consumidos na obtenção dos bens e serviços a serem utilizados nas operações [...]”. Na mesma linha de raciocínio, Martins (2018) ressalta que os custos de produção são todos os itens obrigatórios no processo produtivo, sendo um indicador que mostra o valor gasto na fabricação de um produto.

Além disso, Martins (2018) evidencia que os custos são rotineiramente divididos em fixos e variáveis. O autor observa que o custo fixo é independente do aumento ou diminuição da produção em determinado mês. Por outro lado, o custo variável é diretamente relacionado com a quantidade fabricada, ou seja, quanto maior a produção, maior o custo variável. Um exemplo utilizado pelo autor é o custo de materiais diretos, uma vez que quanto maior a quantidade fabricada, maior o custo com matéria-prima.

A partir do custo variável surgem dois conceitos bastante importantes nos estudos de custos: a) custo variável médio e b) custo marginal. De acordo com Vasconcellos (1998), o custo variável médio representa a razão do custo variável total pela quantidade produzida, enquanto o custo marginal a variação do custo total por uma quantidade adicional produzida.

Em geral, a figura que representa o custo marginal por unidades produzidas é uma curva côncava (voltada para baixo), ou seja, o custo marginal se inicia sendo decrescente, mas a partir de uma determinada unidade, torna-se crescente, uma vez que a empresa não tem capacidade produtiva e o esforço para se produzir unidades adicionais aumenta.

Além disso, quando o custo marginal é inferior ao custo variável médio, a adição de uma unidade reduz o custo variável médio. No entanto, quando o custo marginal é superior

ao custo variável médio, uma unidade adicional aumenta o custo variável médio. Na situação em que o custo marginal é igual ao custo variável médio, uma unidade adicional mantém o valor do custo variável médio.

Ademais, é importante mencionar que assim como apontado por Rocha e Martins (2015), é necessária a obtenção do custo variável médio para identificar a margem unitária de cada item. Essa margem unitária de cada produto se mostra fundamental na obtenção do lucro da cadeia produtiva.

Por fim, é importante ponderar o denominado custo de transação que representa os custos que uma empresa tem em negociar, analisar e garantir que os acordos estabelecidos entre empresas sejam cumpridos. De acordo com Williamson (1979), o custo de transação é dificilmente mensurado e ocorre em negociações entre dois ou mais agentes econômicos. O autor ainda afirma que situações de informação limitada dos tomadores de decisões, incerteza sobre o futuro e a possibilidade de comportamentos oportunistas pelas empresas, tendem a aumentar os custos de transação entre as organizações.

A partir da curva de demanda e da definição de alguns termos do custo de produção, Varian (2006) expõe que a venda e lucro pode ser calculados como na equação (5).

$$\pi_e = (P - C_{v_m}) * Q_{(p)} - C_f \quad (5)$$

Em que:

- π_e - Lucro da empresa;
- P - Preço praticado pela empresa;
- C_{v_m} - Custo variável médio;
- C_f - Custo fixo;
- $Q_{(p)}$ - Função de quantidade que depende do preço.

Na equação (5), o lucro é baseado na multiplicação de dois fatores: a diferença entre preço e custo variável médio, que indica a margem unitária de um item e a quantidade vendida que é indicada pela função de demanda; menos os custos fixos apresentados pela empresa

Ademais, Varian (2006) aponta que a curva de demanda representa a principal restrição de mercado ao lucro de uma empresa, uma vez que limita o preço máximo que pode ser cobrado, dada a quantidade que ele pretende vender. Em outras palavras, elevar o preço resulta na queda da quantidade vendida, apesar de aumentar a margem unitária.

Quando adicionamos o conceito de investimento no esforço de vendas no ponto de venda, como a equação (5), chega-se à função de lucro exposto na equação (6):

$$\pi_e = (P - C_{v_m}) * (Q_{(p)} * F(i)) - i - C_f \quad (6)$$

Em que:

- $F(i)$ - Função do esforço de vendas que depende do investimento;
- i - Investimento da empresa

Na equação (6), conclui-se que o investimento influencia positivamente a demanda, no entanto, isso também entra como um custo adicional, como podemos observar no final da equação (6).

Com essa equação de lucro, existe um ponto ótimo de preço e de investimento para que tenhamos a maximização de lucro de cada empresa individual. Para as cadeias produtivas, o conceito exposto acima permanece, no entanto, mais variáveis precisam ser definidas para o entendimento de decisão de cada empresa individual.

Entre essas variáveis estão o preço entre empresa fabricante e varejista além do montante de investimento de cada empresa. Essas variáveis são conflitantes entre si e afetam não só a porcentagem de lucro para cada organização, mas também o lucro total da cadeia produtiva, como é discutido ao longo de todo o trabalho e no tópico seguinte.

2.3.2 *Incerteza de mercado*

A construção de contratos sob a ótica da teoria dos jogos para uma cadeia produtiva é definida sob um conjunto de incerteza e as condições futuras de mercado. De acordo com Fukase e Martin (2018), essas incertezas ocorrem tanto no nível de demanda quanto na oferta. A demanda pode ser afetada pelo surgimento de novos produtos que substituem o item já existente, entrada de concorrentes e até mesmo alteração na necessidade do consumidor por determinado item. Por outro lado, a oferta pode ser alterada pela capacidade e pelos custos de produção ao longo dos anos.

Em geral, os contratos firmados em uma cadeia produtiva têm uma duração mínima e essas condições de mercado podem se alterar, fazendo com que os ganhos previstos em cada uma das empresas e de toda a cadeia produtiva também se modifiquem. Com isso, faz-se necessário entender essas alterações nos momentos de elaboração dos contratos.

Para a estimativa de demanda, conforme o trabalho de Raiyani *et al.* (2021), a projeção de vendas de via modelagem de séries temporais para 100 itens de 10 lojas são diferentes durante um histórico de 5 anos. O trabalho indica que não existe um único modelo superior aos outros para todos os itens, mostrando a necessidade de uma análise mais profunda para cada item. Além disso, o trabalho de Babu e Mohan (2018) propõe um modelo via séries temporais, que permite avaliar as incertezas de demanda e o nível de estabilidade da cadeia produtiva baseada no histórico de oito anos.

Apesar de alguns trabalhos utilizarem o histórico de dados projetando via series temporais, os principais trabalhos da área realizam uma simulação numérica. De acordo com Zang (2015), existem vários tipos de simulações numéricas para incorporar incertezas nas cadeias produtivas, que em várias situações são essenciais na análise da coordenação da cadeia e das estratégias estabelecidas por cada empresa.

Além disso, os diferentes cenários permitem avaliar a efetividade dos contratos para diferentes situações. Os resultados de Zang (2015) indicam que contratos de compartilhamento de receita mostram que o contrato só tem efetividade quando a porcentagem de lucro está entre 50% e 75% para a rede varejista, em que o contrato reduz a dupla marginalização em mais de 80% dos cenários. Nas outras situações, os resultados de lucro são ineficientes para a cadeia produtiva.

O trabalho de Zang *et al.* (2016) realiza a criação de 5 cenários que traz benefícios nas análises de poder de barganha de cada uma das empresas presentes na cadeia produtiva. Além disso, o modelo indica que altos níveis de incerteza de mercado dificultam o fechamento de contratos, o que resulta em contratos não assinados e benefícios que não são vistos por nenhuma das empresas.

Flynn *et al.* (2016) abordam uma cadeia produtiva com incertezas de demanda a partir de contratos de compartilhamento de receita. A cadeia produtiva formada por um fabricante e um varejista indica que a volatilidade da demanda é algo presente em várias situações e que o gerenciamento e o compartilhamento de riscos são necessários para que contratos em longo prazo sejam estabelecidos.

Ademais, Tang e Musa (2011), Lockamy (2014) e Kilubi e Haasis (2015) realizam uma revisão de literatura sob metodologias para analisar as incertezas das cadeias produtivas. Nesses trabalhos, os autores analisam diferentes tipos de simulações numéricas e cenários que podem ser realizados para diferentes conjuntos de base de dados e diversos fatores determinantes nas cadeias produtivas.

Deleris e Erhun (2005) apresentam uma abordagem de incerteza de demanda via simulação de Monte Carlo, que tem como objetivo avaliar o nível de incerteza nos resultados de uma cadeia produtiva. O trabalho mostra as vantagens e as desvantagens de se utilizar uma metodologia Monte Carlo para avaliar os resultados.

Além disso, Schmitt e Singh (2009) apontam um modelo de simulação de Monte Carlo, que visa analisar os riscos de manter o fluxo do produto disponíveis dentro de uma cadeia produtiva. O trabalho indica que mesmo cadeias produtivas estáveis apresentam riscos de rupturas a partir da avaliação de outros mercados.

Apesar da simulação de Monte Carlo ser bastante utilizada, Mooney *et al.* (1993) evidenciam que essa prática estatística demanda entender o tipo de distribuição que está sendo analisada, o que, muitas vezes, não é possível. Para solucionar esse problema, cria-se a simulação de Bootstrap que gera uma simulação de resultados baseados em uma amostra de resultados passados e não é necessário entender o tipo de distribuição que está sendo analisada.

Seguindo a metodologia de Bootstrap, Chen *et al.* (2017) visam melhorar as decisões ótimas de preços para contratos de desconto por quantidade em situações de incerteza de demanda. Para isso, o trabalho utiliza um grupo específico de compradores e indica que o modelo apresenta melhores resultados quando o número de amostras aumenta.

Por fim, podemos citar Dubé e Misra (2017), que também investiga as melhores estratégias em cenário de incerteza de demanda para maximizar o lucro das empresas varejistas. O modelo estatístico ocorre via simulação de Bootstrap e mensura tanto o preço quanto os fatores de demanda que não estão diretamente ligados ao preço para maximização de lucro.

2.3.3 Teoria dos jogos e dupla marginalização

De acordo Gibbons (1992), a teoria dos jogos é o estudo da tomada de decisão de agentes econômicos em que o resultado dessas decisões tem alto nível de dependência com a decisão tomada por outros agentes econômicos. De acordo com o autor, a teoria dos jogos é amplamente utilizada na economia para estudos de monopólio e oligopólio, mas também apresenta aplicações para vários outros campos do conhecimento como relações internacionais, filosofia, direito penal, entre outros aspectos.

Na teoria dos jogos, tomadores de decisão são chamados de “jogadores”, que são indivíduos, empresas, governo ou até mesmo um grupo de pessoas que agem em conjunto. Para Brandenburger e Nalebuff (1996), a teoria dos jogos acontece quando a ação de algum jogador interfere nos resultados de outros jogadores. Dessa maneira, a teoria dos jogos é um grande

jogo de estratégia em que antecipar decisões é o melhor caminho para maximizar os resultados individuais. Já Dugatkin e Reeve (2000) também defendem o conceito de estratégia e acrescenta que a compreensão da teoria dos jogos é baseada no entendimento do comportamento dos outros jogadores.

Zagare (2018) aponta que na teoria dos jogos o comportamento dos outros jogadores é modelado matematicamente a partir do princípio da racionalidade, em que todos os jogadores visam maximizar sua própria utilidade. No entanto, a utilidade é um termo subjetivo, que visa dar um “valor” para todos os possíveis resultados a ser encontrados, em decorrência de uma situação problema. Nos jogos aplicados à economia e administração, a utilidade é frequentemente atrelada ao lucro que o agente econômico teria nos diferentes cenários de jogos encontrados.

Outro ponto bastante importante da teoria dos jogos é a desmitificação de jogos denominados “soma-zero”, em que uma vantagem de um jogador deve ser necessariamente atrelada à perda do mesmo montante por outro jogador. De acordo Zagare (2018), esses jogos de soma zero eram padrões nos anos de 1950 e 1960, mas segundo Schelling (1980) é um marco em trabalhos da área, já que demonstra que jogos com conflitos de interesse e situações em que existem interesses em comum não são mutuamente exclusivos.

Para melhor ilustrar a evolução da teoria dos jogos a partir de Schelling (1980), em que os jogos com conflitos de interesse, mas com interesse em comum podem ocorrer simultaneamente, podemos estudar o famoso equilíbrio de Nash ou equilíbrio não cooperativo.

De acordo com Polak (2014), o equilíbrio de Nash consiste em dois ou mais jogadores que escolhem a melhor estratégia para si e nenhum jogador se beneficia, exclusivamente, ao mudar sua tomada de decisão. Nesse cenário em que cada jogador não pode melhorar os seus resultados pela mudança individual da sua decisão (outras medidas permanecem inalteradas) e encontramos o equilíbrio de Nash.

Como podemos observar, o equilíbrio de Nash é um conceito que verifica a otimização dos resultados de maneira individual, mas não necessariamente é o melhor para todos os agentes econômicos envolvidos no jogo e nem mesmo analisa um cenário de eficiência social, ou seja, um cenário no qual todos os jogadores poderiam ter maior utilidade pela coordenação das suas ações.

Para contrapor o equilíbrio de Nash, existe o equilíbrio ótimo de Pareto, que acontece em um jogo no qual qualquer nova combinação de decisões deve necessariamente prejudicar a “utilidade” de algum jogador. Em outras palavras, o jogo se encontra no equilíbrio ótimo de Pareto quando, ao tentar alterar uma combinação de resultados para melhorar o

resultado para um determinado jogador, incorre-se, necessariamente, na perda de “utilidade” de outro jogador. Dessa maneira, o equilíbrio ótimo de Pareto trata de um conceito que analisa a eficiência social, diferentemente do equilíbrio de Nash.

Apesar do equilíbrio de Nash ser, em muitos casos, o equilíbrio ótimo de Pareto, também existem jogos em que isso não acontece. Nesse cenário, a otimização de decisões individuais (equilíbrio de Nash) pode incorrer em situações em que ambos os jogadores teriam maior “utilidade” caso houvesse coordenação das ações dos jogadores. Um exemplo clássico da literatura é o dilema dos prisioneiros.

O jogo conhecido como dilema dos prisioneiros expõe, de maneira clara, como a busca pela otimização de utilidade individual dos jogadores pode resultar em um equilíbrio não ótimo do ponto de vista de ambos os jogadores. Historicamente, a primeira descrição é realizada por Melvin Dresher e Merrill Flood, em 1950, mas só ganha destaque com as publicações de Tucker (1980) e Straffin (1980) sobre o tema.

A situação problema é baseada em dois prisioneiros (Prisioneiro 1 e Prisioneiro 2) que são investigados pela polícia. No momento de interrogação, os prisioneiros são separados sem que haja comunicação entre eles e duas estratégias podem ser escolhidas: a) Denunciar o crime em conjunto com seu companheiro ou b) não denunciar o crime. Se ambos não denunciarem o crime ambos vão ser condenados a 1 ano de prisão. Se apenas um deles denunciar o crime, o prisioneiro que denunciou não terá pena enquanto o outro cumprirá pena por 5 anos. Já no cenário em que ambos denunciam o crime, ambos são colocados na cadeia por 3 anos. A Tabela 5 abaixo ilustra os anos possíveis de prisão em cada um dos cenários possíveis.

Tabela 5 - Dilema dos prisioneiros

		Prisioneiro 2	
		Denunciar	Não Denunciar
Prisioneiro 1	Denunciar	(-3,-3)	(0,-5)
	Não Denunciar	(-5,0)	(-1,-1)

Fonte: Adaptado e traduzido de Rapoport (1989)

Ao observar a Tabela 5, qual deve ser a decisão de cada um dos jogadores? Supondo que o suspeito 2 escolha “não denunciar”, analisamos a melhor estratégia para o suspeito 1. Se ele “denunciar” não vai ser preso e já no cenário em que “não denunciar” vai para a prisão por 1 ano. Agora supondo que o suspeito 2 “denuncie”, o suspeito 1 pode “não denunciar” e ir por 5 anos para a prisão ou “denunciar” e ir para a prisão por 3 anos. Em outras palavras, a sua estratégia dominante também seria “denunciar”. De acordo com o princípio da racionalidade, a estratégia dominante para o suspeito 1 é “denunciar”. Analogamente, a melhor estratégia para o suspeito 2 também é “denunciar”.

Com isso, a estratégia dominante dos dois suspeitos seria “denunciar” e, dessa maneira, o equilíbrio de Nash seria (-3,-3), em que cada suspeito iria para a prisão por 3 anos. Essa situação é interessante, uma vez que caso nenhum dos dois suspeitos denunciasse o crime ambos iriam para a cadeia por apenas 1 ano. Com isso, o equilíbrio de Nash encontrado não é uma situação ótima de Pareto, pois existe uma nova combinação em que nenhum suspeito denuncia o crime, o que resulta em (-1,-1) e cada jogador fica preso por apenas um ano. Em outras palavras, há uma situação ganha-ganha para os dois suspeitos.

É válido destacar que os dois prisioneiros ainda têm incentivo a desviar e “denunciar” o crime, já que caso o outro prisioneiro não desvie não iria nenhum ano para a prisão. Dessa maneira, o ótimo de Pareto (-1,-1) não se mostra sustentável em um cenário sem comunicação entre os prisioneiros e seguindo o princípio da racionalidade. Com isso, o dilema dos prisioneiros nos mostra que tomar ações individuais e sem comunicação com os outros jogadores pode gerar cenários ineficientes para ambos os prisioneiros.

Esse mesmo princípio do dilema dos prisioneiros também pode ser observado em diversos ramos como relações internacionais, direito penal, corrida armamentista entre outros aspectos. Ademais, esse conceito também pode ser utilizado para a coordenação entre duas empresas que têm lucros e resultados individuais, mas atuam de maneira colaborativa em uma cadeia produtiva para melhor servir o consumidor final - denominado de “dupla marginalização”.

De acordo com Cachon (2003) e Dellarocas (2012), a dupla marginalização ocorre quando duas ou mais empresas em diferentes níveis verticais do processo produtivo aplicam o seu poder de mercado no preço ou algum outro fator da etapa produtiva, resultando em equilíbrios de produção ineficientes e preços excessivamente altos para o consumidor final.

Assim como no dilema dos prisioneiros, ações individuais das empresas (equilíbrio de Nash) geram resultados que não são ótimos de Pareto para as empresas, uma vez que uma nova combinação de decisões pode gerar situações ganha-ganha para ambas as empresas.

Tsay e Agrawal (2004) relatam que o conflito de preço entre fabricantes e varejistas existe devido à divisão de lucros que precisa ser direcionada entre os dois. Cattani (2006) analisa a consistência de preços entre o fabricante e o varejista ao longo do tempo de estratégia e o trabalho indica que situações perenes tendem a ter melhores resultados que relações em curto-prazo.

Herrán e Taboubi (2015) apresentam outro trabalho relevante, que aborda a questão de dupla marginalização, uma vez que realiza a diferença na coordenação de preços entre estruturas produtivas mais centralizadas e descentralizadas, identificando que modelos descentralizados apresentam preços mais altos ao consumidor final.

Dellarocas (2012) também estudou o conceito de dupla marginalização e preços excessivamente altos nas cadeias produtivas, mas adicionou o conceito de investimentos em propaganda e os benefícios que toda a cadeia produtiva poderia obter a partir de investimentos integrados, em que os riscos e as recompensas pudessem ser compartilhadas entre todas as firmas presentes na cadeia produtiva.

Matematicamente, o efeito da dupla marginalização pode ser provado quando, nas mesmas condições de mercado, uma cadeia produtiva verticalizada gera maiores lucros do que uma cadeia produtiva formada por uma empresa fabricante e uma empresa varejista que agem de maneira independente, mas têm os seus resultados interdependentes.

Nesse cenário, as empresas envolvidas na mesma cadeia produtiva poderiam agir de maneira coordenada, como uma empresa verticalizada, e distribuir os seus lucros de uma maneira em que ambas as empresas apresentem melhores lucros quando comparadas às situações de não coordenação. Em outras palavras, a coordenação da cadeia produtiva poderia tirar as empresas de um equilíbrio de Nash e gerar uma situação de ganha-ganha para as duas empresas, assim como ocorre no dilema dos prisioneiros.

Um exemplo numérico deste caso é adaptado de Fang (2018) e demonstrado a seguir. Nesse modelo criado para exemplificar o problema de dupla marginalização teremos um jogo com informação completa, em que as empresas conhecem a curva de demanda. Além disso, o modelo considera que os agentes são racionais e tentam aumentar a sua utilidade pelo aumento do lucro.

Imagine um mercado que apresente a seguinte curva de demanda:

$$Q = 100 - p \quad (7)$$

Em que:

- Q - Quantidade demandada pelo consumidor final;

- p - Preço em que o produto é ofertado ao consumidor final.

A função lucro é dada pela margem do seu produto multiplicada pela quantidade, assim como a fórmula abaixo (8):

$$\pi = (p - C_m) * Q \quad (8)$$

- C_m - Custo médio de produção;
- $C_m = 20$.

A partir da curva de demanda, da função lucro da empresa e do valor do custo médio para produzir o produto, a empresa tem o seu lucro conforme a fórmula (9):

$$\pi = (p - 20) * (100 - p) \quad (9)$$

Quando multiplicamos os fatores internos de lucro chegamos à equação (10):

$$\pi = -p^2 + 120p - 2000 \quad (10)$$

A partir desse ponto, o lucro da empresa depende, exclusivamente, do preço que ela decidir praticar. Para maximizar o seu lucro, deve-se derivar a equação de lucro em função do preço.

O resultado é apresentado (11) abaixo:

$$\frac{D\pi}{d_p} = 2p = 120; p = 60 \quad (11)$$

Como podemos observar, o preço que maximiza o lucro da cadeia é de 60 e as quantidades demandas pelo consumidor final são de 40 e o lucro da empresa na cadeia verticalizada é de 1.600.

Para comparar com os resultados da cadeia verticalizada, utiliza-se um exemplo numérico formado por um fabricante e um varejista, em que a curva de demanda e o custo médio de produção são iguais ao da cadeia verticalizada. Nesse modelo criado para exemplificar o problema de dupla marginalização teremos um jogo sequencial e não cooperativo, em que o

manufatureiro define o seu preço conhecendo as escolhas que vão ser realizadas pelo varejista para maximizar o seu próprio lucro, resultando no equilíbrio de Nash.

Nesse novo modelo, a curva de demanda permanece inalterada (12), mas agora o preço final é definido pelo varejista.

$$Q = 100 - p_v \quad (12)$$

- P_v - Preço praticado pelo varejista

O custo médio é todo do manufatureiro e permanece inalterado em 20

- C_m - Custo médio do manufatureiro
- $C_m = 20$

Assim como na cadeia verticalizada, a função de lucro da empresa varejista depende da sua margem, o que é multiplicado pela quantidade. Nesse caso, a margem é baseada na diferença entre o preço do varejista e o preço pago para a empresa manufatureira e a quantidade que é definida pela curva de demanda do mercado. A fórmula pode ser observada abaixo:

$$\pi_v = (p_v - p_m) * (100 - p_v) \quad (13)$$

- π_v - Lucro do varejista
- P_m - Preço praticado pelo manufatureiro

Como podemos observar na equação (2), o lucro da empresa varejista depende tanto do preço que irá cobrar do consumidor final, quanto do valor que a empresa manufatureira irá cobrar. Podemos destacar, assim, que o lucro da empresa varejista tem interdependência com as decisões de preço do manufatureiro. A multiplicação dos seus fatores internos da equação (13) resulta na equação (14) abaixo.

$$\pi_v = 100 p_v - P_v^2 - 100p_m - p_m * p_v \quad (14)$$

Assim como na cadeia verticalizada, podemos derivar a equação acima para chegar ao preço que deve ser aplicado pelo varejista, conforme mostra a equação (15).

$$\frac{D\pi}{d p_v}; p_v = 50 + 0,5p_m \quad (15)$$

Conforme a equação (15), o preço que vai ser praticado pelo varejista depende do preço ótimo a ser cobrado pelo fabricante. O lucro do fabricante segue a equação (16):

$$\pi_m = (p_m - C_m) * (100 - p_v) \quad (16)$$

- π_m é o lucro do fabricante

Novamente, podemos perceber que o lucro da empresa fabricante tem interdependência com as decisões de preços praticados pelos varejistas, pois a quantidade consumida final é uma função que depende do preço final do varejista. Substituindo os valores da equação (16) chegamos à equação (17) deste tópico.

$$\pi_m = (p_m - 20) * (100 - (50 + 0,5p_m)) \quad (17)$$

Quando multiplicando os valores da equação (17) chegamos à equação (18):

$$\pi_m = 60p_m - 0,5p_m^2 - 1000 \quad (18)$$

Novamente, podemos derivar a função em cima do preço do fabricante, que é a única variável dependente do modelo proposto e chegamos ao preço que é praticado pelo fabricante, conforme a equação (19).

$$\frac{D\pi}{d p_m}; = p_m = 60 \quad (19)$$

Com a definição do preço do fabricante, pode-se regressar ao problema do varejista e substituir o preço do fabricante na equação (19) e, assim, chega-se ao preço do varejista, conforme a equação (20):

$$p_v = 50 + 0,5p_m = 50 + 30 = 80 \quad (20)$$

A partir do preço do varejista e o preço do fabricante podemos regressar às equações iniciais para definir a quantidade total consumida, o lucro do varejista e o lucro do fabricante.

Ao substituir o preço do varejista na equação (12), chega-se na quantidade total consumida de 20. Já de acordo com a equação (13), o lucro do varejista é de 400, enquanto o lucro do fabricante é de 800, conforme a equação (16) deste tópico.

Para melhor comparar os resultados entre uma cadeia verticalizada e uma cadeia produtiva formada por um fabricante e um varejista, eles são evidenciados na Tabela 6 abaixo.

Tabela 6 - Efeitos da dupla marginalização

	Cadeia produtiva verticalizada	Cadeia com 1 fabricante e 1 varejista
Preço do Fabricante	N/A	60
Preço do Varejista	N/A	80
Preço ao consumidor final	60	80
Custo médio de produção	20	20
Quantidade (100-P)	40	20
Lucro Fabricante	N/A	800
Lucro Varejista	N/A	400
Lucro da cadeia	1600	1200

Fonte: Adaptado e traduzido de Fang (2018)

Conforme podemos observar na tabela, o modelo de produção verticalizada apresenta um preço ao consumidor final de 60 contra 80 de uma cadeia formada por 1 fabricante e 1 varejista. Com isso, a quantidade demanda na produção verticalizada é 40 contra 20 no outro modelo. Por fim, o lucro da cadeia produtiva formada por 1 fabricante e 1 varejista é de apenas 1.200, enquanto a cadeia verticalizada é de 1.600.

Dessa maneira, a Tabela 6 indica que o equilíbrio de Nash da cadeia com 1 fabricante e 1 varejista não é o ótimo de Pareto, uma vez que as organizações poderiam agir de maneira coordenada, como uma empresa verticalizada, e distribuir os seus lucros de uma maneira em que ambas apresentem resultados melhores que o equilíbrio de Nash encontrado.

Além disso, a Tabela 6 indica que o modelo formado por duas empresas que agem de maneira independente e com objetivos de maximizar o lucro individual, atinge um equilíbrio de Nash com produção inferior ao equilíbrio ótimo e preços finais excessivamente altos para o consumidor final.

2.3.4 Contratos

Assim como demonstrado quantitativamente no tópico anterior e ressaltado por Cachon (2003), a cadeia produtiva coordenada atinge maiores lucros do que cadeias descentralizadas e não coordenadas quando em situação de conflitos de interesse.

Ainda de acordo com Cachon (2003), conflitos de interesse são comuns em cadeias produtivas em que as empresas têm incentivos a aumentar o seu preço, visando o seu próprio lucro, o que gera equilíbrios sub-ótimos. O autor também acredita que tais equilíbrios não são necessariamente devido à incompetência do gestor, mas a incentivos distorcidos que uma cadeia produtiva pode ter.

Tsay *et al.* (1999) e Cachon (2003) relatam que esses conflitos de interesses, felizmente, podem ser coordenados via contratos. Para Tsay *et al.* (1999), os contratos podem alterar os incentivos da cadeia produtiva para um cenário em prol de todas as empresas. Nesse sentido, os contratos podem gerar incentivos individuais para gerar situações de ganha-ganha para ambas as empresas. Ademais, Sluis e Giovanni (2016) afirmam que essa situação de ganha-ganha é uma pré-condição para qualquer contrato, uma vez que se não fosse bom para alguma das partes não seria assinado.

Cachon (2003) apresenta três condições para que os contratos possam ser estabelecidos. A primeira seria que o contrato deve levar a uma condição de equilíbrio de Nash, ou seja, as firmas alteram as suas estratégias devido aos contratos, mas uma vez alterado, as empresas não têm mais incentivos para mudar a sua estratégia de maneira individual. A segunda é muito similar à condição descrita por Sluis e Giovanni (2016) e considera que os contratos devem ter parâmetros para que todas as empresas apresentem ganhos com os contratos, caso contrário, alguma das organizações não aceitaria o contrato proposto. A terceira condição é que os contratos tenham custos de transação menores que os ganhos apresentados. Portanto, o autor defende que os contratos simples são melhores, pois demandam menores custos de transação.

Além disso, o trabalho de Polak (2014) também defende que a utilização dos contratos na teoria dos jogos deve ser focada em situações que nos levem ao ótimo de Pareto. O autor acredita que isso poderia ajudar a desmitificar a ideia de que alteração de incentivos

está sempre alinhada ao jogo de soma-zero. Cachon (2003) ainda mostra que uma das grandes surpresas da sua publicação é que a coordenação da cadeia produtiva pode ser atingida por diferentes contratos, dependendo do mercado que seja estabelecido.

A seguir, o trabalho fará uma revisão mais detalhada dos principais contratos utilizados nas publicações de cadeia produtiva descentralizadas e uma breve discussão de poder de barganha. A partir de pesquisas científicas realizadas por Cachon (2003), este trabalho realizará uma revisão de literatura de cinco contratos: a) Rebate; b) Descontos por quantidade; c) Flexibilidade de quantidade; d) Recompra ou “Buyback” e e) contratos de compartilhamento de receita.

2.3.4.1 Rebate

De acordo com Taylor (2002), existem dois tipos de rebates na literatura. O primeiro é o rebate linear, em que a cada unidade vendida ao consumidor final o fabricante precisa repassar um valor ao varejista. De acordo com Wong (2011), o rebate linear é muito pouco estudado, uma vez que o seu contrato é apenas uma maneira de realizar descontos às redes varejistas e tem pouca efetividade na melhoria dos resultados da cadeia produtiva. Ainda de acordo com Wong (2011), o rebate linear não se mostra efetivo, pois não gera uma situação ganha-ganha. As empresas estão inseridas na cadeia produtiva e funcionam apenas como uma situação de desconto de preço para a rede varejista.

Já o segundo e mais tradicional contrato de rebate é explorado por Cachon (2003) e consiste em um bônus que é transferido do fabricante ao varejista após o atingimento de uma meta pré-estabelecida. A principal forma de bônus é uma transferência direta de dinheiro, mas também pode ocorrer via envio de produtos ou até mesmo via presentes, como participações em eventos e placas de reconhecimento.

De maneira quantitativa, os contratos de rebate podem ser expressos quando uma meta "m" é atingida e o fabricante precisa transferir um valor de rebate "R" ao varejista, dadas as metas atingidas. É válido destacar que esses contratos são muito frequentes nas situações em que o esforço de vendas do varejista pode resultar em vendas adicionais. Ademais, tais contratos podem apresentar uma única meta a ser cumprida ou várias metas e escalas, em que o bônus aumenta conforme as vendas crescem.

Além disso, é preciso destacar que as metas do varejista podem ser mensuradas de duas maneiras. A primeira e mais comum é a venda “*Sell-in*”, que consiste no processo de venda do fabricante ao varejista, ou seja, na venda entre as empresas. Já a segunda maneira de

mensurar as metas das redes varejistas é o “*Sell-out*”, ou seja, a venda direta entre o varejista e o consumidor final.

De acordo com Ajorlou e Jadbabaie (2019), a grande maioria dos contratos de rebate funciona via “*Sell-in*”, uma vez que esse processo é mais simples operacionalmente, já que as duas empresas têm acesso direto à base de dados (compra e venda) e reduzem a incerteza de demanda do consumidor, que eleva a volatilidade dos pagamentos de Rebate. Dessa forma, a empresa varejista pode fazer ações específicas para atingir a meta pré-determinada.

Nos trabalhos que investigam os contratos de Rebate podemos citar Taylor (2002), que investiga as cadeias produtivas com curvas de demanda influenciadas pelo esforço de venda do varejista. De acordo com Taylor (2002), contratos com metas de rebate bem estabelecidas geram situação de ganha-ganha tanto para as redes varejistas quanto para os fabricantes. No entanto, o autor evidencia a dificuldade em dimensionar boas metas, já que, muitas vezes, o fabricante não consegue mensurar o nível de esforço que terá que ser realizado para atingir a meta de rebate.

Já Saha (2013) estuda três diferentes tipos de contratos de rebate entre o fabricante e o varejista e mostra que esses contratos podem melhorar a relação entre as redes fabricantes e varejistas. Por fim, podemos citar Wong *et al.* (2009), que evidencia que contratos de rebate que geram competição entre os varejistas, ou seja, varejistas com maior taxa de crescimento, ganham maiores rebates dos fabricantes. Esse tipo de contrato seria interessante ao fabricante, uma vez que essa empresa aumenta os seus lucros. Já no caso das empresas varejistas, existe uma incerteza quanto aos resultados financeiros, pois podem melhorar, mas também piorar, dependendo do contrato estabelecido.

2.3.4.2 Desconto pela quantidade

De acordo com Weng (1995), o desconto pela quantidade é um incentivo oferecido à empresa varejista para comprar em maior quantidade. Conforme a empresa varejista aumenta a sua compra, o preço pago por item reduz. Em outras palavras, existe um desconto de custo por unidade quando a empresa realiza compras em grande quantidade. Já em Cachon (2003), a grande diferença entre os contratos de Rebate e desconto pela quantidade é que nos contratos por desconto, os benefícios ocorrem nas compras após o atingimento da meta, já os contratos de Rebate geram benefícios ao atingir a meta estabelecida.

Quantitativamente, os contratos de desconto pela quantidade o fabricante compre um preço "p" na primeira quantidade, mas que, a partir de metas atingidas "m", o

varejista passa a contar com um desconto " d ". Dessa maneira, o valor a ser pago pelo varejista é de " $p-d$ ". Vale destacar que nesses contratos " $d < p$ ", o fabricante sempre cobrará um valor acima de 0. Assim como nos contratos por Rebate, os contratos por desconto pela quantidade podem apresentar uma única meta a ser cumprida ou várias metas e escalas em que o desconto aumenta conforme a quantidade cresce.

O trabalho de Weng (1995) apresenta um fabricante que lida com vários varejistas homogêneos. A partir de descontos pela quantidade, o trabalho demonstra uma situação de maior coordenação da cadeia produtiva pelos descontos incrementais nas vendas e diferentes curvas de demanda.

Já Saha (2013) analisa o uso de contratos de compartilhamento de custos, de rebate e descontos por quantidade para avaliar o melhor contrato a ser estabelecido entre um fabricante e um varejista de itens que são vendidos em grande quantidade. Por fim, podemos citar Huang *et al.* (2011), em que o contrato de desconto pela quantidade também se mostra bastante eficiente por cadeias produtivas formadas por três empresas: fornecedor, fabricante e varejista.

2.3.4.3 *Flexibilidade de Quantidade*

De acordo com Li *et al.* (2016), um contrato de flexibilidade de quantidade ou "*quantity flexibility*" é, em geral, formado por duas empresas, nas quais se cria um limite mínimo e um limite máximo de produção ao fabricante. Nesse cenário, caso a demanda seja abaixo do esperado e do limite mínimo pré-determinado, existe um compromisso de demanda mínima, que deve ser requisitada pelo fabricante para que a rede varejista não fique com a fábrica totalmente parada e incorra em prejuízos sozinho. Já no caso de demanda acima do esperado e do limite máximo imposto, existe um compromisso do fabricante em atender até determinado limite de produção pré-estabelecida, que caso não atingida gera multas ao fabricante.

De acordo com Tsay (1999), o contrato de flexibilidade de quantidade é baseado em indústrias que apresentam relação entre fabricantes e varejistas em longo prazo. Além disso, os contratos são, muitas vezes, firmados em momentos de realização de investimentos por parte do fabricante e a determinação de uma quantidade mínima visa compartilhar os riscos de uma demanda abaixo do esperado. De acordo com Lian and Deshmukh (2009), esse tipo de contrato é bastante comum em empresas automobilísticas, no setor de petróleo e gás.

Em Tsay (1999), a produção precisa ser realizada antes da demanda final, no entanto, as empresas têm informação imperfeita quanto a sua demanda. Nesse cenário, o contrato de compra mínima por parte do varejista garante que uma demanda abaixo do esperado seja compartilhada entre as empresas. Com isso, o fabricante se sente mais à vontade em produzir próximo à demanda inicialmente projetada, gerando uma situação de ganha-ganha para ambas as empresas da cadeia produtiva.

Já Lian e Deshmukh (2009) realizam uma publicação em que se desenvolve um modelo analítico com uma taxa de reposição ótima sob a perspectiva do varejista. Nesse modelo, o varejista tem descontos por se comprometer a comprar uma quantidade mínima e, quanto antes esse compromisso é realizado, maior o desconto. A ideia é que a demanda pode ir sendo ajustada de acordo com a demanda e pelo nível de inventário. Contudo, isso tem uma penalização no preço que está sendo pago e limites máximos e mínimos de alteração.

2.3.4.4 *Contratos de recompra*

De acordo com Lee e Rhee (2007), o contrato de recompra ou “*Buyback*” consiste em uma situação em que o varejista tem a responsabilidade de recompra em alguns casos específicos. Em geral, os contratos de recompra na cadeia produtiva são bastante comuns em situações de grande incerteza na demanda e a recompra por parte do fabricante pode acontecer por duas principais razões: A primeira seria para o compartilhamento de riscos entre fabricantes e varejistas. De acordo com a publicação de Xiao *et al.* (2010), com uma cadeia produtiva formada por um fabricante e um varejista, ambas as empresas podem ter benefícios pelos contratos de compartilhamento de riscos.

Já a segunda situação ocorre na qual parte da produção não comercializada pelo varejista tem maior valor na mão do fabricante do que na mão do varejista final. Na literatura isso é mais detalhado para o mercado de bebidas alcoólicas em festas na publicação de Kandel (1996), em que tudo o que não é consumido tem maior valor para a empresa que fornece a bebida do que para a empresa que serve para os clientes na festa, uma vez que a empresa de bebidas poderia rapidamente achar outras que comprariam a mercadoria. Também existem os trabalhos voltados para o mercado de roupas *fashions*, como o trabalho clássico de Eppen e Iyer (1997), no qual o varejista pode realizar devoluções no caso de produtos não vendidos. Apesar disso, é preciso ressaltar que Lee e Rhee (2007) discordam da capacidade de recuperação do valor de itens não vendidos no mercado de moda por parte do fabricante.

A estrutura quantitativa do contrato de recompra pode ser sintetizada da seguinte maneira: o fabricante tem um preço “ p ” por unidade vendida para a rede varejista, mas também tem que pagar “ i ” por unidade não vendida ao final do período acordado. Nesse modelo de contrato, a rede varejista não deveria ter lucro pelo inventário, fazendo com que “ $i \leq p$ ”. Além disso, o fabricante deve ter a capacidade operacional de averiguar a quantidade de inventário inicial e final para que não haja problema no momento de pagar os varejistas.

Nos trabalhos que analisam contratos de recompra, Pasternack (1985) verifica o aumento de demanda por parte dos varejistas, dado o compartilhamento de risco e menor prejuízo em casos de baixa demanda. Esse importante trabalho mostra um cenário de ganha-ganha, que pode ser firmado sob condições de alta incerteza de demanda e produtos com alta depreciação ao longo do tempo.

Também podemos citar Chen (2011), que inclui dois tipos de preços na recompra - um primeiro na recompra pela não venda ao consumidor final e um segundo pela devolução de produtos do consumidor final. O autor mostra quantitativamente que esse contrato pode atingir cenários de maior coordenação da cadeia produtiva e situações de ganha-ganha para ambas as empresas da cadeia produtiva.

2.3.4.5 *Compartilhamento de receita*

De acordo com um importante trabalho de Cachon e Lariviere (2005), o contrato de compartilhamento de receita ocorre quando a rede varejista paga um preço em cada unidade adquirida e mais uma porcentagem total da sua receita. Esses contratos apresentam muitos benefícios práticos na literatura, mas, infelizmente, têm algumas limitações práticas, uma vez que a empresa fabricante precisa ter informações confiáveis da empresa varejista para que a transferência de dinheiro ocorra no montante correto.

De acordo com Cachon e Lariviere (2005), o modelo quantitativo básico do compartilhamento de receita exige a definição de duas variáveis-chave. A primeira \emptyset , que consiste na porcentagem da receita que é mantida pela rede varejista. Dessa maneira, a empresa varejista precisa transferir $(1 - \emptyset)$ para a empresa fabricante. Nesse modelo, o valor deve estar entre $0 \leq \emptyset \leq 1$. O segundo parâmetro que deve ser estabelecido é o preço “ w ” pago ao fabricante por unidade vendida. Nos contratos de compartilhamento de receita, esses valores são próximos ao custo de produção.

No trabalho de Cachon e Lariviere (2005), os autores realizam uma análise de quanto o compartilhamento de receita pode elevar a eficiência da cadeia produtiva e compara a

eficiência desse contrato com outros disponíveis na literatura. O trabalho mostra que esse modelo apresenta resultados superiores aos contratos de recompra e flexibilidade de quantidade.

No entanto, Cachon e Lariviere (2005) apontam no final do trabalho algumas limitações do compartilhamento de receita. Mais especificamente, a publicação evidencia que em situações em que o produto apresenta substitutos e que o esforço de vendas da rede varejista pode afetar a venda final, os contratos de compartilhamento de receita podem não funcionar. Nesse cenário, a rede varejista não teria incentivos em realizar ações de venda daquele específico produto, já que parte da receita teria que ser compartilhada ao contrário dos produtos substitutos. Além disso, os autores relatam que os custos administrativos para controlar a venda final do varejista devem ser confiáveis e baixos para que os contratos de compartilhamentos de receitas possam ser utilizados na prática.

Também podemos citar o trabalho de Arani *et al.* (2016), que trabalham com os contratos de compartilhamento de receitas, em conjunto com opções de compra europeia, em que o varejista pode utilizá-la em casos de venda acima da demanda estimada. Os resultados são utilizados para o mercado de vestuário no Irã e se mostram bastante eficiente para maximizar os resultados do fabricante e do varejista.

Já o trabalho de Palsule-Desai (2013) demonstra algebricamente que os contratos de compartilhamento de receitas têm performance bastante superior a uma cadeia produtiva sem contratos. Ainda de acordo com Palsule-Desai (2013), a incerteza de demanda pode ser um problema na formulação de contrato, já que demandas acima do esperado podem melhorar a porcentagem do lucro do fabricante.

Também se pode citar o trabalho de Wang *et al.* (2014), em que o sucesso do compartilhamento de receita está no nível de elasticidade da curva de demanda e nos custos do varejista para disponibilizar o produto ao cliente final. De acordo com a publicação de Wang *et al.* (2014), quantitativamente, as curvas de demanda elásticas e altos custos do varejista podem inviabilizar os contratos de compartilhamento de receita.

Por fim, é importante citar que, apesar do contrato de compartilhamento de receita ser bastante abordado na literatura e os seus resultados serem bastante satisfatórios, uma porcentagem menor de casos é observado na prática no mercado brasileiro. Esse comportamento ocorre, pois o compartilhamento de receita exige um nível de troca de informação entre as empresas grandes e a informação precisa ser muito crível, o que reduz o número de casos práticos.

2.3.4.6 Poder de barganha nos contratos

Como exposto neste tópico, a inserção de contratos visa levar a cadeia produtiva a novos equilíbrios que gerem o conceito denominado de “eficiência de Pareto”, ou seja, uma situação em que todas as empresas do mercado tenham maiores lucros. No entanto, o poder de barganha exerce uma função importante na distribuição de lucro entre as empresas, já que influencia o lucro de cada organização e pode levar a situações em que contratos não sejam estabelecidos.

Para solucionar essa questão, Cachon (2003) utiliza o conceito de paridade do poder de barganha, em que independente da estrutura de cadeia produtiva analisada, o poder de barganha entre as empresas não é alterado, fazendo com que a porcentagem de lucro de cada organização também seja a mesma. Com isso, a maximização do lucro da cadeia produtiva é, necessariamente, a maximização do lucro das empresas individualmente. Vários outros estudos, como Saha (2013); Polak (2014); Chaab e Rasti-Barzoki (2016) e Ajorlou e Jadbabaie (2019) utilizam desse conceito.

Nessas publicações, cada empresa tem uma porcentagem do lucro total da cadeia produtiva, dado uma variável exógena ao modelo. Quanto maior a porcentagem de lucro alocada para essa organização, maior o seu poder de barganha. Dessa maneira, um maior lucro da cadeia produtiva gera uma situação de maior lucro para a corporação também.

Apesar disso, Crook e Combs (2007) relatam que a adoção ou não dos contratos no final das negociações, muitas vezes, depende do lucro presente de cada empresa e da crença no poder de barganha que cada uma considera ter. De acordo com os autores, muitas vezes, a crença do poder de barganha pode ser distinta entre as organizações, o que pode prejudicar o estabelecimento de contratos.

Assim como apontado por Bacharach e Lawler (1991), o poder de barganha pode ser facilmente compreendido pelas pessoas. No entanto, isso é bem complicado de ser mensurado. O autor ainda ressalta que o poder de barganha pode ser comparado com a beleza, já que está nos olhos de quem a vê. Alguns trabalhos importantes, como Benton e Maloni (2005), analisam que o poder de barganha pode ser mensurado pelo volume em vendas e pelo número de alternativas que as empresas apresentam.

O principal conceito utilizado para identificar o poder de barganha é o índice Herfindahl–Hirschman, que mensura o “*Market Share*” de cada empresa na sua indústria e resulta em um indicador da concentração do mercado e do maior poder de negociação das maiores empresas de cada setor.

Já Sanjay *et al.* (2019) realizam uma interessante publicação que investiga o impacto do poder de barganha na coordenação de uma cadeia produtiva. O trabalho analisa três principais pontos que levam a um maior poder de barganha: a) A relevância de que cada empresa nas vendas custos e lucros da outra empresa; b) as outras opções, além da parceria com a outra empresa e c) impaciência (em termos de probabilidade de contraoferta). A partir desses pontos, Sanjay *et al.* (2019) analisam a alocação de lucro para cada empresa após a coordenação da cadeia produtiva em diferentes cenários.

3 MÉTODO

Esta tese apresenta características descritivas e existe uma conexão de ideias e fatores identificados para compreender os efeitos dos contratos versus cenários sem a utilização de contratos. A pesquisa também se caracteriza como quantitativa, uma vez que constrói um processo estruturado baseado em modelos matemáticos via teoria dos jogos e simulações de cenários.

Além disso, o método é contingenciado pelo objetivo inicial de pesquisa, ou seja, por propor um modelo que identifique quais as melhores condições de mercado para que os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” gerem eficiência e otimizem o lucro de empresas parceiras em uma cadeia produtiva do varejo.

A metodologia é construída para uma cadeia produtiva formada por uma empresa manufatureira, que tem geração de valor a partir de um produto de qualidade e com marca forte, e uma empresa varejista, que consegue disponibilizar o produto de maneira eficiente ao consumidor final. Dessa maneira, ambas as organizações são importantes na geração de valor ao cliente.

O trabalho também realiza simulação de cenários para duas incertezas da cadeia produtiva. A primeira é a curva de demanda, em que cinco cenários são construídos com base no histórico de 187 outras linhas de produtos nos últimos três anos. A segunda incerteza é o custo médio de produção, em que a simulação de Monte Carlo Bootstrap é utilizada com base no histórico dos custos de matéria-prima, transformação e logística do produto nos últimos quatro anos.

Além disso, a teoria dos jogos é construída com três importantes premissas. A primeira é que as empresas pertencentes à cadeia produtiva são racionais e visam maximizar a própria utilidade, que, neste trabalho, é mensurado pelo próprio lucro. A segunda consideração é que as empresas detêm informações perfeitas tanto das ações que serão tomadas pelas outras empresas quanto das restrições de demanda e custo médio de produção

A terceira consideração é o conceito de paridade do poder de barganha apontado por Cachon (2003) e utilizado por vários outros autores, como, Saha (2013); Polak (2014); Chaab e Rasti-Barzoki (2016) e Ajorlou e Jadbabaie (2019), que independente do modelo escolhido, o poder de barganha das empresas é o mesmo. Dessa maneira, a porcentagem de lucro de cada empresa também é a mesma, fazendo com que a maximização do lucro da cadeia seja necessariamente a maximização do lucro das empresas.

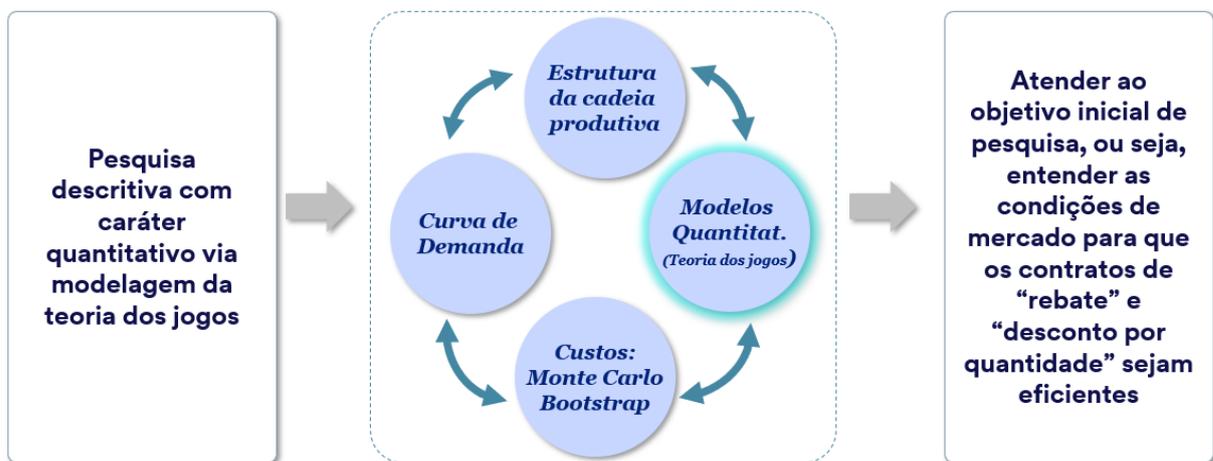
Apesar da relevância de contratos nas relações entre empresas da mesma cadeia produtiva, a indisponibilidade de dados é um fator limitante nas pesquisas dessa área. Este trabalho utiliza dados reais de empresas do setor de limpeza, graças a uma colaboração e objetivos claros de melhorar os tipos de acordos e contratos estabelecidos entre organizações parceiras de uma mesma cadeia produtiva.

3.1 Procedimentos metodológicos

O processo metodológico deste trabalho consiste em propor um modelo que visa identificar quais situações de mercado são mais adequados para os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade”. Para isso, analisa-se as condições de mercado (curva de demanda, custo de produção e estrutura da cadeia produtiva) e, a partir dessas condições, são desenhados os modelos quantitativos via teoria dos jogos, que tem por objetivo identificar as ações de cada empresa e, posteriormente, os resultados de lucro encontrados.

A Figura 6 abaixo explica o processo metodológico utilizado no trabalho.

Figura 6: Procedimento metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Figura 6 indica que o trabalho apresenta uma metodologia descritiva, que visa atender o objetivo inicial de pesquisa, de identificar quais condições de mercado são ideais para cada contrato. Para a realização deste objetivo, o trabalho propõe um modelo segmentado em 4 principais etapas.

A primeira etapa é a definição e a construção de parâmetros e cenários para a curva de demanda do mercado analisado. A curva de demanda é construída a partir de dados reais mensais entre 2016 até o final de 2019 (48 pontos), com correção monetária da inflação pelo

índice geral de preços de mercado (IGP-M). Os dados utilizados são a quantidade final consumida, o preço final aplicado ao consumidor e o nível de investimentos em esforços de vendas praticados pelo fabricante e varejista.

Assim como Xie e Neyret (2009) e SeyedEsfahani *et al.* (2011), a curva de demanda final depende tanto do preço praticado ao consumidor final quanto do nível de investimento em esforços de vendas conforme a equação (21) abaixo.

$$Q_d(p; i) = f(p_v) * F(i) \quad (21)$$

Em que:

- “ p_v ” - Preço do varejista aplicado ao consumidor final;
- $f(p_v)$ - Função de demanda afetada pelo preço do varejista;
- “ i ” - Investimento realizado em esforços de vendas;
- $F(i)$ - Função de demanda afetada pelo investimento em esforços de vendas.

A equação (21) indica que a demanda é influenciada por duas equações no qual o preço do varejista (preço pago pelo último cliente da cadeia produtiva) e o nível de investimento em esforços de vendas afetam a curva de demanda.

Ao substituir as funções da equação (21) por parâmetros de acordo com SeyedEsfahani *et al.* (2011), chega-se à curva de demanda (22) utilizada para este trabalho.

$$Q_d(p; i) = (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (i)^{-\delta}) \quad (22)$$

Em que:

- “ α ” - Potencial de venda do produto proposto;
- “ β ” - Sensibilidade de preços pela inclinação da curva de demanda;
- “ γ ” - Convexidade da curva de demanda;
- “ A ” - Nível de saturação do mercado;
- “ i ” - Investimento realizado pela cadeia produtiva;
- “ δ ” - Nível de efetividade do investimento.

Na equação (22), o potencial de mercado do item em estudo é representado por “ α ”. Esse parâmetro indica o total do mercado em unidades do item em um cenário em que o preço é zero e as vendas não são afetadas por um baixo investimento. O valor de β representa o nível de sensibilidade da curva de demanda pelo seu preço. Quanto maior o valor de β , maior a inclinação da demanda por preço e maior a perda de unidade vendida por um aumento de preço. “ p_v ” representa o preço do varejista aplicado ao cliente final e γ o nível de convexidade, ou seja, quanto maior o valor de γ , maior o nível de convexidade da curva de demanda.

Além disso, a equação (22) traz o efeito do investimento na curva de demanda. “ A ” representa o nível de saturação do mercado, ou seja, o valor de “ A ” visa mensurar se o mercado alcançou o seu nível de saturação e não apresenta crescimentos extraordinários e acima da economia. Esse cenário ocorre quando o valor de “ A ” é igual a 1.

O parâmetro “ i ” representa o valor monetário de investimento realizado pelas empresas presentes na cadeia produtiva enquanto o “ δ ” avalia o nível de retorno do investimento. Em geral, esse valor é inferior a 1, para que o investimento tenha retornos marginais decrescentes e esteja em linha com a teoria discutida ao longo do referencial teórico.

Os parâmetros da curva de demanda são calculados via ferramenta “Curva Expert Professional 2.6.5” e o modelo de mínimos quadrados ordinários (MQO) é utilizado para a equação (22), com o objetivo de minimizar a soma dos quadrados das diferenças dado os valores reais de quantidade, preço do varejista e investimentos em esforços de vendas de 2016 a 2019. Testes estatísticos são realizados para analisar a necessidade ou não de um novo modelo de regressão.

Além disso, a equação de demanda apresenta um nível de incerteza que é mensurado por cinco diferentes cenários em que este trabalho analisa a evolução de quantidade vendida de 187 itens comercializados em redes varejistas ao longo dos anos de 2017 até 2019 e mais detalhes são colocados no desenvolvimento dos resultados.

A segunda etapa é a descrição das premissas utilizadas para o cálculo dos custos de produção e as suas incertezas. O custo de produção é uma importante restrição de lucro para a cadeia produtiva, uma vez que o seu valor afeta diretamente a rentabilidade das empresas.

Assim como a curva de demanda, o custo variável médio de produção também apresenta um nível de incerteza futuro. Neste trabalho, as condições de mercado que podem se alterar são: custo de matéria-prima, custo de transformação do item mais impostos e custo logístico.

Para o cálculo do valor futuro deste custo de produção é utilizado o modelo de Monte Carlos Bootstrap. Esse modelo de simulação é escolhido, pois nos permite realizar o cálculo sem conhecimento das características da distribuição, o que é complicado, uma vez que utilizamos apenas 48 pontos de amostra. Além disso, a simulação de resultados via Bootstrap não requer nenhum tipo de suposição sob a população que gerou a amostra.

Outro ponto importante de mencionar é que para efeito de simplificação, o custo marginal de produção é constante para o número de unidades que pode ser comercializado. Essa simplificação é importante, pois, dessa maneira, o custo variável médio (Matéria-prima, transformação do produto, impostos e logística) é constante ao longo de um mesmo período.

Além disso, o modelo não considera nenhum custo fixo ao processo, uma vez que o custo fixo é independente da presença ou não desse produto. Esse modelo também não considera nenhum custo de transação, ou seja, o modelo não considera os gastos que a empresa tem para planejar, negociar e cobrar os acordos e contratos firmados entre as empresas presentes na cadeia produtiva.

Ademais, este trabalho também segue as premissas de Jabarzare e Barzoki (2020) e opta por trabalhar com todos os custos, sendo pagos pela empresa manufatureira. Essa simplificação do modelo visa dar foco nas decisões conflitantes de preços e investimento em esforços de vendas que existem entre as empresas da cadeia produtiva.

O terceiro ponto analisado é a composição da estrutura produtiva no modelo quantitativo da teoria dos jogos. Este trabalho realiza a análise com uma única linha de produto de limpeza da categoria de esponjas, mercado que mostra alto nível de dependência de diferentes empresas na cadeia produtiva. De acordo com a Nielsen (2019), as marcas próprias representam apenas 4,4% do mercado de esponjas no Brasil e apenas 0,9% das esponjas é comercializada de maneira direta entre a empresa manufatureira e o cliente final via plataforma digitais.

Assim como colocado na revisão bibliográfica, a empresa manufatureira tem fornecedores prévios, mas as organizações vendem majoritariamente commodities que podem ser facilmente trocados pelo manufatureiro. Com isso, os fornecedores não têm poder de barganha e poder de decisão, uma vez que vendem o seu produto em nível de preços internacional.

Quanto à empresa manufatureira, temos uma situação na qual a organização apresenta poder de marca, o que é relevante na decisão de compra do consumidor de acordo com a revista “*Opinion box insights*”, de 2019. Além disso, a empresa realiza investimentos em pontos de vendas pelos materiais promocionais e melhores pontos de venda.

Quanto à empresa varejista, o modelo apresenta apenas uma organização, que tem como principal restrição de lucro o preço pago ao fabricante e a curva de demanda definida pelo item deste trabalho. A rede varejista é independente na escolha de preços, que é realizada ao consumidor final, uma vez que o fabricante não tem controle sobre esse valor.

Nessa situação, os fornecedores não são considerados e, com isso, temos um modelo de cadeia produtiva dupla com uma empresa fabricante e uma rede varejista, assim como importantes trabalhos da área (CACHON (2003); CACHON (2005); XIE; WEI (2009); SEYEDSFHANI *et al.* (2011); CHEN *et al.* (2011); SAHA (2013); POLAK (2014); CHAAB; RASTI-BARZOKI (2016); AJORLOU; JADBABAIE (2019)).

Por fim, este trabalho analisa o poder de barganha como fator exógeno, ou seja, cada empresa tem uma porcentagem do lucro total da cadeia produtiva dado uma variável exógena ao modelo e quanto maior a porcentagem de lucro alocada para essa empresa, maior o seu poder de barganha.

Dessa maneira, o lucro da empresa está diretamente relacionado ao de toda a cadeia produtiva. Assim, quanto maior lucro da cadeia produtiva, maior o lucro de todas as empresas presentes na cadeia produtiva.

O quarto ponto colocado no método é a descrição dos modelos quantitativos, que seguem a metodologia da teoria dos jogos. Com base na revisão de literatura, decide-se pela realização de cinco tipos de modelos, sendo três situações sem a presença de contratos e dois modelos analisados via utilização de contratos.

Os três primeiros modelos sem a utilização de contratos seguem a metodologia utilizada por Chaab e Rasti-Barzoki (2016) e Tayur *et al.* (2012), que analisam: a) o histórico de resultados em que são utilizados os dados reais durante os anos de 2016 até 2019, em uma situação que não existe nenhum tipo de contrato; b) o modelo de integração vertical, em que apenas uma empresa realiza todas as decisões estratégicas e também tem todo o lucro da cadeia produtiva e c) o modelo de *Stackelberg* fabricante, no qual a empresa fabricante é quem tem todo o poder de barganha, realiza as primeiras decisões e o efeito de dupla marginalização na redução do lucro da cadeia produtiva é maior.

Por fim, os dois modelos com a presença de contratos serão os contratos de rebate e os contratos de desconto por quantidade, já que são as duas situações são encontradas nos 14 contratos analisados para o mercado de limpeza doméstica (conforme a revisão da bibliografia). O método para a construção desses dois modelos segue a metodologia utilizada por Saha (2013). A indicação dos cinco contratos que serão utilizados é apresentada a seguir.

- Sem a Utilização de contratos

- Histórico de resultados
- Integração vertical
- *Stackelberg* Manufatureiro
- Coordenação via utilização de contratos
- Desconto por quantidade
- Rebate por metas

Nas diferentes situações, existem funções de lucro para a empresa manufatureira, rede varejista e toda a cadeia produtiva. Esta última segue a equação (23) abaixo:

$$\pi = (p_v - C_{vm}) * Q(p; i) - i \quad (23)$$

Em que:

- π – Lucro da cadeia produtiva;
- p_v – Preço praticado pelo varejista;
- C_{vm} – Custo variável médio de produção;
- $Q(p; i)$ – Demanda afetada pelo preço do varejista e investimento em esforços de venda;
- i – Investimento em esforços de vendas.

A equação (23) indica que o lucro da cadeia produtiva é definido pela margem unitária de produção multiplicado pela quantidade vendida, menos o investimento colocado na cadeia produtiva. Nessa situação, a margem unitária é construída a partir da diferença entre o preço do varejista (preço colocado ao cliente final) menos o custo variável médio de produção. A quantidade vendida é representada pela curva de demanda definida anteriormente e o investimento em esforço de venda representa os investimentos em pontos de vendas realizados pelas empresas varejistas e manufatureiras.

Quanto à empresa manufatureira, a função lucro segue a equação (24):

$$\pi_m = (p_m - C_{vm}) * Q(p_v; i) - i_m \quad (24)$$

Em que:

- π_m – Lucro da empresa manufatureira;
- p_m – Preço praticado pelo manufatureiro;

- C_{v_m} – Custo variável médio de produção;
- $Q(p_v; i)$ - Demanda afetada pelo preço do varejista e investimento em esforços de venda;
- i_m – Investimento em esforços de vendas realizado pelo fabricante.

A equação (24) indica o lucro da empresa fabricante inserida em uma cadeia produtiva. Assim como o lucro da cadeia produtiva, a empresa fabricante tem o seu lucro da margem unitária de cada item multiplicado pela quantidade total vendida menos o investimento realizado em esforços de venda da empresa.

Conforme a equação (24), a margem unitária é a diferença do seu preço realizado para a empresa varejista menos o custo variável médio da empresa fabricante. A quantidade é definida pela curva de demanda definida anteriormente e o investimento em esforço de venda representa o valor gasto para disponibilizar e realizar *merchandising* nos pontos de vendas.

Por fim, a equação (25) representa o lucro da empresa varejista.

$$\pi_v = (p_v - p_m) * Q(p_v; i) - i_v \quad (25)$$

Em que:

- π_v – Lucro da empresa varejista;
- p_v – Preço praticado pelo varejista;
- p_m – Preço praticado pelo fabricante;
- $Q(p; i)$ – Demanda afetada pelo preço do varejista e investimento em esforços de venda;
- i_v – Investimento em esforços de vendas realizado pelo fabricante.

Assim como nas funções de lucro anteriores, a rede varejista tem o seu lucro na margem unitária de cada item multiplicado pela quantidade total vendida, menos o investimento realizado em esforços de venda. Conforme a equação (25), a margem unitária é a diferença entre o seu preço ao consumidor final menos o preço pago à empresa fabricante. A quantidade da função da demanda definida anteriormente e o investimento em esforço de venda representa o valor gasto pela rede varejista para disponibilizar e realizar *merchandising* nos pontos de vendas.

Nessas equações (23), (24) e (25) todos os modelos seguem o princípio da racionalidade da teoria dos jogos. Tanto a rede varejista quanto a empresa fabricante tomam

decisões que visam maximizar a sua própria utilidade, que, nesse caso, é mensurado pela função lucro individual. Além disso, os modelos consideram que as empresas têm informações completas de custo variável médio, da curva de demanda e das funções de lucro de todas as organizações.

A comparação de resultados em diferentes cenários de mercado e diferentes modelos de negociação visa atingir o objetivo central da tese, ou seja, entender quais situações de mercado são mais adequados para os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” elencado na introdução.

4 RESULTADOS

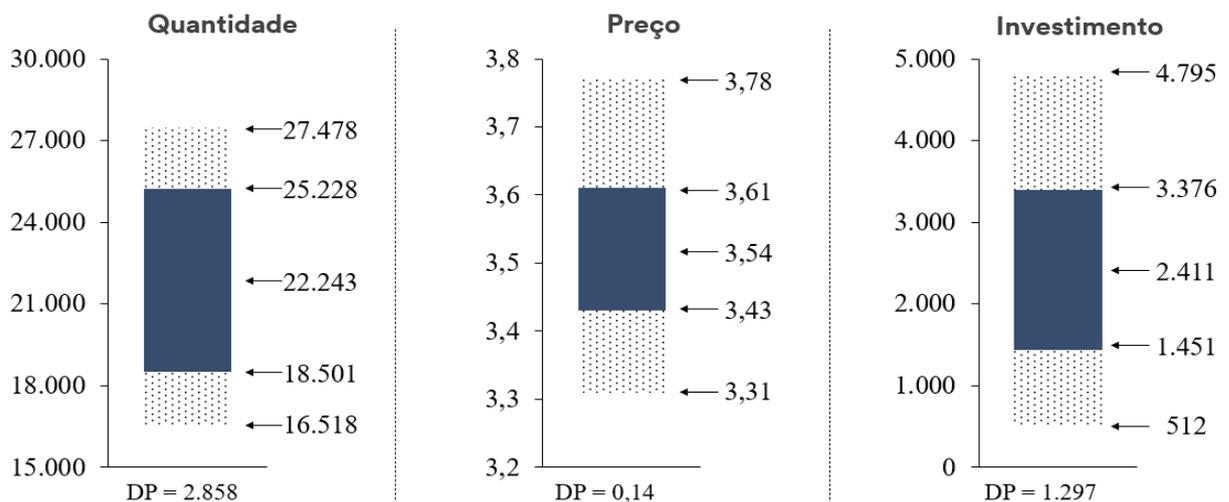
O Capítulo 4 de resultados é dividido em três partes. A primeira é o desenvolvimento que incorre nos dados utilizados, principais premissas e descrição detalhada dos modelos matemáticos usados. A segunda parte aborda resultados encontrados com os diferentes cenários da curva de demanda, incertezas dos custos variáveis médios de produção e o resultado dos cinco diferentes modelos criados de acordo com a metodologia da teoria dos jogos. Por fim, temos a discussão e a comparação dos resultados para as diferentes situações de mercado e diferentes modelos.

4.1 Desenvolvimento

4.1.1 Curva de demanda

Assim como apresentado no método, a curva de demanda é construída a partir de dados reais mensais entre 2016 até o final de 2019 (48 pontos). As amostras coletadas são destacadas no diagrama abaixo.

Figura 7: Dispersão de amostras da curva de demanda¹



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

As amostras indicam que a quantidade é uma variável com valor médio de 22.243 unidades vendidas, um desvio padrão 2.858 e um valor de máximo e mínimos de 27.478 e

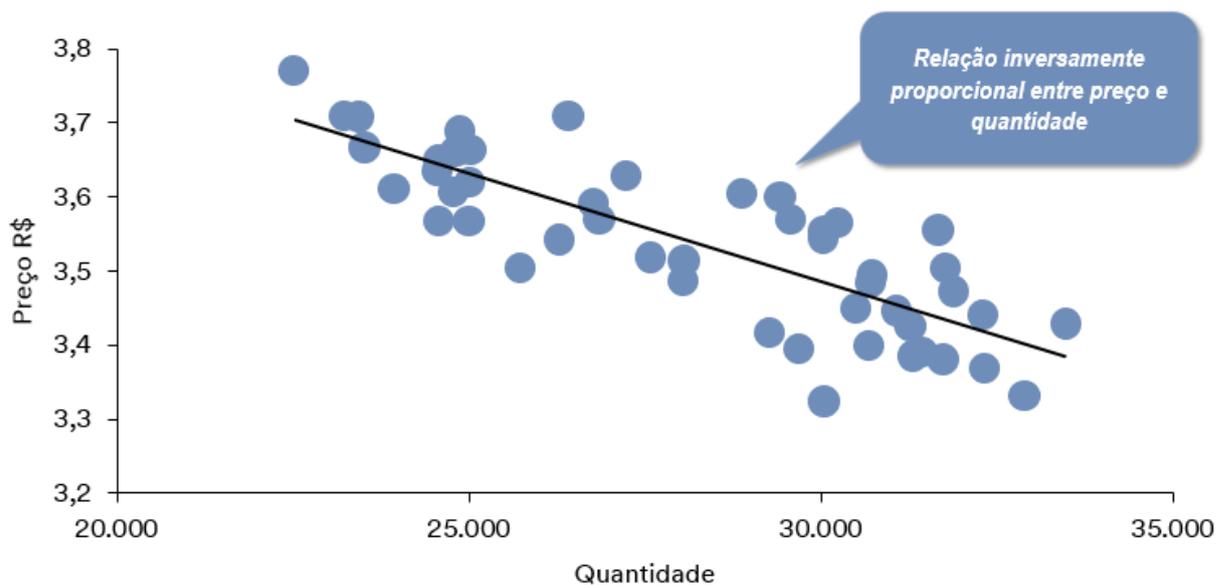
¹ A Figura 7 não indica relação entre variáveis

16.518 unidades, respectivamente. O preço do varejista apresenta um valor médio de R\$ 3,54 e um desvio padrão de 0,14. Por fim, o investimento em esforços de venda apresenta um valor médio de R\$ 2.411, com desvio padrão alto de 1.297. Todas essas amostras são mensais entre os anos de 2016 e 2019 e os valores de preço do varejista e investimentos são corrigidos monetariamente pelo IGP-M.

A partir dessas amostras, pode-se realizar uma análise da correlação entre as variáveis. Em outras palavras, há uma relação entre a quantidade e o preço praticado pela rede varejista, além de uma relação entre a quantidade e o investimento em esforços de vendas que são necessárias para estimar a curva de demanda.

A Figura 8 representa a relação entre preço e quantidade para a esponja de limpeza selecionada para este trabalho.

Figura 8: Relação quantidade e preço

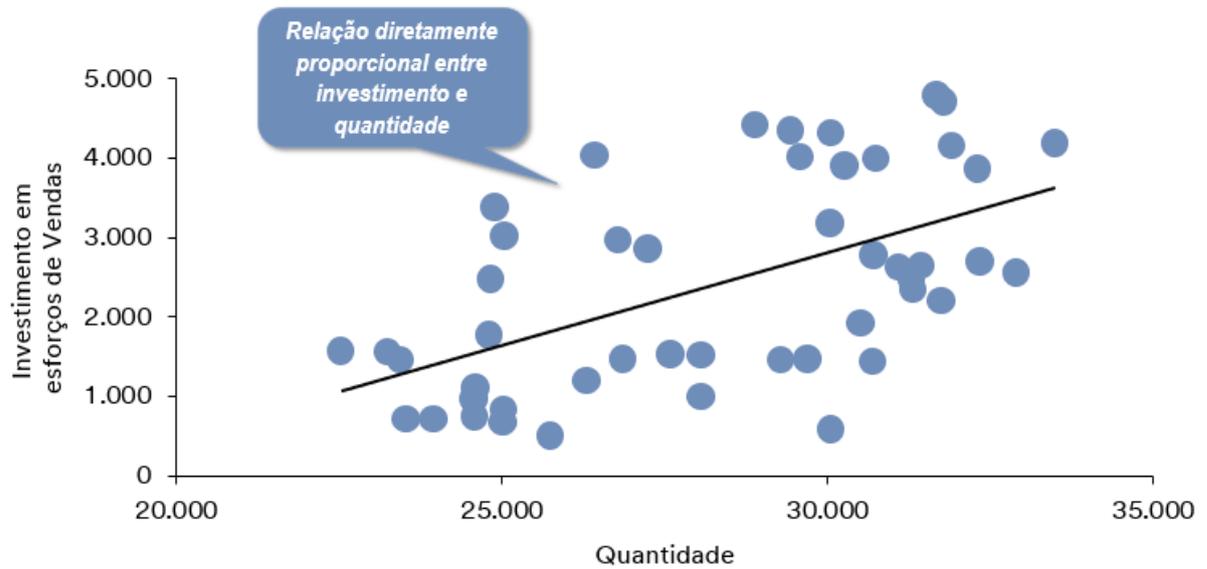


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Figura 8 indica que assim como apontado na revisão de literatura, a curva de demanda aparenta ter uma relação inversamente proporcional entre preço do varejista e quantidade. Em outras palavras, maiores níveis de preço aparentam resultar em menor quantidade e vice-versa, assim como esperado no método.

Já a relação entre os investimentos em esforços de vendas e quantidade pode ser observada na Figura 9 a seguir.

Figura 9: Relação quantidade e investimento em esforços de vendas



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A dispersão de pontos da Figura 9 indica uma relação positiva entre quantidade e investimentos em esforços de vendas. Com isso, o aumento de investimentos (banners promocionais, equipe de vendas para medir nível de estoque/reposição e melhores locais nas prateleiras dos varejistas) resultam em maior quantidade vendida ao consumidor final.

A partir da relação das três amostras dessas variáveis se roda um modelo de mínimos quadrados ordinários (MQO) para a equação (22) definida no método e apresentada abaixo.

$$Q_d(p; i) = (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (i)^{-\delta}) \quad (22)$$

Em que:

- $Q_d(p_v; i)$ – Função de demanda que depende do preço do varejista e investimento em esforços de vendas;
- p_v – Preço final do varejista;
- “ α ” - Potencial de venda do produto proposto;
- “ β ” - Sensibilidade de preços pela inclinação da curva de demanda;
- “ γ ” - Convexidade da curva de demanda;
- “ A ” - Nível de saturação do mercado;
- “ i ” - Investimento realizado pela cadeia produtiva;
- “ I_v ” - Investimento realizado pela rede varejista;
- “ δ ” - Nível de efetividade do investimento.

Assim como descrito por Figueiredo Filho *et al.* (2011) e Hair *et al.* (2009), o modelo de MQO é um dos modelos estatísticos mais utilizados nas ciências econômicas e permite a análise de regressão múltipla para verificar a relação entre uma única variável dependente e múltiplas variáveis independentes (preditoras). Apesar dessa condição, os autores pontuam que essas estimações só são eficientes quando alguns pressupostos são satisfeitos.

Dentre alguns desses pressupostos, este trabalho pontua:

- Expectativa do erro precisa ser igual a zero;
- Ausência de autocorrelação, ou seja, os termos de erros são independentes entre si;
- A variável independente não deve ser correlacionada com o termo de erro;
- Homocedasticidade, ou seja, a variância do termo de erro é constante para os diferentes valores da variável independente;
- Variáveis independentes não apresentam alta correlação, o chamado pressuposto da não multicolinearidade.

A violação de algum desses pressupostos gera um determinado problema, que caso não seja resolvido pode gerar estimações incorretas das variáveis independentes.

Além disso, a equação (22) indica que a partir de parâmetros definidos, o preço do varejista e o investimento em esforços de vendas são as únicas variáveis que podem alterar a quantidade vendida, no entanto, isso não ocorre na prática.

Com isso, em um segundo momento, o desenvolvimento deste trabalho precisa incorporar a incerteza de demanda que, nesse modelo, é incorporado pelo fator \emptyset e é exposto na equação (26) abaixo:

$$Q_d(p_v; i; \emptyset) = (\alpha - \beta) * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I)^{-\delta}) * \emptyset \quad (26)$$

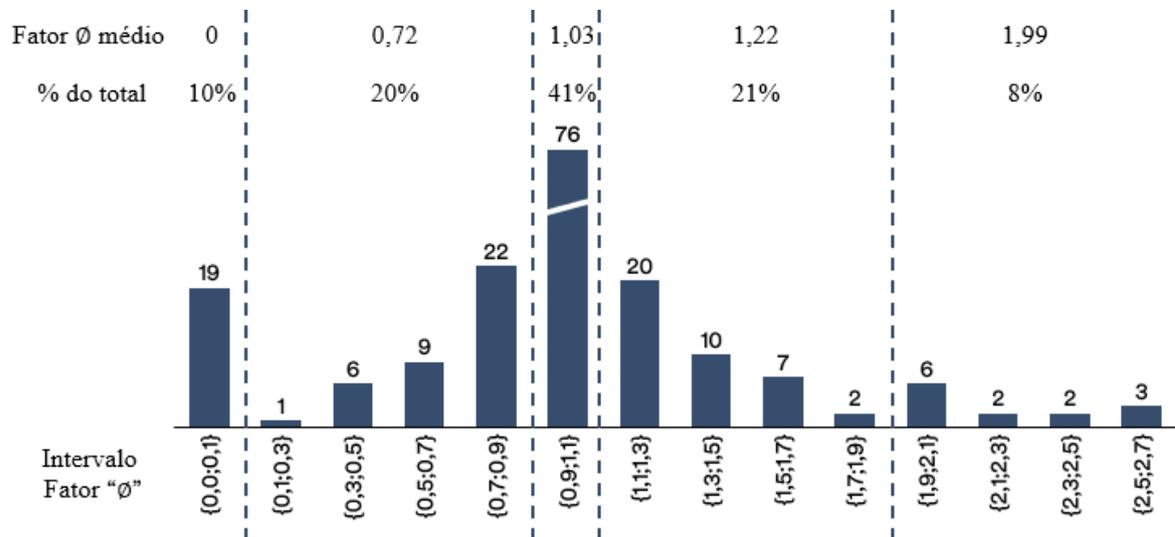
Em que:

- \emptyset - Incerteza de demanda.

A equação (26) incorpora um fator de incerteza da equação de demanda (22) e os seus diferentes valores e probabilidades são escolhidos após a análise de evolução nas vendas de 187 linhas de produtos de uma rede de varejo entre os anos de 2017 e 2019.

A dispersão da evolução de vendas segue a Figura 10 abaixo.

Figura 10: Histograma de vendas por linhas de produtos entre janeiro 2017 e dezembro 2019



Fonte: Elaborado pelo autor e dados internos (2020)

A Figura 10 mostra um histograma das vendas de 187 linhas de produtos de 2019 versus 2017. O “intervalo fator “Ø” representa os intervalos de crescimento entre os anos considerados na Figura 10. A “% do total” indica a porcentagem total de linha de produtos em cada bloco selecionado, enquanto o “Fator “Ø” médio” mostra o valor médio para todas as linhas de produtos selecionadas.

Com isso, a Figura 10 indica que 10% das linhas de produtos que eram comercializadas em 2017 não tiveram vendas em 2019, enquanto 20% das linhas de produtos venderam menos de 90% versus as unidades vendidas em 2017, com uma média de 72%. Além disso, 41% das linhas de produtos venderam entre 90% e 110% das vendas de 2017. Também tivemos que 21% das linhas de produtos venderam entre 110% e 190% das vendas de 2017 e, por fim, 8% das linhas de produtos venderam mais de 190% versus o ano de 2017.

A partir dos valores encontrados na Figura 10 são definidos cinco cenários com diferentes fatores de incerteza “Ø” e diferentes probabilidades de ocorrer.

Os cinco diferentes valores de “Ø” e as suas possibilidades de ocorrer seguem a Tabela 7 a seguir.

Tabela 7: Fator de incerteza da curva de demanda

Cenários	Peso	Fator ϕ
0% da demanda projetada	10%	0
80% da demanda projetada	20%	0,8
100% da demanda projetada	40%	1
120% da demanda projetada	20%	1,2
200% da demanda projetada	10%	2

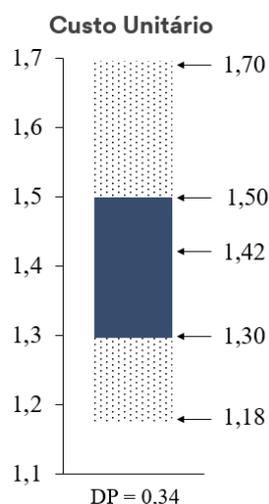
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Tabela 7 indica que os cinco possíveis valores de “ ϕ ” apresentam variações no efeito multiplicador da equação (23). O nível de possibilidade de cada cenário varia entre 10% até 40% enquanto os fatores multiplicativos “ ϕ ” variam entre 0 e 2. Todos esses resultados são escolhidos por apresentarem um comportamento simétrico e se assemelha ao histórico de unidades vendidas de 187 linhas de produtos durante 2017 até 2019 em uma rede de varejo representada pela Figura 10.

4.1.2 Custos variáveis médios de produção

Assim como colocado no método, este trabalho analisa os custos variáveis médios mensais entre os anos de 2016 e 2019, sendo todos os valores corrigidos monetariamente pelo IGP-M. A dispersão dos custos variáveis médios de produção pode ser observada na Figura 11 a seguir.

Figura 11: Dispersão do custo variável médio de produção

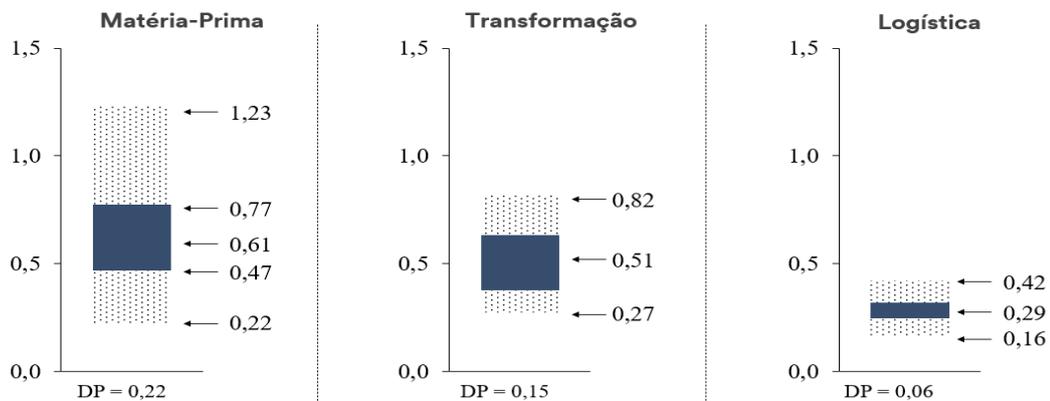


Fonte: Elaborado pelo autor e dados internos (2020)

A Figura 11 indica que o custo variável médio é de R\$ 1,42 e os valores máximos e mínimos encontrados entre 2016 e 2019 foram de R\$ 1,70 e R\$ 1,30. Além disso, os dados apontam que o desvio padrão do custo variável médio de produção é de R\$ 0,34.

Apesar dos dados gerais do custo variável médio de produção, o método indica a necessidade de subdividir os custos em três categorias para a elaboração do método de Monte Carlo Bootstrap.

Figura 12: Dispersão de custos variáveis médios de produção²



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Figura 12 mostra a dispersão dos três principais custos variáveis médios e indica que o custo da matéria-prima representa o principal custo marginal de produção (em média 43% do total) e tem um custo médio de R\$ 0,61 com um custo mínimo de R\$ 0,22 e máximo de R\$ 1,23. O custo de transformação do item é o segundo maior custo (36% do total) e apresenta um custo médio de R\$ 0,51. O terceiro e último é o custo de logística (representa 20% do total), com um valor médio de R\$ 0,29. Esses três custos são divididos para a elaboração da simulação de Monte Carlos Bootstrap para incorporar as incertezas de mercado.

O custo de matéria-prima é composto pela soma dos custos de materiais diretos, insumos e itens comprados para a fabricação de embalagens. Entre os seus componentes, destaca-se o poliuretano, que representa 88% dos custos de matéria-prima. O poliuretano é um polímero, que compreende uma cadeia de unidades orgânicas unidas e que é amplamente usado na produção de espumas, adesivos, selantes, pneus, preservativos, carpetes, colchões e esponjas de limpeza doméstica.

² Figura 12 não indica correlação entre as variáveis

O custo de transformação corresponde aos custos incorridos para transformar a matéria-prima em produto que é disponibilizado ao cliente final. Além disso, a destruição por perdas por qualidade, impostos, embalagem e alguns outros também são destinados para essa etapa da produção. Os custos diretos com pessoal representam apenas cerca de 21% desta etapa de produção, enquanto os custos indiretos de maquinário um valor próximo a 25%. As perdas por qualidade representam um valor próximo de 7%, enquanto o processo de embalagem tem um custo de 10%. Por fim, os impostos representam um valor próximo a 36% dos custos dessa etapa de produção.

Por fim, o custo de logística é composto pela armazenagem de itens, destruição por excesso de inventario, perdas de distribuição e custos de transportes entre o fabricante e o varejista. Os custos de armazenagem e destruição por excesso de inventário representam um valor próximo a 38%, enquanto as perdas de distribuição e custos de transportes um valor próximo a 62% dessa etapa de produção.

Para a análise de possíveis alterações de custos de produção ao longo do tempo é utilizada a simulação de Monte Carlo Bootstrap, na qual a amostra original de dados é tratada como uma pseudo população de possibilidades do custo variável médio nos períodos seguintes.

Dessa maneira, nenhuma suposição precisa ser feita sobre a real distribuição das diferentes etapas de custo de produção, uma vez que se utiliza da distribuição empírica amostral como uma estimativa da distribuição. Por fim, vale ressaltar que cada elemento da amostra tem a mesma probabilidade de ser selecionado.

A simulação de Bootstrap é realizada individualmente para cada uma das três etapas de distribuição citadas acima e a soma dessas diferentes etapas de produção compõe o custo variável médio de produção ao longo do tempo, conforme a equação (27) abaixo:

$$C_{vm_t} = C_{m_t} + C_{t_t} + C_{l_t} \quad (27)$$

Em que:

- C_{vm_t} – Custo variável médio ao longo do tempo “t”;
- C_{m_t} – Custo de matéria-prima ao longo do tempo “t”;
- C_{t_t} – Custo de transformação ao longo do tempo “t”;
- C_{l_t} – Custo de logística ao longo do tempo “t”.

Todos as etapas de produção têm efeito direto no custo variável médio de produção. O custo de matéria-prima, transformação do produto e de logística incorporam alterações nos valores de produção e a sua fonte de dados é interna e considerada como valores entre os anos de 2016 e 2019.

Por fim, vale destacar que essa metodologia é utilizada, pois o custo de cada etapa de produção não interfere no de outra etapa de produção e todas essas variáveis têm os seus valores corrigidos monetariamente via IGP-M, antes da simulação de Monte Carlos Bootstrap.

4.1.3 Cadeia produtiva e incertezas de mercado

Assim como evidenciado ao longo do método, a cadeia produtiva, a empresa manufatureira e a empresa varejista apresentam a sua própria função de lucro. No entanto, os valores de custo variável médio de produção e curva de demanda são incertos ao longo do tempo.

Com isso, as equações (23), (24) e (25), discutidas ao longo do método, são adaptadas neste tópico, conforme as equações (28), (29) e (30), respectivamente.

$$\pi = (p_v - C_{v_{m_t}}) * Q(p; i; \emptyset) - i \quad (28)$$

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_m \quad (29)$$

$$\pi_v = (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v \quad (30)$$

Em que:

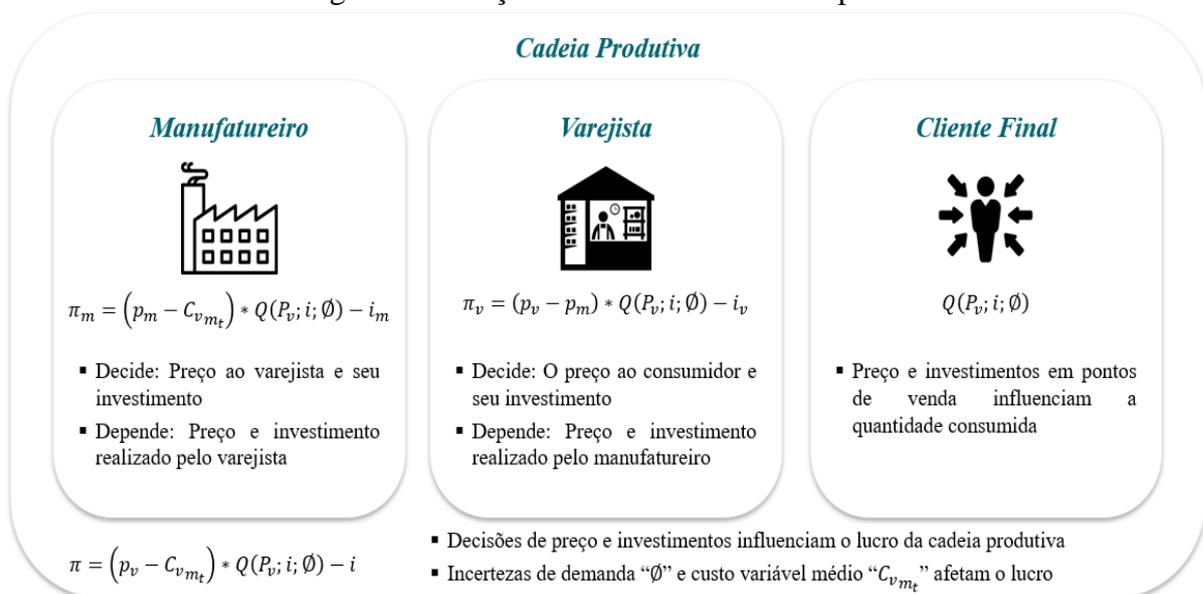
- π – Lucro da cadeia produtiva;
- π_m – Lucro da empresa manufatureira;
- π_v – Lucro da empresa manufatureira;
- p_m – Preço praticado pelo manufatureiro;
- p_v – Preço praticado pelo varejista;
- $C_{v_{m_t}}$ – Custo variável médio de produção ao longo do tempo t ;
- $Q(p; i; \emptyset)$ – Demanda afetada pelo preço do varejista e investimento em esforços de venda e incerteza de mercado;
- i – Investimento em esforços de vendas realizado pela cadeia produtiva;
- i_m – Investimento em esforços de vendas realizado pelo manufatureiro;
- i_v – Investimento em esforços de vendas realizado pelo manufatureiro.

Em todas essas equações acima, o custo variável médio de produção passa a ser representado pelo $C_{v_{m_t}}$, uma vez que o custo variável médio é alterado de acordo com as incertezas de mercado e, nesse trabalho, é calculado pela simulação de Monte Carlo Bootstrap. Além disso, o fator “ \emptyset ” é incorporado no modelo e representa os 5 diferentes cenários construídos neste trabalho, para representar as possíveis curvas de demanda futura.

Para todos esses cenários de incerteza de mercado, os valores de investimentos em esforços de vendas, quantidade, vendas e lucro são representados pelo termo denominado na estatística de “Esperança”. Esse valor apresenta o valor médio esperado, dadas as inúmeras simulações de condições futuras.

Além disso, a estrutura da cadeia produtiva construída indica que o lucro de cada empresa é individual, no entanto, as ações de cada empresa relacionadas aos preços e investimentos são interdependentes entre si. A Figura 13 abaixo representa o lucro de cada empresa da cadeia produtiva e as decisões que podem ser tomadas em cada organização.

Figura 13: Função lucro e decisão das empresas



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

4.1.4 Modelos sem a presença de contratos

Assim como evidenciado no método, três modelos sem a utilização de contratos são utilizados ao longo desse trabalho: a) o histórico de resultado, b) o modelo de integração vertical e c) *Stackelberg* manufatureiro.

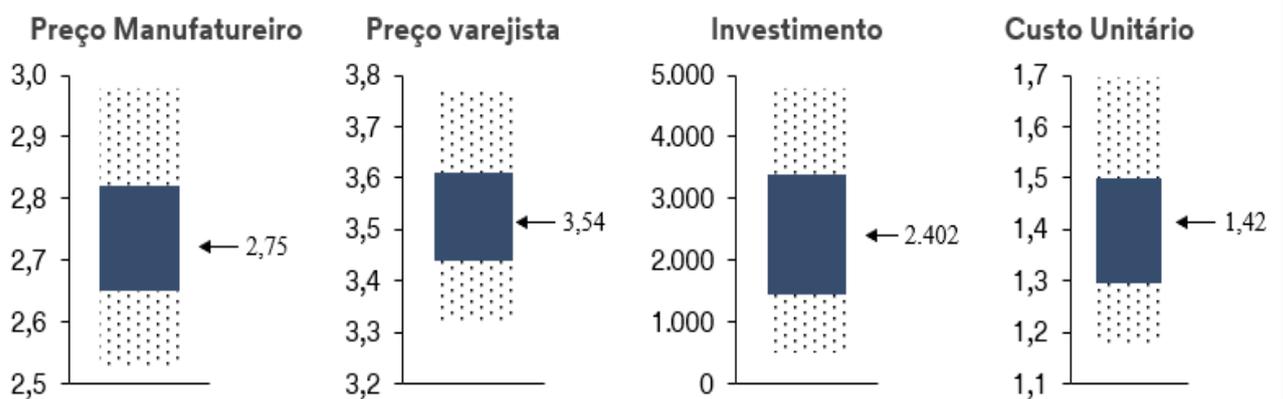
O modelo de histórico de resultados é construído a partir de dados mensais entre os anos de 2016 até 2019 e os resultados apresentados funcionam em um mercado sem a existência de contratos com dados disponibilizados pela empresa fabricante e pela rede varejista. Esse modelo visa dar originalidade ao trabalho e, ao mesmo tempo, ampliar a comparação de modelos teóricos com resultados obtidos na prática.

Para o cálculo da unidade vendida é utilizada a metodologia de Tayur *et al.* (2012), em que a média do preço praticado pelo varejista e a média a média dos investimentos em esforços de vendas da cadeia produtiva é usada de acordo com a curva de demanda construída para o período. Essa metodologia visa simplificar os cálculos e permitir uma comparação mais direta com os outros modelos construídos ao longo deste trabalho.

Com relação ao custo variável médio de produção, é utilizada a média de custo mensal entre os anos de 2016 até 2019. A soma de custo de matéria-prima, transformação do produto, logística e impostos que são pagos tanto pelo fabricante quanto pelo varejista são transferidos integralmente para a empresa fabricante, assim como é realizado pelos outros modelos deste trabalho. Além disso, todo o custo transferido do varejista para o fabricante é acrescido no seu preço para que não tenhamos nenhuma discrepância na porcentagem de lucro que cada empresa tem na cadeia produtiva.

Os números utilizados para a construção do modelo de histórico de resultados seguem a Figura 14 a seguir.

Figura 14: Dispersão das variáveis-chave do modelo de histórico de resultados³



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A relação de valores médios é apresentada a seguir:

- $p_v = 3,54$

³ A Figura 14 não indica relação entre variáveis

- $i = 2.402$
- $p_m = 2,75$
- $c_{v_m} = 1,42$

Por fim, o lucro de cada uma das empresas e de toda a cadeia produtiva segue as equações (23), (24) e (25) descritas no método.

O segundo modelo analisado, sem a presença de contratos, é o modelo de integração vertical. Esse modelo ocorre quando apenas uma empresa realiza tanto a produção quanto a disponibilização dos produtos ao cliente final. No modelo criado, o valor adicionado ao cliente final e os custos de produção seriam os mesmos de uma cadeia produtiva, que é formada por uma empresa manufatureira e uma varejista.

Como observado na revisão bibliográfica por Bukhari *et al.* (2018) e Terblanche (2017), esse não é um modelo real para produtos da linha de limpeza. Isso acontece, pois as empresas manufatureiras e varejistas não conseguem gerar o mesmo valor ao cliente final quando atuam de maneira independente. No entanto, esse cenário é importante, pois permite a comparação dos outros modelos contra um cenário de coordenação perfeita, em que apenas uma empresa realiza todas as decisões e tem todo o lucro da cadeia produtiva.

A função lucro da empresa no modelo de integração vertical é gerada pela equação (28) apresentada no tópico anterior. No modelo apresentado, a organização precisa definir o preço praticado ao consumidor final e o nível de investimento em esforços de vendas que será realizado. Além disso, essas decisões podem variar de acordo com as alterações nas restrições de mercado, ou seja, o custo variável médio de produção no tempo t e os cinco cenários construídos para a curva de demanda.

A partir desse ponto, o modelo deriva a curva de lucro (28) colocada no método, para que tenhamos os pontos ótimos de preço e investimento em esforços de vendas. Esse processo visa maximizar o lucro da cadeia produtiva em diferentes cenários de custo variável médio e curva de demanda (Apêndice B).

Os resultados dessas derivações seguem as equações (31) e (32) abaixo:

$$p = 2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}} \quad (31)$$

$$I^{+1,12} = \left(2,57 - 0,66 C_{v_{m_t}}\right) * \left(1,8 * 10^9 - 0,4 * 10^9 * C_{v_{m_t}}\right)^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset * 0,12 \quad (32)$$

Por fim, temos o terceiro modelo sem a presença de contratos: *Stackelberg* Manufatureiro. Esse modelo utiliza a mesma metodologia de Chaab e Rasti-Barzoki (2016), na qual o varejista é dominado pelo manufatureiro. Essa situação é comumente encontrada em mercados com alta diferenciação de produto, dado a qualidade e/ou poder da marca da empresa manufatureira.

Assim como colocado no referencial teórico, esse cenário pode gerar resultados ineficientes a partir do fenômeno denominado de dupla marginalização, em que a produção é inferior ao equilíbrio ótimo, preços finais são excessivamente altos para o consumidor final e o lucro da cadeia produtiva é inferior ao cenário de coordenação “perfeita” do tópico anterior.

A partir dessas informações, a função de lucro da empresa manufatureira é dada pela equação (29) exposta no método:

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_m \quad (29)$$

Conforme indicado pela equação, o lucro da empresa manufatureira é obtido pela margem do seu produto multiplicado pela quantidade vendida. É importante destacar que o lucro dessa empresa depende da decisão de preços imposta pela rede varejista, já que um menor preço resultaria em maior quantidade vendida.

Por outro lado, a função de lucro da rede varejista segue a função de lucro (30):

$$\pi_v = (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v \quad (30)$$

Conforme a equação, o lucro da rede varejista depende da sua margem multiplicado pela quantidade vendida. Vale destacar que a empresa varejista tem o seu lucro diretamente impactado pelas decisões de preços e investimentos totais aplicados pela empresa manufatureira.

Por fim, o lucro total da cadeia produtiva segue a equação (33):

$$\pi = \pi_m + \pi_v \quad (33)$$

Como observado na equação (33), a soma do lucro das empresas resulta no lucro da cadeia produtiva, uma vez que são as únicas duas empresas analisadas nesse modelo.

Nesses dois modelos propostos, as decisões de preços e investimentos em esforços de vendas podem se alterar, dadas as alterações nas condições de mercado, uma vez que não

temos contratos estabelecidos. Em outras palavras, todas as decisões podem ser alteradas com novos cenários para a curva de demanda ou novos custos variáveis médios de produção.

No modelo de Stackelberg manufatureiro, o varejista é dominado pelo manufatureiro e a empresa manufatureira é quem define o nível de preço pago pelo varejista ao manufatureiro e o nível de investimento em esforços de vendas. Apesar dessa condição, o preço praticado pelo varejista não é controlado pela empresa manufatureira.

Com isso, a decisão a ser tomada pela rede manufatureira já antecipa a margem e preços que serão praticados pela rede varejista, de acordo com o princípio da racionalidade imposto pela teoria dos jogos de maximização de lucro individual (CHAAB; RASTI-BARZOKI, 2016). Dessa maneira, a otimização de preços do varejista, em função do preço do manufatureiro, é a primeira etapa desse modelo (apêndice B.1) e o seu resultado segue na equação (34) abaixo:

$$p_v = 2,57 + 0,34 * p_m \quad (34)$$

Após o entendimento da decisão de preço que será tomada pelo varejista e o seu papel estratégico no preço colocado ao cliente final é necessária a derivação do lucro do manufatureiro em função do seu preço e da estratégia que seria adotada pelo varejista (apêndice B.2). O resultado é obtido na equação (35):

$$P_m = 2,57 + 0,34 * C_{vm_t} \quad (35)$$

A partir do preço do manufatureiro em função do custo variável médio é possível obter o preço do varejista em função desse mesmo parâmetro, a partir da união das equações (34) e (35):

$$p_v = 3,45 + 0,12 * C_{vm_t} \quad (36)$$

Além disso, no modelo de *Stackelberg* manufatureiro todo o investimento é realizado pela empresa manufatureira, uma vez que a empresa é líder de mercado em preços e tem a possibilidade de realizar investimentos. Nesse passo se deriva a função de lucro do manufatureiro em função dessa variável (apêndice C.3) e resulta na equação (37) deste trabalho.

$$I^{1,12} = \left((2,57 - 0,66 * C_{vm_t}) * \left(6,9 * 10^8 - 1,5 * 10^8 * C_{vm_t} \right)^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset * 0,12 \right) \quad (37)$$

É importante ressaltar que as restrições impostas pela curva de demanda e custo variável médio de produção no tempo “*t*” definida anteriormente são as mesmas do modelo de integração vertical. Além disso, o lucro das duas empresas é individual e os investimentos são todos realizados pela empresa manufatureira, já que ela é quem realiza as decisões de mercado no modelo construído.

4.1.5 Modelos com a presença de contratos

Assim como colocado no método, dois modelos com a utilização de contratos são realizados ao longo desse trabalho: a) O modelo desconto por quantidade e b) os contratos de rebate.

O modelo de desconto por quantidade segue Saha (2013) e Cachon (2005) e o preço do manufatureiro segue a equação (38):

$$p_m = \begin{cases} P_m, & Q < M \\ P_m - d, & Q \geq M \end{cases} \quad (38)$$

Em que:

- *Q* – Quantidade final vendida;
- *M*- Meta definida em contrato;
- *d*- Desconto após o atendimento da meta.

No contrato de desconto por quantidade, o manufatureiro cobra um preço quando a quantidade de vendas é baixa, no entanto, quando se passa de uma determinada meta “*M*” estipulada em contrato, o manufatureiro passa a realizar um desconto “*d*”, conforme a equação (38). Vale destacar que o nível de desconto precisa ser igual ou maior que zero para que o contrato faça sentido, conforme a equação (39):

$$d \geq 0 \quad (39)$$

Nesse tipo de contrato, o desconto “ d ” a ser aplicado, a meta “ M ” que precisa ser atingida e o preço do fabricante “ p_m ” são parâmetros que são definidos na criação do contrato e não podem ser alterados quando os custos variáveis médios de produção e a curva de demanda se modificam.

Esses parâmetros estipulados no contrato definem algumas ações que as empresas tomariam como o preço praticado pela rede varejista e o nível de investimento em esforços de vendas que seria realizado em cada uma das empresas.

O lucro da empresa fabricante segue a equação (40) abaixo:

$$\pi_m = \begin{cases} (p_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_m, & Q < M \\ (p_m - C_{v_{m_t}}) * M + ((p_m - d) - C_{v_{m_t}}) * (Q(p_v; i; \emptyset) - M) - i_m, & Q \geq M \end{cases} \quad (40)$$

O lucro da empresa fabricante é obtido pela margem do seu produto multiplicado pela quantidade vendida menos o investimento realizado em esforços de vendas. A margem da empresa é influenciada pelo preço (diferente antes e depois do atingimento da meta, uma vez que a empresa oferece descontos após a meta) e pelo custo variável médio no tempo “ t ”. A quantidade é a função do preço do varejista, do investimento em esforços de venda de toda a cadeia produtiva e do fator de incerteza.

Por outro lado, a função de lucro da rede varejista é exposta na equação (41):

$$\pi_v = \begin{cases} (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v, & Q < M \\ (p_v - p_m) * M + ((p_v - (p_m - d)) * (Q(p_v; i; \emptyset) - M) - i_v, & Q \geq M \end{cases} \quad (41)$$

Novamente, o lucro da empresa é obtido pela margem multiplicado pela quantidade comercializada menos o investimento nos esforços de vendas. A margem antes e após o atingimento da meta é diferente para a rede varejista, uma vez que após a meta a empresa paga um valor com desconto, resultando em uma maior margem. É importante mencionar que a rede varejista não consegue realizar diferenciação de preço ao consumidor final. Em outras palavras, o preço que é cobrado do consumidor final é constante e no valor de p_v .

Como observado anteriormente, a soma do lucro da rede varejista com o lucro da empresa manufatureira resulta no lucro da cadeia produtiva, uma vez que são as únicas duas empresas analisadas neste modelo.

O primeiro passo deste contrato é entender o preço que seria praticado pelo varejista ao consumidor. Para isso, é necessário derivar a função de lucro da empresa varejista em função desta variável, ou seja, maximizar a função (41) em função do preço como no apêndice (7.4.1) e o resultado é a equação (42):

$$\pi_v = \begin{cases} p_v = 2,57 + 0,34 p_m, & Q < M \\ p_v = 2,57 + 0,34 (p_m - d), & Q \geq M \end{cases} \quad (42)$$

Conforme se pode observar, o preço definido pela empresa varejista é uma função que depende diretamente do seu custo marginal de compra. Independentemente de estar antes ou após a meta de contrato, o custo marginal do varejista pode ser observado na equação (43):

$$\begin{cases} C_m = p_m, & Q < M \\ C_m = (p_m - d), & Q \geq M \end{cases} \quad (43)$$

Em que:

- C_m = custo marginal do varejista

Ao unir a equação (42) e (43) temos que o preço praticado pelo varejista é uma função que depende do seu custo marginal, conforme a equação (44):

$$p_v = 2,57 + 0,34 C_m \quad (44)$$

O segundo passo, de acordo com a metodologia de Saha (2013), é definir os parâmetros de contrato (o desconto “ d ” a ser aplicado, a meta “ M ” que precisa ser atingida e o preço do manufatureiro “ p_m ”) que maximizem o lucro da cadeia produtiva, dados os diferentes parâmetros e incertezas de demanda.

Neste ponto, é importante recordar o conceito de paridade do poder de barganha, que independente do modelo escolhido, o poder de barganha das empresas é o mesmo e, conseqüentemente, a porcentagem de lucro de cada empresa também é a mesma. Com isso, é

possível escolher parâmetros que maximizem o lucro de toda a cadeia, independentemente do valor que seria destinado para cada empresa.

Dessa maneira, o passo seguinte é maximizar o lucro de toda a cadeia produtiva em função do custo marginal do varejista. Essa equação é obtida a partir da união da equação (28) e (44) e resulta na equação (45) abaixo:

$$\pi = (2,57 + 0,34C_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i \quad (45)$$

O passo a passo dessa derivação é realizado no apêndice (D.2) e resulta na equação (46):

$$\frac{d}{d_{c_v}} = C_m = (p_m - d) = E(C_{v_{m_t}}) = 1,42 \quad (46)$$

Ao definir o custo marginal do varejista que é estabelecido em contrato é possível obter o preço que seria definido pelo varejista a partir da equação (44) e (46):

$$p_v = 3,06 \quad (47)$$

Após a definição da estratégia de preços da cadeia produtiva se define o investimento que cada uma das empresas presentes realizaria. Em outras palavras, deriva-se a equação (40) (apêndice D.3) e a equação (41) (apêndice D.4) para entender o investimento que cada empresa realizaria. A partir desses resultados, define-se a empresa e o investimento que maximiza o lucro de toda a cadeia produtiva analisada.

A equação (48) indica o investimento do fabricante após o atingimento da meta “*M*”, estabelecida em contrato (condição necessária para o preço) e a equação (49) o investimento que seria realizado pelo varejista:

$$i_m = 0; Q > M \quad (48)$$

$$i_v^{1,12} = 11.317 * \emptyset \quad (49)$$

O segundo modelo com contratos que é analisado neste trabalho é o contrato de Rebate, apontado por Saha (2013) e Ajorlou e Jadbabaie (2019), conforme equação (50):

$$Rebate = \begin{cases} 0, & Q < M \\ R, & Q \geq M \end{cases} \quad (50)$$

Em que:

- Q – Quantidade final vendida;
- M - Meta definida em contrato;
- R - Rebate/montante financeiro transferido do fabricante ao varejista.

Nesse modelo de contrato, existe um preço pré-estabelecido entre a rede fabricante com a rede varejista, mas que quando uma meta de vendas é atingida, a empresa fabricante transfere um montante financeiro ao varejista, ou seja, o atingimento de uma meta faz com que a rede fabricante realize uma transferência de dinheiro para a empresa varejista.

Nesse tipo de contrato, o preço do fabricante “ p_m ”, o rebate “ R ” a ser aplicado e a meta “ M ” que precisa ser atingida são parâmetros que são definidos na criação do contrato e não podem ser definidos exclusivamente por uma empresa.

Além disso, o nível de “rebate” precisa ser superior a zero para que o contrato faça sentido, conforme a equação (51):

$$R \geq 0 \quad (51)$$

Dessa maneira, a função de lucro da empresa fabricante segue a equação (52):

$$\pi_m = \begin{cases} (p_m - C_{vm_t}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_m, & Q < M \\ (p_m - C_{vm_t}) * Q(p_v; i; \emptyset) - R - i_m, & Q \geq M \end{cases} \quad (52)$$

Na equação (52), o lucro da empresa fabricante tem equações bastante similares, no entanto, a empresa fabricante realiza o pagamento de “rebate”, que reduz o seu lucro, somente quando a meta é atingida.

Já a empresa varejista tem a sua função de lucro conforme equação (53):

$$\pi_v = \begin{cases} (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v, & Q < M \\ ((p_v - p_m) * (Q(p_v; i; \emptyset)) + R - i_v, & Q \geq M \end{cases} \quad (53)$$

A função de lucro da empresa varejista também é bastante similar nos dois cenários propostos, no entanto, diferentemente da empresa manufatureira, a empresa varejista recebe o pagamento de “rebate”, que aumenta o seu lucro, somente se a meta é atingida.

Nesse tipo de acordo três variáveis são definidas em contratos: a) o nível de preço do manufatureiro aplicado ao varejista, b) o valor de rebate transferido após o atingimento da meta e c) a quantidade definida como meta. Dessa maneira, esses parâmetros são definidos em contrato e são imutáveis mesmo com alterações no custo variável médio de produção e na demanda pelo item.

Assim como apontado por Saha (2013), os dois primeiros pontos só interferem na porcentagem de lucro de cada empresa, algo que não é avaliado neste trabalho pelo conceito de paridade do poder de barganha de Porter (1985).

Com isso, o principal ponto do modelo é definir a meta de unidades a ser colocada em contrato e consiste em uma variável chave na definição de lucro de toda a cadeia produtiva, uma vez que interfere no preço do varejista e investimento em esforços de venda que precisam ser realizados para que a meta de unidades vendidas estabelecida em contrato seja atendida.

A identificação dessa meta de unidades a ser colocada em contrato segue a metodologia de Jabarzare e Barzoki (2020), em que esse número é definido a partir do valor esperado das incertezas de mercado. Nesse modelo, a meta de unidades vendidas a ser colocada no contrato de rebate é construída no valor esperado do custo variável médio de produção e na esperança do multiplicador de demanda.

Esses valores seguem as equações (54) e (55) abaixo:

$$E(C_{m_{v_t}}) = 1,42 \quad (54)$$

$$E(\emptyset) = 1 \quad (55)$$

Ao se estabelecer essas condições de mercado, o próximo passo é identificar o esforço ótimo de preço e investimento em esforços de vendas que a cadeia produtiva deve realizar para maximizar o seu lucro. No nosso modelo, esses esforços são dois: a) preços e b) investimentos em esforços de vendas.

A primeira variável é o preço ótimo que a cadeia produtiva deveria colocar para maximizar o seu lucro. O lucro da cadeia produtiva é a junção da equação (28) no método com as equações (54) e (55) expostas acima.

$$\pi = (p - E(C_{m_{v_t}})) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I)^{-\delta}) * E(\emptyset)) - i \quad (56)$$

Ao derivar as equações em função do preço (ver apêndice E.1), chega-se ao esforço ótimo de preço que a cadeia produtiva deveria realizar:

$$p_v = 3,06 \quad (57)$$

Em um segundo momento é necessário definir o esforço de investimentos que uma cadeia produtiva deveria realizar para maximizar o seu lucro. Novamente, o valor é obtido após a maximização da função de lucro (56), que se configura a partir da função (28) exposta no método com as equações (54) e (55) desse tópico.

Ao derivar a equação (56) em função do nível ótimo de investimento em esforços de vendas (ver apêndice E.2), chega-se ao nível de investimento ideal para a cadeia produtiva:

$$i = 4.163 \text{ R\$} \quad (58)$$

A partir dos valores ótimos de preço e investimentos em esforços de vendas da cadeia produtiva, é possível identificar o número de unidades vendidas ideal a ser colocada em contrato. Uma vez com a meta de contratos estabelecida, é possível obter as melhores combinações de preços e investimentos que maximizem o lucro da cadeia produtiva.

4.2 Resultados

4.2.1 Curva de demanda

Assim como apontado no desenvolvimento, a curva de demanda deste trabalho é resultado de um modelo exposto por Esfahani *et al.* (2011), em que o investimento em esforços de vendas e preço do varejista afeta a curva de demanda, conforme a equação (22) exposta no método.

$$Q_d(p_v; i) = (\alpha - \beta) * p_v^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I)^{-\delta}) \quad (22)$$

Em que:

- “ P_v ” - Preço do varejista;
- “ α ” - Potencial de venda do produto proposto;
- “ β ” - Sensibilidade de preços pela inclinação da curva de demanda;
- “ γ ” - Convexidade da curva de demanda;

- “A” - Nível de saturação do mercado;
- “i” - Investimento realizado pela cadeia produtiva;
- “δ” - Nível de efetividade do investimento.

A partir da equação e dos dados mensais entre 2016 e 2019 de investimentos em esforços de vendas, preço do varejista e quantidade vendida e expostos no desenvolvimento, roda-se um modelo de mínimos quadrados ordinários (MQO), a partir do programa “Curva Expert Professional 2.6.5”, e se chega à equação abaixo:

$$Q_d(p_v; i_t) = (4.874.648.212 - 1.242.739.339 * p_v)^{\frac{1}{1,9}} * (1 - (I_t)^{-0,12}) \quad (59)$$

Para efeito de simplificação, ao longo deste trabalho, utiliza-se a notação científica proposta na equação (59.1):

$$Q_d(p_v; i) = (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}} * (1 - (I_t)^{-0,12}) \quad (59.1)$$

Após a regressão pela técnica dos mínimos quadrados ordinários (MQO), alguns testes estatísticos precisam ser realizados para validar a utilização do modelo escolhido. Entre estes testes está o Breusch-Pagan para avaliação de heterocedasticidade dos erros. O resultado é um “P_valor” de 0,67, que indica uma significância de 5%. Dessa forma, não rejeitamos a hipótese nula de homoscedasticidade.

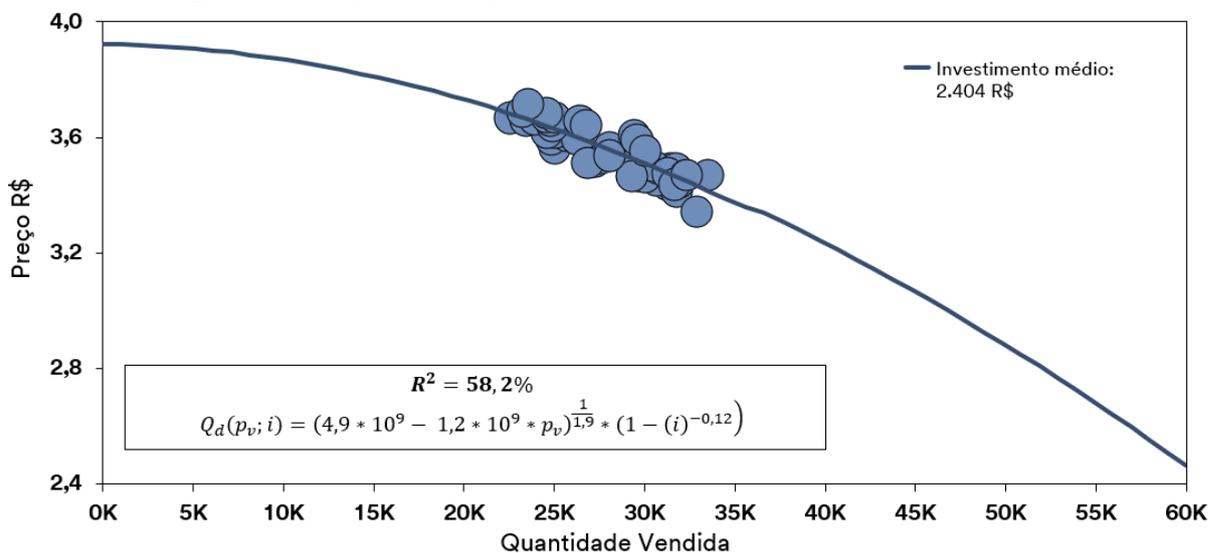
Além disso, realiza-se o teste de multicolineariedade, ou seja, uma possível correlação entre as variáveis independentes, o que pode causar impacto na estimativa dos parâmetros. Para isso, utiliza-se o teste VIF (Variance Inflation Factor). O valor encontrado para esse modelo é próximo a 1, ou seja, o valor é inferior a 10, indicando que o modelo não apresenta o problema de multicolinearidade. Todos os testes e relação via figura dessas variáveis são obtidos na seção E.1 do apêndice deste trabalho.

Como esperado, a curva de demanda apresenta um valor positivo para “α” e “β”, que faz com que o aumento de preços reduza o número de unidades vendida. Além disso, um valor de “γ” de “1,9” indica dois pontos: a) uma curva de demanda côncava, ou seja, uma curva de demanda que achata a medida em que ela se move da esquerda para a direita e b) explica os altos valores encontrados para “α” e “β”, já que o seu fator exponencial reduz os valores encontrados na equação na sua primeira parte.

Além disso, a equação (38) traz o efeito de do investimento na curva de demanda. “A”, que visa mensurar o nível de mensuração de mercado e apresenta o valor igual a 1. Em outras palavras, o mercado está saturado e esse valor é obtido após rejeitar a hipótese nula de que “A” é igual a 1. Já “ δ ” indica o nível de efetividade de investimento e o seu valor é de 0,12. Nesse cenário, o investimento tem espaço para ampliar a curva de demanda, no entanto, o seu retorno marginal é negativo. A curva de demanda apresenta um R^2 da equação é 58.2%.

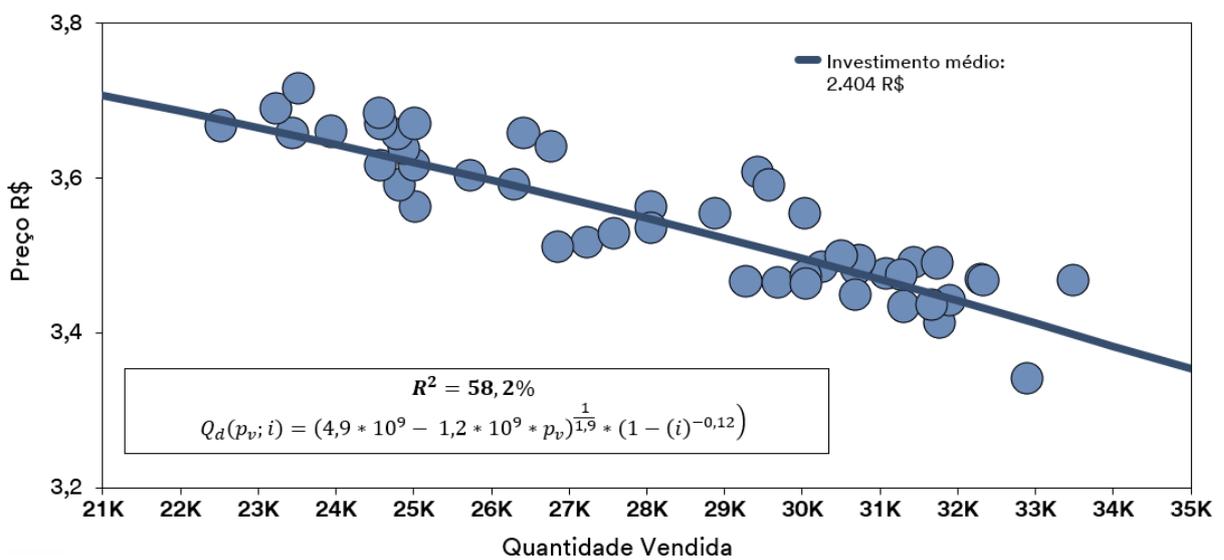
A ilustração do resultado apresentado pode ser observada na Figura 15 e na Figura 16 (imagem com zoom), que ilustra a relação entre preço e quantidade vendidas para um valor médio de investimento (R\$ 2,402).

Figura 15: Preço versus quantidade - Investimento médio (R\$ 2.402)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 16: Preço versus quantidade - Investimento médio (R\$ 2.402) - Zoom

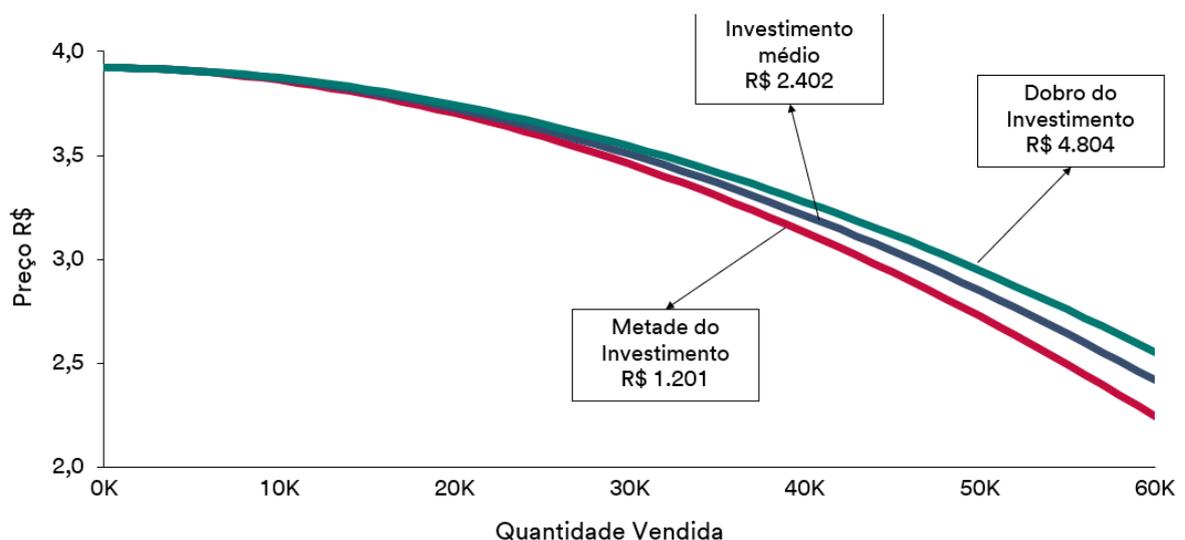


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

As Figuras 15 e 16 indicam a relação de preço do varejista para uma quantidade vendida dentro de um cenário de investimento médio mensal durante o período de 2016 até 2019. Assim como esperado, a curva tem uma relação negativa entre preço e quantidade e côncava, como escrito anteriormente.

Na sequência, realiza-se a Figura 17, que é bastante similar as Figuras 15 e 16 e mostra a mesma curva com outros níveis de investimento.

Figura 17: Demanda com diferentes níveis de investimento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

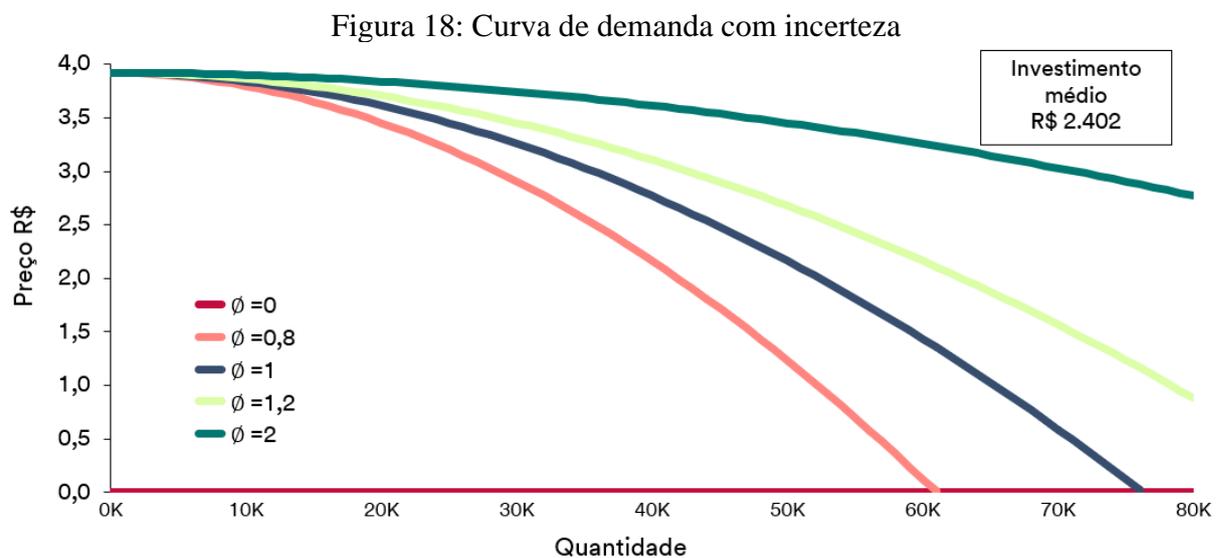
A Figura 17 apresenta uma curva de demanda tradicional, mas para efeito ilustrativo, constrói-se duas curvas adicionais de demanda com diferentes níveis de investimento. A primeira possui um investimento médio duas vezes superior ao investimento médio entre 2016 e 2019, ou seja, um valor de investimento de R\$ 4.804 e a direita das demais curvas de demanda estão construídas na Figura 17. Já a segunda curva adicionada representa a estimativa caso haja a redução do investimento para metade do investimento médio do período, ou seja, R\$ 1.201. Nesse cenário, a curva de demanda se desloca para a esquerda, reduzindo as oportunidades de vendas.

De maneira geral, a curva de demanda vai ao encontro do esperado pelo trabalho e outras publicações da área. Isso ocorre, pois, a curva de demanda mostra um *trade-off* entre preço e quantidade, dada a competição do mercado. Além disso, a curva de demanda tem um impacto positivo com deslocamento à direita, dado um maior nível de investimento nos pontos de venda.

Além da análise com diferentes cenários de investimento, o trabalho incorpora a incerteza de mercado a curva de demanda como exposto no método a partir da equação (26):

$$(26) Q_d(p_v; i) = (\alpha - \beta) * p_v^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_m + I_v)^{-\delta}) * \emptyset$$

Nessa curva de demanda, o fator “ \emptyset ” pode apresentar 5 diferentes resultados com diferentes probabilidades, como é exposto na Tabela 7 deste trabalho e na Figura 18 abaixo:



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Figura 18 indica a relação de demanda versus preço com investimento médio de R\$ 2.402 em 5 diferentes situações de mercado: a) a primeira situação é fator 2,0, que expande a curva de demanda duas vezes e tem 10% de chance de ocorrer; b) a segunda situação ocorre com o fator de 1,2 que expande a curva de demanda em 20% e tem 20% de chance de ocorrer; c) o terceiro cenário é o fator 1 que mantém a mesma curva de demanda e ocorre em 40% das situações; d) a situação quatro reduz a curva de demanda a 80% da curva original e tem 20% de chance de ocorrer e e) por fim, o fator 0, que representa uma situação na qual não existe mais demanda pelo produto analisado e ocorre em 10% dos cenários.

Todas essas situações apresentadas ilustram diferentes evoluções de curva de demanda que podem ocorrer, dadas as novas condições de mercado como redução da curva de demanda pela introdução de novos produtos ou ampliação da demanda por situações de mercado como a do COVID-19. Em todas as situações, a curva de demanda é inversamente proporcional ao preço.

4.2.2 Custo variável médio de produção

O custo variável médio de produção é uma variável que apesar de não ter efeito direto na demanda, impacta diretamente o lucro da cadeia de produção uma vez que afeta a margem unitária do item vendido.

Para o cálculo desta variável, é construída uma simulação de Monte Carlo Bootstrap, que é representada pela Tabela 8 deste trabalho. Nessa tabela, as estatísticas com valores de mínimos, máximos, médio para as diferentes etapas da produção são obtidas a partir da simulação Bootstrap.

Tabela 8: Simulação de Monte Carlo Bootstrap para custo variável médio de produção

Estatísticas	Matéria Prima	Transformação	Logística	Custo variável médio
Mínimo	0,34	0,36	0,22	1,08
Máximo	0,90	0,69	0,33	1,81
Média	0,61	0,52	0,29	1,42
5%	0,49	0,44	0,26	1,27
10%	0,52	0,46	0,26	1,30
25%	0,56	0,49	0,27	1,36
40%	0,59	0,51	0,28	1,39
60%	0,62	0,53	0,29	1,44
75%	0,65	0,55	0,30	1,47
90%	0,70	0,58	0,31	1,53
95%	0,73	0,60	0,32	1,56

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Tabela 8 apresenta os valores custo variável médio de produção das diferentes etapas de produção e o custo variável médio total na última coluna. O valor indica que em uma simulação de 10.000 resultados, o valor de mínimo e máximo seria de R\$ 1,08 e R\$ 1,81, respectivamente. Além disso, a coluna de custo variável médio indica que em apenas 5% das situações, o custo está abaixo de R\$ 1,27 ou acima de R\$ 1,56 e a média é de R\$ 1,42.

O método da simulação de monte-Carlo Bootstrap indica uma suavização nas variações dos custos futuros. Com isso, a principal consequência é um modelo que minimize as possíveis oscilações de custos variáveis médios futuros.

4.2.3 Histórico de resultados

O modelo de histórico de resultados é construído a partir de dados mensais entre anos de 2016 e 2019 e não são considerada as flutuações nas condições de custo e demanda futuros. As variáveis utilizadas e apresentadas no desenvolvimento são as seguintes:

- $p_v = 3,54$;
- $i = 2.402$;
- $p_m = 2,75$;
- $c_{v_m} = 1,42$;

A curva de demanda não apresenta incertezas futuras e, portanto, segue a expressão (59.1) apresentada nos resultados:

$$Q_d(p_v; i) = (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}} * (1 - (I_t)^{-0,12}) \quad (59.1)$$

Ao substituir os valores de preço médio do varejista (R\$ 3,54) do varejista e o investimento médio em esforços de vendas (R\$ 2.402), chega-se à quantidade vendida do modelo:

- $Q = 22.391$

A curva de lucro, sem oscilações, é apresentada no método e expressada na equação (23) abaixo:

$$\pi = (p_v - C_{v_m}) * Q(p; i) - i \quad (23)$$

Ao substituir na fórmula, a quantidade (22.391), o preço do varejista (R\$ 3,54) do varejista e o investimento médio em esforços de vendas (R\$ 2.402), chega-se ao lucro de:

- $\pi = 45.067$ R\$.

Esse modelo se difere dos demais por apresentar flutuações nas condições de mercado futuras e trabalhar com históricos de resultados passados. Os lucros de fabricante e varejista não são apresentados pelas condições de paridade de barganha, em que a porcentagem de lucro de uma empresa dado todo o lucro da cadeia não é afetado.

4.2.4 Integração vertical

O modelo de integração vertical não é um modelo real para produtos da linha de limpeza, já que empresas independentes não conseguem gerar o mesmo valor ao cliente final. No entanto, esse modelo representa o cenário de “coordenação perfeita”, já que apenas uma empresa realiza todas as decisões e obtém todo o lucro da cadeia produtiva. Com isso, esse modelo encontra o investimento e o preço que maximizam o lucro da cadeia produtiva. Nesse modelo também são adicionadas as incertezas de demanda e custos futuros.

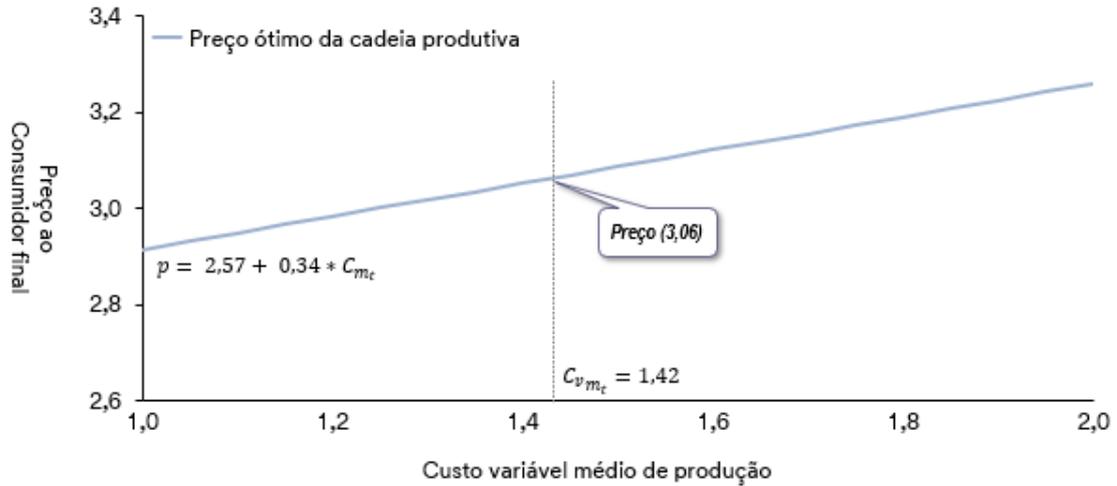
A partir da derivação da curva de lucro (28) em função de preço e investimento em esforços de vendas realizados no desenvolvimento, chega-se às equações (31) e (32) apresentadas no tópico anterior:

$$p = 2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}} \quad (31)$$

$$I^{+1,12} = (2,57 - 0,66 C_{v_{m_t}}) * (1,8 * 10^9 - 0,4 * 10^9 * C_{v_{m_t}})^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset * 0,12 \quad (32)$$

Ao se analisar a equação de preços se pode observar que o investimento em esforços de vendas e a incerteza de demanda não afetam diretamente o preço final escolhido pelo varejista. Apesar disso, o custo variável médio de produção tem impacto direto e positivo na escolha final de preço, ou seja, um aumento no custo de produção gera uma decisão de aumento no preço praticado ao cliente final. A relação entre o custo variável médio de produção e preço praticado pela cadeia produtiva pode ser observado a seguir.

Figura 19: Relação de preço versus custo variável médio de produção

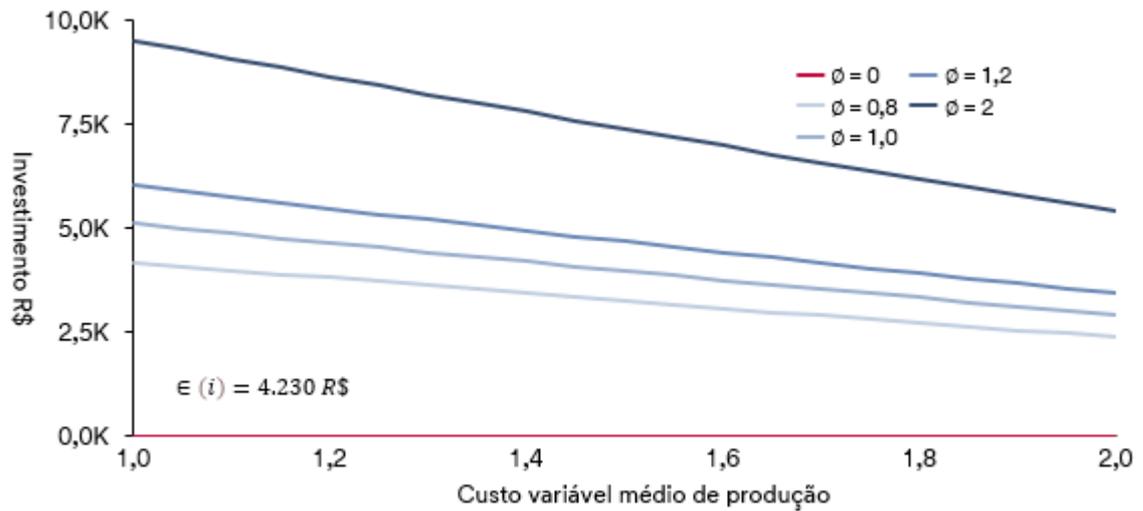


Fonte: Autor (2021)

A Figura 19 indica quando o custo variável médio de produção é de R\$ 1,42 (média entre 2016 e 2019) o preço colocado pelo modelo de integração vertical é de R\$ 3,06, mas em situações de aumento ou queda no custo variável médio, o preço do modelo indica que a cadeia produtiva também sobe ou desce seu preço, respectivamente. Nesse modelo, não existe contrato e o preço praticado pode ser alterado, conforme temos alterações no custo variável médio de produção.

Por outro lado, a equação (32), que representa a escolha de investimento do modelo, indica que as duas incertezas de mercado (custo variável médio de produção ao longo do tempo “ $C_{v_{m_t}}$ ” e incerteza de demanda “ \emptyset ”) impactam diretamente o nível de investimento que é realizado pela cadeia produtiva. Com isso, constrói-se a Figura 20, que mostra o nível de investimento para diferentes situações de mercado.

Figura 20: Investimento para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda



Fonte: Autor (2021)

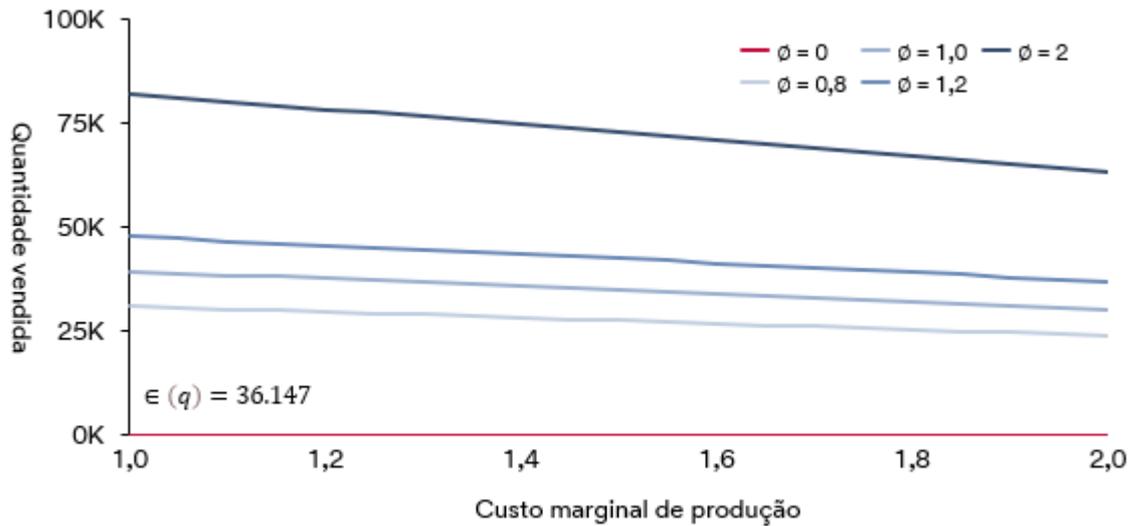
A Figura 20 indica duas relações bastante evidentes. A primeira se estabelece quando se aumenta o efeito multiplicador de demanda e se eleva o investimento em esforços de vendas. Essa relação indica que nos cenários de maior demanda, maior é o retorno esperado dado ao investimento realizado.

Além disso, a segunda apresenta um aumento do custo variável médio de produção e, conseqüentemente, queda na margem unitária, reduzindo o investimento em esforços de vendas. Os resultados indicam que quanto maior a margem do produto, maior é o retorno do investimento, resultando em maiores valores aplicados nos esforços de vendas.

Por fim, vale destacar que o investimento médio esperado dado as diferentes condições de custo e demanda é de R\$ 4.230.

A partir do preço praticado pela cadeia produtiva e o investimento em esforços de vendas, dados os diferentes cenários de incerteza é possível obter o total de unidades vendidas em cada um dos cenários a partir da equação (59) e conforme a Figura 21 a seguir:

Figura 21: Quantidade para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda



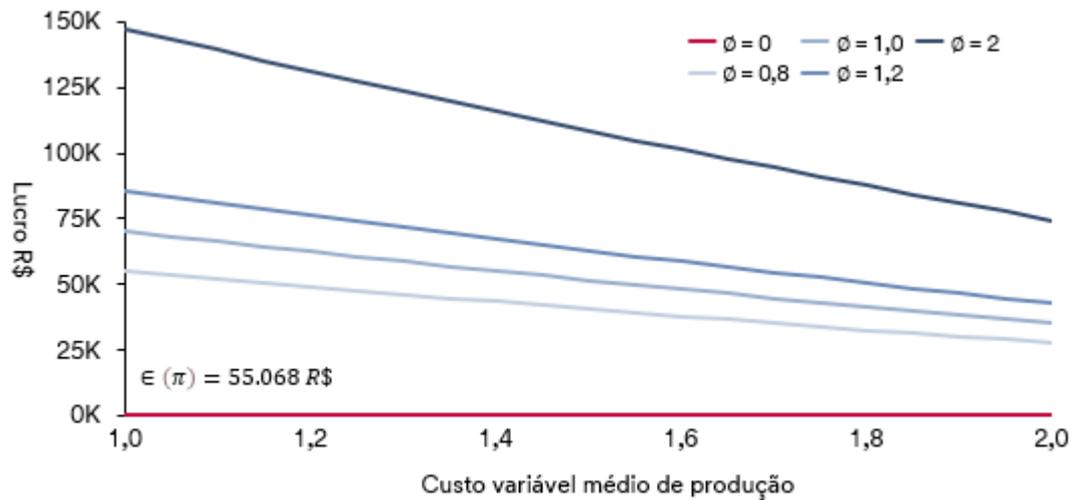
Fonte: Autor (2021)

A Figura 21 indica que o número de unidades vendidas no modelo de integração vertical pode variar de 0 unidades nos cenários, em que o fator multiplicador de demanda é 0 até valores superiores a 75.000 unidades quando o fator multiplicador de demanda é 2 e o custo variável médio de produção é inferior a R\$ 1,20. A Figura 21 também mostra que o número esperado de unidades vendidas nesse modelo é de 36.147.

Além disso, a Figura 21 mostra duas importantes relações: a) quanto maior o custo variável de produção, maior preço final ao consumidor, o que resulta em uma menor quantidade de unidades vendidas e b) quanto maior o fator multiplicador de demanda, maior o número de unidades vendidas.

A partir do preço praticado, o investimento em esforços de vendas e unidades vendidas, dadas as diferentes situações de mercado, é possível obter o lucro da cadeia produtiva em cada uma das situações, a partir da equação (28). Esses valores são representados na Figura 22.

Figura 22: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda



Fonte: Autor (2021)

A Figura 22 evidencia que o lucro do modelo de integração vertical pode variar de 0 até valores próximos a R\$ 150.000 em situações que fator multiplicador da demanda é 2 e o custo variável médio de produção é baixo. A esperança de lucro do modelo de integração vertical é de R\$ 55.068.

A Figura 22 também evidencia que em um maior custo de produção, há um menor lucro do modelo, já que a margem unitária da cadeia produtiva se torna menor. A figura também indica que quanto maior o fator multiplicador de demanda, maior o lucro da cadeia produtiva, já que o número de unidades vendidas é maior.

4.2.5 Stackelberg manufatureiro

O modelo de *Stackelberg* manufatureiro ocorre quando o varejista é dominado pelo manufatureiro. Nessa situação, a empresa manufatureira é quem define o nível de preço que é pago pelo varejista ao manufatureiro e o nível de investimento em esforços de vendas.

Apesar dessa condição, o preço praticado pelo varejista não é controlado pela empresa manufatureira. Com isso, a decisão a ser tomada pela rede manufatureira já antecipa a margem e preços que serão praticados pela rede varejista, de acordo com o princípio da racionalidade imposta pela teoria dos jogos de maximização de lucro individual (CHAAB; RASTI-BARZOKI, 2016).

A partir do tópico de desenvolvimento deste trabalho, derivam-se as funções de lucro de cada empresa em função do preço praticado pelo fabricante, do preço realizado pelo varejista e do investimento que seria realizado pela empresa líder, que nesse caso é a empresa manufatureira. As equações seguem as expressões (35), (36) e (37) apresentadas abaixo:

$$P_m = 2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}} \quad (35)$$

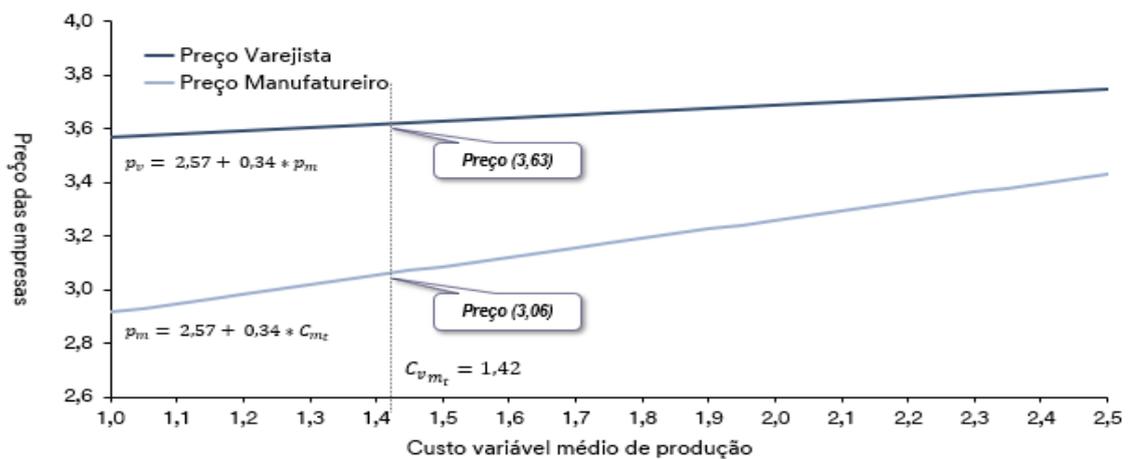
$$p_v = 3,45 + 0,12 * C_{v_{m_t}} \quad (36)$$

$$I^{1,12} = \left((2,57 - 0,66 * C_{v_{m_t}}) * \left(6,9 * 10^8 - 1,5 * 10^8 * C_{v_{m_t}} \right)^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset * 0,12 \right) \quad (37)$$

Quando analisamos as equações (35) e (36) de preços, é possível observar que novamente o investimento em esforços de vendas e a incerteza de demanda não afetam diretamente os preços escolhidos em cada empresa. Apesar disso, o preço sofre um impacto direto e positivo do custo variável médio de produção.

A Figura 23 indica as diferentes relações entre preço do fabricante e do varejista versus o custo variável médio de produção.

Figura 23: Preço das empresas versus custos variáveis médios de produção



Fonte: Autor (2021)

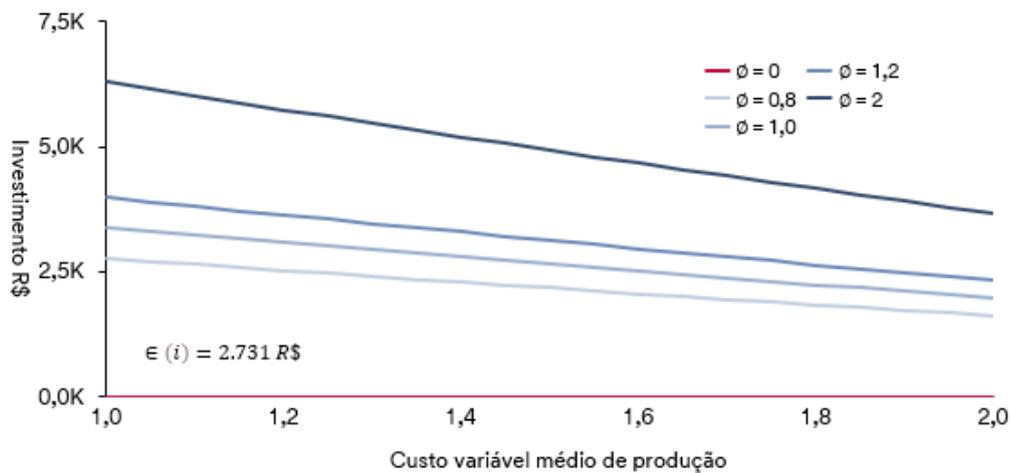
A Figura 23 identifica os preços praticados pelo varejista e manufatureiro em diferentes níveis de custo variável médio de produção. A figura mostra que quanto maior o custo variável médio de produção, maior o preço de ambas as empresas. Vale destacar que para

as variações de custos analisadas o preço do fabricante é sempre inferior ao do varejista, para que ambas as empresas tenham margem unitária positiva.

Por outro lado, a equação de investimentos (37) apresentada mostra que o nível de investimento é alterado a partir de duas incertezas de mercado: a) o custo variável médio de produção e b) o fator multiplicador de demanda que impacta a demanda.

A equação indica que quanto maior o custo variável médio de produção, menor o investimento em esforços de vendas. Por outro lado, o fator de incerteza \emptyset tem relação diretamente proporcional, ou seja, quanto maior o fator \emptyset , maior o investimento em esforços de vendas. A Figura 24 ilustra essas relações.

Figura 24: Investimento para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda

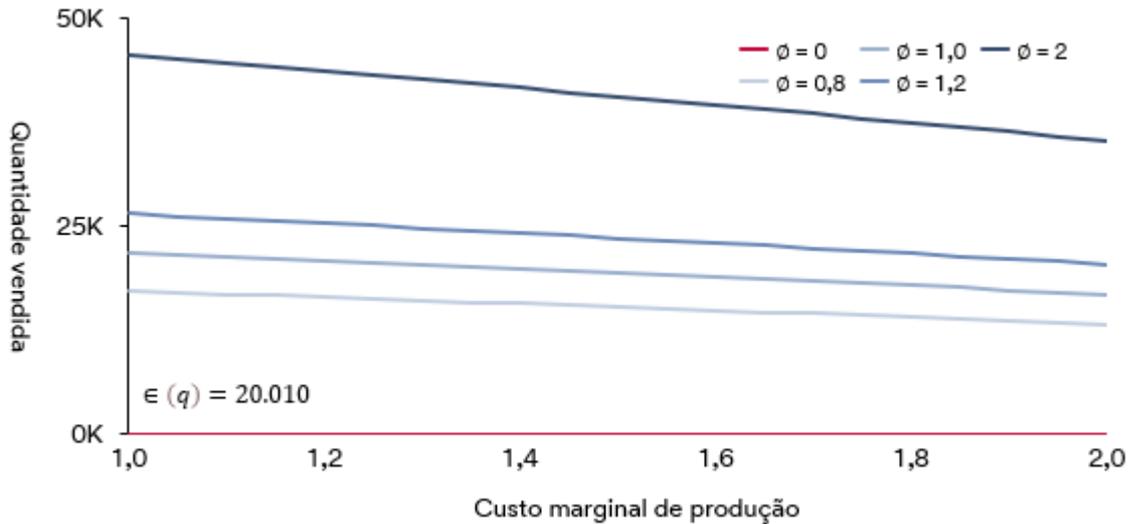


Fonte: Autor (2021)

A Figura 24 mostra que o investimento para o modelo de *Stackelberg* fabricante pode variar de R\$ 0 em situações que o multiplicador de demanda é “0” até valores superiores a R\$ 5.000 quando o custo variável médio baixo e o multiplicador de demanda é 2. A esperança do investimento para este modelo é de R\$ 2.731.

A partir do preço praticado pela cadeia produtiva, do investimento em esforços de vendas dado os diferentes cenários de incerteza e a equação de demanda (59), é possível obter o total de unidades vendidas em cada um dos cenários, conforme a Figura 25 a seguir.

Figura 25: Quantidade para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda

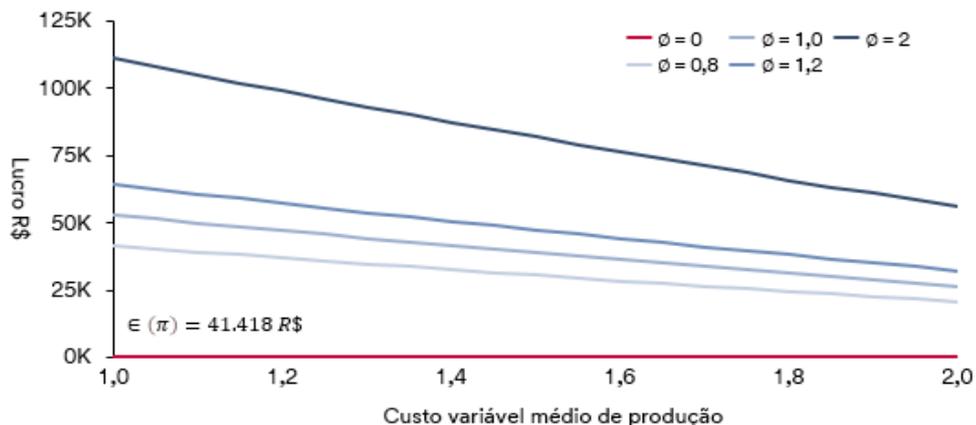


A Figura 25 indica que o número de unidades vendidas pode variar de 0 até valores próximos a 50.000 quando o custo variável médio é baixo e o multiplicador de demanda é 2. Além disso, o valor esperado de unidades vendidas para este modelo é de 20.010 unidades.

A Figura 25 também indica duas relações já esperadas: a) Quanto maior o custo variável médio de produção, maior o preço da cadeia que resulta em uma menor quantidade de unidades vendidas e b) quanto maior o fator multiplicador de demanda, maior o número de unidades vendidas.

A partir do preço, investimento, número de unidades vendidas e da equação (28) de lucro é possível obter o lucro da cadeia produtiva para diferentes situações de demandas e custos variáveis médios de produção. Esses valores são apresentados na Figura 26.

Figura 26: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda



A Figura 26 mostra que o lucro da cadeia produtiva sob o modelo de *Stackelberg* fabricante pode variar de R\$ 0 em situações que o multiplicador de demanda é 0 até valores superiores a R\$ 100.000 nos casos em que o custo variável médio de produção é inferior a 1,2 e o multiplicador de demanda é 2. O lucro esperado para este modelo é de R\$ 41.418.

A Figura 26 também indica que quanto maior o custo variável de produção, menor o lucro, uma vez que a margem unitária é menor. Além disso, a Figura 26 também aponta que quanto maior o fator multiplicador de demanda, maior o lucro da cadeia produtiva, já que o número de unidades vendidas é maior.

4.2.6 Desconto por quantidade

O contrato de desconto por quantidade ocorre quando o fabricante oferece um desconto “*d*” ao varejista quando ele atinge uma meta de unidades de vendas estipulada em contrato. Nesse contrato são considerados os seguintes aspectos: a) o nível de preço do fabricante aplicado ao varejista, b) o desconto após o atingimento da meta e c) a quantidade definida como meta são parâmetros definidos em contrato e imutáveis, mesmo com alterações nas condições de mercado.

A partir dessas definições e de algumas condições e derivações realizadas no desenvolvimento deste trabalho, chega-se às equações de preço do varejista e níveis de investimento que cada empresa iria realizar, conforme as equações (47), (48) e (49) abaixo e já expostas no método.

$$p_v = 3,06 \quad (47)$$

$$i_m = 0; Q > M \quad (48)$$

$$i_v^{1,12} = 11.317 * \emptyset \quad (49)$$

A equação (47) indica que o preço do varejista é fixado independente de qualquer variação de mercado. Esse resultado ocorre devido a dois fatores: a) o investimento e diferentes incertezas de demanda não afetam o preço e b) flutuações no custo marginal de produção não alteram o custo marginal do varejista, uma vez que são parâmetros definidos no contrato.

A equação (48) indica que o fabricante não realizaria nenhum investimento após o atingimento da meta, uma vez que essa empresa não deveria obter lucro adicional. Isso ocorre, pois o seu preço marginal após o desconto deve ser igual ao custo variável médio

esperado. Com isso, esse tipo de contrato exige que os investimentos não sejam feitos pela empresa manufatureira.

A equação (49) mostra que o investimento em esforços de venda seria realizado pela empresa varejista. A equação aponta que o investimento não é alterado pelo custo variável médio de produção, uma vez que esse valor atinge o manufatureiro, mas as suas variações não podem ser repassadas ao varejista por efeitos de contratos.

Além disso, a equação (49) indica que o investimento do varejista é influenciado pelo fator multiplicador de demanda. A incerteza de demanda mostra que quanto maior o efeito multiplicador de demanda “ \emptyset ”, maior o investimento em esforços de vendas. A Tabela 9 ilustra o investimento para diferentes fatores multiplicadores de demanda.

Tabela 9: Investimento Varejista e diferentes multiplicadores de demanda

\emptyset	i_v R\$
0	0
0,8	3.343
1	4.080
1,2	4.801
2	7.576
$\epsilon(i_v)$	4.018

Fonte: Autor (2021)

A Tabela 9 representa o investimento do varejista no modelo de desconto por quantidade e mostra que o valor pode variar de R\$ 0 em situações que o multiplicador de demanda é 0 até mesmo a R\$ 7.730, em que o multiplicador de demanda é 2. Além disso, com multiplicador de 1, o investimento é de R\$ 4.163.

A partir do preço praticado pela cadeia produtiva e o investimento em esforços de vendas dado os diferentes cenários de incerteza de demanda é possível obter o número total de unidades vendidas em cada uma das situações, conforme a Tabela 10 a seguir.

Tabela 10: Quantidade com diferentes multiplicadores de demanda

\emptyset	q Unidades
0	0
0,8	27.728
1	35.157
1,2	42.665
2	73.253
$E(q)$	35.467

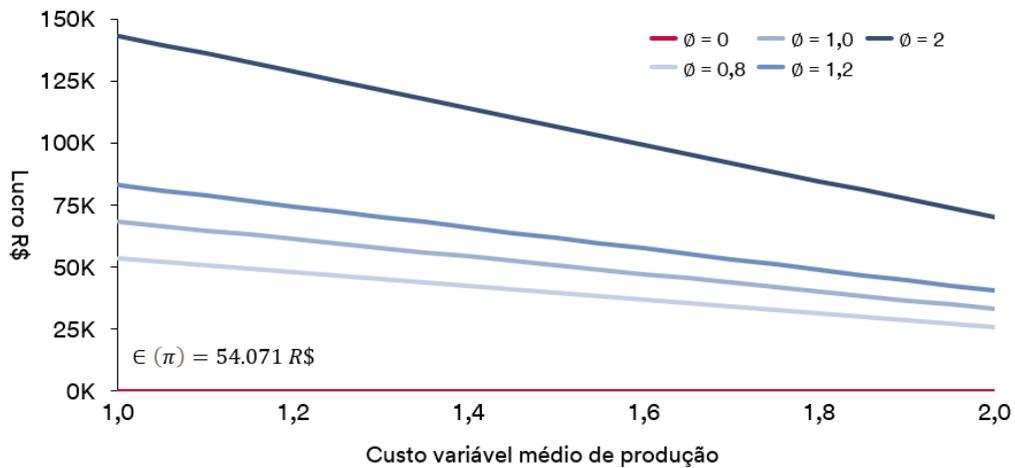
Fonte: Autor (2021)

A Tabela 10 indica que o número de unidades vendidas pode variar de 0 em situações que o multiplicador de demanda é 0 até mesmo a 73.253 quando o multiplicador de demanda é 2. Caso o multiplicador de demanda seja 1, o total de unidades vendidas é de 35.157 e a esperança do número de unidades vendidas é de 35.476

Novamente, o custo variável médio de produção não interfere no número de unidades vendidas. Isso ocorre, pois, as variações no custo não alteram o preço colocado pelo varejista, já que o preço e o desconto do fabricante são estabelecidos em contratos e não podem ser modificados.

Com o número de unidades vendidas, investimento em esforços de vendas dado diferentes multiplicadores de demanda, o preço do varejista e a equação (28) de lucro da cadeia produtiva é possível obter o lucro da cadeia produtiva em diferentes situações de mercado. Os valores são apresentados na Figura 27 abaixo.

Figura 27: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda



Fonte: Autor (2021)

A Figura 27 mostra que o lucro da cadeia produtiva sob o contrato de desconto por quantidade pode variar de R\$ 0 em situações que o multiplicador de demanda é 0 até valores próximos a R\$ 150.000 nos casos em que o custo variável médio de produção é próximo a R\$ 1,00 e o multiplicador de demanda é 2.

Assim como os outros modelos, a Figura 27 indica que o custo de produção é inversamente proporcional ao lucro enquanto o multiplicador de demanda é diretamente relacionado a este valor. A esperança de lucro desse modelo é de R\$ 54.701.

4.2.7 Rebate

O contrato de rebate consiste em uma transferência de um valor monetário chamado “rebate” da empresa fabricante para a empresa varejista, quando se atinge uma meta de vendas estipulada em contrato.

Como já explicado no desenvolvimento, a meta de unidades vendidas a ser colocada em contrato é uma variável-chave na definição de lucro de toda a cadeia produtiva, uma vez que interfere no preço do varejista e investimento em esforços de venda que precisam ser realizados para que a meta de unidades vendidas estabelecida em contrato seja atendida.

A partir da esperança de valores futuros de custo variável de produção e fator multiplicador de demanda, é possível derivar a equação de lucro da cadeia produtiva chegando aos preços e investimentos ótimos para a definição de uma meta a ser estabelecida em contrato.

Conforme as equações (57) e (58) apresentadas no desenvolvimento, esses valores são:

$$p_v = 3,06 \quad (57)$$

$$i = 4.163 \text{ R\$} \quad (58)$$

Ao substituir a esperança dos valores com ótimos preços, investimentos em esforços de vendas, dados os valores esperados da incerteza de demanda e da equação (59) da curva de demanda, é possível estabelecer a meta de contrato. Assim, tem-se:

- $M = 35.779$

Seguindo Jabarzare e Barzoki (2020), a meta de unidades definida em contrato será sempre o número de unidades comercializados, que nesse modelo é de 35.779 unidades. Esse efeito ocorre pois a empresa varejista não vai estar disposta a fazer mais sacrifícios de preços ou investimentos na cadeia produtiva, reduzindo o seu lucro para aumentar o lucro da empresa manufatureira.

Nesse modelo, a única situação na qual o número de unidades vendidas é distinto de 35.779 unidades é no cenário em que o multiplicador de demanda é “0”. Nessa situação não existe demanda pelo produto analisado e o número de unidades vendidas é 0.

A partir da definição do número de unidades vendidas colocada em contrato, este trabalho realiza a relação de preço e investimento em esforços de vendas que são realizados para se atingir essa meta. Isso ocorre, pois, diferentes valores de “ \emptyset ” exigem diversos esforços de preço e investimento em esforços de vendas, para que a meta estabelecida em contrato seja atingida.

Os valores de preço e investimentos em esforços de vendas realizados pelo varejista são encontrados a partir da função “Solver” do Excel e seguem a Tabela 11 a seguir.

Tabela 11: Preço e investimento em esforços de vendas para a meta estabelecida em contrato: Diferentes multiplicadores de demanda “ \emptyset ”

\emptyset	i_v R\$	Preço R\$ (Varejista)
0	0	-
0,8	5.671	2,66
1	4.163	3,06
1,2	3.161	3,29
2	1.784	3,63
$\in (i_v)$	4.018	3,09

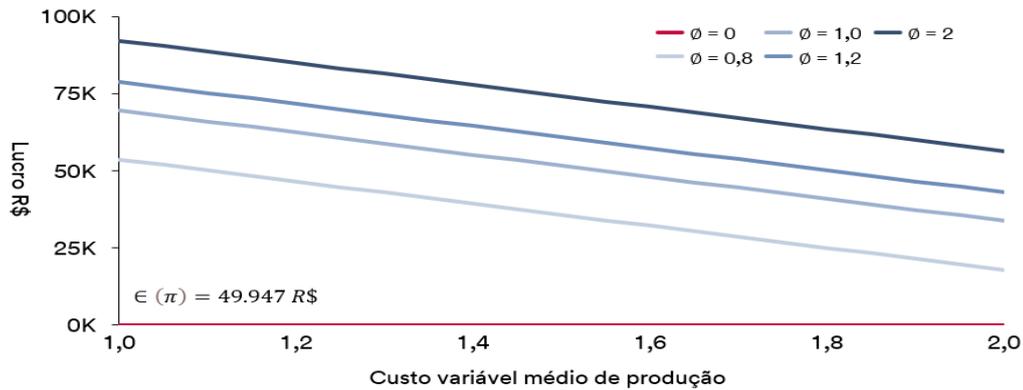
Fonte: Autor (2021)

A Tabela 11 mostra que quanto maior o efeito multiplicador de demanda “ \emptyset ”, menor o esforço de vendas que precisa ser realizado pelo varejista para atingir a meta estabelecida em contrato. Com isso, em situações na qual o multiplicador de demanda é “2”, o investimento em esforços de vendas pode ser baixo e o preço colocado para o consumidor pode ser alto e, mesmo assim, o número de unidades vendidas atinge a meta estabelecida de 35.779 unidades.

De maneira similar, a Tabela 11 também mostra que nas situações em que o multiplicador de demanda é de “0,8”, a empresa varejista precisa realizar grandes esforços, reduzindo o seu preço a R\$ 2,66 e aumentando os seus investimentos para atingir a meta estabelecida em contrato, recebendo, assim, o montante financeiro do Rebate estabelecido em contrato.

A partir do número de unidades vendidas fixada em 35.779 unidades para cenários em que o multiplicador de demanda é diferente de 0, e o preço e o investimento em esforços de vendas são dados por diferentes multiplicadores de demanda, é possível obter o lucro da cadeia produtiva em diferentes situações de mercado. Os valores seguem na Figura 28 a seguir.

Figura 28: Lucro para diferentes custos variáveis médios de produção e incerteza de demanda



Fonte: Autor (2021)

A Figura 28 mostra que o lucro da cadeia produtiva sob o contrato Rebate pode variar de R\$ 0 em situações que o multiplicador de demanda é 0 até valores próximos a R\$ 100.000 nos casos em que o custo variável médio é próximo a R\$ 1,00 e o multiplicador de demanda é 2.

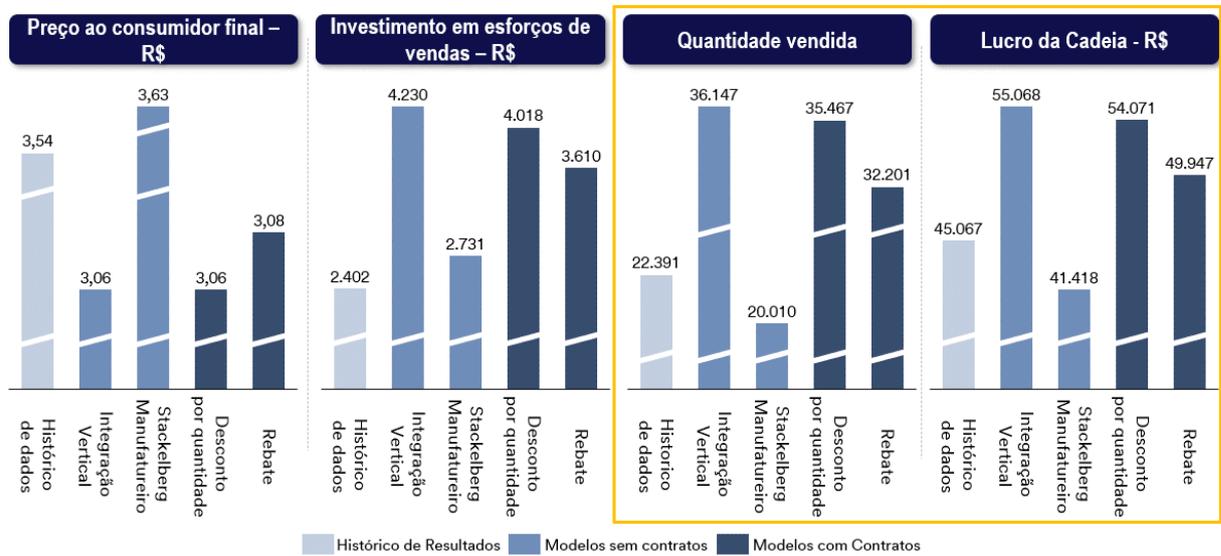
A Figura 28 também indica que um maior custo de produção resulta um menor lucro, uma vez que a margem unitária da cadeia produtiva é menor. Ademais, a Figura 28 evidencia que quanto maior o fator multiplicador de demanda, o lucro também aumenta, uma vez que é possível ter um menor investimento e um maior preço para atingir a meta estabelecida em contrato. A esperança de lucro da cadeia produtiva sob o contrato de Rebate é de R\$ 49.947.

4.3 Comparação e discussão de resultados

Os números apresentados ao longo do último tópico são chaves para entender quais as condições de mercado para que os contratos de desconto por quantidade e rebate gerem coordenação em uma cadeia produtiva por duas razões: a) expor as diferenças de resultados em cadeias produtivas sob as mesmas restrições de mercado, mas que sob diferentes estruturas organizacionais ou contratos atingem resultados bastante distintos e b) ajude a colocar algumas condições de mercado para que os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” otimizem os resultados das empresas em uma cadeia produtiva do varejo, mais especificamente do segmento de limpeza.

Inicialmente é construída a Figura 29, que visa facilitar a comparação dos resultados para os diferentes modelos construídos pelo valor esperado para cada variável-chave da cadeia produtiva.

Figura 29: Comparação dos 5 modelos



Fonte: Autor (2021)

Na Figura 29, os dois gráficos a esquerda representam as decisões de preço e o investimento em esforços de vendas realizado pelas empresas. Em outras palavras, as decisões que as empresas tomam visam a maximização do seu lucro individual. Por outro lado, os dois gráficos a direita representam os resultados das decisões das empresas para a cadeia produtiva e os seus valores são representados pelo número de unidades vendidas e lucro gerado. Todos os modelos são construídos sob as mesmas restrições de custo e demanda.

Ao se analisar o lucro da cadeia produtiva é importante relembrar o conceito de paridade do poder de barganha em que, independente do modelo escolhido, a porcentagem de lucro de cada empresa também é a mesma, fazendo com que a maximização do lucro da cadeia seja necessariamente a maximização do lucro das empresas.

Os resultados apresentados pela Figura 29 indicam que, assim como esperado, o modelo mais eficiente é o de integração vertical, que representa a situação de “coordenação perfeita”. Isso ocorre, pois, nesse modelo, apenas uma empresa realiza tanto a produção quanto a disponibilização dos produtos ao cliente final. Dessa forma, são realizadas todas as decisões e se tem todo o lucro da cadeia produtiva.

Apesar desse modelo não ser real, pois uma empresa não consegue gerar o mesmo valor ao cliente final do que em situações com mais de uma empresa, esse modelo permite a comparação dos outros cenários contra uma situação denominada de “coordenação perfeita”, que maximiza o lucro sob determinadas restrições de custo e demanda impostas pelo mercado.

O lucro desse modelo indica que sob as condições de mercado analisadas, a cadeia produtiva pode atingir a esperança de lucros de R\$ 55.068. Esse valor é 22% superior aos resultados apresentados pelo histórico de resultados da cadeia produtiva ao longo de 2016 e 2019 e indica alta penalização gerada pela falta de coordenação na cadeia produtiva ao longo dos últimos anos.

Apesar dessa situação, o lucro do histórico de resultados ainda é 9% superior ao modelo de *Stackelberg* manufatureiro que, assim como evidenciado por Chaab e Rasti-Barzoki (2016), representa a situação na qual o efeito da dupla marginalização é o mais prejudicial ao lucro da cadeia produtiva. Esse modelo representa situações na qual as empresas manufatureiras têm todo poder de barganha pela diferenciação do seu produto pela sua qualidade, poder da marca e pelo seu tamanho no mercado.

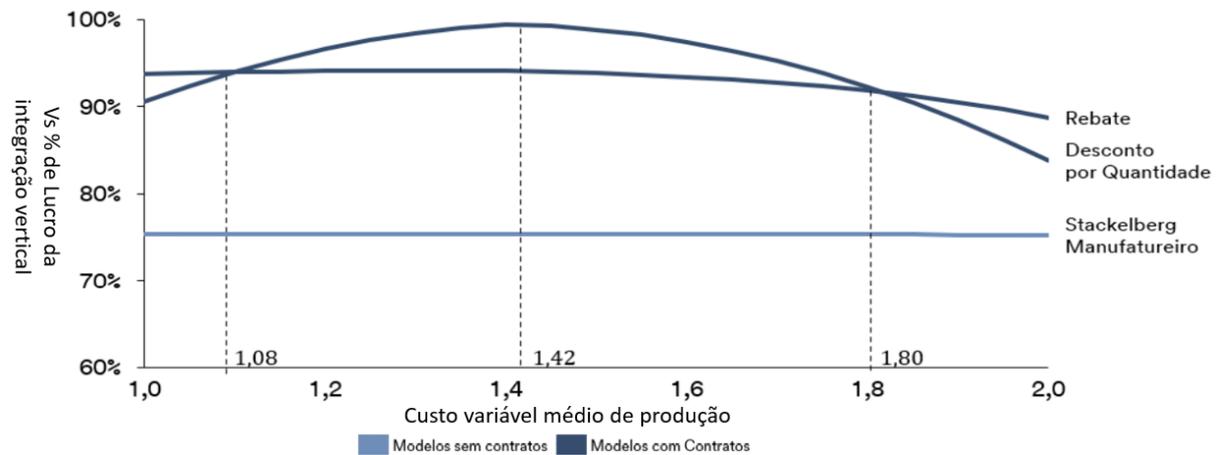
Na sequência, pode-se analisar os resultados dos dois modelos com contratos: a) desconto por quantidade e 2) rebate. Os resultados desses dois modelos indicam que os contratos analisados coordenam a cadeia produtiva de maneira parcial, uma vez que os seus lucros são superiores aos modelos de histórico de resultados e *Stackelberg* manufatureiro, mas inferiores ao modelo de integração vertical.

De acordo com a Figura 29, sob as mesmas restrições de mercado, o contrato de desconto por quantidade e rebate apresenta um lucro de 98% e 91% do modelo de integração vertical, respectivamente. Além disso, esses dois contratos superam o lucro do modelo de *Stackelberg* manufatureiro em mais de 20% e o lucro do histórico de resultados em mais de 10%.

Quando são comparados os dois modelos, pode-se observar que o contrato de desconto por quantidade apresenta uma esperança de unidades vendidas e um lucro esperado de 10% e 8% superior ao contrato de rebate, respectivamente. Além disso, o contrato de desconto por quantidade trabalha com um preço inferior e um investimento esperado superior ao modelo de contrato de rebate.

Apesar do valor esperado de cada modelo ser chave para a análise dos resultados, também é importante entender como os modelos reagem às diferentes flutuações de custo de produção e alterações de demanda. Por essa razão, são construídas as Figuras 30 e 31, que indicam a porcentagem de lucro em diferentes flutuações de custo e demanda versus o modelo de integração vertical, ou seja, o modelo de “coordenação perfeita”.

Figura 30: Porcentagem de lucro para diferentes custos de produção versus o lucro de integração vertical



Fonte: Autor (2021)

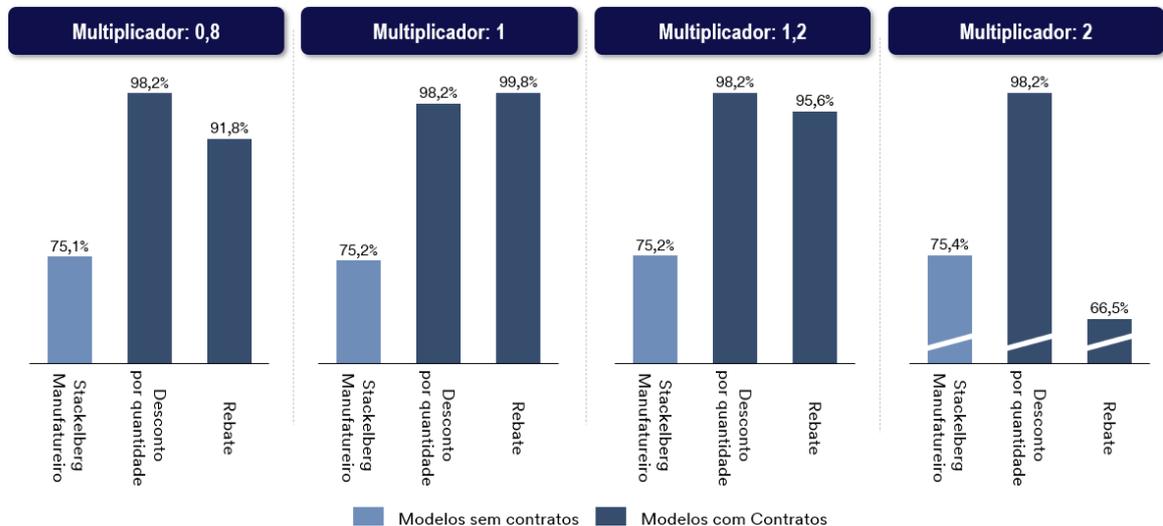
A Figura 30 mostra a porcentagem de lucro dos diferentes modelos analisados para diferentes custos variáveis médios de produção versus o lucro do modelo de integração vertical, ou seja, a porcentagem de lucro de cada modelo versus o lucro máximo para diferentes custos de produção.

Os resultados indicam que o modelo de desconto por quantidade chega a valores próximos a 100% quando o custo de produção é próximo a R\$ 1,42. O valor de custo esperado no momento de fechamento de contrato está conforme a equação (46) exposta nos resultados.

Apesar dos bons resultados, o modelo de desconto por quantidade apresenta um lucro inferior ao lucro do modelo de rebate em situações que temos variações próximas a 25% no custo de produção. Essa situação pode ser observada na Figura 30 para valores superiores a R\$ 1,80 ou inferiores a R\$ 1,08, situações na qual o lucro do modelo de rebate é superior ao modelo de desconto por quantidade.

Além da análise dos lucros para diferentes cenários de custos de produção, também se constrói a Figura 31, que representa a porcentagem de lucro para diferentes multiplicadores de demanda “ \emptyset ” versus o lucro do modelo de integração vertical.

Figura 31: Porcentagem de lucro para diferentes multiplicadores de demanda versus o lucro de integração vertical



Fonte: Autor (2021)

A Figura 31 mostra a porcentagem de lucro dos diferentes modelos analisados para diferentes fatores multiplicadores de demanda versus o lucro do modelo de integração vertical, ou seja, a porcentagem de lucro de cada modelo versus o lucro máximo para diferentes tipos de demanda.

Os resultados indicam que para um multiplicador de demanda igual a “1”, valor esperado no fechamento de contrato e em linha com a equação (55) exposta nos resultados, o modelo de rebate é superior a todos os outros, chegando a 99,8% do lucro do modelo de integração vertical.

No entanto, com diferentes multiplicadores de demanda escolhidos para cálculo de incerteza de demanda, o resultado do modelo piora significativamente, atingindo valores inferiores aos contratos de desconto por quantidade. Na situação específica de um multiplicador de demanda igual a “2”, o resultado é de apenas 66,5% do lucro do modelo de integração vertical, pior entre os modelos analisados.

Esses resultados indicam que o modelo de rebate sofre com variações nas expectativas de demanda, diferentemente do que ocorre com o modelo de desconto por quantidade e *Stackelberg* manufatureiro que apresentam lucro constantes, em torno de 98% e 75%, respectivamente, versus situações de “coordenação perfeita”.

De maneira geral, as Figuras 29, 30 e 31 realizam a comparação dos lucros dos diferentes modelos versus o modelo de integração vertical, “coordenação perfeita”. Para a

maioria das situações de custos e demanda analisadas, o modelo de desconto por quantidade apresenta resultados bastante consistentes e superiores a todos os outros modelos e o modelo de rebate valores superiores a situações sem contratos.

Apesar dos bons resultados apresentados, tanto o modelo de desconto por quantidade quanto o modelo de rebate precisam de algumas condições de mercado. Abaixo são apresentadas as seis principais condições do modelo de desconto por quantidade e, na sequência, as condições do modelo de rebate.

Na condição 1, a equação (46) do modelo de desconto por quantidade aponta que o preço marginal do fabricante, ou o chamado preço com desconto, necessita ser igual ao valor esperado do custo variável médio de produção. Essa condição é construída em um modelo em que as empresas têm informação completa sobre custos de produção, o que não é uma realidade no mercado.

De acordo com Cachon (2003), a empresa fabricante também não tem interesse em revelar seu custo variável médio de produção, já que é uma informação importante e que pode ser usada em negociações futuras. Além disso, a empresa fabricante precisa passar a informação de custo para a empresa varejista de uma maneira crível, para que o conceito de paridade do poder de barganha seja respeitado.

Em uma situação na qual a equação (46) não é respeitada, o preço marginal do fabricante não é igual ao valor esperado do custo variável médio de produção. Com isso, os lucros apresentados por esse modelo seriam inferiores aos apresentados ao longo deste trabalho.

Na condição 2, as grandes variações no custo variável médio de produção podem impactar o lucro de toda a cadeia produtiva, conforme indicado pela Figura 30. Dessa maneira, uma expectativa de grande volatilidade no custo variável médio ou inconsistência na estimativa desse valor pode prejudicar os resultados esperados desse contrato.

Além disso, neste trabalho, a variação nos custos é calculada via Monte-Carlo Bootstrap, o que indica uma suavização nas variações dos custos futuros e beneficia os resultados do modelo de desconto por quantidade

Na condição 3, o preço definido entre as empresas não pode ser alterado. Com isso, flutuações no custo variável médio de produção são riscos absorvidos exclusivamente pelo fabricante e que não podem se alterar, caso haja alterações nas condições de custo.

Por outro lado, as flutuações de demanda apresentam riscos maiores para as empresas varejistas, uma vez que é a empresa que apresenta maior margem com vendas após o desconto e teria maiores impactos por variações de demanda.

Na condição 4, além disso, para que o conceito de paridade do poder de barganha seja respeitado, o modelo de desconto por quantidade não apresenta a possibilidade da rede varejista expandir sua demanda por novas lojas ou até mesmo revender os seus produtos para outras lojas varejistas menores.

Como apresentado, o cenário de maximização da curva de demanda depende de que o preço marginal pago pelo varejista seja igual ao custo variável médio de produção (equação 46) realizado pelo fabricante. Com isso, a empresa varejista poderia ter incentivos em revender não só para os consumidores atuais, mas também para outras empresas, passando a agir como um distribuidor, o que poderia causar desvios no mercado. Dessa maneira, é importante colocar um limite máximo de comercialização entre a empresa fabricante e a rede varejista para que o modelo seja efetivo.

Na condição 5, no modelo construído, tudo o que é comercializado em um mês pela empresa fabricante é revendido pela rede varejista. Em outras palavras, não existe a criação de inventário por parte da empresa varejista. Em modelos de desconto por quantidade e com criação de inventário, a empresa varejista teria incentivos em realizar grandes compras pontuais em determinado período e ter longos períodos sem compra do produto. Mais uma vez, é importante que sejam impostos limites máximos e mínimos de quantidade em um único mês.

Na condição 6, por fim, os investimentos em esforços de venda precisam ser realizados pela empresa varejista. Esse não é um cenário comum no mercado e é preciso avaliar retornos de outras linhas de produto para verificar se este investimento seria realizado pela empresa.

Após algumas condições impostas ao modelo de desconto por quantidade, é necessário realizar o mesmo para o contrato de rebate. Assim como no modelo de desconto por quantidade, o contrato de rebate coordena a cadeia produtiva de maneira parcial, já que os seus lucros são superiores aos modelos sem contratos de histórico de resultados e *Stackelberg* fabricante, mas inferiores ao modelo de integração vertical.

Apesar dos bons resultados, é necessária a apresentação de 5 condições.

Na condição 1, a meta de unidades vendidas estipulada em contrato é baseada em uma curva de demanda conhecida pelas duas empresas (59) e a partir do valor esperado das incertezas de mercado, ou seja, o valor esperado do custo variável médio de produção (54) e a expectativa de do multiplicador de demanda (55).

No entanto, a prática mostra que definir esse valor em situações em que a informação é incompleta pode ser um grande desafio. Como mostrado na Figura 31, as rupturas

significativas de demanda podem gerar lucros inferiores a cenários sem a existência de contratos.

Na condição 2, o preço entre as empresas é definido em contrato e não pode ser alterado por flutuações nas condições de mercado. Dessa maneira, as variações no custo variável médio de produção são riscos absorvidos, exclusivamente, pelo fabricante, uma vez que a empresa não pode alterar o seu preço por variações no custo.

Por outro lado, as flutuações de demanda são riscos absorvidos, quase na sua totalidade, pela empresa varejista. Isso ocorre, pois a empresa varejista é o agente econômico que precisa fazer alterações nas suas estratégias de preços e investimentos para atingir a meta de rebate colocada em contrato.

Na condição 3, não é possível a criação de inventário pela empresa varejista. Em algumas situações, a empresa varejista pode ter incentivo de realizar grandes compras pontuais para atingir as metas de rebate e não realizar compras nenhuma nos meses seguintes, impactando o resultado da cadeia produtiva.

Na condição 4, a rede varejista não pode realizar vendas para outros centros de distribuição. Essa situação faria com que as redes varejistas atingissem as metas para receber o montante financeiro, mas não realizassem necessariamente as reduções de preços e investimentos em esforços de vendas para aumentar a quantidade comercializada, uma vez que poderiam vender o excedente para outros mercados.

Em muitos cenários, a exigência de compras mínimas e máximas em contratos é um tipo de estratégia utilizada no varejo para minimizar os problemas gerados pelas considerações 4 e 5 expostas acima.

Na condição 5, os investimentos em esforços de venda têm que ser realizados pela empresa varejista, pois é a que tem maiores incentivos em atingir as metas colocadas no contrato de rebate. Essa prática não é comum para várias linhas do mercado de varejo.

Após a comparação de resultados e algumas condições impostas aos contratos analisados, é possível responder à pergunta inicial da tese: “Quais as condições de mercado para que os contratos de desconto por quantidade e rebate gerem coordenação em uma cadeia produtiva?”.

Como já analisado, o lucro esperado dos dois modelos é superior aos modelos sem contratos de histórico de resultado e *Stackelberg* fabricante. No entanto, em cenários de erros nas expectativas de custo futuros próximos a 25%, gera-se uma situação na qual o contrato de rebate pode ser mais apropriado (em linha com a Figura 30 deste trabalho).

Por outro lado, em situações de incerteza de demanda, o contrato de rebate pode apresentar dificuldades em estipular a meta de unidades vendidas no contrato. Nessa situação, estimativas equivocadas de demanda podem gerar grandes perdas no lucro do modelo de rebate (Figura 31) e, dessa maneira, o contrato de desconto de quantidade se torna mais apropriado.

Em cenários de pouca incerteza de demanda e custo, os dois modelos se apresentam bastante efetivos e ajudam a maximizar o lucro da cadeia produtiva e, conseqüentemente, pelo conceito de paridade do poder de barganha ajudam a maximizar o lucro de ambas as empresas. Todavia, em situações de grande incerteza de demanda, custos de produção e baixa capacidade de passar informações de maneira crível para as organizações, o modelo sem contratos pode resultar em melhores lucros para as corporações.

Para esse caso específico, em que as estimativas de demanda são mais incertas que as estimativas de custos de produção, o modelo de desconto por contrato apresenta um lucro esperado de 8% superior ao modelo de rebate, mostrando-se mais adequado para as condições apresentadas de mercado.

Nos dois modelos, o preço entre as empresas é fixo. Com isso, os riscos de variações de custos são absorvidos exclusivamente pelo fabricante. Por outro lado, as flutuações de demanda são riscos absorvidos, quase na sua totalidade, pela empresa varejista.

Além disso, os dois contratos propostos exigem algumas condições adicionais como o de compra mínima e compra máxima ao longo dos meses. Esses termos poderiam dificultar desvios no comportamento das empresas, como a realização de grandes compras em meses específicos para beneficiar o seu próprio lucro.

Dessa maneira, cláusulas de compra mínima e compra máxima inibem a criação artificial de inventário por parte do varejista e dificultam uma alteração da demanda de maneira artificial como a expansão de novas lojas ou a atuação do varejista como distribuidor para outras redes varejistas. Ambos os comportamentos poderiam afetar o princípio da paridade do poder de barganha e dificultar a implementação de contratos.

Por fim, nos dois contratos analisados, os investimentos em esforços de venda têm que ser realizados pela empresa varejista. Essa prática não é comum para várias linhas do mercado de varejo e precisa ser analisada com mais detalhes pelo varejista, já que esse comportamento pode afetar a venda de outros produtos da rede.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes cadeias produtivas demandam coordenação entre as empresas para otimizar os seus resultados. Infelizmente, essa situação nem sempre ocorre, pois, comportamentos racionais pela busca de maiores lucros individuais tornam, muitas vezes, as cadeias produtivas ineficientes, resultando em equilíbrios de lucro subótimos.

Esse tipo de situação ocorre, especialmente, em redes varejistas e empresas manufatureiras que apresentam alta interdependência entre as empresas. De acordo com dados do mercado, essa interdependência ocorre especialmente em produtos da linha de limpeza, caso analisado neste trabalho.

Os dados do setor indicam que as redes varejistas apresentam algumas marcas próprias, no entanto, esse montante representa apenas 4,4% do mercado de limpeza no Brasil. Por outro lado, as empresas manufatureiras também realizam algumas vendas diretas com o consumidor final, mas esse valor representa apenas 0,9% da venda do total do mercado. Esses dados indicam alta interdependência no setor.

Esses equilíbrios subótimos são conhecidos na literatura a partir do termo “dupla marginalização”. A partir da metodologia de teoria dos jogos, é possível analisar que as empresas têm incentivos individuais a elevar seu preço resultando em um valor alto ao consumidor final e um nível de lucro inferior ao ótimo da cadeia produtiva.

Apesar da falta de coordenação na cadeia produtiva ser mais explorada na literatura a partir das decisões de preços, algumas outras decisões, por parte das empresas, também podem gerar resultados subótimos. Alguns exemplos disso são: nível de inventário, esforços na qualidade do produto e investimentos em esforços de vendas. Esse último caso é analisado nesta tese por ser a chave para o mercado de limpeza doméstica.

O alinhamento de decisões pode ocorrer por vários tipos de contratos como flexibilidade da quantidade, recompra, compartilhamento de receita, compartilhamento de lucro e outros. No entanto, para esta tese, são utilizados dois tipos de contratos: o contrato de “rebate” e o contrato de “desconto por quantidade”. Esses dois contratos são escolhidos por serem os mais factíveis na prática e por serem encontrados no mercado brasileiro de limpeza doméstica.

Além disso, a maximização de lucro da cadeia produtiva é construída sob 2 restrições e incertezas de mercado, que são analisadas em mais detalhes nesta tese: curva de demanda e custo de produção.

A curva de demanda é construída em uma regressão com base nos resultados históricos da linha de produtos de limpeza doméstica e a incerteza de demanda é adicionada a

partir de cinco cenários observados em outras linhas de produtos. Para a estimação do custo futuro, opta-se pela simulação de Monte Carlo Bootstrap, com base no histórico de custos da linha de produto de limpeza doméstica analisada nesta tese.

A partir desse contexto, surge a pergunta de pesquisa: “Quais as condições de mercado para que os contratos de desconto por quantidade e rebate gerem coordenação em uma cadeia produtiva?”

A partir desta pergunta de pesquisa emerge o objetivo desta tese: Uma abordagem que identifique as condições de mercado para que os contratos “rebate” e “desconto por quantidade” sejam estabelecidos e aumentem o lucro das empresas presentes na cadeia produtiva. Para atingir esse objetivo, propõe-se uma abordagem inovadora, que realize a análise de contratos via metodologia da teoria dos jogos em um cenário de incerteza de demanda e custo de produção. A teoria dos jogos incorpora os princípios de informação completa e de racionalidade, em que as empresas tomam decisão visando maximizar o lucro individual. Por outro lado, a incerteza de demanda é analisada a partir do histórico de outras linhas de produtos enquanto a incerteza de custo futuro é avaliada via simulação de Monte Carlo Bootstrap.

Ao avaliar o lucro da cadeia produtiva em situações com e sem contratos são utilizados cinco modelos distintos: a) Histórico de resultados; b) Integração vertical; c) *Stackelberg* manufatureiro; d) Contrato de desconto por quantidade e e) Contrato de rebate. O segundo modelo de integração vertical representa uma situação de “coordenação perfeita”, mas não é uma situação real, já que uma empresa não consegue gerar o mesmo valor ao cliente final do que em situações com mais de uma empresa, pois o setor de limpeza doméstica se caracteriza como uma situação de alta interdependência entre as organizações.

Os resultados visam atender ao objetivo primário do trabalho de identificar as condições de mercado para que os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” sejam adequados. Os valores indicam que os dois contratos analisados apresentam resultados satisfatórios para as condições de mercado apresentadas e coordenam a cadeia produtiva de maneira parcial.

Isso ocorre, pois os lucros desses modelos são superiores aos modelos sem contratos de histórico de resultados e *Stackelberg* manufatureiro e inferiores ao modelo de coordenação perfeita. O contrato de desconto por quantidade e rebate apresenta um lucro de 98% e 91% do modelo de integração vertical, respectivamente.

Apesar desses bons resultados, é importante analisar algumas condições para que os contratos de “rebate” e “desconto por quantidade” sejam eficientes. Em cenários de alta incerteza de custo de produção futuro, em situações que o manufatureiro não sabe o seu custo

de produção ou não consegue repassar essa informação ao varejista de maneira crível, o contrato de rebate pode ser mais apropriado. No entanto, em situações de alta incerteza de demanda futura, os contratos de desconto por quantidade podem ser mais adequados.

Em cenários de pouca incerteza de demanda e custo, os dois modelos apresentam resultados bastante satisfatórios. No entanto, em situações de grande incerteza de demanda, custos de produção e baixa capacidade de passar informações de maneira crível para as empresas, o modelo sem contratos pode resultar em melhores lucros para as empresas.

Dessa maneira, este estudo aponta que a falta de disponibilidade de dados, erro nas projeções de variáveis e a falta credibilidade na troca de informações são elementos-chave para que os contratos não sejam efetivos e possam até a gerar perdas de lucros a cadeia produtiva.

Além disso, nos dois contratos apresentados, os riscos de variações de custos são absorvidos pelo fabricante enquanto as flutuações de demanda são riscos absorvidos pela empresa varejista. Ademais, os dois contratos exigem cláusulas de compra mínima e compra máxima para evitar desvios de comportamento por parte do varejista, que poderia aproveitar as condições do contrato para criar inventário e/ou expandir a demanda de maneira artificial.

Os dois contratos ainda indicam que o investimento em esforços de venda deve ocorrer através da rede varejista. Essa prática nem sempre é comum no varejo e precisa ser avaliada em mais detalhes, já que essa ação poderia afetar outras linhas de produtos que também são comercializadas no varejo e não são analisadas neste trabalho.

Este estudo não teve como pretensão melhorar o lucro de individual de uma única empresa, mas sim avaliar uma situação na qual os contratos gerem uma eficiência de Pareto. Em outras palavras, a partir da coordenação das decisões individuais das organizações, é preciso gerar maiores lucros para todas as empresas presentes na cadeia produtiva.

Além disso, o presente trabalho visa contribuir não somente para os acordos firmados para o mercado de limpeza doméstica, mas sim para ampliar a discussão para outros mercados do varejo e ajudar a executivos, especialistas, acadêmicos e consultores que atuam na área a melhorar os acordos estabelecidos entre as empresas.

Como pesquisas futuras, novos mercados poderiam ser analisados. Entre eles se propõe como sugestão para a análise, os produtos perecíveis, em que os prazos de entrega, qualidade do produto e confiança entre as empresas são chaves para o sucesso do setor. Além disso, trabalhos futuros poderiam explorar e mensurar como a falta de informação e credibilidade na troca de dados podem inibir acordos comerciais e, conseqüentemente, dificultar situações de ganha-ganha entre as empresas.

REFERÊNCIAS

- AGNDAL, H.; NILSSON, U. Supply chain decision-making supported by an open books policy. **International Journal of Production Economics**, v. 116, n. 1, p. 154-167, 2008.
- AGUIAR, A. B.; REZENDE, A. J.; ROCHA, W. Uma análise da complementaridade entre gestão interorganizacional de custos e open-book accounting. **Revista Base (Administração e Contabilidade) da UNISINOS**, v. 5, n. 1, p. 66-76, mar, 2008.
- AJORLOU, A.; JADBABAIE, A. **Sales-Based Rebate Design**. 2019. Disponível em: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3348692> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3348692> Acesso em: 15 de abril de 2021.
- ARANI, H. V.; RABBANI, M.; RAFIEI, H. A revenue-sharing option contract toward coordination of supply chains. **International Journal of Production Economics**, v. 178, p. 42 – 56, 2016.
- ARBAGE, A. P.; BALESTRIN, A. A Perspectiva dos Custos de Transação na Formação de Redes de Cooperação. **RAE - eletrônica**, v. 6, n. 1, janeiro-junho, 2007.
- BABU, S.; MOHAN, U. An integrated approach to evaluating sustainability in supply chains using evolutionary game theory. **Computers & operations research**, v. 89, p. 269-283, 2018.
- BACHARACH, S. B.; LAWLER, E. J. Bargaining: Power, Tactics and Outcomes. **Jossey-Bass Inc.**, California, San Francisco, 433,1981, 215p.
- BADASYAN, N.; GOEREE, J. K.; HARTMANN, M.; HOLT, C.; MORGAN, J.; ROSENBLAT, T.; YANDELL, D. Vertical integration of successive monopolists: A classroom experiment. **Perspectives on Economic Education Research**, v. 5, n. 1, p. 61-77, 2009.
- BARTZ, D.; BRAGA, A. V.; SOUZA, M. A. Gestão Intraorganizacional de Custos (GIC) em Consórcios Modulares: uma abordagem para a redução de custos globais. *In: Anais do Congresso de Controladoria e Contabilidade da USP, São Paulo, SP, Brasil, 14., 2014.*
- BASAK, S.; BASU, P.; AVITTATHUR, B.; SIKDAR, S. A game theoretic analysis of multichannel retail in the context of “showrooming”. **Decision Support Systems**, v. 103, p. 34 - 45, 2017.
- BILOTTI, F.; SEVGI, L. Metamaterials: Definitions, properties, applications, and FDTD-based modeling and simulation. **International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering**. v. 22, n. 4, p. 422-438, 2012.
- BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. **A arte da pesquisa**. 3ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- BRANDENBURGER, A. M.; NALEBUFF, B. J. The right game: Use game theory to shape strategy. **Harvard Business Review**, Chicago, v. 76, p. 57-71, jul-ago 1995.
- BUKHARI, S. F. H.; MAZHAR, W.; WAQAS, R. A review of the impact of marketing mix in decision making process of consumers when buying food products. **Journal of Contemporary Scientific Research**, v. 2, 6p, 2018.
- CACHON, G. P. Supply chain coordination with contracts. **Handbooks in operations research and management science**. v. 11, p. 227-339, 2003.

- CACHON, G. P. Turning the Supply Chain into a Revenue Chain. **Harvard business review**, Philadelphia, v. 79, n. 3, p. 20-21, set 2001.
- CACHON, G. P.; LARIVIERE, M. A. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations. **Management science**, v. 51, n. 1, p. 30-44, 2005.
- CACHON, G. P.; NETESSINE, S. Game theory in supply chain analysis. *In: Models, methods, and applications for innovative decision making*. Philadelphia: Informs, 2006. p. 200-233
- CATTANI, K.; GILLAND, W.; HEESE, H. S.; SWAMINATHAN, J. Boiling frogs: Pricing strategies for a manufacturer adding a direct channel that competes with the traditional channel. **Production and Operations Management**, v. 15, n. 1, p. 40, mar, 2006.
- CHAAB, J.; RASTI-BARZOKI, M. Cooperative advertising and pricing in a manufacturer-retailer supply chain with a general demand function; A game-theoretic approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 99, p. 112-123, 2016.
- CHEN, J.; BELL, P. C. Coordinating a decentralized supply chain with customer returns and price-dependent stochastic demand using a buyback policy. **European Journal of Operational Research**, v. 212, n. 2, p. 293-300, jul, 2011.
- CHEN, L.; PENG, J.; LIU, Z.; ZHAO, R. Pricing and effort decisions for a supply chain with uncertain information. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 1, p. 264-284, 2017.
- CHEN, Y. K.; CHEN, C. T.; CHIU, F. R.; LIAN, J. W. **Applying the bootstrap method to newsvendor model incorporating group buying for optimal price discount and order quantity**. Kybernetes, 2017.
- CHIANG, C. Optimal replenishment for a periodic review inventory system with two supply modes. **European Journal of Operational Research**, v. 149, n. 1, p. 229-244, 2003.
- CHRISTOPHER, M.; HOLWEG, M. " Supply Chain 2.0": managing supply chains in the era of turbulence. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 1, p. 63-82, 2011.
- COPPINI, M.; ROSSIGNOLI, C., ROSSI, T.; STROZZI, F. Bullwhip effect and inventory oscillations analysis using the beer game model. **International journal of production Research**, v. 48, n. 13, p. 3943-3956, 2010.
- CROOK, T. R.; COMBS, J. G. Sources and consequences of bargaining power in supply chains. **Journal of operations management**, v. 25, n. 2, p. 546-555, 2007.
- DAWAR, N. When marketing is strategy. **Harvard business review**, v. 91, n. 12, p. 100-108, dez, 2013.
- DELERIS, L. A.; ERHUN, F. Risk management in supply networks using Monte-Carlo simulation. *In: Proceedings of the Winter Simulation Conference*. IEEE, p. 1643-47, 2005.
- DELLAROCAS, C. Double marginalization in performance-based advertising: Implications and solutions. **Management Science**, v. 58, n. 6, p. 1178-1195, 2012.
- DIXIT, A. K.; SHERRERD, J. J.; NALEBUFF, B. J. **Thinking strategically**: The competitive edge in business, politics, and everyday life. Ed: WW Norton & Company, abr, 1993.
- DUBÉ, J. P.; MISRA, S. Scalable price targeting. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2017.

DUGATKIN, L. A.; REEVE, H. K. (Eds.). **Game theory and animal behavior**. Oxford University Press on Demand, set, 2000.

EL BAZ, J.; RUEL, S. Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era. **International Journal of Production Economics**, *in press*, 2020.

EMMETT, Stuart; CROCKER, Barry. **The relationship-driven supply chain**: creating a culture of collaboration throughout the chain. Ed: Routledge CRC Press, abr, 2016.

ERCIS, A.; UNAL, S.; YILMAZ, M. K.; ERCIS, A.; UNAL, S.; YILMAZ, M. K. **Determination of the factors affecting supermarket loyalty**: A case study of Erzurum. Turkey, p. 167-200, 2010.

ERTOGRAL, K.; WU, S. D. A bargaining game for supply chain contracting. Preprint, jan, 2001.

FANG, X. Analysis of double marginalization effect on the wholesale price contract coordination. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., vol. 35, n.02, p 1-15, abr,2018.

FARAHANI, R. Z.; REZAPOUR, S.; DREZNER, T.; FALLAH, S. Competitive supply chain network design: An overview of classifications, models, solution techniques and applications. **Omega**, v. 45, p. 92-118, 2014.

FARLEY, T. A.; RICE, J.; BODOR, J. N.; COHEN, D. A.; BLUTHENTHAL, R. N.; ROSE, D. Measuring the food environment: shelf space of fruits, vegetables, and snack foods in stores. **Journal of Urban Health**, v. 86, n. 5, p. 672-682, 2009.

FAWCETT, S. E.; JONES, S. L.; FAWCETT, A. M. Supply chain trust: The catalyst for collaborative innovation. **Business Horizons**, v. 55, n. 2, p. 163-178, 2012.

FEHR, L. C. F. de Almeida; DUARTE, S. L. Gestão de Custos Interorganizacionais e Open-Book Accounting: as Duas Faces da Mesma Moeda. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, v. 23, n. 1, p. 70-87, 2018.

FIGUEIREDO Filho, D.; NUNES, F. ROCHA, E. C. da; SANTOS, M. L. BATISTA, M.; SILVA JÚNIOR, J. A. O que fazer e o que não fazer com a regressão: pressupostos e aplicações do modelo linear de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). **Revista Política Hoje**, v. 20, n. 1, p. 44 - 99, 2011.

FLYNN, B. B.; KOUFTEROS, X.; LU, G. On theory in supply chain uncertainty and its implications for supply chain integration. **Journal of Supply Chain Management**, v. 52, n. 3, p. 3-27, 2016.

GAUDET, G.; VAN LONG, N. (1996). Vertical integration, foreclosure, and profits in the presence of double marginalization. **Journal of Economics & Management Strategy**, v. 5, n. 3, p. 409-432, 1996.

GHADGE, A.; DANI, S.; CHESTER, M.; KALAWSKY, R. A systems approach for modelling supply chain risks. **Supply chain management: an international journal**, v. 18, n. 5, p. 523-538, 2013.

GIANNOCCARO, I. Centralized vs. decentralized supply chains: The importance of decision maker's cognitive ability and resistance to change. **Industrial Marketing Management**, v. 73, p. 59-69, 2018.

GIBBONS, R. **Game theory for applied economists**. Princeton University Press 267p, 1992.

GOULART, M. S. **Impactos financeiros do controle e gestão do estoque de mercadorias em supermercados**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Curso de Ciências Contábeis. Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação, 2018.

GU, S.; GUO, H.; SU, Y. Research on supply chain coordination and profit allocation based on altruistic principal under bilateral asymmetric information. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, v. 18, , p. 1 - 15, 2018.

HAIR Jr., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre, Bookman, 2009. 688p.

HE, Y.; ZHAO, X.; ZHAO, L.; HE, J. Coordinating a supply chain with effort and price dependent stochastic demand. **Applied Mathematical Modelling**, v. 33, n. 6, p. 2777-2790, 2009.

HENDRIKSEN, E. S.; VAN BREDA, M. F. **Teoria da Contabilidade**. Tradução de Antonio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1999.

HUANG, Z.; LI, S. X. Co-op advertising models in manufacturer–retailer supply chains: A game theory approach. **European journal of operational research**, Elsevier, v. 135, n. 3, p. 527-544, dez, 2001.

HUGOS, M. H. **Essentials of supply chain management**. Chicago, John Wiley & Sons, 4ed, 368p, 2018.

JABARZARE, N.; RASTI-BARZOKI, M. A game theoretic approach for pricing and determining quality level through coordination contracts in a dual-channel supply chain including manufacturer and packaging company. **International Journal of Production Economics**, v. 221, 2020.

JOHNSTON, D. A.; MCCUTCHEON, D. M.; STUART, F. I.; KERWOOD, H. Effects of supplier trust on performance of cooperative supplier relationships. **Journal of operations Management**, v. 22, n. 1, p. 23-38, 2014.

JÜTTNER, U.; Peck, H.; CHRISTOPHER, M. Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 6, n. 4, p. 197-210, 2003.

KAJÜTER, P.; KULMALA, H. I. Open-book accounting in networks: Potential achievements and reasons for failures. **Management Accounting Research**, v. 16, n. 2, p. 179-204 2005.

KILUBI, I.; HAASIS, H. Supply chain risk management enablers-A framework development through systematic review of the literature from 2000 to 2015. **International Journal of Business Science & Applied Management**, v. 10, n. 1, p. 35-54, 2015.

LEE, C. H.; RHEE, B. D. Channel coordination using product returns for a supply chain with stochastic salvage capacity. **European Journal of Operational Research**, v. 177, n. 1, p. 214-238, 2007.

LEE, J. Y.; BROWN, M. G. The effect of shelf space on sales of fruit beverages. **Journal of Food Products Marketing**, v. 7, n. 1-2, p. 3-13, 2001.

- LENG, M.; PARLAR, M. Game theoretic applications in supply chain management: a review. **INFOR: Information Systems and Operational Research**, v. 43, n. 3, p. 187-220, 2005.
- LENG, M.; PARLAR, M. Lead-time reduction in a two-level supply chain: Non-cooperative equilibria vs. coordination with a profit-sharing contract. **International Journal of Production Economics**, v. 118, n. 2, p. 521-544, 2009.
- LI, S.; KULMALA, H. The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. **Omega**, v. 34, n. 2, p. 107-124, 2006.
- LI, X.; LIAN, Z.; CHOONG, K. K.; LIU, X. A quantity-flexibility contract with coordination. **International Journal of Production Economics**, v. 179, p. 273-284, 2016.
- LIAN, Z.; DESHMUKH, A. Analysis of supply contracts with quantity flexibility. **European Journal of Operational Research**, v. 196, n. 2, p. 526-533, 2009.
- LOCKAMY III, A. **Assessing disaster risks in supply chains**. Industrial Management & Data Systems, v. 114, n. 5, p. 755-777, 2014.
- MARTÍN-HERRÁN, G.; TABOUBI, S. Price coordination in distribution channels: A dynamic perspective. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 2, p. 401 - 414, 2015.
- MARTÍN-HERRÁN, G.; TABOUBI, S.; ZACCOUR, G. The impact of manufacturers' wholesale prices on a retailer's shelf-space and pricing decisions. **Decision Sciences**, v. 37, n. 1, p. 71-90, 2006.
- MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9ed, São Paulo: Atlas, 370p, 2018.
- Martins, G. A. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 3ed. São Paulo: Atlas, 136p, 2002.
- MCCARTER, M. W.; FAWCETT, S. E.; MAGNAN, G. M. The effect of people on the supply chain world: Some overlooked issues. **Human Systems Management**, v. 24, n. 3, p. 197-208, 2005.
- MENTZER, J. T.; Dewitt, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.
- MONCZKA, R. M.; PETERSEN, K. J.; HANDFIELD, R. B.; RAGATZ, G. L. Success factors in strategic supplier alliances: the buying company perspective. **Decision sciences**, v. 29, n. 3, p. 553-577, 1998.
- MOONEY, C. Z.; MOONEY, C. F.; MOONEY, C. L.; DUVAL, R. D.; DUVALL, R. **Bootstrapping: A nonparametric approach to statistical inference**. Newbury Park: Sage University Papers Series, 112p, 1993.
- NALEBUFF, B. J.; BRANDENBURGER, A. **Co-opetition**. London: Harper Collins Business, 290p, 1996.
- NIEDERHOFF, J. A.; KOUVELIS, P. Effective and necessary: Individual supplier behavior in revenue sharing and wholesale contracts. **European Journal of Operational Research**, v. 277, n. 3, p. 1060-1071, 2019.

- OLBRICH, R., JANSEN, H. C.; HUNDT, M. Effects of pricing strategies and product quality on private label and national brand performance. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 34, p. 294-301, 2017.
- ÖZER, Ö.; ZHENG, Y. Establishing trust and trustworthiness for supply chain information sharing. *In: **Handbook of information exchange in supply chain management***. Springer: Cham, 2017. p. 287-312
- PALSULE-DESAI, O. D. Supply chain coordination using revenue-dependent revenue sharing contracts. **Omega**, v. 41, n. 4, p. 780-796, 2013.
- PASTERNAK, B.A., Optimal pricing and return policies for perishable commodities. **Market Science**, v. 4, n. 4, p. 166–176 1985.
- POLAK, B. M. **Multi-echelon inventory strategies for a retail replenishment business model**. Orientador: Stephen Graves. Master in Administration and Master of Science in Mechanical Engineering - Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts 2014.
- PRASAD, S.; SHANKAR, R.; ROY, S. Impact of bargaining power on supply chain profit allocation: a game-theoretic study. **Journal of Advances in Management Research**, ~~Local~~, v. 16, n. 3, 2019.
- RAIYANI, A.; LATHIGARA, A.; MEHTA, H. (2021). Usage of time series forecasting model in Supply chain sales prediction. *In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering***, v. 1042, n. 1, p. 012022, 2021.
- ROCHA, W.; MARTINS, E. **Métodos de custeio comparados: custos e margens analisados sob diferentes perspectivas**. 2ed, São Paulo: Atlas, 192p, 2015.
- ROMANO, P.; FORMENTINI, M. Designing and implementing open book accounting in buyer–supplier dyads: A framework for supplier selection and motivation. **International Journal of Production Economics**, v. 137, n. 1, p. 68-83, 2012.
- SAHA, S. Supply chain coordination through rebate induced contracts. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 50, p. 120-137, 2013.
- SCHELLING, T. C. **The strategy of conflict**. Boston: Harvard University Press, 309p, 1981.
- SCHMITT, A. J.; SINGH, M. Quantifying supply chain disruption risk using Monte Carlo and discrete-event simulation. **Winter simulation conference (WSC), Proceeding of the 2009**. p. 1237-1248, 2009.
- SCHMITT, B. H.; ROGERS, D. L. **Handbook on Brand and Experience Management**. Nova York, Edward Elgar Ed, 328p, 2008.
- SEYEDSFAHANI, M. M.; BIAZARAN, M.; GHARAKHANI, M. A game theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer–retailer supply chains. **European Journal of Operational Research**, v. 211, n. 2, p. 263-273, 2011.
- SHANK, J. K. Strategic Cost Management: New wine, or just new bottles? **Journal of Management Accounting Research**, v. 1, p. 47-65, 1989.
- SLUIS, S.; GIOVANNI, P. D. The selection of contracts in supply chains: An empirical analysis. **Journal of Operations Management**, v. 41, p. 1-11, 2016.
- SOUZA, B. C.; ROCHA, W. **Gestão de custos interorganizacionais: ações coordenadas entre clientes e fornecedores para otimizar resultados**. São Paulo: Atlas, 136p, 2009.

- SPENGLER, J. Vertical integration and antitrust policy. **Journal of Political Economy**, v. 58, n. 4, p. 347–352, 1950.
- STEWART, J.; ROMO, J. H. **Cálculo: Tascendentes Tempranas**. 6ed, Cengaging Learning, 451p, 2006.
- STRAFFIN JÚNIOR, P. D. **Game theory and strategy**. MAA, v. 36, 244p, 1993.
- STRAFFIN, P. The Prisoner's Dilemma. **UMAP journal**, v. 1, p. 101-103, 1980.
- SUTTON-BRADY, C.; TAYLOR, T.; KAMVOUNIAS, P. Private label brands: a relationship perspective. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 32, n. 8, p. 1051 - 1061, 2017.
- SWANICK, D. **Power demand curve management by resource allocation prediction modeling**. 2016. Disponível em: <http://csus-dspace.calstate.edu/bitstream/handle>. Acesso em: jan 2021.
- SZMEREKOVSKY, J. G.; ZHANG, J. Pricing and two-tier advertising with one manufacturer and one retailer. **European Journal of Operational Research**, v. 192, n. 3, p. 904-917, 2009.
- TANG, O.; MUSA, S. N. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. **International journal of production economics**, v. 133, n. 1, p. 25-34, 2011.
- TAYLOR, T. A. Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effects. **Management science**, v. 48, n. 8, p. 992-1007, 2002.
- TAYUR, S.; GANESHAN, R.; MAGAZINE, M. (Eds.). **Quantitative models for supply chain management**. Netherlands: Springer Science & Business Media, 1ed, v. 17, 885p, 2012.
- TERBLANCHE, N. S. Customer interaction with controlled retail mix elements and their relationships with customer loyalty in diverse retail environments. **Journal of Business and Retail Management Research**, v. 11, n. 2, p. 1 -10, 017.
- TSAY, A. A.; AGRAWAL, N. Channel conflict and coordination in the e-commerce age. **Production and operations management**, v. 13, n. 1, p. 93-110, 2004.
- TSAY, A.; NAHMIAS, S.; AGRAWAL, N. Modeling supply chain contracts: a review. In: TAYUR, S.; MAGAZINE, M.; GANESHAN, R. (ed.) **Quantitative models for supply chain management**. Boston: Kluwer, 1988. p. 299 - 336
- VARIAN, H. R. **Microeconomia-princípios básicos**. São Paulo: Elsevier Brasil, 7ed, 807p, 2006.
- VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. São Paulo: Saraiva, 6ed, 368p, 1998.
- VROEGRIJK, M.; GIJSBRECHTS, E.; CAMPO, K. Battling for the household's category buck: Can economy private labels defend supermarkets against the hard-discounter threat? **Journal of Retailing**, v. 92, n. 3, p. 300-318, 2016.
- WANG, Y.; JIANG, L.; SHEN, Z. J. Channel performance under consignment contract with revenue sharing. **Management science**, v. 50, n. 1, p. 34-47, 2004.
- WILLIAMSON, O. E. Transaction-cost economics: the governance of contractual relations. **The journal of Law and Economics**, v. 22, n. 2, p. 233-261, 1979.

WONG, W. K.; QI, J.; LEUNG, S. Y. S. Coordinating supply chains with sales rebate contracts and vendor-managed inventory. **International Journal of Production Economics**, v. 120, n. 1, p. 151-161, 2009.

XIAO, T.; SHI, K.; YANG, D. (2010). Coordination of a supply chain with consumer return under demand uncertainty. **International Journal of Production Economics**, v. 124, n. 1, p. 171-180, 2010.

XIE, J.; NEYRET, A. Co-op advertising and pricing models in manufacturer–retailer supply chains. **Computers & Industrial Engineering**, v. 56, n. 4, p. 1375-1385, 2009.

YANG, H.; YU, J. Essential components of the set of weakly Pareto-Nash equilibrium points. **Applied Mathematics Letters**, v. 15, n. 5, p. 553-560, 2002.

YANG, L.; CHENG, B.; DENG, N.; ZHOU, Z.; HUANG, W. **The Influence of Supermarket Spatial Layout on Shopping Behavior and Product Sales-An application of the Ultra-wideband Indoor Positioning System**. 2019. Disponível em: <http://papers.cumincad.org>. Acesso em: maio de 2021.

ZAGARE, F. C. **Game Theory, Diplomatic History and Security Studies**. Oxford University Press, 208p, 2018.

ZBOJA, J. J.; VOORHEES, C. M. The impact of brand trust and satisfaction on retailer repurchase intentions. **Journal of services marketing**, v. 20, n. 6, p. 381 - 390, 2006.

ZHANG, F.; MA, J. Research on the complex features about a dual-channel supply chain with a fair caring retailer. **Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation**, v. 30, n. 1-3, p. 151-167, 2016.

ZHANG, J., LIU, G., ZHANG, Q., & BAI, Z. Coordinating a supply chain for deteriorating items with a revenue sharing and cooperative investment contract. **Omega**, v. 56, p. 37-49, 2015.

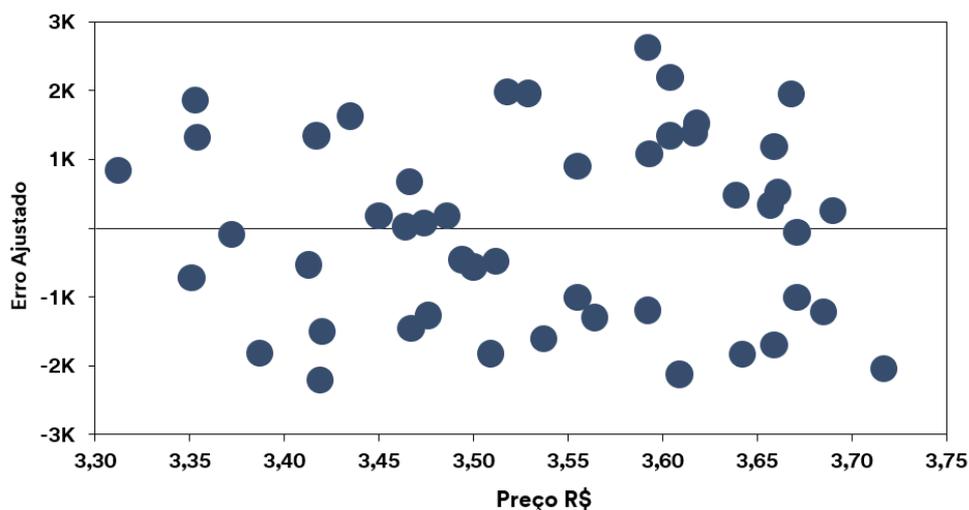
ZHAO, Y.; CHOI, T. M.; CHENG, T. C. E.; SETHI, S.; WANG, S. Buyback contracts with price-dependent demands : effects of demand uncertainty *European journal of operational research*, 2019, v. 239, no. 3, p. 663-673

APÊNDICE

APÊNDICE A: Testes de significância para demanda

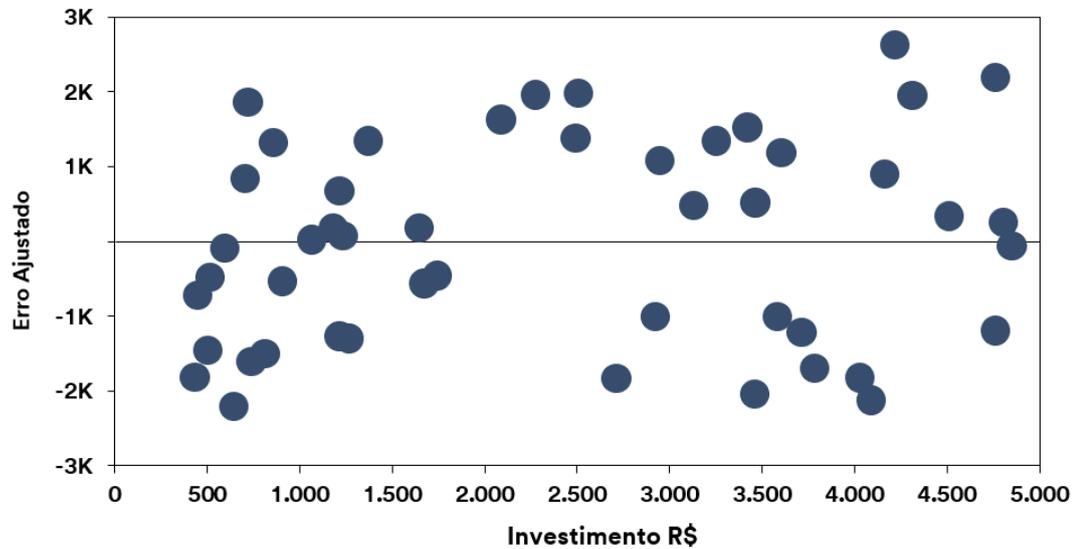
Para o teste de homocedasticidade dos erros, utiliza-se o teste Breusch-Pagan, que resulta em um “*P_valor*” de 0,67. O resultado indica que, com uma significância de 5%, não rejeitamos a hipótese de homoscedasticidade dos erros e a utilização do MQO se torna possível. Para facilitar a visualização dos resultados, são construídas as Figuras 32 e 33, que mostram a relação entre o erro ajustado e as variáveis independentes.

Figura 32: Erro ajustado versus preço



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 33: Erros ajustado versus investimento



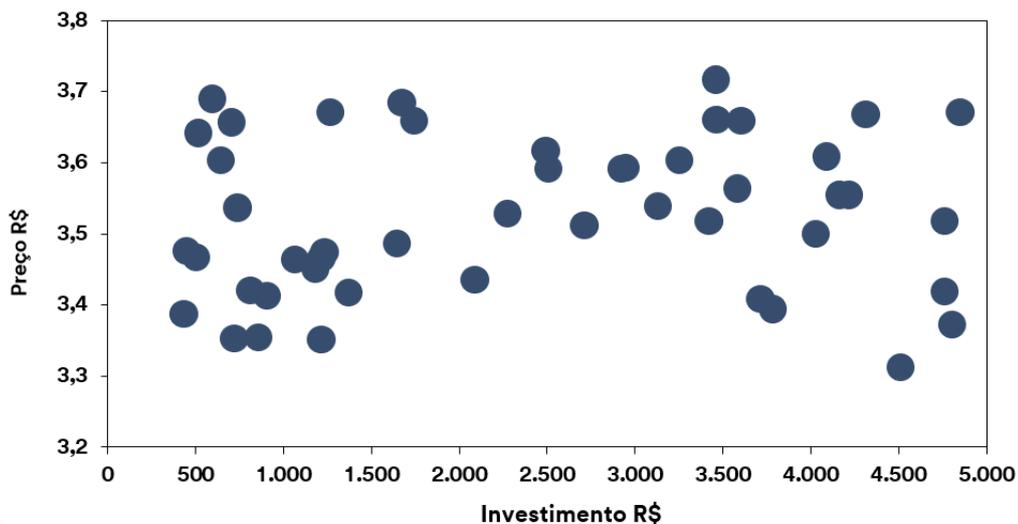
As Figuras 32 e 33 evidenciam que os erros não apresentam grandes variações para diferentes níveis de preços e investimento. Com isso, a hipótese da homocedasticidade não pode ser rejeitada assim como indicado pelo teste Breusch-Pagan.

Na sequência, realiza-se o teste de multicolineariedade, ou seja, uma possível relação entre as variáveis independentes, que, nesse caso, são mensuradas pelo preço e pelo investimento. A multicolineariedade é um problema no ajuste do modelo que pode causar impactos na estimativa dos parâmetros.

Para a estimativa do teste de multicolineariedade, utiliza-se o teste VIF (Variance Inflation Factor). O valor encontrado para este modelo é próximo a 1, ou seja, o valor é inferior a 10, indicando que o modelo não apresenta o problema de multicolineariedade. Vale ressaltar que como temos apenas duas variáveis independentes, o valor de VIF é o mesmo.

Abaixo a Figura 34 apresenta a relação entre as duas variáveis independentes.

Figura 34: Multicolineariedade: Relação de preço versus investimento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A Figura acima mostra que as variáveis independentes preço e investimentos em esforços de vendas não apresentam uma correlação evidente. Dessa maneira, a Figura 34 corrobora com os resultados encontrados pelo teste VIF.

APÊNDICE B: Integração Vertical

1 OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS

O primeiro passo é derivar a função lucro (28) em função do preço:

$$\pi = (p_v - C_{v_{m_t}}) * Q(p; i; \emptyset) - i \quad (28)$$

Derivação em função do preço:

$$\frac{d}{dp} = (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * \emptyset - 0 \quad (28.1)$$

Para efeito de maximização da curva de lucro, o resultado dessa derivada tem que ser igual a zero, como mostra a equação abaixo:

$$\frac{d}{dp} (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p - C_{m_t}) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * \emptyset = 0 \quad (28.2)$$

Analisada a equação, pode-se observar uma multiplicação de três fatores resultado em zero. Dessa maneira, um desses fatores precisa ser igual a 0. Isso não ocorre com o investimento ou incerteza de demanda, ou seja, precisamos que a parte que inclua o fator preço seja igual a zero.

Com isso, a equação é simplificada conforme o resultado abaixo:

$$((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) = 0 \quad (28.3)$$

O próximo passo é reorganizar a equação:

$$(\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{\beta * (p - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} \quad (28.4)$$

Ao substituir valores encontrados na curva de demanda temos a equação abaixo:

$$\begin{aligned} (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{1}{1,9}} \\ = \frac{1,2 * 10^9 * (p - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{-0,9}{1,9}}}{1,9} \end{aligned} \quad (28.5)$$

Ao realizar a divisão do fator 1,9 e inverter um termo da equação, temos:

$$\frac{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{1}{1,9}}}{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{-0,9}{1,9}}} = 6,5 * 10^8 * (p - C_{v_{m_t}}) \quad (28.6)$$

Ao utilizar as propriedades da potência se chega:

$$4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p = 6,5 * 10^8 * (p - C_{v_{m_t}}) \quad (28.7)$$

Ao simplificar a equação por 10^8 se chega em:

$$48,7 - 12,4 * p = 6,5 * (p - C_{v_{m_t}}) \quad (28.8)$$

Ao isolar o preço aplicado ao cliente final chega-se em:

$$18,9 * p = 48,7 + 6,5 * C_{v_{m_t}} \quad (28.9)$$

Ao simplificar a equação, temos (31):

$$p = 2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}} \quad (31)$$

2 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS

Já para a definição do investimento em esforços de vendas do modelo de integração vertical utilizamos a mesma curva de função de lucro (28), que se deriva em função do investimento:

$$\pi = (p_v - C_{v_{m_t}}) * Q(p; i; \emptyset) - i \quad (28)$$

Dessa maneira, chega-se na expressão abaixo:

$$(\delta I^{-\delta-1} * (p - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\nu}} * \emptyset) - 1 = 0 \quad (28.10)$$

Ao substituirmos o preço pela relação encontrada anteriormente e os parâmetros definidos na curva de demanda, chega-se:

$$\begin{aligned} &(((0,12 * I^{-1,12}) * (2,57 + (0,34 * C_{v_{m_t}}) - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - (1,2 * 10^9 * \\ &(2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}}))^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset) = 1 \end{aligned} \quad (28.11)$$

Ao realizar contas de simplificação:

$$\begin{aligned} &(0,12 * I^{-1,12}) * (2,57 - 0,66 C_{v_{m_t}}) * (1,8 * 10^9 - 0,4 * 10^9 * C_{v_{m_t}})^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset \\ &= 1 \end{aligned} \quad (28.12)$$

Ao isolar investimento:

$$I^{+1,12} = (2,57 - 0,66 C_{v_{m_t}}) * (1,8 * 10^9 - 0,4 * 10^9 * C_{v_{m_t}})^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset * 0,12 \quad (32)$$

APÊNDICE C: *Stackelberg* manufatureiro

1 OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS DO VAREJISTA

O primeiro passo é derivar a função lucro do varejista (30), em função do seu preço:

$$\pi_v = (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v \quad (30)$$

Ao realizar a alteração da função de quantidade pelos seus valores, chega-se a:

$$\pi_v = (p_v - P_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset \quad (30.1)$$

Para obter o preço ótimo, deriva-se a equação em função do seu preço:

$$\frac{d}{d_p} (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - p_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * \emptyset - 0 \quad (30.2)$$

Para efeito de maximização da curva de lucro, igualamos o resultado a zero:

$$\frac{d}{d_p} (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - p_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * \emptyset = 0 \quad (30.3)$$

Observado a equação, novamente temos que a multiplicação de três fatores resultando em 0. Com isso, a maximização do lucro envolve com que um desses três fatores seja igual a 0. Isso não ocorre com o investimento ou o índice de incerteza de demanda “ \emptyset ”. Assim, o fator que inclui o preço do varejista deve ser necessariamente igual a zero.

Essa equação é separada abaixo:

$$(\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - p_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} = 0 \quad (30.4)$$

Ao substituir valores encontrados na curva de demanda, chega-se:

$$(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}} = \frac{1,2 * 10^9 * (p_v - p_m) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{-0,9}{1,9}}}{1,9} \quad (30.5)$$

Ao simplificar a equação em processo similar ao que foi feito na cadeia verticalizada, temos a expressão abaixo:

$$\frac{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,85}}}{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{-0,85}{1,9}}} = 6,5 * 10^8 * (p_v - p_m) \quad (30.6)$$

Ao utilizar as propriedades das potencias, chega-se:

$$(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v) = 6,5 * 10^8 * (p_v - p_m) \quad (30.7)$$

Ao simplificar pelo fator 10^8 :

$$48,7 - 12,4 * p_v = 6,5 * (p_v - p_m) \quad (30.8)$$

Ao isolar o preço do varejista “ p_v ”:

$$18,9 * p_v = 48,7 + 6,5 * p_m \quad (30.9)$$

Ao simplificar, temos (32)

$$p_v = 2,57 + 0,34 * p_m \quad (34)$$

2 OTIMIZAÇÃO DO PREÇO DO MANUFATUREIRO

Inicia-se o processo a partir da função de lucro do manufatureiro (29) em função do seu preço:

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset - I \quad (29)$$

Substituindo o preço do varejista pela relação encontrada com o preço do manufatureiro, chega-se:

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * P_m))^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset - I \quad (29.1)$$

Agora, deriva-se a equação acima em função do preço do manufatureiro, conforme expressão abaixo:

$$\begin{aligned} \frac{d}{d p_m} &= (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * P_m))^{\frac{1}{\gamma}}) \quad (29.2) \\ &\quad - \frac{(\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * P_m))^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} * (-\beta * (0,34)) \\ &\quad * (P_m - C_{v_{m_t}}) * \emptyset = 0 \end{aligned}$$

Novamente, existe a multiplicação de três fatores resultando em 0. Com isso, pelo menos um dos fatores precisa ser 0. Isso não ocorre com o investimento ou o índice de incerteza de demanda “ \emptyset ”. Desse modo, o fator que inclui o preço do varejista deve ser necessariamente igual a zero.

Isolando esse fator, chega-se:

$$\begin{aligned} &((\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * P_m))^{\frac{1}{\gamma}}) \quad (29.3) \\ &= \left(\frac{(\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * P_m))^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} \right) * (-\beta * (0,34)) \\ &\quad * (P_m - C_{v_{m_t}}) \end{aligned}$$

Substituindo as constantes por valores já encontrados:

$$\bullet \left((4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * P_m)) \right)^{\frac{1}{1,85}} = \quad (29.4)$$

$$\frac{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * P_m))^{\frac{-0,9}{1,85}}}{1,85} * (1,2 * 10^9 * (0,34)) * (P_m - C_{v_{m_t}})$$

Ao utilizar a regra das potencias:

$$4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * P_m) = 2,3 * 10^8 * (P_m - C_{v_{m_t}}) \quad (29.5)$$

Ao simplificar por 10^8

$$48,7 - 12,4 * (2,57 + 0,34 * P_m) = 2,3 * (P_m - C_{v_{m_t}}) \quad (29.6)$$

Ao isolar o preço do fabricante " P_m ":

$$6,5 P_m = 16,8 + 2,3 * C_{v_{m_t}} \quad (29.7)$$

Ao simplificar a equação:

$$P_m = 2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}} \quad (35)$$

A equação que indica o preço do fabricante é exclusivamente relacionada ao custo variável médio de produção. A partir dessa equação, pode-se retornar ao preço do varejista e encontrar uma relação direta entre o preço do varejista ao custo variável médio de produção.

Com relação ao preço do varejista:

$$p_v = 2,57 + 0,34 * p_m \quad (34)$$

Ao substituir o preço do varejista pelo do fabricante, chega-se:

$$2,57 + 0,34 * (2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}}) \quad (34.1)$$

Sendo assim:

$$p_v = 3,45 + 0,12 * C_{v_{m_t}} \quad (36)$$

3 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTO DO MANUFATUREIRO

Inicia-se, a partir da função de lucro do manufatureiro:

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset - I \quad (29)$$

Ao derivar a curva em função do investimento, chega-se em:

$$\frac{d}{d_i} = \delta i^{-\delta-1} * ((p_m - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * \emptyset) - 1 = 0 \quad (29.8)$$

Ao substituir os parâmetros por valores:

$$(0,12 * I^{-1,12}) * ((P_m - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,85}} * \emptyset) = 1 \quad (29.9)$$

Ao realizar simplificação e isolar o investimento:

$$\frac{1}{I^{1,12}} = I^{-1,12} = \frac{1}{(P_m - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,85}} * \emptyset} * 0,12 \quad (29.10)$$

Ao transformar P_v em função de P_m

$$I^{1,12} = (P_m - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * (P_m))^{1,9}) * \emptyset * 0,12 \quad (29.11)$$

Ao transformar P_m em função de C_{m_t}

$$I^{1,12} = ((2,57 + 0,34C_{v_{m_t}}) - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * (2,57 + 0,34 * C_{v_{m_t}}))^{1,9}) * \emptyset * 0,12 \quad (29.12)$$

Ao realizar simplificações se chega em:

$$I^{1,12} = (2,57 - 0,66 * C_{v_{m_t}}) * (6,9 * 10^8 - 1,5 * 10^8 * C_{v_{m_t}})^{1,9} * \emptyset * 0,12 \quad (37)$$

APÊNDICE D: Desconto por Quantidade

1 OTIMIZAÇÃO DO PREÇO DO MANUFATUREIRO

Para realizarmos a derivação da curva de lucro da rede varejista no modelo de desconto por quantidade, temos que derivar a equação (41) exposta no desenvolvimento:

$$\pi_v = \begin{cases} (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v, & Q < M \\ (p_v - P_m) * M + ((p_v - (p_m - d)) * (Q(p_v; i; \emptyset) - M) - i_v, & Q \geq M \end{cases} \quad (41)$$

Para solução desse problema, vamos realizar em dois momentos. Primeiro, a derivação da equação quando a quantidade é inferior à meta e, em um segundo momento, quando a quantidade é superior à meta.

Quantidade inferior à meta

A primeira curva que precisa ser derivada é

$$\pi_v = (p_v - P_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset - i_v \quad (41.1)$$

Na derivação em função de preço da rede varejista, tem-se:

$$\frac{d}{d p_v} (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - p_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * \emptyset - 0 \quad (41.2)$$

Para efeito de maximização da curva de lucro, igualamos o resultado a zero:

$$\frac{d}{d p_v} (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - p_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * \emptyset = 0 \quad (41.3)$$

Deve-se igualar o fator preço a zero:

$$\frac{d}{d p} (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - p_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} = 0 \quad (41.4)$$

Substituir valores já encontrados na curva de demanda:

$$\begin{aligned} \frac{d}{d p} (4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}} \\ = \frac{1,2 * 10^9 * (p_v - P_m) * (4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{-0,9}{1,9}}}{1,9} \end{aligned} \quad (41.5)$$

Ao simplificar a equação:

$$\frac{d}{d p} \frac{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}}}{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{-0,9}{1,9}}} = 6,5 * 10^8 * (p_v - p_m) \quad (41.6)$$

Ao utilizar as propriedades das potências:

$$\frac{d}{d_p}(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v) = 6,5 * 10^8 * (p_v - p_m) \quad (41.7)$$

Ao isolar preço varejista, tem-se:

$$\frac{d}{d_p} 1,85 * 10^9 * p_v = 4,8 * 10^9 + 6,5 * 10^8 * p_m \quad (41.8)$$

Ao simplificar, encontra-se:

$$p_v = 2,57 + 0,34 * p_m \quad (41.9)$$

Quantidade superior à meta

$$\pi_v = (p_v - P_m) * M + (p_v - (P_m - d)) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (i)^{-\delta}) * \emptyset - i_v \quad (41.10)$$

Derivação em função do preço da rede varejista:

$$\frac{d}{d_{p_v}} ((A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - (P_m - d)) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma})) * \emptyset \quad (41.11)$$

Para efeito de maximização da curva de lucro, igualamos o resultado a zero:

$$\left((A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - (P_m - d)) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) \right) * \emptyset = 0 \quad (41.12)$$

Ao igualar fator preço a zero, tem-se:

$$\frac{d}{d_p} (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p_v - (P_m - d)) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} = 0 \quad (41.13)$$

Ao substituir valores já encontrados:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d_p} (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}} \\ &= \frac{1,2 * 10^9 * (p_v - (P_m - d)) * (4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{-0,9}{1,9}}}{1,9} \end{aligned} \quad (41.14)$$

Ao simplificar a equação

$$\frac{d}{d_p} \frac{(4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{1}{1,9}}}{(4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v)^{\frac{-0,9}{1,9}}} = 6,5 * 10^8 * (p_v - (P_m - d)) \quad (41.15)$$

Ao utilizar as propriedades das potencias:

$$\frac{d}{d_p} (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p_v) = 6,5 * 10^8 * (p_v - (P_m - d)) \quad (41.16)$$

Ao isolar o preço varejista:

$$\frac{d}{d_p} 1,85 * 10^9 * p_v = 4,9 * 10^9 + 6,5 * 10^8 * (P_m - d) \quad (41.17)$$

Ao simplificar:

$$p_v = 2,57 + 0,34 * (P_m - d) \quad (41.18)$$

2 OTIMIZAÇÃO DO CUSTO MARGINAL DO VAREJISTA

Iniciando a partir da equação de lucro da cadeia produtiva (45):

Conforme Stewart e Romo (2006), temos que derivar somente o fator após o atingimento da meta:

$$\pi = (2,57 + 0,34C_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i \quad (45)$$

Conforme Stewart e Romo (2006), temos de derivar somente o fator após o atingimento da meta:

$$\pi = (2,57 + 0,34C_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i \quad (45.1)$$

Ao derivar a equação em função do custo marginal do varejista:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d_{C_m}} \\ &= 0,34 * (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * (p_m - d)))^{\frac{1}{\gamma}} \\ & \quad - \frac{\beta * ((2,57 + 0,34 * (p_m - d)) - c_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * (2,57 + 0,34 * (p_m - d)))^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) \\ & * \emptyset - 0 \end{aligned} \quad (45.2)$$

Para efeito de maximização da curva de lucro, o resultado dessa derivada tem que ser igual a zero. Dessa maneira, um desses fatores precisa ser igual a 0. Isso não ocorre com o investimento ou incerteza de demanda, ou seja, precisamos que a parte com fator preço seja igual a zero.

Com isso, chega-se à equação abaixo:

$$\begin{aligned} & ((2,57 + 0,3448 * (p_m - d))^{\frac{1}{\gamma}} \\ & = \frac{\beta * ((2,57 + 0,3448 * (p_m - d)) - c_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * (2,57 + 0,3448 * (p_m - d)))^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} \end{aligned} \quad (45.3)$$

Ao substituir valores encontrados na curva de demanda, chega-se à equação a seguir:

$$\begin{aligned}
& (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * 2,57 + 0,34 * (p_m - d))^{\frac{1}{1,9}} & (45.4) \\
& = \frac{1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * (p_m - d) - C_{v_{m_t}})}{1,9} \\
& * \frac{(4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * 2,57 + 0,3448 * (p_m - d))^{\frac{-0,9}{1,9}}}{1,9}
\end{aligned}$$

Ao realizar a divisão do fator 1,9 e inverter um termo da equação:

$$\begin{aligned}
& \frac{(4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * 2,57 + 0,34 * (p_m - d))^{\frac{1}{1,9}}}{(4,8 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * 2,57 + 0,34 * (p_m - d))^{\frac{-0,9}{1,9}}} & (45.5) \\
& = 6,5 * 10^8 * (2,57 + 0,34 * (p_m - d) - C_{v_{m_t}})
\end{aligned}$$

Ao utilizar as propriedades da potência, chega-se:

$$\begin{aligned}
& 4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 * c_m) & (45.6) \\
& = 6,5 * 10^8 * (2,57 + 0,34 * c_m - C_{v_{m_t}})
\end{aligned}$$

Ao simplificar por 10^8 :

$$\begin{aligned}
& 48,7 - 12,4 * (2,57 + 0,34 * (p_m - d)) & (45.7) \\
& = 6,5 * (2,57 + 0,34 * (p_m - d) - C_{v_{m_t}})
\end{aligned}$$

Ao simplificar:

$$4,3 (p_m - d) = 2,2 * C_v - 6,5 * C_{v_{m_t}} \quad (45.8)$$

Ao realizar a simplificação:

$$(p_m - d) = C_{v_{m_t}} \quad (45.9)$$

Os valores dos parâmetros são fixos, enquanto o custo variável se altera ao longo do tempo. Dessa maneira, opta-se por seguir a metodologia de Stewart e Romo (2006), que utiliza a esperança do valor do custo conforme a equação (46):

$$\frac{d}{d_{c_v}} = C_m = (p_m - d) = E(C_{v_{m_t}}) = 1,42 \quad (46)$$

3 INVESTIMENTO MANUFATUREIRO

Para realizarmos a derivação da curva de lucro da empresa manufatureira no modelo de desconto por quantidade conforme a equação (40):

$$\pi_m = \begin{cases} (p_m - C_{v_{m_t}}) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_m, & Q < M \\ (p_m - C_{v_{m_t}}) * M + ((p_m - d) - C_{v_{m_t}}) * (Q(p_v; i; \emptyset) - M) - i_m, & Q \geq M \end{cases} \quad (40)$$

Assim como no caso anterior, deriva-se a equação quando a quantidade é inferior à meta e em um segundo momento quando a quantidade é superior à meta.

Quantidade inferior à meta

Abaixo é apresentada a curva de lucro do manufatureiro que precisa ser maximizada.

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset) - i_m \quad (40.1)$$

Realizar a derivada em função do investimento e igualar o fator a zero para maximizar o lucro:

$$\delta I^{-\delta-1} * (p_m - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * (p_v))^{\frac{1}{\gamma}} * \emptyset - 1 = 0 \quad (40.2)$$

Ao substituir as constantes pelos dados da curva de demanda, temos:

$$(0,12 * I^{-1,12}) * (p_m - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34 p_m))^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset = 1 \quad (40.3)$$

Ao isolar o investimento temos:

$$I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - 4,2 * 10^8 p_m)^{\frac{1}{1,9}} * (p_m - C_{v_{m_t}}) * 0,12 * \emptyset \quad (40.4)$$

Quantidade superior a meta

$$\pi_m = (p_m - C_{v_{m_t}}) * M + ((p_m - d) - C_{v_{m_t}}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) - M) - i_m \quad (40.5)$$

Novamente utilizando Stewart e Romo (2006), excluimos a meta, já que estamos trabalhando com situações acima dessa quantidade:

$$\pi_m = ((p_m - d) - C_{v_{m_t}}) * ((\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta})) * \emptyset - i_m \quad (40.6)$$

Ao realizar a derivada e igualar a zero para maximizar o lucro, temos:

$$\delta I^{-\delta-1} * (p_m - C_{v_{m_t}}) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * \emptyset - 1 = 0 \quad (40.7)$$

Ao substituir as constantes, temos:

$$(0,12 * I^{-1,12}) * (p_m - C_{v_{m_t}}) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34(p_m - d)))^{\frac{1}{1,9}} * \emptyset = 1 \quad (40.8)$$

Ao isolar o investimento, chegamos:

$$I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - 4,2 * 10^8 p_m + 4,2 * 10^8 d)^{\frac{1}{1,9}} * ((p_m - d) - C_{v_{m_t}}) * 0,12 * \emptyset \quad (40.9)$$

Junção das duas equações

$$\left\{ \begin{array}{l} I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - 4,2 * 10^8 p_m)^{\frac{1}{1,9}} * (p_m - C_{v_{m_t}}) * 0,12 * \emptyset, Q < M \\ I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - 4,2 * 10^8 p_m + 4,2 * 10^8 d)^{\frac{1}{1,9}} * ((p_m - d) - C_{v_{m_t}}) * 0,12 * \emptyset, Q \geq M \end{array} \right. \quad (40.10)$$

A partir do conceito do custo do varejista se chega à equação (40.11):

$$I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - 4,2 * 10^8 p_m + 4,2 * 10^8 d)^{\frac{1}{1,9}} * (C_m - C_{v_{m_t}}) * 0,12 * \emptyset \quad (40.11)$$

Um dos fatores é:

$$(C_m - C_{v_{m_t}}) \quad (40.12)$$

A partir do conceito de expectativa do custo variável médio ao longo do tempo “t”, chega-se ao seguinte pressuposto:

$$i_m = (c_m - E(C_{v_{m_t}})) = 0 \quad (40.13)$$

Portanto:

$$i_m = 0; Q \geq M \quad (48)$$

4 INVESTIMENTO VAREJISTA

Para realizarmos a derivação da curva de lucro da rede varejista no modelo de desconto por quantidade temos que derivar a equação (41), exposta no desenvolvimento:

$$\pi_v = \begin{cases} (p_v - p_m) * Q(p_v; i; \emptyset) - i_v, & Q < M \\ (p_v - P_m) * M + ((p_v - (p_m - d)) * (Q(p_v; i; \emptyset) - M) - i_v, & Q \geq M \end{cases} \quad (41)$$

Novamente deriva-se a curva em dois momentos apresentados nos tópicos a seguir.

Quantidade inferior à meta

Função de lucro que precisa ser derivada:

$$\pi_v = (p_v - P_m) * (\alpha - \beta * p_v)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I_t)^{-\delta}) * \emptyset - i_v \quad (41.19)$$

Deve haver a derivação e igualar o valor a zero para maximizar o lucro:

$$\frac{d}{d_i} = \delta I^{-\delta-1} * (p_v - p_m) * (\alpha - \beta * (p_v))^{\frac{1}{\gamma}} * \emptyset - 1 = 0 \quad (41.20)$$

Ao substituir valor chega-se:

$$0,12 * I^{-1,12} * ((2,57 - 0,66P_m) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34p_m))^{\frac{1}{\gamma}} * \emptyset = 1 \quad (41.21)$$

Ao isolar o investimento, temos:

$$I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - (4,3 * 10^8 * p_m))^{\frac{1}{1,9}} * (2,57 - 0,66p_m) * 0,12 * \emptyset \quad (41.22)$$

Quantidade Superior à meta

Curva de lucro que precisa ser derivada:

$$\pi_v = (p_v - P_m) * M + ((p_v - (p_m - d)) * (Q(p_v; i) - M) * \emptyset - i_v \quad (41.23)$$

Como apresentado nos tópicos anteriores, podemos retirar a meta dada a condição apresentada Stewart e Romon (2006):

$$\pi_v = ((p_v - (p_m - d)) * (Q(p_v; i; \emptyset)) - i_v \quad (41.24)$$

Ao realizar a derivada e igualarmos os valores a zero temos:

$$\frac{d}{d_i} = \delta I^{-\delta-1} * (p_v - p_m) * (\alpha - \beta * (p_v))^{\frac{1}{\gamma}} * \emptyset - 1 = 0 \quad (41.25)$$

Ao substituir os valores acima por valores já encontrados neste trabalho, temos:

$$0,12 * I^{-1,12} * (2,57 - 0,66p_m - d) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * (2,57 + 0,34p_m))^{\frac{1}{\gamma}} = 1 \quad (41.26)$$

Ao isolar o investimento temos:

$$I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - (4,3 * 10^8 * (p_m - d)))^{\frac{1}{1,9}} * (2,57 - 0,66 * (p_m - d)) * 0,12 * \emptyset \quad (41.27)$$

Junção das duas equações

Equação:

$$\begin{cases} I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - (4,3 * 10^8 * p_m))^{\frac{1}{1,85}} * (2,57 - 0,66p_m) * 0,12 * \emptyset, Q < M \\ I^{1,12} = (1,7 * 10^9 - (4,3 * 10^8 * (p_m - d)))^{\frac{1}{1,85}} * (2,57 - 0,66 * (p_m - d)) * 0,12 * \emptyset, Q \geq M \end{cases} \quad (41.28)$$

Ao substituir o preço do fabricante e o desconto pelo conceito de custo marginal do varejista, chega-se à equação (49):

$$i_v^{1,12} = (1,7 * 10^9 - (4,3 * 10^8 * C_m))^{\frac{1}{1,9}} * (2,57 - 0,66 * C_m) * 0,12 * \emptyset \quad (41.29)$$

Ao utilizar a equação (46) do custo marginal, pode-se chegar ao valor estimado do investimento do modelo manufatureiro:

$$i_v^{1,12} = 11.317 * \emptyset \quad (49)$$

APÊNDICE E: Rebate

1 OTIMIZAÇÃO DO PREÇO DO VAREJISTA

Função de lucro da cadeia produtiva:

$$\pi = (p - E(C_{m_{vt}})) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I)^{-\delta}) * E(\emptyset)) - i \quad (56)$$

Deriva-se em função do preço:

$$\frac{d}{dp} = (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p - E(C_{m_t})) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * E(\emptyset) - 0 \quad (56.1)$$

Para efeito de maximização da curva de lucro, o resultado dessa derivada tem que ser igual a zero, como mostra a equação abaixo:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dp} (A - (I)^{-\delta}) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p - E(C_{m_t})) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma}) * E(\emptyset) \\ = 0 \end{aligned} \quad (56.2)$$

Observada a equação, pode-se realizar uma multiplicação de três fatores, com resultado em zero. Dessa maneira, um desses fatores precisa ser igual a 0. Isso não ocorre com o investimento ou incerteza de demanda, ou seja, precisamos que a parte com fator preço seja igual a zero.

Com isso, a equação é simplificada conforme o resultado abaixo:

$$\left((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{\beta(p - E(C_{m_t})) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} \right) = 0 \quad (56.3)$$

O próximo passo é inverter o sinal negativo da equação:

$$\bullet \quad (\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{\beta * (p - E C_{m_t}) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{-\gamma+1}{\gamma}}}{\gamma} \quad (56.4)$$

Ao substituir valores:

$$\begin{aligned} & (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{1}{1,9}} \\ &= \frac{1,2 * 10^9 * (p - 1,42) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{-0,9}{1,9}}}{1,9} \end{aligned} \quad (56.5)$$

Ao realizar a divisão do fator 1,9 e inverter um termo da equação, temos:

$$\bullet \quad \frac{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{1}{1,9}}}{(4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p)^{\frac{-0,9}{1,9}}} = 6,5 * 10^8 * (p - 1,42) \quad (56.6)$$

Ao utilizar as propriedades da potência, chega-se a:

$$4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * p = 6,5 * 10^8 * (p - 1,42) \quad (56.7)$$

Ao simplificar a equação por 10^8 , resulta-se em:

$$48,7 - 12,4 * p = 6,5 * p - 9,2 \quad (56.8)$$

Ao isolar o preço aplicado ao cliente final, chega-se em:

$$18,9 * p = 57,9 \quad (56.9)$$

Ao simplificar a equação temos:

$$p = 3,06 \quad (57)$$

2 OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS

Função Lucro:

$$\pi = (p - E(C_{m_{vt}})) * ((\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} * (A - (I)^{-\delta}) * E(\emptyset)) - i \quad (56)$$

Derivada desses valores em função do investimento:

$$\frac{d}{d_i} = \delta i * (p - E(C_{m_t})) * (\alpha - \beta * p)^{\frac{1}{\gamma}} * E(\emptyset) - 1 = 0 \quad (56.10)$$

Ao substituímos o preço pela relação (57), o custo variável médio de produção (54), o valor esperado do multiplicador de demanda (55) e os parâmetros de demanda se chega em:

$$0,12 * (i^{-1,12}) * (3,06 - 1,42) * (4,9 * 10^9 - 1,2 * 10^9 * 3,06)^{\frac{1}{1,9}} * 1 = 1 \quad (56.11)$$

Ao realizarmos as contas entre parênteses, temos a expressão (32):

$$(0,12 * I^{-1,12}) * (1,64) * 56.585 = 1 \quad (56.12)$$

A seguir, realizamos mais alguns passos de simplificação:

$$\frac{1}{I^{1,12}} = I^{-1,12} = \frac{1}{(1,62) * 56.585 * 0,12} \quad (56.13)$$

Ao realizar novas simplificações:

$$\bullet \quad I^{+1,12} = (1,64) * 56.585 * 0,12 = 11.000 \quad (56.14)$$

Ao realizar uma conta simples, temos o custo que maximiza o valor do investimento no modelo de integração vertical, que é:

$$i = 4.163 \text{ R\$} \quad (58)$$