

EDUARDO MAROÇO NETO

REVISÃO DA MALHA LOGÍSTICA EM UMA EMPRESA DE COSMÉTICOS

São Paulo

2015

EDUARDO MAROÇO NETO

REVISÃO DA MALHA LOGÍSTICA EM UMA EMPRESA DE COSMÉTICOS

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo

2015

EDUARDO MAROÇO NETO

REVISÃO DA MALHA LOGÍSTICA EM UMA EMPRESA DE COSMÉTICOS

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador: Professora Doutora Débora
Pretti Ronconi

São Paulo

2015

Catálogo-na-publicação

Maroço Neto, Eduardo

Revisão da malha logística em uma empresa de cosméticos / E.
Maroço Neto -- São Paulo, 2015.

127 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Pesquisa operacional I. Universidade de São Paulo. Escola
Politécnica.
Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo exemplo que são e pelos esforços incondicionais na minha formação pessoal.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por serem hoje e continuarem sendo para sempre meus heróis. À minha irmã por ser meu exemplo pessoal e o motivo da escolha da minha carreira. Aos meus familiares pelo amor e carinho recebidos durante minha formação pessoal.

À professora Doutora Débora Pretti Ronconi pela orientação e paciência ao longo deste trabalho e também por ter sido a minha maior inspiração durante a minha formação acadêmica.

A todos os meus amigos, desde os amigos de infância, até os amigos de faculdade. Todos foram muito importantes para minha formação, e sem dúvidas tornaram meu caminho até hoje muito mais fácil e prazeroso.

A todos os envolvidos no processo levantamento de dados e informações para o desenvolvimento desse estudo.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a aplicação de técnicas de pesquisa operacional, a fim de revisar a malha logística de uma empresa de cosméticos.

A CosméticosCo, empresa estudada nesse projeto, aumentava as receitas a taxas anuais de 33% mesmo com o país em situação de recessão. Entretanto, com o crescimento rápido, a cadeia logística de entrega da empresa ficou defasada, fazendo com que ela entregasse seus produtos com tempo médio de 10 dias, 66% por cento a mais do que a concorrência. Acreditava-se que essa demora suprimia um aumento ainda maior das receitas da empresa.

Foi desenvolvido um projeto piloto que comprovou a tese do aumento de receita com a redução no tempo de entrega. Analisando os recursos disponíveis para reduzir esse tempo, o avanço de estoques para as lojas que a empresa possuía dentro dos municípios foi a alternativa escolhida. Com esse avanço, seria possível reduzir em 6 dias o tempo de entrega, aumentando a receita em 38,6% nos produtos entregues em tempo reduzido. Entretanto, os avanços de estoque gerariam custos adicionais para a logística da empresa.

Foi construído um modelo matemático que maximizasse o lucro da empresa, considerando o aumento de receitas e o aumento dos custos com o avanço de estoque para cada um dos 24 estabelecimentos aptos a receber essa demanda. Ao final, 14 estabelecimentos tinham viabilidade econômica para receber o novo modelo.

Se aplicado, o estudo gerará uma redução de até 24% do tempo de entrega em estados em que é economicamente viável. Com a estrutura logística atual, o volume entregue através do novo modelo seria de 8,9% gerando um ganho de fluxo de caixa livre incremental de 5,9% por ano. Além disso, acredita-se que a metodologia empregada para a resolução desse estudo ficará como um legado para a empresa, que nunca antes havia utilizado essa abordagem em suas decisões estratégicas.

Palavras chave: pesquisa operacional, avanço de estoque, cosméticos, cadeia logística, PLIM

ABSTRACT

This work aims at applying techniques of operations research in order to review the logistics network of a cosmetics company.

CosméticosCo, the company studied in this project, increased revenues at annual rates of 33% even with the country in recession. However, with the rapid growth, the logistics chain of the company was outdated, causing it to deliver its products with an average time of 10 days, 66% percent more than the competition. It was believed that this delay suppressed an even greater increase in revenues of the company.

A pilot project was developed and proved the thesis of increasing in revenues with a reduction in the delivery time. After analyzing the resources available to reduce this time, feeding the stock to stores that the company had within the municipalities was the chosen alternative. With this advance, it would be possible to reduce in 6 days the delivery time, by increasing revenues by 38.6% in the products delivered in a short time. However, the stock advances would generate additional costs to the logistics of the company.

A mathematical model was built to maximize the company's profit, considering the increased revenues and cost increases with the expansion of stock for each of the 24 establishments eligible to receive this demand. In the end, 14 establishments were economically viable to receive the new model.

If applied, the study will generate a reduction of up to 24% of the delivery time in states where it is economically feasible. With the current logistics structure, the volume delivered through the new model would be 8.9%, generating an incremental free cash flow gain of 5.9% per year. In addition, it is believed that the method for resolving this study will remain as a legacy for the company, which had never before used this approach in their strategic decisions.

Key words: operations research, feed stock, cosmetics, supply chain, MILP

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escritórios da Bain & Company pelo mundo	20
Figura 2 – Segmentos de atuação da empresa.....	20
Figura 3 – Matriz de preço e qualidade das empresas de vendas diretas	21
Figura 4 – Níveis de canal.....	24
Figura 5 – Fluxo de informação	28
Figura 6 – Fluxo nas vendas diretas	37
Figura 7 – Tempo médio de entrega da CosméticosCo	39
Figura 8 – Análise SWOT da CosméticosCo.....	40
Figura 9 – Cadeia logística atual da CosméticosCo.....	45
Figura 10 – Layout de uma de uma das lojas de representante.....	47
Figura 11 – Foto de uma loja de representantes da CosméticosCo.....	48
Figura 12 – Mapa das lojas de representante pelo Brasil.....	49
Figura 13 – Cadeia logística proposta, com avanço de estoque.....	52
Figura 14 – Representação da loja de representante com avanço de estoque	53
Figura 15 – Processo de modelagem.....	58
Figura 16 – Rede de transporte	62
Figura 17: Grandes grupos de parâmetros	68
Figura 18 - Base de pedidos	69
Figura 19 – Mapa das lojas de representantes.....	80
Figura 20 – Informações do modelo	88
Figura 21 – Mapa das lojas de representantes com avanço de estoque	90
Figura 22 – Volume de produtos recebidos por estado de cada estabelecimento com avanço de estoque.....	91
Figura 23 – Modelo de entrega pós avanço de estoque.....	94
Figura 24 – Ganho percentual de fluxo de caixa livre por Estado	95
Figura 25 – Verificação da demanda por estado com a construção por Estado.....	102
Figura 26 – Sensibilização do aumento da receita pela diminuição no número de dias	107
Figura 27 – Variação no cenário econômico.....	109
Figura 28 – Estabelecimento misto, com avanço parcial do estoque.....	111
Figura 29 – Análise de sensibilidade do avanço parcial	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de revendedoras da CosméticosCo que revendem outra marca	32
Tabela 2 – Especificações das lojas de representante e intramunicipais.....	50
Tabela 3 – Preço por volume nos estados brasileiros	70
Tabela 4 – Preço por volume nos estados brasileiros, com avanço de estoque	71
Tabela 5 – Custo operacional por Loja de representante	73
Tabela 6 – Custo de transporte.....	74
Tabela 7 – Custo de aluguel para as lojas de representantes.....	75
Tabela 8 – Custo de manutenção	76
Tabela 9 – Custo de capital.....	77
Tabela 10 – Total dos custos fixos.....	78
Tabela 11 – Lista das lojas de representante para expansão	81
Tabela 12 – Resultado do modelo para o avanço de estoque.....	89
Tabela 13 – Ganho de caixa por empreendimento	95
Tabela 14 – Rotas possíveis	127

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Mercado de beleza e cuidados pessoais	25
Gráfico 2 – Mercado de cosméticos no Brasil	25
Gráfico 3 – Receitas da CosméticosCo indexada em 2011	30
Gráfico 4 – Crescimento da base de representantes da CosméticosCo	31
Gráfico 5 – Número de marcas que as revendedoras da empresa trabalham	33
Gráfico 6 – Comparação de preferência dos consumidores	34
Gráfico 7 – Probabilidade de uma representante sair da base	35
Gráfico 8 – Número de marcas de cosméticos que os consumidores compram na venda direta ...	36
Gráfico 9 – Motivos que as revendedoras param de comprar da CosméticosCo	38
Gráfico 10 – Resultado do projeto piloto	55
Gráfico 11 – Aumento marginal no custo de operação na Loja de representantes	72
Gráfico 12 – Redução no tempo de entrega por localidade	93
Gráfico 13 – Tempo de retorno do investimento em anos	96
Gráfico 14 – Investimentos na linha do tempo	97
Gráfico 15 – Ganho marginal de fluxo de caixa livre com a construção vertical	101
Gráfico 16 – Capital disponível para investimento, conforme tempo máximo de retorno	103
Gráfico 17 – Ganho marginal de fluxo de caixa livre por m ²	104
Gráfico 18 – Capital disponível para investimento, conforme tempo máximo de retorno	105
Gráfico 19 – Quebra de custos de cada estabelecimento por categoria	110

SUMÁRIO

1. Introdução	17
2. Descrição das empresas envolvidas.....	19
2.1 Descrição do estágio	19
2.2 Bain & Company	19
2.3 CosméticosCo	21
2.4 O mercado de cosméticos no Brasil.....	24
2.5 Práticas na venda direta de cosméticos	26
2.6 Análise da empresa estudada	29
3. Definição do problema	42
3.1 Como funciona a entrega hoje na CosméticosCo	43
3.2 Características das lojas de representantes	46
3.3 Escolha do novo modelo logístico	50
3.4 Projeto piloto.....	53
4. Revisão Bibliográfica	56
4.1 Pesquisa operacional.....	56
4.2 Análise financeira	64
4.3 Software ‘ <i>What’s Best!</i> ’	66
4.4 Estudos sobre alocação	67
5. Levantamento de parâmetros.....	68
5.1 Receitas	69
5.2 Custo de operação na LR	71
5.3 Custo de transporte	73
5.4 Custo fixo.....	75
6. Modelo matemático	79
6.1 Descrição genérica do problema.....	79
6.2 Formulação matemática:	82
7. Resultados computacionais	88
7.1 As lojas de representante com avanço de estoque	89
7.2 Volume entregue por cada uma das lojas de representantes.....	91
7.3 Ganho econômico em cada construção.....	94
7.4 Cálculo do <i>payback</i>	96
8. Análise de sensibilidade	99
8.1 Aumento vertical dos estabelecimentos.....	100

8.2	Investimento no aumento da área dos estabelecimentos	104
8.3	Variação na premissa do projeto piloto	105
8.4	Cenário de recessão e prosperidade econômica	108
8.5	Estudos dos custos e avanço parcial dos estoques	110
9.	Conclusão.....	113
10.	Referência Bibliográfica.....	116
Apêndice A		118
Apêndice B		127

1. INTRODUÇÃO

A agilidade no recebimento de um produto comprado sempre foi um dos indicadores principais na escolha do fornecedor de um determinado produto, em todos os setores. Para tornar agradável a experiência de compra do cliente, mantendo o seu nível de satisfação com a marca elevado, é necessário possuir uma cadeia logística a qual reduza ao máximo a espera no recebimento do produto adquirido.

Em um mercado de concorrência acirrada, uma empresa que já é reconhecida pelas qualidades do seu produto garante uma atratividade ainda maior de novos clientes caso se destaque em outros aspectos, como na rapidez da entrega de seus produtos. Isso garante uma relação de confiança entre empresa e consumidores. Para empresas que ainda não têm uma marca forte no mercado e estão apenas começando a crescer, ganhar a confiança do consumidor é importante para garantir o crescimento das vendas.

O mercado brasileiro de cosméticos tem o canal de vendas diretas como um importante meio de vendas. Nesse modo de atuação, a CosméticosCo¹ vem se destacando nos últimos anos, com taxas de crescimentos anuais em receita muito acima do mercado. Com o aumento de receita, surgem novas oportunidades de investimentos para aumento nos ganhos. Cientes de uma deficiência na cadeia logística, a revisão da malha logística da empresa se tornou prioridade estratégica de investimento, visando atender cada vez melhor seus representantes de vendas.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é avaliar a cadeia de entrega de uma empresa brasileira de cosméticos em pleno crescimento, visando aumentar ainda mais seus ganhos satisfazendo os consumidores.

Para isso, foi feita uma análise detalhada na cadeia logística da empresa, buscando identificar oportunidades de otimização, principalmente através da redução do tempo de espera dos consumidores na entrega do produto. Após o diagnóstico inicial, identificou-se a oportunidade de avançar o estoque da empresa em estabelecimentos melhores localizados do que os centros de

¹ A pedido da empresa, o nome da mesma não será revelado por motivos de confidencialidade, e a trataremos como CosméticosCo.

distribuição. Através de um levantamento de custos e ganhos de receita, além de todas as restrições logísticas dessa cadeia, foi desenvolvido um modelo matemático que calculou a viabilidade econômica da implementação do novo modelo em cada um dos estabelecimentos estudados. Também faz parte desse estudo uma detalhada análise financeira dos ganhos com a nova cadeia de entrega, tempo de retorno no investimento e recomendações de otimização de ganhos.

O estudo foi estruturado em nove capítulos, sendo o primeiro deles esta introdução. O segundo tem como objetivo apresentar as empresas citadas no trabalho, bem como a relação do autor com elas. O terceiro capítulo apontará o problema abordado na empresa, além de uma minuciosa explicação da atual cadeia logística da empresa. O quarto será uma revisão bibliográfica de estudos que contribuíram para a construção do embasamento teórico desse projeto. O quinto capítulo mostrará os levantamentos dos parâmetros realizados juntamente com a empresa que servirão de base para os cálculos do modelo matemático, o qual será apresentado no capítulo de número seis, juntamente com todas as suas restrições e hipóteses. O resultado do modelo será detalhadamente apresentado no capítulo de número sete. O oitavo capítulo apresentará as análises de sensibilidade do modelo. Finalmente o nono capítulo irá mostrar as conclusões finais, bem como uma indicação de próximos passos para implementação do estudo.

2. DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS ENVOLVIDAS

O presente capítulo visa apresentar duas empresas: primeiramente aquela na qual o autor do estudo realizou o seu estágio e, posteriormente, a empresa na qual o trabalho será desenvolvido, bem como uma detalhada apresentação do mercado no qual ela atua, estágio de desenvolvimento econômico, focos estratégicos no curto e no longo prazo e os recursos disponíveis para alcançar tais objetivos.

Além disso, será apresentado uma visão geral da logística de entrega da CosméticosCo, detalhando a maneira como atualmente ocorrem as etapas de entrega, desde o momento da realização do pedido, passando pela saída da fábrica, e o transporte até a chegada na mão do consumidor

2.1 Descrição do estágio

O início do estágio do autor na Bain & Company foi em 2013 quando o mesmo começou a trabalhar em uma área interna de pesquisa da consultoria. Tal área tem como principal objetivo apoiar os projetos de consultoria com dados de mercado, análise dos concorrentes, projeções internas da empresa e informações em geral. O estágio foi interrompido durante o período de um ano, no qual o autor fez um intercâmbio de estudos.

No ano de 2015, após completar um ano de estágio na área interna, o autor iniciou o seu período de estágio na área de consultoria. Nesse período, ele participou de três projetos. O primeiro foi em uma empresa brasileira de cosméticos, quando o aluno teve contato direto com a empresa que será abordada por esse estudo.

2.2 Bain & Company

A Bain é uma empresa de consultoria estratégica americana, sediada em Boston, com 53 escritórios espalhados em 34 países do mundo. Dentre os 53, 4 (São Paulo, Rio de Janeiro, Santiago e Buenos Aires) formam o conglomerado que se responsabiliza por toda a América do Sul. Na Figura 1, está representado um mapa com todos os escritórios da empresa pelo mundo.

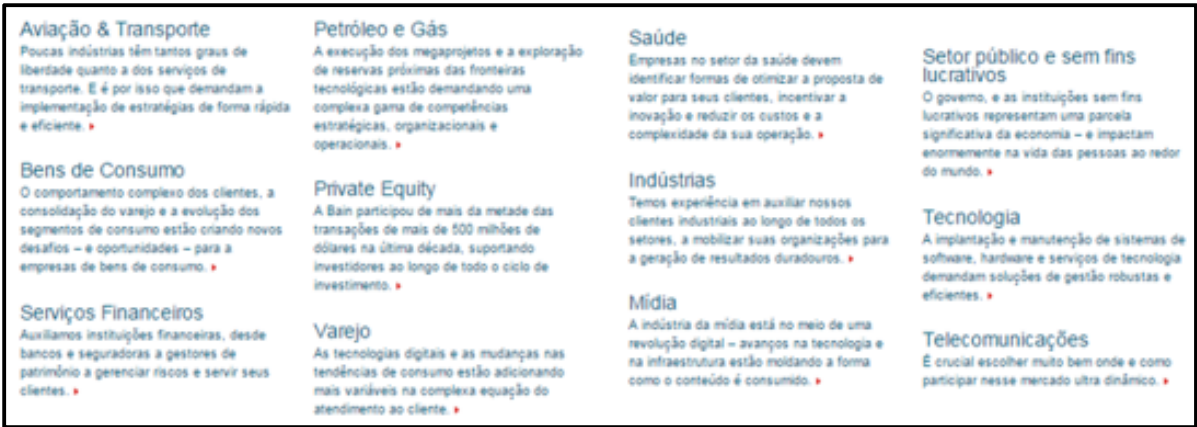
Figura 1 – Escritórios da Bain & Company pelo mundo



Fonte: Website Bain & Company

O escritório de São Paulo, o qual o autor realizou o seu período de estágio, foi fundado em 1997 e hoje conta com mais de 400 funcionários. A Bain & Company têm um escopo amplo de atuação em vários mercados com distintas capacidades. Na Figura 2 pode-se encontrar algumas das áreas de atuação da empresa.

Figura 2 – Segmentos de atuação da empresa



Fonte: Website Bain&Company

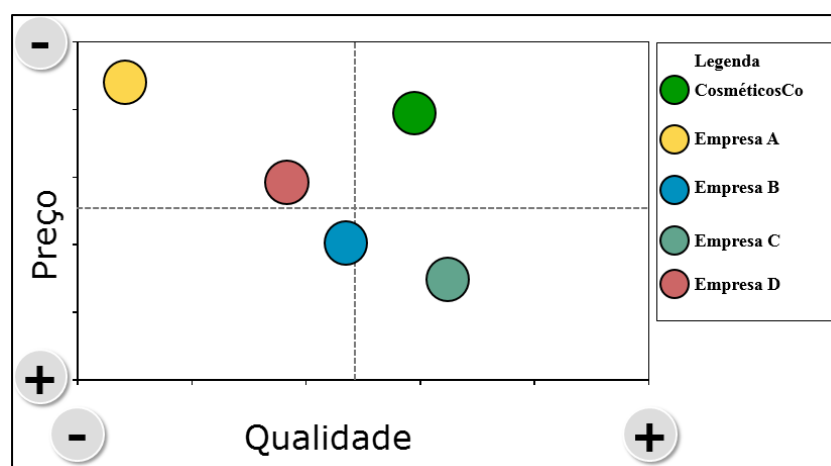
O presente estudo foi realizado em uma empresa de bens de consumo que faz parte do portfólio de clientes da Bain & Company no Brasil, na qual o autor do estudo teve contato durante o período de estágio.

2.3 CosméticosCo

A CosméticosCo é uma empresa brasileira de cosméticos que está no mercado há 10 anos, com foco no público feminino, apesar de seu portfólio conter diversos *SKU*'s voltados para o público masculino.

O mercado brasileiro de cosméticos possui diversos competidores e a concorrência é muito acirrada. A CosméticosCo atua em um segmento específico do mercado, o qual tende a um maior crescimento em momentos de recessão econômica, como o atual, pois a empresa atua sem uma marca forte no mercado, entretanto com produtos de qualidade a baixo preço, atraindo consumidores que estão fazendo economias (outras marcas com qualidades semelhantes cobram mais pelos seus produtos, devido a força da marca, como é o caso da Empresa B representado na Figura 3). Na Figura 3 está representado o posicionamento estratégico das 4 principais empresas de vendas diretas do país, além da CosméticosCo.

Figura 3 – Matriz de preço e qualidade das empresas de vendas diretas²



Fonte: Elaboração própria, análise qualitativa

² O tamanho dos círculos que representam as empresas não representa as receitas das mesmas a fim de preservar a identidade das mesmas. A Figura 3 foi elaborada em cima de dados qualitativos, do portfólio total das marcas.

A empresa que detém a maior fatia do mercado de vendas diretas é a Empresa B. Entretanto, nos últimos cinco anos a líder tem perdido mercado para suas concorrentes, e já começa adotar estratégias alternativas de venda como a recente criação da sua venda *online*, o que incomodou o seu público de revendedoras, que se sentiram ameaçadas com o novo canal.

A Empresa A atua praticamente sozinha em seu segmento, que visa totalmente o público de camada social inferior. A empresa é sucesso em programas de auditório pelo Brasil, e é famosa por distribuir brindes no centro de grandes metrópoles.

A Empresa C é muito forte em outros canais de vendas, com uma grande e consolidada rede de lojas próprias, além de suas franquias espalhadas por todo o Brasil. Entretanto a marca ainda é novata no mercado de vendas diretas. Uma das razões dessa nova investida da Empresa C, é o recente sucesso de uma outra marca do grupo nesse canal. Essa outra marca do grupo é a CosméticosCo, que nasceu como um subsegmento da Empresa C.

A Empresa D é pioneira nas vendas diretas no mundo. A empresa tem um grande foco em maquiagens e o único canal de vendas que a empresa utiliza no Brasil é o de vendas diretas. Esse concorrente tem uma marca muito bem consolidada no país, e praticamente não compete com as outras empresas, pois atua em um ramo bem específico.

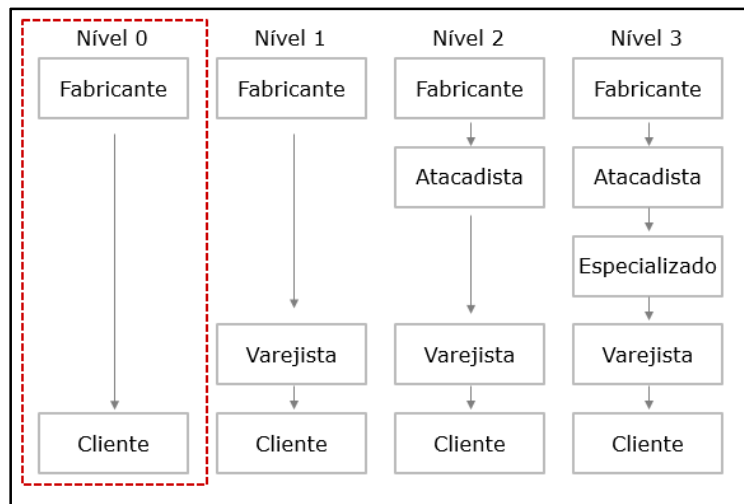
A CosméticosCo foi criada com um conceito de qualidade a um preço acessível. A margem de lucro da empresa é menor que a de seus concorrentes na venda direta por esse motivo. A ideia do grupo era de que a empresa crescesse rapidamente e compensasse essa baixa margem com um volume de vendas representativo. O sucesso da marca resultou em uma rápida expansão e hoje o grupo conta com uma base de representantes relativamente alta por ser uma empresa nova no mercado.

No Brasil existem grandes empresas que dominam o setor e já são a preferência dos consumidores. O público de cosméticos é bem fiel a marca que utilizam, e a resiliência para mudança de comportamento nesse sentido é alta, forçando que o padrão de qualidade da CosméticosCo seja extremamente elevado.

Na sequência serão apresentados os diferentes tipos de canais que os concorrentes utilizam para vender os produtos.

- **Online:** A venda *online* é a atual grande revolução do mercado de vendas diretas. Com a crescente ameaça de perda de mercado e consequentemente da liderança de vendas, a Empresa B criou uma plataforma *online* de vendas, em que os consumidores podem comprar diretamente do site da empresa. Tal aposta não agradou muito seus representantes de vendas, que se sentem ameaçadas pelo novo canal. A estratégia para não gerar tanto descontentamento foi obrigar que a usuária que compre *online* insira um código de alguma representante, que ficará com as comissões das vendas.
- **Lojas próprias:** As lojas próprias das marcas são utilizadas por algumas das concorrentes que utilizam multicanais. Essa estratégia de multicanais é o grande diferencial de vendas da Empresa C, a mesma empresa do grupo da CosméticosCo.
- **Rede de franqueados:** A venda em lojas franqueadas é uma maneira rápida de consolidação e expansão de uma marca. A grande atratividade de uma rede de franquias é a rentabilidade do produto vendido. Portanto no mercado de cosméticos as únicas empresas que utilizam essa maneira de vendas são as que praticam um preço um pouco mais elevado do que o mercado.
- **Importação:** Os cosméticos importados raramente dividem mercado com as vendas diretas no Brasil, pois buscam outro público alvo. Cada grande empresa é conhecida por um produto específico, mas não existe uma grande importadora que consolide o mercado no Brasil. Isso não significa que todas as empresas de cosmético no país são brasileiras, mas sim que produzem seu portfólio nacionalmente.
- **Venda direta:** O mercado de vendas diretas atua com revendedoras das marcas que levam comissões de vendas nos produtos. Esse é um canal de vendas consolidado no país, não só em cosméticos como em vários outros mercados. As revendedoras normalmente trabalham com mais de uma marca em seu portfólio de vendas, e não são funcionárias remuneradas da marca, apenas ganham por comissão.

Na definição de Kotler e Keller (2006), existem diferentes níveis de canais, nos quais o fabricante e o consumidor final fazem parte de todos eles. A Figura 4 mostra essas diferenças. A CosméticosCo utiliza o canal de nível 0, também conhecido como venda direta.

Figura 4 – Níveis de canal

Fonte: Kotler e Keller (2006), adaptado

2.4 O mercado de cosméticos no Brasil

O Brasil vive um momento de forte recessão que aflige a maioria dos mercados desde o varejo de vestuário até o setor alimentício. Praticamente todos os setores passam por um momento de corte de custos e retração. Curiosamente, alguns setores específicos vêm se destacando na crise e continuam em expansão. Segundo dados da ANCine³ (Associação Nacional de Cinema) o mercado brasileiro de filmes, por exemplo, cresceu 23% no último semestre.

Outro mercado que ainda foi pouco afetado pela crise no Brasil e vem crescendo nos últimos anos é o de cosméticos. As empresas, ao contrário das de outros setores, têm investido em fábricas no país e têm revisto suas estratégias para manter o ritmo de crescimento e expandir. A CosméticosCo se enquadra nesse grupo.

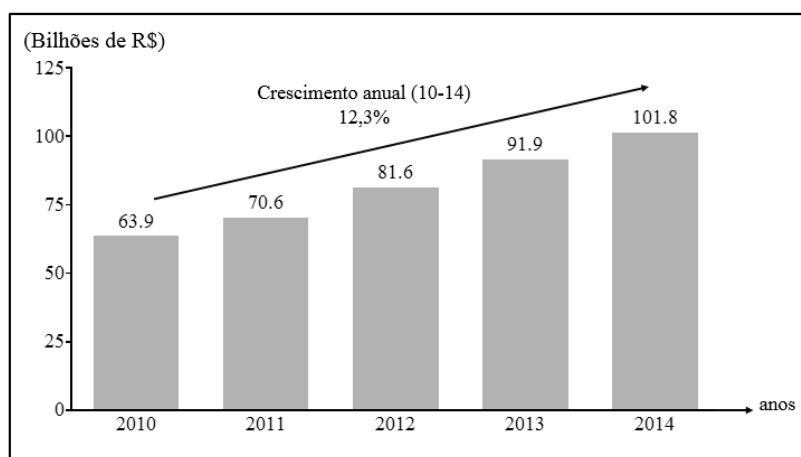
No Gráfico 1 pode-se ver o crescimento do mercado de beleza e cuidados pessoais nos últimos anos, com os dados levantados no site especializado em varejo Euromonitor⁴. O mercado de cosméticos está contido no mercado de beleza e cuidados pessoais, e apesar de a CosméticosCo não ter um portfólio diversificado para outros subsegmentos desse setor, vários de seus

³ Disponível em <http://www.ancine.gov.br/>

⁴ Disponível em <http://www.euromonitor.com/>

concorrentes atuam mais amplamente no mercado. O mercado cresce a uma taxa anual de 12,3%, atingindo em 2014 um valor total de R\$ 101,8 bilhões.

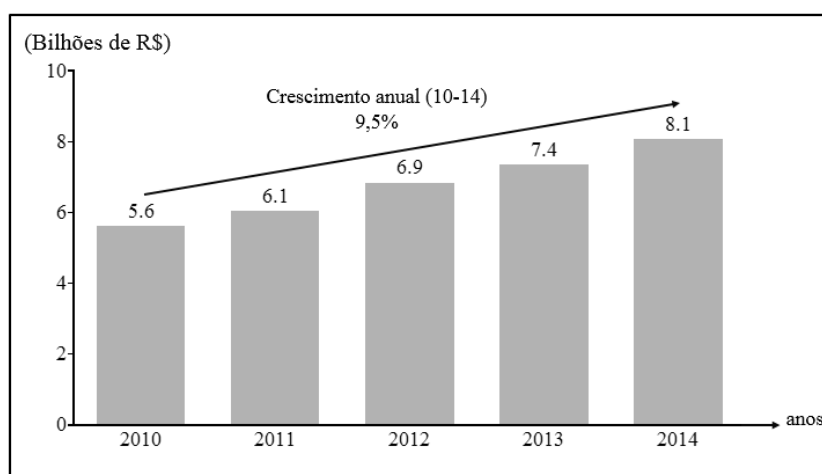
Gráfico 1 – Mercado de beleza e cuidados pessoais



Fonte: Euromonitor

O segmento de cosméticos, segundo os dados da Euromonitor, vem crescendo a uma taxa constante de 9,5% nos últimos de 2010 a 2014, atingindo o valor total de R\$8,1 bilhões em 2014. Se continuar com a mesma taxa de crescimento, o mercado deve atingir R\$ 9 bilhões em 2015. O Gráfico 2 apresenta os dados de receitas do mercado de cosméticos.

Gráfico 2 – Mercado de cosméticos no Brasil



Fonte: Euromonitor

2.5 Práticas na venda direta de cosméticos

Segundo a ABEVD⁵, (Associação Brasileira de Empresas de Vendas Direta) a prática de venda direta de cosméticos se iniciou no Brasil no final da década de 50 quando um tradicional competidor americano, que ainda atua no país, inaugurou uma fábrica na cidade de São Paulo e começou a produzir batons. Desde então a prática se tornou comum no mercado, não somente nas camadas mais populares mas também em outras faixas econômicas.

Com o tempo, algumas práticas de vendas foram criadas, e outras extinguidas. Hoje existe um padrão no mercado que todas empresas adotam, embora algumas tenham as suas particularidades. Essas práticas, também podem ser descritas como ferramentas de vendas, e auxiliam no dia a dia das revendedoras. As mais comuns são:

Livros: Os livros, popularmente conhecidos como catálogos, são a principal conexão entre os consumidores de cosméticos e os representantes de vendas. Através deles as clientes podem escolher os produtos que desejam, fazendo marcas nos mesmos e devolvendo para os representantes. Uma prática comum das vendedoras é deixar esses livros em locais de alta rotatividade para buscá-los depois de um tempo com os pedidos já acumulados, como cabelereiros e centros estéticos.

Como toda a concorrência utiliza a mesma prática, é inevitável a comparação dos tempos de entrega entre as marcas, e conseqüentemente, a reclamação dos consumidores da CosméticosCo.

Demonstradores: Os demonstradores são pequenos frascos de essências dos produtos, utilizados para apresentar as fragrâncias para os consumidores. Eles devem ficar em posse dos representantes de vendas e não são repassados.

Normalmente os representantes carregam vários demonstradores consigo para realizar vendas no dia a dia.

⁵ Disponível em: <http://www.abevd.org.br/>

Amostras: As amostras são saches que contém uma pequena quantidade das fragrâncias, e servem para distribuição gratuita. O objetivo, assim como os demonstradores, é divulgar a fragrância e tornar o produto mais conhecido.

A diferença é que as amostras são distribuídas para as clientes utilizarem os produtos na pele e ficarem com ele.

Além dos artefatos do dia a dia que os representantes carregam para estimular as vendas, as empresas desenvolveram com o tempo técnicas para a redução no tempo de fornecimento dos produtos para os consumidores. Na prática, são os representantes que fazem a entrega dos produtos para os clientes, mas é responsabilidade da empresa fazer com que tais produtos cheguem com qualidade e prazo bons para seus representantes.

Para melhorar o sistema de logística, a CosméticosCo utiliza alguns sistemas que reduzem o tempo de entrega dos produtos para os representantes:

Subciclos

Normalmente os pedidos são feitos em ciclos, que variam de 21 a 28 dias. No final do ciclo, todos os pedidos realizados por cada representante é somado e inicia-se o processo de entrega. O grande problema desse método é que um representante que faz um pedido no primeiro dia do ciclo tem o seu procedimento de entrega iniciado somente após o vigésimo primeiro dia (em ciclos de 28 dias após o vigésimo oitavo), quando o pedido do representante é lançado no sistema. Esse último dia é informalmente conhecido como o dia de fechamento do ciclo. Soma-se a esse período que o pedido foi colocado pela revendedora no sistema mas ainda não começou o processo de entrega, todo o período que demora para o produto sair da fábrica até chegar na casa da representante. Exemplificando, para uma cidade que o tempo de entrega, somente contando o frete, é de cinco dias, se a revendedora fez o pedido no primeiro dia do ciclo, o pedido irá demorar vinte e cinco dias para chegar na sua residência.

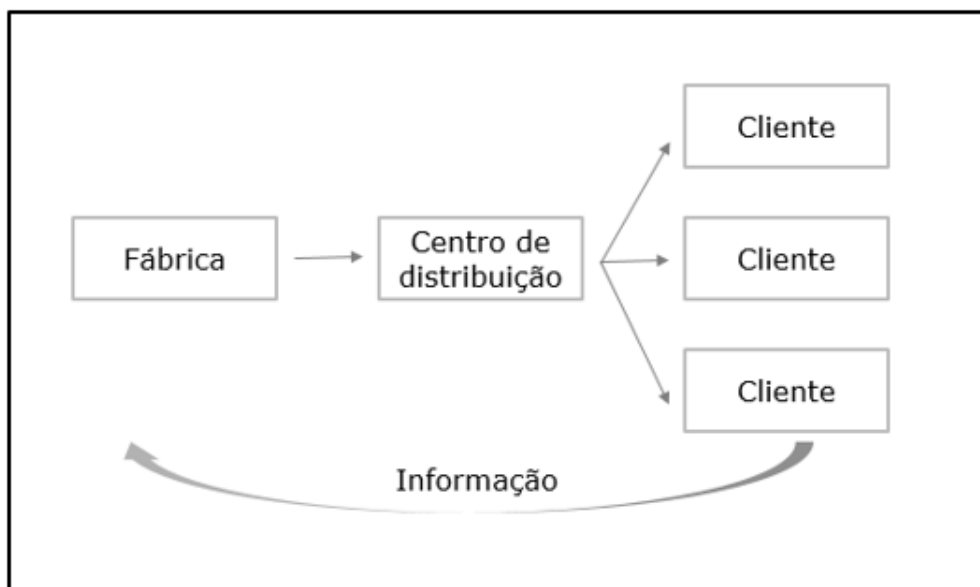
Essa prática na indústria de cosméticos causa um efeito logístico muito negativo, que é o acúmulo de pedidos nos últimos dias de ciclo, em que o tempo de entrega total é menor.

Um dos artifícios desenvolvidos pela indústria da venda direta para contornar essa situação, são os subciclos, que são “cortes” semanais nos ciclos, em que os pedidos são fechados e o processo logístico de entrega se inicia. Outras maneiras de contornar a situação são com programas de *marketing* e políticas de incentivos para serem realizados pedidos nos primeiros dias de ciclo, como por exemplo desconto na fatura da compra, entregas de brindes, etc.

Centros de distribuição

O centro de distribuição (CD) é uma unidade construída para fazer o armazenamento de produtos, com o objetivo de, a partir dele, fazer a entrega para outras unidades ou filiais. O maior objetivo dos CDs, como são conhecidos, é de diminuir o tempo de entrega para o cliente. Hoje a CosméticosCo opera com dois centros de distribuição, um no nordeste, mais especificamente no estado da Bahia, e outro no sudeste, no estado de São Paulo. Na Figura 5, adaptado de Ballou, 1999, podemos visualizar o fluxo de entrega dos produtos através de um centro de distribuição. O processo se inicia na fábrica, que repassa os produtos para um centro de distribuição, que repassa aos clientes. As informações de mercado são captadas pela empresa, diretamente dos clientes.

Figura 5 – Fluxo de informação



Fonte: Ballou (2005), adaptado

Centros de recebimento

Na CosméticosCo além dos centros de distribuição, a empresa trabalha com centros de recebimento de produtos. A característica dos centros de recebimento é muito parecida com os centros de distribuição, mas em menores proporções. Nessas centrais, os produtos chegam em grandes caixas que são abertas e os produtos remanuseados em pequenos pedidos. A partir das centrais de recebimento os pedidos já saem customizados para cada cliente.

A principal função desses centros é rearranjar as grandes caixas com produtos em pequenas caixas prontas para serem entregues.

Lojas de representantes

Os representantes de vendas, que representam o elo mais importante da cadeia de negócios, podem optar por fazer as compras de duas maneiras:

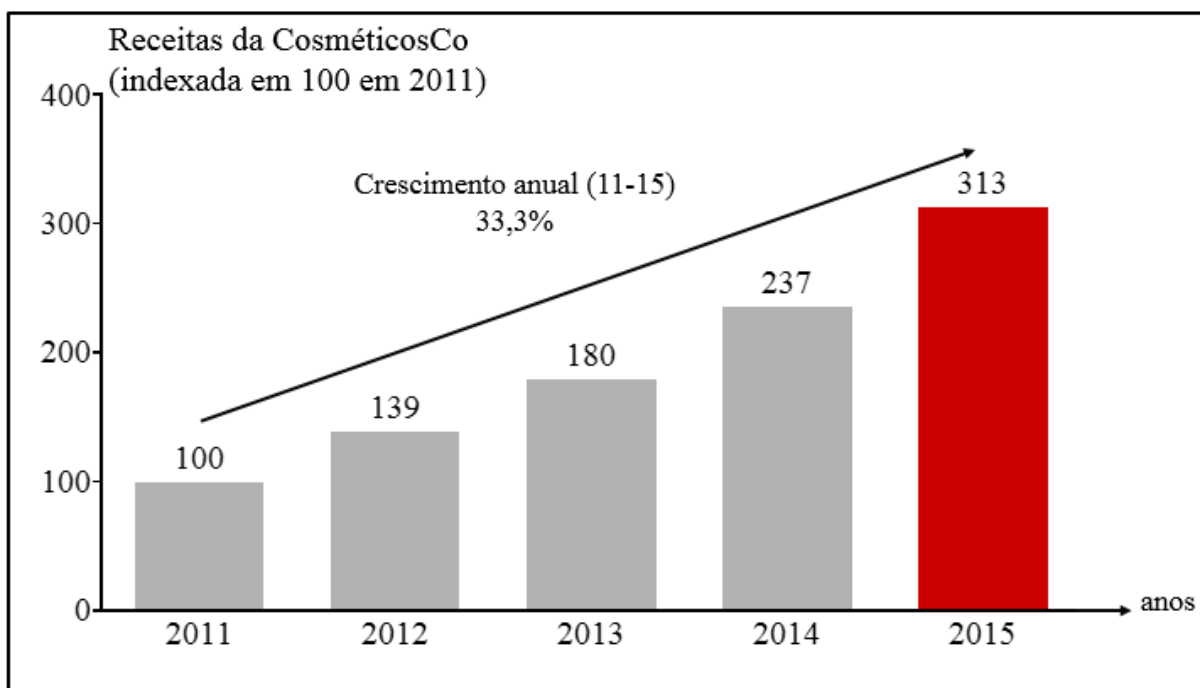
- **Online:** A representante de vendas tem um portal exclusivo onde pode fazer os seus pedidos, consultar as promoções, ver o programa de fidelização da marca, entre outros. Nos pedidos feitos *online* o produto chega diretamente na casa da representante de vendas.
- **Lojas de representante:** As lojas de representantes são lojas físicas em que apenas os representantes registrados na base podem realizar compras. O abastecimento dessas lojas é feito através do sistema de previsão de demanda, e como todo o portfólio de produtos da CosméticosCo está a pronta entrega, o tempo que demora para o produto chegar no cliente é menor. Uma diferença grande entre as compras *online* e as compras realizadas diretamente nas lojas de representante é o valor mínimo necessário por pedido. Na loja de representante o valor do pedido mínimo é metade do que o pedido mínimo *online*.

2.6 Análise da empresa estudada

Nessa seção será realizada uma análise mais profunda da situação atual da empresa estudada no mercado de cosméticos, mais especificamente nas vendas diretas, com dados de receitas nos últimos anos e comparativos da empresa com outras concorrentes.

Nos últimos anos, a CosméticosCo tem crescido com uma taxa de aproximadamente 33% em receita e de 45% ao ano em número de representantes de vendas. No Gráfico 3 podemos ver o crescimento de receita indexado da empresa. A receita para 2015 foi anualizada com os dados de vendas até julho de 2015.

Gráfico 3 – Receitas da CosméticosCo indexada em 2011



Fonte: Dados internos da CosméticosCo ⁶

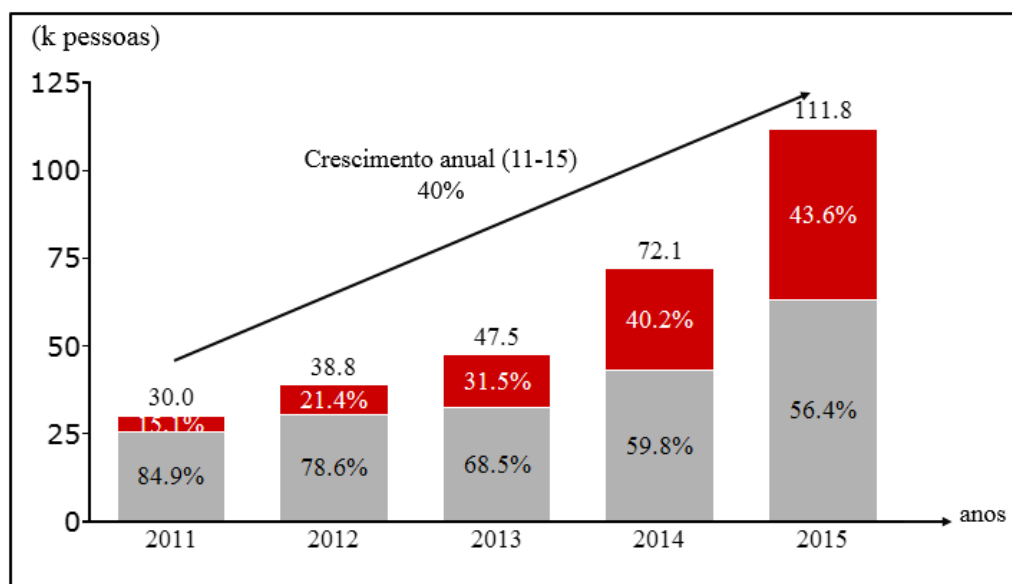
Os aumentos significativos das receitas incentivam os investidores do grupo, que veem a CosméticosCo como um grande negócio para ganhar espaço no acirrado mercado de cosméticos brasileiro.

No Gráfico 4 pode-se observar a evolução da CosméticosCo em número de representantes. Vale notar que, com o passar dos anos, a marca vem se tornando cada vez mais independente da força da marca da Empresa C no país, uma vez que a parcela de representantes da CosméticosCo que revendem ambas as marcas vêm diminuindo.

⁶ A receita da empresa em 2015 é estimada, baseada no desempenho até julho de 2015 e projeções internas. A receita da empresa foi indexada em 100 em 2011 a fim de não revelar o faturamento real.

O Gráfico 4 mostra o número de representantes com uma divisão entre os que revendem a marca da Empresa C (em cinza) e as que não revendem a Empresa C (em vermelho).

Gráfico 4 – Crescimento da base de representantes da CosméticosCo



Fonte: Dados internos da CosméticosCo

Com esse crescimento, a empresa tem passado por reformas organizacionais e estruturais, a fim de se adaptar e servir cada vez melhor seu público. Uma reclamação se tornou frequente nos últimos anos entre os representantes: com o crescimento da marca, a demora no tempo de entrega é cada vez maior.

Para grande parte dos revendedores, o dinheiro advindo das vendas dos cosméticos é a principal receita da pessoa. Dessa forma, é muito comum que um único representante revende mais de uma marca.

Atualmente, o número de representantes que revendem CosméticosCo é 7% do número de revendedores da líder de mercado, a Empresa B. Entretanto, um dado que mostra que o público de revendedores da CosméticosCo não é o mesmo que de outras marcas é que 37% dos representantes de vendas da marca são exclusivos. Esse é um dado muito relevante em um mercado que raramente um revendedor trabalha apenas com uma marca.

Na Tabela 1 está representada uma análise da base de representantes da empresa que aponta a parcela de revendedoras que também trabalha com outra marca.

Tabela 1 – Porcentagem de revendedoras da CosméticosCo que revendem outra marca

Concorrente	Porcentagem de revendedoras da CosméticosCo que revendem a marca de uma concorrente (%)
Empresa A	17
Empresa B	45
Empresa C	58
Empresa D	25

Fonte: Pesquisa interna da CosméticosCo

Como era esperado, a maioria das revendedoras que estão na base da CosméticosCo também trabalham com a marca da Empresa C (58%), mostrando que o poder da marca da Empresa C traz uma certa credibilidade para a CosméticosCo que ainda é nova.

Outro dado interessante do estudo é o pequeno número de revendedoras da CosméticosCo que também trabalha com a Empresa A (17%). Isso sugere que os consumidores da CosméticosCo buscam qualidade no produto, e não compram apenas pelo preço.

O poder da marca depende muito da base dos representantes, a CosméticosCo tem uma forte relação com o seu time de campo. Para a empresa, é fundamental agradar seus representantes de vendas, pois são elas que geram toda a demanda da empresa e que fazem a propaganda da marca para os consumidores, sendo, portanto, o principal elo da empresa com o mercado.

A CosméticosCo realizou um estudo para entender o relacionamento da marca com as seus consumidores e seus revendedores. O intuito do estudo é entender a fidelidade dos revendedores e dos consumidores com a marca, para identificar possíveis oportunidades de melhoria na empresa para continuar com o crescimento atual.

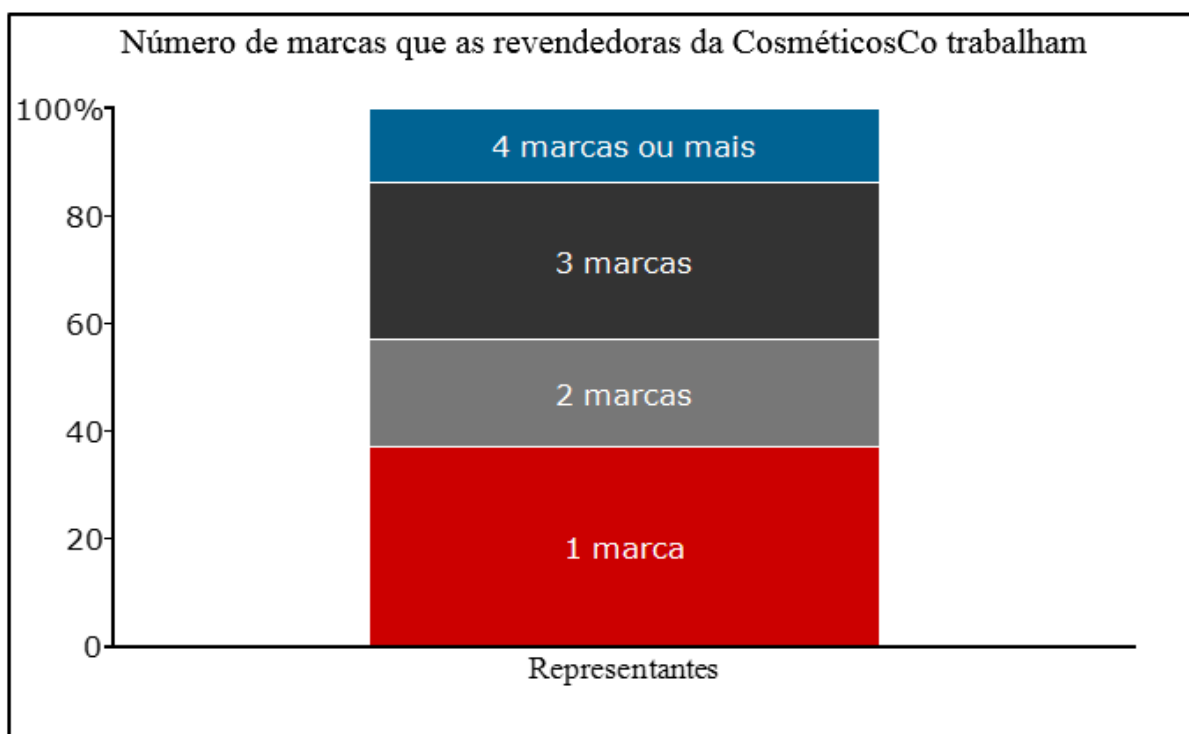
A ideia que se tem é de que a CosméticosCo apesar de ser uma empresa relativamente nova no mercado, a marca tem um apelo muito forte e um grupo de consumidores extremamente fidelizado. Para comprovar essa tese, foi feita uma pesquisa que entrevistou 4410 pessoas, sendo 1740 revendedores da marca e 2670 consumidoras.

Duas perguntas foram feitas para os revendedores:

- **Quantas marcas de cosméticos vocês revendem?**
- **Qual a marca preferida das suas clientes?**

A primeira das perguntas foi representada no Gráfico 5 em que pode-se observar que quase 60% das revendedoras da CosméticosCo trabalham apenas com até 2 marcas.

Gráfico 5 – Número de marcas que as revendedoras da empresa trabalham



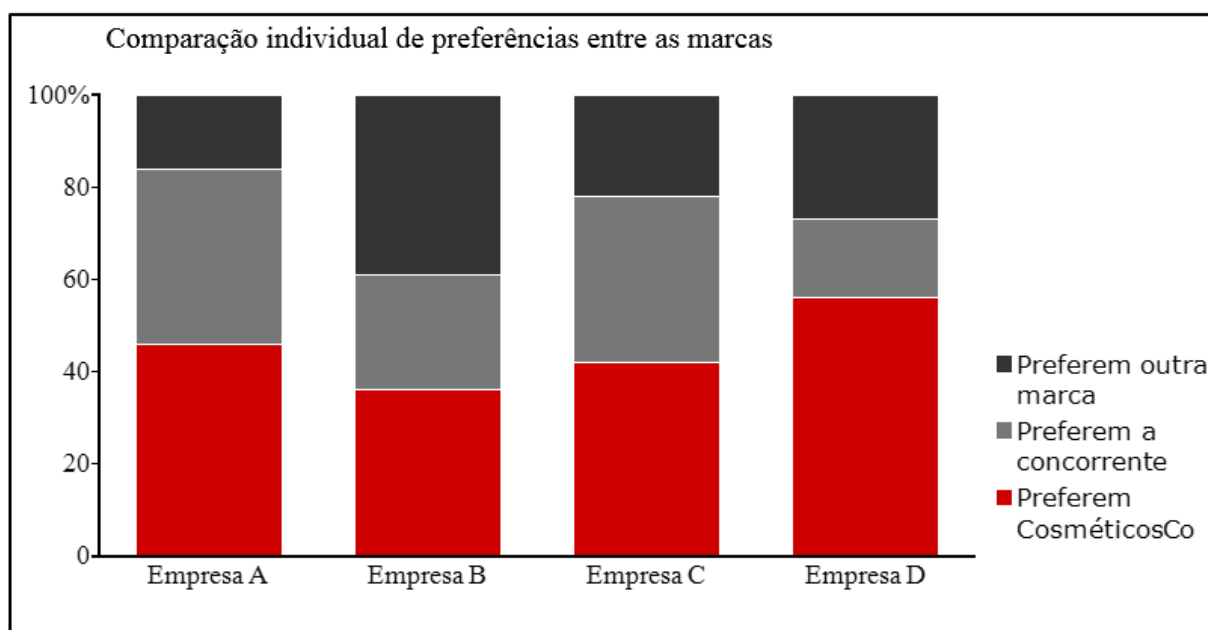
Fonte: Pesquisa da área de relacionamento

O Gráfico 6, que é referente a segunda pesquisa do estudo aponta a comparação da preferência de marca da CosméticosCo individualmente com cada empresa. Os resultados desse estudo foram

recebidos muito positivamente dentro da empresa. Em todas as comparações individuais a CosméticosCo levou vantagem sobre a concorrência na preferência das clientes. Isso demonstra que do público que já conhece e compra a marca, a maioria está satisfeita com os produtos oferecidos, dando indícios para a empresa que o caminho para o sucesso é investir ainda mais para aumentar as regiões de entrega e a divulgação da marca.

No Gráfico 6, a empresa é comparada individualmente com cada uma das concorrentes. A barra vermelha representa a porcentagem de revendedoras que preferem revender a CosméticosCo, em cinza a porcentagem que prefere revender a marca de comparação, e em preto as revendedoras que preferem revender uma outra marca.

Gráfico 6 – Comparação de preferência dos consumidores

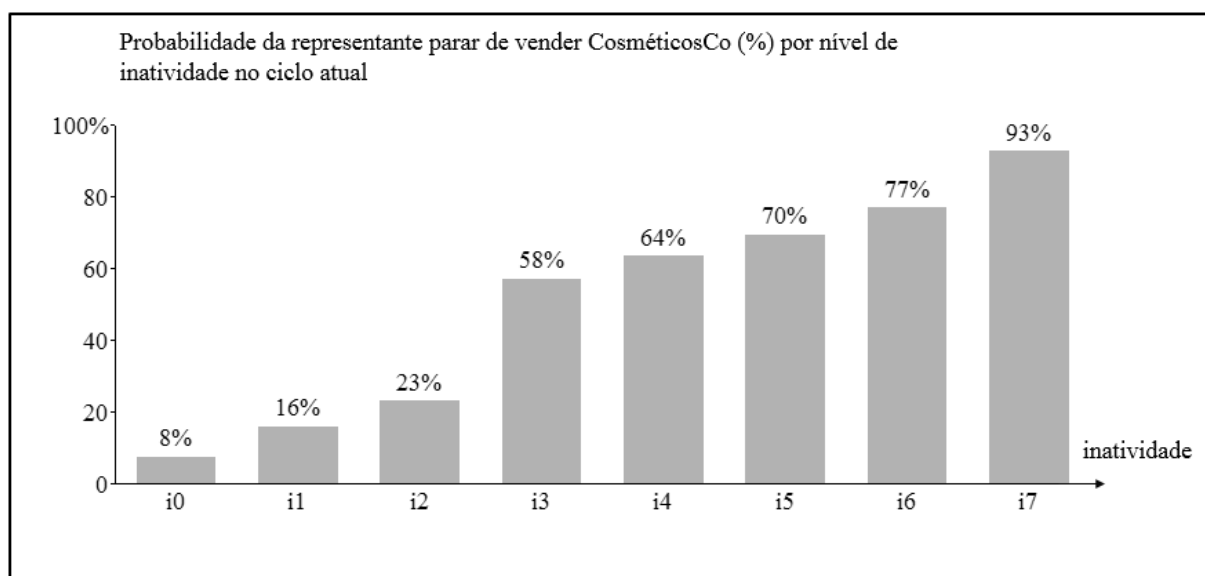


Fonte: Pesquisa da área de relacionamento

Adicionalmente, foi feito um estudo com a base de dados interna da empresa para avaliar a taxa de retenção das revendedoras. O objetivo dessa análise é entender depois de quantos ciclos sem realizar nenhum pedido a representante de vendas tem maior inclinação para parar de fazer pedidos na CosméticosCo.

A inatividade dos revendedores é o tempo que ele está sem realizar nenhum pedido. Considera-se que o revendedor saiu da base quando ele tem 8 ciclos de inatividades, ou seja, ficou 8 fechamentos sem realizar nenhum pedido. O Gráfico 7 aponta a probabilidade de um representante sair da base dado o número de ciclos que o mesmo está sem realizar pedidos. O intuito dessa análise é se ter uma ideia do sinal que o revendedor dá antes de parar de vender os produtos da CosméticosCo. Quando o representante realizou um pedido no ciclo, ele é considerado um i0, se está a um ciclo sem realizar pedidos, é considerado um i1, e assim por diante. Quando ele se torna i8, não é mais contabilizado na base da empresa.

Gráfico 7 – Probabilidade de uma representante sair da base



Fonte: Dados internos da CosméticosCo

Analisando o Gráfico 7 pode-se inferir que a probabilidade de um representante parar de revender os produtos da CosméticosCo é muito alta se ele fica apenas 2 ciclos sem realizar nenhum pedido. Cada ciclo tem 3 semanas, então após 42 dias sem realizar nenhuma venda, a empresa deveria fazer uma ação de retenção para seus revendedores.

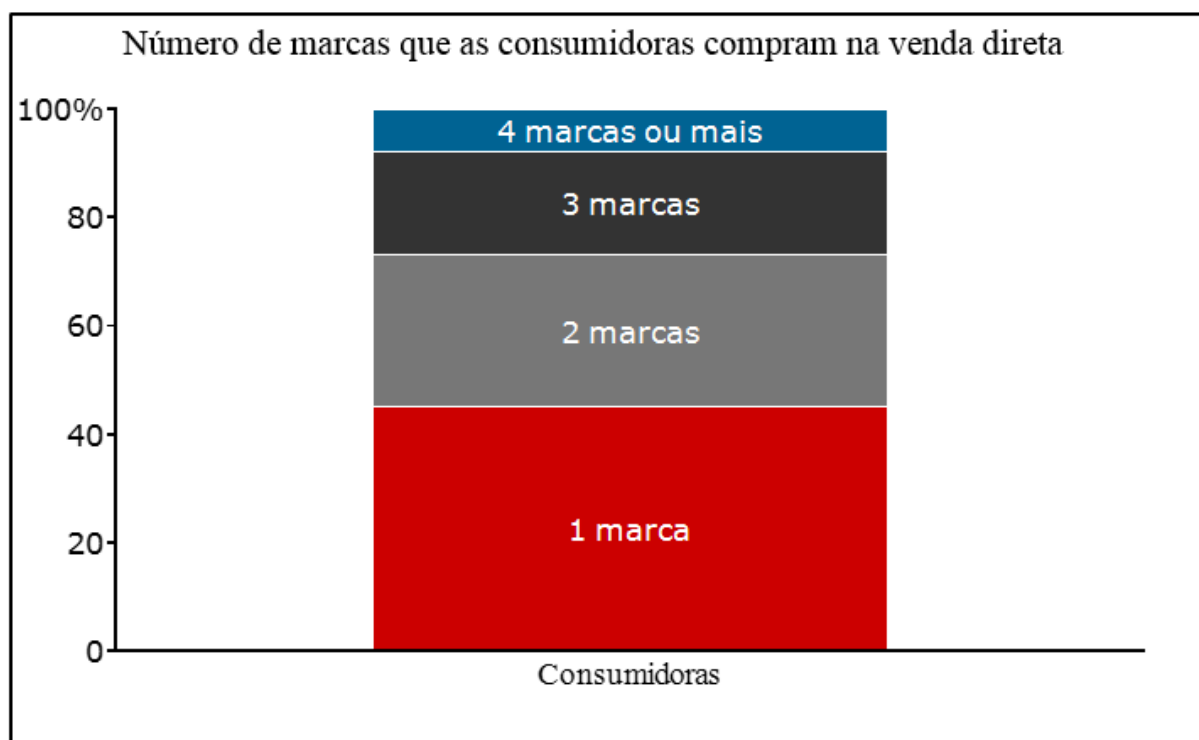
Com essa análise, o estudo buscará entender as razões com que fazem um representante de vendas parar de trabalhar com a marca. A causa raiz está ligado diretamente com as preferências de marcas de seus consumidores. Sendo assim, foi realizado um estudo com os consumidores da CosméticosCo para entender as razões que eles têm para comprar produtos da empresa.

Para os consumidores foram feitas duas perguntas:

- **Quantas marcas de cosméticos você compra na venda direta?**
- **Qual a sua maior insatisfação com a CosméticosCo?**

A resposta da primeira pergunta está representada no Gráfico 8. Infere-se do Gráfico 8 que os consumidores da empresa são fidelizados, pois quase 40% deles têm a CosméticosCo como a única empresa de vendas diretas de cosméticos como fornecedora. A importância disso é que se os revendedores querem segurar esse cliente, ele obrigatoriamente continuará vendendo produtos da marca.

Gráfico 8 – Número de marcas de cosméticos que os consumidores compram na venda direta



Fonte: Pesquisa da área de relacionamento

No processo de vendas diretas descrito, em que os representantes recolhem os pedidos dos consumidores através de catálogos, recebem o produto das fabricantes em sua casa para depois repassá-los para os consumidores, o tempo que a CosméticosCo tem a capacidade de reduzir é o

de espera dos representantes de vendas para receber o produto, ou seja, o período desde o momento que a representante de vendas fez o pedido para a fábrica até o momento que o produto chegou em sua casa para ser revendido. A Figura 6 representa o processo de vendas diretas.

Figura 6 – Fluxo nas vendas diretas

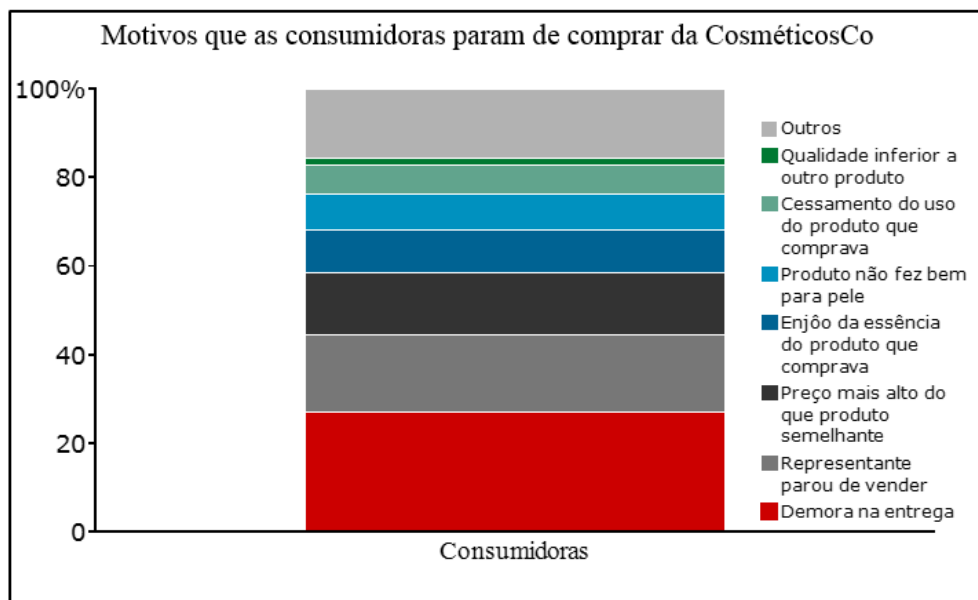


Fonte: Elaboração do autor

A segunda pergunta da pesquisa de satisfação de consumidores é uma das duas razões para que esse estudo foi realizado, que é a insatisfação dos clientes com a demora na entrega dos produtos. A outra razão é o potencial de crescimento da marca pelo país.

O Gráfico 9 apresenta os principais motivos que fazem com que os consumidores deixem de comprar produtos da CosméticosCo.

Gráfico 9 – Motivos que as revendedoras param de comprar da CosméticosCo



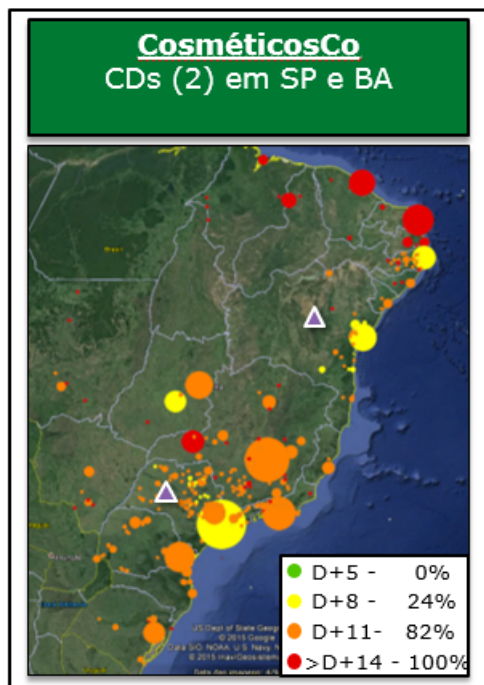
Fonte: Pesquisa interna da área de relacionamentos

A análise mostra o quão crítico é hoje a logística da CosméticosCo para o sucesso da marca. Quase 30% dos consumidores que pararam de comprar a marca dizem que o motivo é a demora no tempo de entrega.

Os consumidores que reclamam do tempo médio de entrega comparam a marca com os outros concorrentes. A fim de analisar a procedência das reclamações das clientes da CosméticosCo, foi feito um estudo comparativo do tempo que as principais concorrentes demoram para entregar os produtos, comparados a empresa estudada. Em média a concorrência entrega os seus produtos em 6 dias, enquanto a CosméticosCo demora 10 dias, um tempo 66% maior.

A Figura 7 mostra o tempo médio de demora na entrega por região do Brasil. Os triângulos na Figura 7 representam os CDs da empresa. A cor verde marca as regiões em que os produtos são entregues em até 5 dias (0%), em amarelo os produtos entregues em até 8 dias (24%), em laranja os produtos entregues em até 11 dias (84%) e por fim em vermelho os produtos entregues em até 14 dias (100%).

Figura 7 – Tempo médio de entrega da CosméticosCo



Fonte: Base de dados da CosméticosCo

Um ponto que chama atenção na análise é que a CosméticosCo não entrega nenhum produto em menos de 5 dias, e cerca de 28% da receita demora mais de 11 dias para chegar no seu destino final.

Com todas informações levantadas pelo estudo realizado nesse capítulo; situação do mercado, crescimento da marca, satisfação dos clientes, riscos e oportunidades para o futuro do negócio, foi possível construir uma análise *SWOT* da CosméticosCo. Essa análise coloca em um único painel as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para negócio de uma determinada empresa.

As forças da empresa estão na alta qualidade do seu produto, que é reconhecida pelos seus consumidores, na fidelidade dos revendedores à marca, pois a empresa é preferida pela maioria das revendedoras em relação a qualquer marca, ao crescimento acima da média do mercado, e ao posicionamento no mercado, em que não é uma marca *premium*, mas vende produtos de qualidade.

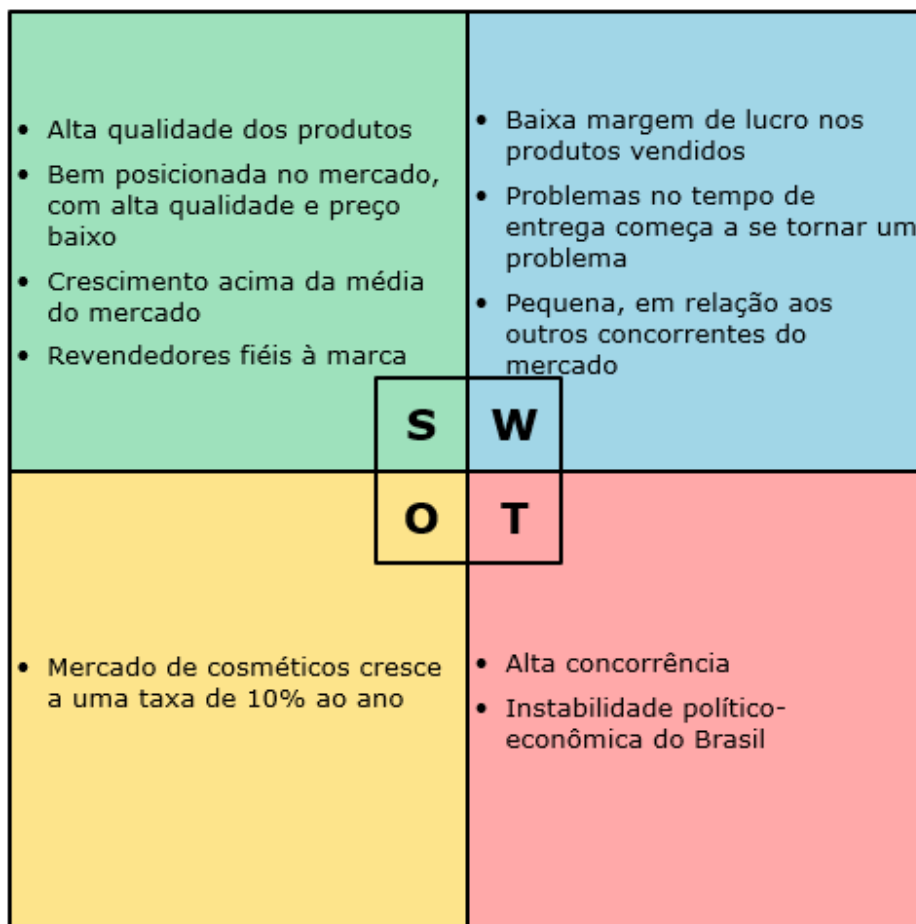
As fraquezas estão na margem de lucro no produto vendido, que é menor que a concorrência, pois como já explicado, a CosméticosCo paga um percentual de vendas maior para os consumidores, e o tempo de entrega dos produtos, e o tamanho relativo aos concorrentes.

As oportunidades estão no crescimento do mercado de 10% ao ano (dados apurados no Gráfico 2), quando quase todos os outros setores estão em crise.

As ameaças são a alta concorrência do mercado e a instabilidade política do país.

A Figura 8 apresenta a análise *SWOT* da CosméticosCo.

Figura 8 – Análise SWOT da CosméticosCo



Fonte: Elaboração do autor

O estudo da empresa realizado nesse capítulo apontou que as oportunidades de crescimento e consolidação da marca no mercado de cosméticos são grandes. Os representantes entendem a proposta de valor da marca, o conceito da empresa é bem difundido entre os consumidores, que quando conhecem os produtos dificilmente param de utilizá-los. A marca criou uma necessidade das revendedoras continuarem trabalhando para elas, já que é a preferida dos consumidores que compram o produto. O desafio para continuar com o rápido crescimento é expandir as vendas. Para isso é necessário acabar com o gargalo da empresa, que é o tempo de entrega.

Tal desafio é o escopo desse estudo, que visa encontrar uma solução logística para a empresa prosperar. Para isso, será construído um modelo matemático baseado nas restrições logísticas da empresa e em sua cadeia de entrega a fim de otimizar a entrega para os consumidores, consequentemente aumentando o lucro da CosméticosCo.

3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Esse capítulo visa definir o contorno do escopo do projeto, bem como demonstrar os objetivos do estudo e os recursos que serão estudados dentro da organização. As características da empresa já foram apresentadas anteriormente, portanto no presente capítulo o foco será dado apenas nas oportunidades de melhoria no tempo de entrega da CosméticosCo.

Como descrito no segundo capítulo, um dos grandes incômodos dos clientes da CosméticosCo é a demora na entrega dos produtos que pode chegar até 21 dias, mas com média de 10 dias. A concorrência adota outras estratégias logísticas e tem um tempo médio de entrega muito menor que a CosméticosCo. Por ser uma empresa novata, a demanda da CosméticosCo é menor que a das concorrentes, o que impossibilita algumas soluções logísticas com custo fixo elevado de serem aplicadas por falta de escala, como por exemplo expandir os centros de distribuição para diversos estados brasileiros.

A logística de entrega é um ponto crucial para todas as empresas, pois sem ela os produtos vendidos não teriam como chegar até o seu destino final, os clientes. No setor de vendas diretas, o tempo total de entrega é o elemento chave das vendas, que se estende desde o momento que o cliente faz o pedido para o representante, até o momento que recebe o produto em sua casa. Dessa forma, para as vendas diretas de cosméticos, a logística tem um papel ainda mais relevante, pois interfere fortemente na satisfação do consumidor, sendo um importante atributo de escolha no momento de optar por qual empresa os representantes de vendas irão realizar suas compras.

No atual contexto da economia brasileira, de forte redução de custos e busca de oportunidade de ganhos com melhoria de processos, a logística e o frete entraram na pauta de discussão das empresas como etapas a serem revisadas a fim de otimizar os ganhos. Atualmente, o setor passa por algumas mudanças em suas estruturas de parcerias das empresas que terceirizam o frete com aquelas que realizam os serviços. Além disso, vários contratos vêm sendo revisados e as empresas que não terceirizam a logística estão reorganizando os seus recursos, direcionando novos investimentos e, acima de tudo, otimizando a sua maneira de operar. Nesse cenário em transformação, a oportunidade de ganho de mercado para as empresas que se organizarem melhor são muito relevantes, principalmente quando a logística faz parte do coração do negócio, que é o caso da empresa estudada no presente trabalho. Possuir a logística de entrega como uma vantagem

competitiva em relação à concorrência é essencial para expandir o mercado, fidelizar o consumidor e apresentar um crescimento sustentável.

No negócio da venda direta, a criação de valor da cadeia de suprimentos é facilmente notada, se relacionando diretamente com o poder de geração de receita de uma empresa. A concorrência nesse meio é acirrada e todos buscam reduzir ao máximo o seu tempo de entrega para ser a marca preferida dos revendedores, portanto, a disponibilidade do produto é um fator chave de vendas.

Sendo assim a *“hora ou momento da verdade”*, popularizado por Carlzon (1994) é fundamental para conquistar a confiança e a fidelidade dos consumidores. Estes momentos simbolizam o *“contato entre o fornecedor e o cliente, sendo a percepção deste formada em cada um destes momentos”*, ou seja *“qualquer episódio no qual o cliente entra em contato com qualquer aspecto da organização e obtém uma impressão da qualidade de seu serviço”* (Albrecht, (1998)). Nesse caso, existem dois momentos da verdade para o consumidor, a etapa que o cliente realiza o pedido e aquela que o pedido chega em sua casa. A demora na entrega do produto é o fator que mais influência na satisfação dos representantes de vendas, já que a grande maioria delas é compradora frequente e já conhece a qualidade do produto. Uma administração logística adequada compreende que cada atividade na cadeia de suprimentos contribui para o processo de agregação de valor (Ballou, 2005).

Para esse estudo, serão avaliadas todas as possibilidades de ganhos logísticos através da utilização de técnicas de matemática aplicada, a qual será descrita com maiores detalhes em capítulos posteriores.

3.1 Como funciona a entrega hoje na CosméticosCo

A cadeia de distribuição na CosméticosCo conta com duas fábricas, 2 centros de distribuição e diversas centrais de recebimento espalhadas pelo Brasil. Adicionalmente, a empresa conta com 16 lojas de representantes, que como já explicado no segundo capítulo, são os locais em que os representantes podem fazer as compras a pronta entrega.

Toda a estrutura de entrega da CosméticosCo é independente da estrutura da Empresa C. Entretanto, como já explicitado nesse estudo, ambas pertencem ao mesmo grupo. Na proposta de revisão da malha logística da empresa estudada, foi feita uma abordagem prévia com a diretoria

executiva da Empresa C para avaliar a possibilidade de utilizar os pequenos centros de distribuição intramunicipais que a empresa tem.

Tais centros de distribuição têm relativamente o mesmo tamanho de uma loja de representante da CosméticosCo, diferindo que eles não são lojas para revendedoras, mas somente estoques localizados dentro das cidades.

A Empresa C tem mais de 30 centros de distribuições intramunicipais espalhados pelo país. Após uma avaliação interna de sua malha logística, a Empresa C concluiu que poderia se desfazer de 8 desses centros, e a CosméticosCo poderia incorporá-los em sua estrutura logística, pagando pelo espaço. Tais centros encontram-se atualmente sub-utilizados pela Empresa C, e seriam vendidos pela empresa. Dessa forma, se for viável economicamente para a CosméticosCo comprar esse espaço, seria uma situação de ganho para as duas empresas do grupo.

O caminho percorrido pelo produto até chegar na casa do consumidor se inicia na fábrica. Os produtos são levados para os centros de distribuição em grandes caminhões. A quantidade de produto enviada para os centros é calculada com base em previsão de demanda, sistema *push*, não necessitando de um pedido para que seja feito o envio.

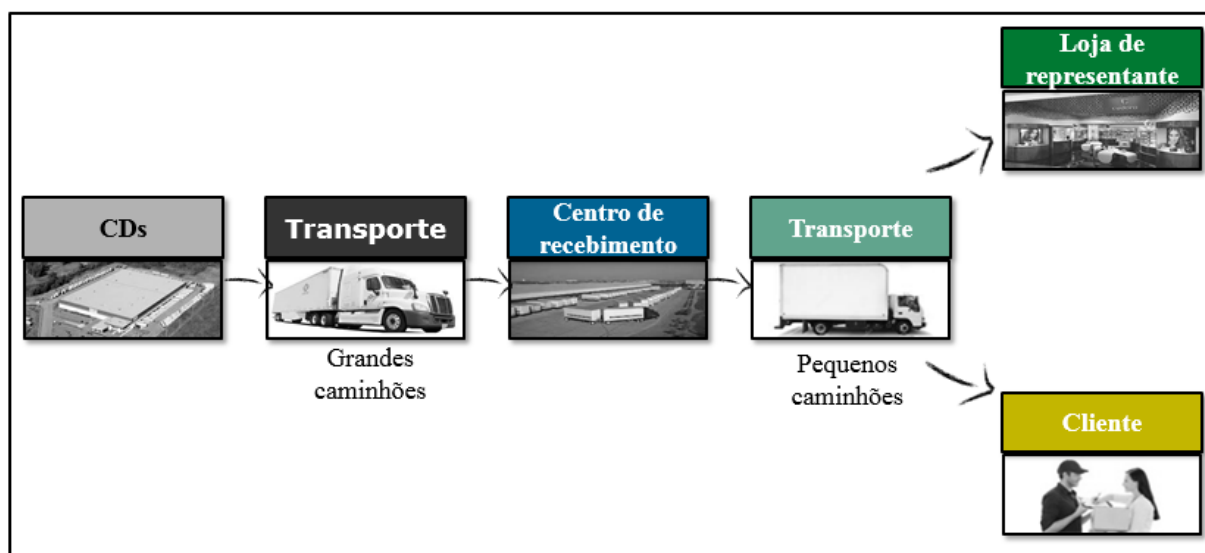
Os pedidos são acumulados por 7 dias, tempo referente a um sub-ciclo. Após esse período de 7 dias, uma central de recebimento terá gerado uma demanda que são os pedidos acumulados de todas os representantes da sua região, e com isso enviará um pedido para o centro de distribuição. Após a emissão dos pedidos, eles são transferidos em grandes caminhões do centro de distribuição até as centrais de recebimento. Os pequenos pedidos são agrupados em grandes caixas, pois dessa maneira facilita a burocracia de notas fiscais nas fronteiras dos estados. Ao invés de vários pedidos pequenos com várias notas fiscais, os pedidos são agrupados, com apenas uma nota fiscal da somatória de todo o valor.

Quando o pedido chega na central de recebimento, as grandes caixas são abertas e os produtos separados por categoria. Baseado na demanda gerada pelos representantes, se inicia um procedimento de *picking* para montar cada um dos pedidos individualmente. Com os pedidos prontos, um caminhão de menor capacidade leva os pacotes individualmente na porta de cada um dos representantes.

É também a partir das centrais de recebimento que as lojas de representante são abastecidas. Entretanto, assim como ocorre no abastecimento dos centros de distribuição pela fábrica, as entregas nas lojas de representante são calculadas baseadas nas demandas das mesmas, num sistema *just-in-time*.

Na Figura 9 encontra-se a esquematização do fluxo da cadeia logística de entrega na CosméticosCo.

Figura 9 – Cadeia logística atual da CosméticosCo



Fonte: Elaboração do autor

Todo esse processo de entrega demora em torno de 10 dias, desde a saída do produto da fábrica até a sua chegada na casa da representante de vendas. Essa demora na entrega pode variar por região, mas nunca o processo demora menos de 8 dias nem mais do que 20. Soma-se a esse tempo os dias de espera da representante até fechar o sub-ciclo, que pode variar de 1 a 7 dias, o tempo total que uma representante espera para receber o produto na sua casa pode variar de 9 a 27 dias, quando o pedido é feito *online*.

Entretanto, existe a opção da representante de vendas não fazer o pedido *online* e se dirigir para fazer a compra na loja de representante. Nesse caso, ela sai com o pedido no momento da compra,

já que todo o portfólio da marca encontra-se estocado (em pequenas proporções) nesses estabelecimentos.

3.2 Características das lojas de representantes

As lojas de representante são lojas exclusivas para os representantes de vendas da CosméticosCo. Nessas lojas, os revendedores que não querem fazer o seu pedido *online* e esperar que ele chegue, podem comprar o produto diretamente no local, com os mesmos descontos de vendas. Para comprar nas lojas, a pessoa necessariamente precisa ser um representante da marca, além disso, existe um pedido mínimo por compra.

Cada loja de representante tem no mínimo uma vendedora, dependendo do tamanho da loja, chegando até a dez funcionários na maior loja de representantes, localizada na Bahia.

A disposição dos produtos nas lojas está feita de forma a facilitar com que os representantes se auto sirvam nas vendas, restando aos vendedores da loja a função de caixa da loja e repositor de produtos nas prateleiras. Um desenho padrão da loja de representante é um caixa ao fundo da loja que dispões de diversas prateleiras, como um supermercado. O desenho é bem funcional, evitando perda de tempo dos revendedores da marca, que estão ali de fato para fazerem uma compra, e raramente pesquisando produtos.

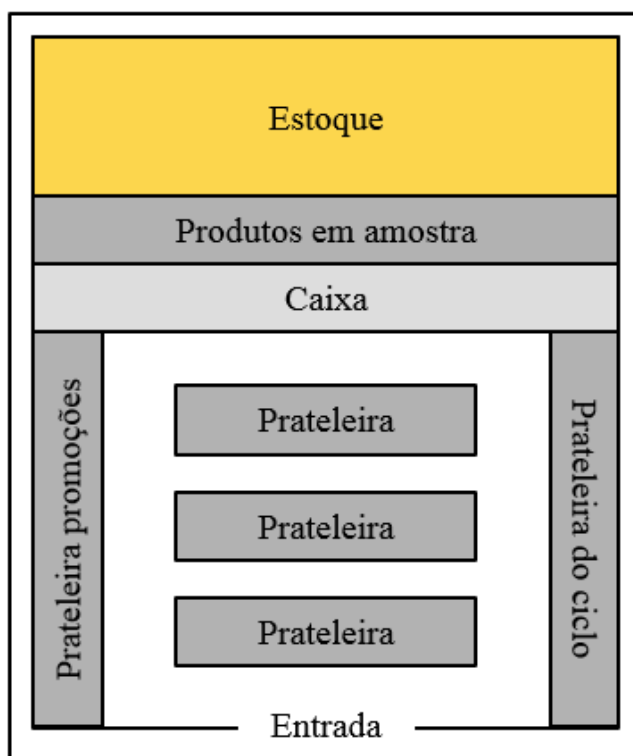
As informações fundamentais de cada ciclo estão expostas nas lojas de representante, como por exemplo os produtos em promoção do ciclo ou os produtos que são destaque nos catálogos. Realizando uma compra em uma loja de representante o revendedor ganha um catálogo do ciclo, o que incentiva as compras nessas lojas no início dos ciclos.

Toda loja de representante tem um estoque. Hoje em dia, esse estoque tem como objetivo repor os produtos vendidos dentro das lojas. O tamanho do estoque é calculado exatamente para suprir as vendas dentro da loja. Pela peculiaridade desse ponto de venda, as vendas por metro quadrado das lojas de representante são muito maiores do que uma loja comum, forçando que o tamanho proporcional dos estoques da loja também sejam maior do que a média.

Existe a possibilidade de fazer com que o estoque das lojas sejam maiores, entretanto reduzindo o espaço reservado para as vendas.

Na Figura 10 está representado uma loja de representante comum da CosméticosCo. Nem todas seguem o mesmo padrão, elas variam em tamanho e proporcionalidade das áreas, mas o estilo do arranjo da loja é comum.

Figura 10 – Layout de uma de uma das lojas de representante⁷



Fonte: Planta fornecida pela CosméticosCo, adaptada

Dentro desses estabelecimentos algumas promoções pontuais são realizadas visando incentivar a visita dos representantes. O espaço em si não é fundamental para a existência da marca, mas é um importante ponto de contato com as revendedoras. Outro ponto de contato são as reuniões de ciclo, que muitas vezes são ignoradas pelas revendedoras.

Na Figura 11 está representada uma foto real de uma das lojas de representante da CosméticosCo.

⁷ A loja de representante utilizada como referência para o desenho do layout foi da cidade de São Paulo. As formas foram ajustadas. Essa loja de representante tem 224m²

Figura 11 – Foto de uma loja de representantes da CosméticosCo⁸



Fonte: Elaboração do autor

Como já explicado na seção 3.1, a empresa possui 16 lojas de representantes espalhadas pelo Brasil, sendo que 6 delas estão no estado de São Paulo, 1 no Rio Grande do Sul, 1 no Rio de Janeiro, 2 em Minas Gerais, 1 no Distrito Federal, 1 em Goiás, 1 na Bahia, 1 em Pernambuco, 1 no Ceará e 1 no Rio Grande do Norte. A Figura 12 apresenta as localizações das lojas de representantes pelo Brasil, além da localização dos 8 centros de distribuição intramunicipais da Empresa C.

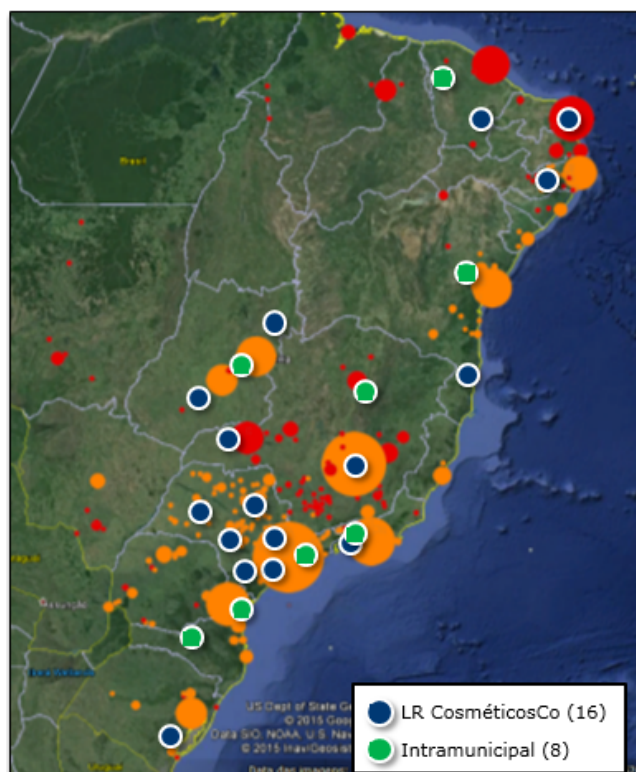
Os pontos azuis no mapa são as localizações das lojas de representantes pelo Brasil, e os pontos verdes são as localizações das 8 intramunicipais que são sub utilizadas pela Empresa C. As circunferências coloridas no mapa representam as receitas da empresa. O raio da circunferência é proporcional a receita da região, e a cor representa o quanto o produto demora para chegar. Regiões vermelhas tem o tempo de entrega superior a 14 dias, e regiões laranja tem tempo de entrega entre 11 e 14 dias.

A Tabela 2 apresenta as características de todos esses estabelecimentos. Especificações dos nomes que serão utilizados no estudo, estado que o estabelecimento se encontra, tamanho, e capacidade de armazenamento em m³. A capacidade de armazenamento é na prática quanto o

⁸ A foto foi colocada em preto e branco para evitar o reconhecimento da marca.

estabelecimento pode suportar de volume de produtos estocados, o quanto de estoque pode ser avançado.

Figura 12 – Mapa das lojas de representante pelo Brasil



Fonte: CosméticosCo

Tabela 2 – Especificações das lojas de representante e intramunicipais

Especificação	Estado	Tamanho (m ²)	Expansão (m ³)	Especificação	Estado	Tamanho (m ²)	Expansão (m ³)
LR 1	RS	217	854	LR 13	BA	690	2.717
LR 2	SP	210	827	LR 14	PE	587	2.311
LR 3	SP	244	962	LR 15	CE	358	1.407
LR 4	SP	147	580	LR 16	RN	665	2.618
LR 5	SP	121	477	Intramunicipal 1	SC	326	1.283
LR 6	SP	224	883	Intramunicipal 2	PR	167	659
LR 7	SP	194	764	Intramunicipal 3	SP	136	535
LR 8	RJ	596	2.347	Intramunicipal 4	RJ	303	1.194
LR 9	MG	227	892	Intramunicipal 5	MG	159	628
LR 10	MG	130	510	Intramunicipal 6	GO	545	2.147
LR 11	DF	209	822	Intramunicipal 7	SE	697	2.745
LR 12	GO	568	2.234	Intramunicipal 8	CE	497	1.955

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticoCo

A opção analisada por esse estudo para otimização da cadeia logística da CosméticosCo, com o objetivo de reduzir o tempo de entrega será o avanço de estoque das centrais de recebimento para as lojas de representantes e para os centros de distribuição intramunicipais da Empresa C. Esse novo modelo logístico faria com que os produtos ficassem mais perto de onde a demanda é gerada, consequentemente diminuindo o tempo de entrega. Algumas premissas serão assumidas para a construção do modelo matemático, e serão posteriormente explicadas.

3.3 Escolha do novo modelo logístico

Com as informações de aumento significativo da receita da empresa estudada com a redução do tempo de entrega dos produtos, foi feito um levantamento de 3 hipóteses que otimizariam a entrega, reduzindo o tempo.

A primeira seria acabar com os subciclos, e as entregas serem feitas imediatas, iniciando o procedimento logístico no dia do pedido da revendedora. Como ponto positivo, pode-se citar a redução no tempo total de entrega de 1 a 6 dias, que é o período de acúmulo de pedidos que todas as revendedoras passam. Entretanto, como ponto negativo, aumentaria excessivamente o custo logístico, já que os caminhões viajariam com capacidade reduzida. Hoje a taxa de ocupação de um caminhão é em média de 60%, o que é considerado baixo pelo mercado. Se essa medida fosse a

escolhida, essa taxa reduziria ainda mais, possivelmente tornando inviável o custo de entrega para as revendedoras.

A segunda opção levantada é o redimensionamento do tamanho dos caminhões de entrega, para veículos menores, dessa forma, preenchendo sua capacidade mais rapidamente e enviando os pedidos em menor tempo. Na prática tal medida não reduziria significativamente o tempo de entrega total, e teria um custo de investimento extremamente elevado.

A terceira opção, e a escolhida para otimizar a cadeia logística da CosméticosCo é o avanço dos estoques para as lojas de representante da CosméticosCo e as intramunicipais da Empresa C. Como ponto negativo, será extinguido um grande espaço de encontro direto entre revendedoras e a marca, e existe a necessidade de um investimento para adaptar as lojas de representante para receberem os estoques.

Dessa forma, visando reduzir o tempo de entrega para os clientes, o estudo aqui apresentado tem como objetivo calcular a viabilidade de avançar o estoque para as lojas de representantes ou para as intramunicipais. Nessa nova estrutura logística, a loja de representante deixaria de ser um destino final de produtos e se integraria na cadeia de entrega da empresa.

Todas as diferenças de custos entre o modelo logístico atual praticado e o novo modelo logístico sugerido serão testados, bem como a factibilidade da expansão em todas as lojas de representantes.

O modelo matemático construído para resolver esse problema deve indicar 2 principais pontos:

- Quantas lojas de representante devem ser adaptadas para receber o estoque da CosméticosCo?
- Qual será o ganho financeiro com esse investimento?

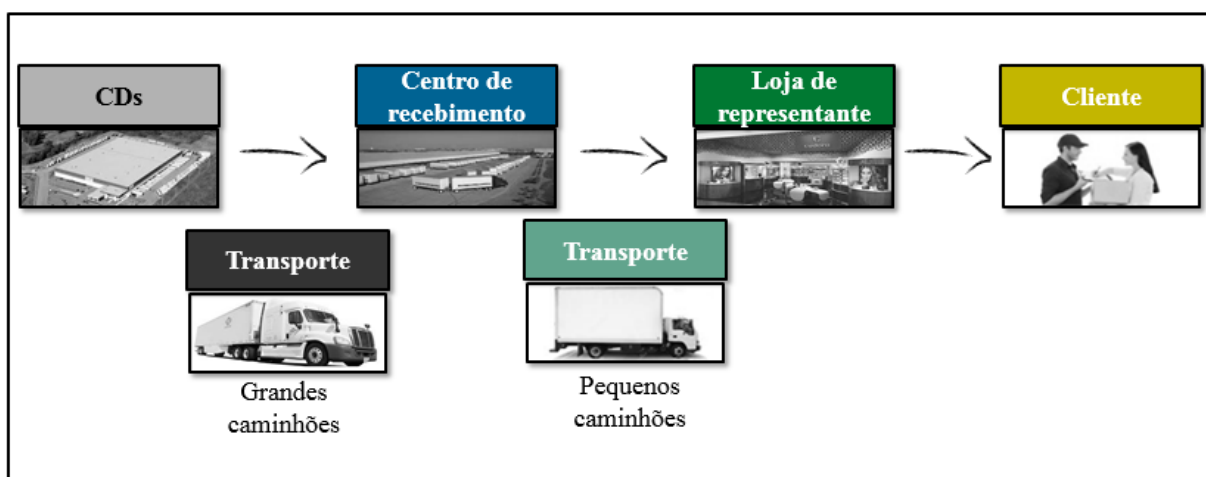
Pontos secundários como quais estados devem parar de ser atendidos e qual será a forma de entrega para cada estado também serão inclusos na resposta final.

Na construção do modelo, será utilizado como premissa o aumento da receita causado pela diminuição do tempo de entrega para os consumidores (hipótese validada pelo projeto piloto

descrito na próxima sessão) e as mudanças nos custos causadas pelas mudanças nos padrões das entregas, por exemplo a adição de um *picking*.

A Figura 13 mostra o esquema de como seria o novo sistema logístico, que terá sua viabilidade econômica testada pelo estudo. Nele, a loja de representante deixa de ser um destino final de recebimento de produto e passa a ser um intermediário na cadeia logística da empresa.

Figura 13 – Cadeia logística proposta, com avanço de estoque

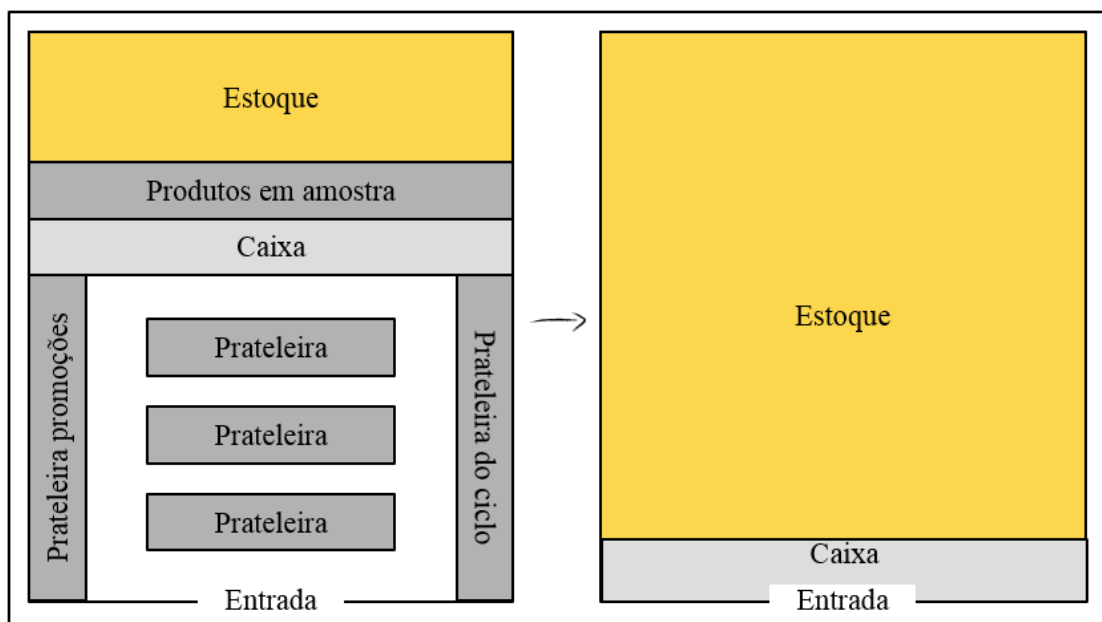


Fonte: Elaboração do autor

A Figura 14 apresenta a mudança na planta da loja de representante pós avanço de estoque. A área destinada a vendas a pronta entrega para os representantes será praticamente extinta, só sobrando um balcão de caixa. Todo o resto de espaço da loja será utilizado como estoque.

A revendedora, que antes podia transitar pela loja, olhando as prateleiras de produtos, vendo as promoções nas paredes, entre outras coisas, terá que fazer o seu pedido no balcão do caixa, com uma atendente. Nas cidades em que o avanço de estoque for viável economicamente, a CosméticosCo pretende fazer uma campanha para incentivar os revendedores a frequentarem os encontros de ciclo, para que não se perca o contato proporcionado pela loja de revendedora.

Figura 14 – Representação da loja de representante com avanço de estoque



Fonte: Elaboração do autor

Para o modelo matemático que será construído para testar a viabilidade do avanço de estoque para as lojas de representantes e os intramunicipais, serão considerados 24 estabelecimentos: as 16 lojas que pertencem a CosméticosCo e as 8 intramunicipais que são sub utilizadas pela Empresa C.

3.4 Projeto piloto

A principal premissa para a construção do novo modelo logístico é de que a redução no tempo de entrega irá aumentar a receita da CosméticosCo. Tal aumento de receita viria por dois principais motivos; o primeiro seria no aumento de pedidos das atuais consumidoras da marca e o segundo pelo aumento do número de novos consumidores da marca.

Para comprovar tal hipótese, a empresa realizou um projeto piloto em uma região no nordeste do Brasil para testar a sensibilidade no aumento de receita causado pela redução no número de dias de entrega. A duração do piloto foi de 6 meses, desde fevereiro de 2015 até agosto de 2015.

Uma das hipóteses que deveriam ser comprovadas é que a sensibilidade é quase nula quando a demora é muito grande. Dessa forma, a satisfação é a mesma em entregar em 30 ou 35 dias.

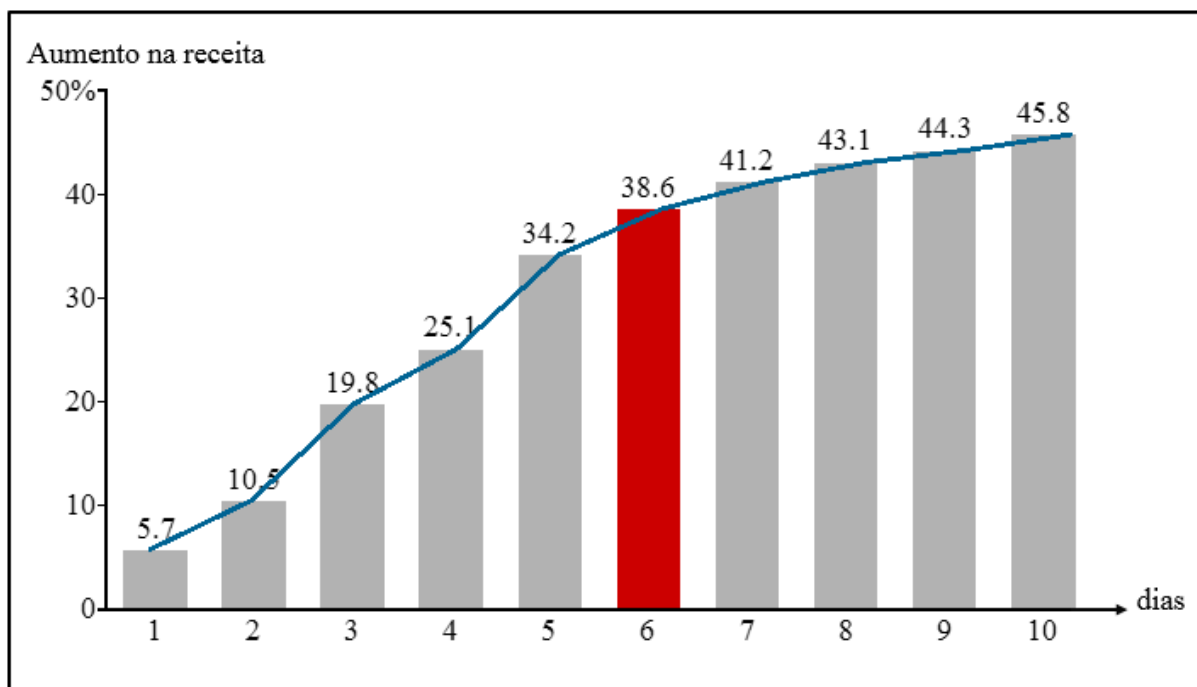
O local escolhido para a realização do projeto piloto deveria atender dois requisitos. O primeiro é de que houvesse uma amostra suficientemente grande de número de pedidos realizado na região, para que o estudo tivesse relevância estatística e sendo assim, ter o seu resultado utilizado como base. O segundo é de que não fosse uma região que pudesse prejudicar a receita da empresa. Por exemplo, o projeto piloto não deveria ser realizado na cidade de São Paulo, cidade que gera mais receita para o grupo, pois qualquer resultado inesperado poderia gerar um impacto econômico negativo muito grande. A condução do estudo foi acompanhada durante esses seis meses por um grupo de 6 pessoas da empresa que garantiram a confiabilidade do resultado.

O Gráfico 10 apresenta os resultados apurados pelo projeto piloto. No eixo das abcissas está representado o número de dias reduzidos do tempo médio de entrega, e no eixo das ordenadas o impacto, em porcentagem, no aumento das receitas com essa melhoria na entrega. Nota-se que o ganho marginal de receita em melhorias que reduzam poucos dias no tempo de entrega é menor do que em grandes reduções.

O valor que será utilizado como parâmetro de entrada na modelagem matemática é de um aumento de 38,6% nas receitas de regiões que forem atendidas pela nova cadeia logística. Isso porque o tempo estimado de otimização na entrega, com a nova cadeia logística é de 6⁹ dias. Dessa forma, a CosméticosCo pretende reduzir de 14 dias para 8 dias o tempo médio de entrega com a mudança.

⁹ O valor de redução no tempo de entrega em 6 dias será utilizado como a base para os resultados, entretanto, no capítulo 8 de análise de sensibilidade será feita uma sensibilidade na redução do número de dias na entrega

Gráfico 10 – Resultado do projeto piloto



Fonte: Projeto piloto da CosméticosCo

Tendo definido a oportunidade de melhoria da CosméticosCo, que é o aumento de receita através da redução da demora na entrega dos produtos e também a maneira que esse problema vai ser resolvido, que é avaliando a possibilidade de avanço de estoque para alguns dos estabelecimentos da empresa, será apresentada a construção do modelo matemático que calculará os resultados.

O próximo capítulo é a revisão bibliográfica das técnicas de modelagem utilizadas para a programação do modelo. Também serão apresentados estudos que possuem problemas similares a esse, de avanço de estoque, além de uma revisão de técnicas financeiras, utilizadas para a conclusão do estudo.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos apontam que nos últimos anos tem crescido muito o interesse por aplicações de técnicas de otimização nos sistemas de produção brasileiros (ver por exemplo Kawamura *et al.*, 2006, Caixeta-Filho (1999, 2006), Colin *et al.* (1999), Kiyuzato *et al.* (2002) e Taube-Netto (1996)). A provável explicação para esse fenômeno é a imensa oportunidade de ganho com a utilização da inteligência de *softwares* especializados para aplicação em otimização de cadeias logísticas no país, que ainda é muito pouco explorado (Santoro e Ronconi (2011)), somado ao contexto econômico atual brasileiro de revisão e corte de custos, remodelagem da cadeia de entrega e redirecionamento de investimentos.

Este capítulo visa fazer uma revisão das técnicas de pesquisa operacional utilizadas para solucionar os problemas desse estudo, bem como fazer um levantamento na literatura de outros autores que já fizeram um trabalho semelhante.

O capítulo será dividido em 4 principais partes. A primeira delas será uma apresentação das técnicas de modelagem em pesquisa operacional que posteriormente serão aplicadas na construção do modelo matemático que será utilizado para resolver o problema desse estudo. A segunda parte apresentará as técnicas de análise financeira que foram utilizadas na apresentação do resultado, a terceira parte apresentará estudos que utilizaram o *software* ‘*What’s Best!*’ para a construção do modelo, e por fim, a última parte tem como objetivo apresentar estudos de alocação de recursos através da pesquisa operacional que foram úteis para o desenvolvimento desse.

O foco do estudo é a aplicação de técnicas de pesquisa operacional em uma empresa de cosméticos brasileira que está em fase de revisão da sua cadeia logística e pretende estudar o posicionamento dos seus centros de distribuição pelo Brasil

4.1 Pesquisa operacional

As técnicas de pesquisa operacional surgiram durante a segunda guerra mundial, quando o serviço militar inglês desenvolveu modelos matemáticos para melhor alocação dos seus radares, melhor gerenciamento de suas frotas terrestres, marítimas e aéreas, Winston (2004). Para Arenales *et al.* (2007), a disciplina pode ser nomeada como a ciência e tecnologia da tomada de decisão.

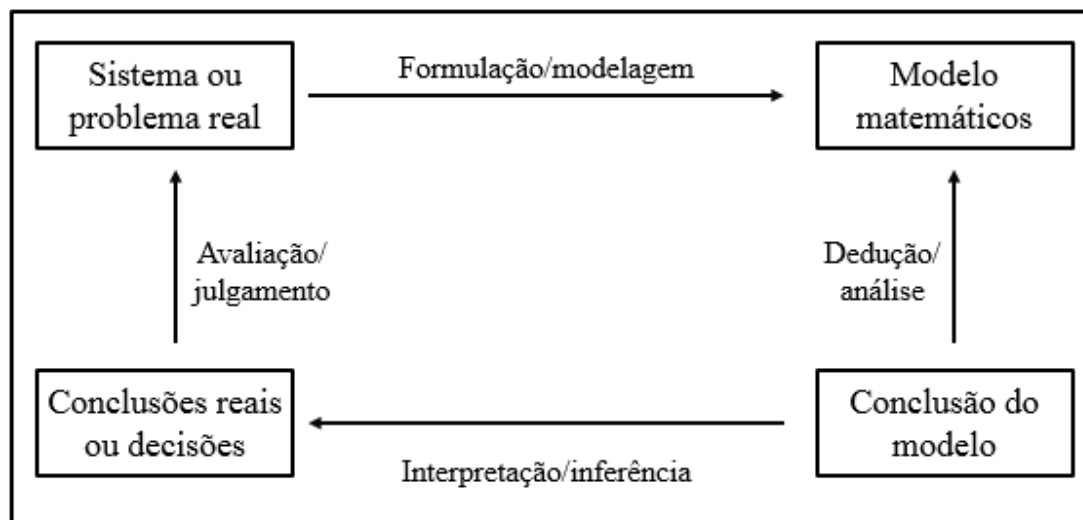
A observação de fenômenos, processos e sistemas que podem ser físicos, químicos, naturais ou sociais faz com que o homem busque leis que os rejam. Para tal exercício, a matemática se mostra a ferramenta fundamental no entendimento de tais fenômenos, que se passíveis de serem descritos por relações matemáticas, dão origem aos modelos matemáticos. Os modelos são abstratos, e procuram imitar através de simulações um fenômeno real (Arenales *et al.* (2007)).

Para a construção de um modelo, algumas simplificações razoáveis do sistema real têm que ser tomadas. Ele deve ser suficientemente complexo com o levantamento de dados para que seja coerente com a realidade. A validação de um modelo se dá através da análise de seu resultado no contexto em que ele foi desenvolvido. (Arenales *et al.* (2007)).

Segundo Arenales *et al.* (2007), a construção de um modelo está dividida em 4 partes principais: a primeira delas é a formulação (modelagem) que define as variáveis e as relações matemáticas, o que permite simular o comportamento do sistema real. A dedução (análise) aplica técnicas matemáticas para resolver o modelo e visualizar as conclusões sugeridas. Para essa parte, é necessária a utilização de um *software* que servirá de base para a construção do modelo. Para esse estudo, o *software* escolhido foi o ‘*What’s Best!*’ por razões posteriormente comentadas. A terceira parte é a interpretação (inferência) dos dados obtidos, que valida a suficiência do modelo para tirar alguma conclusão com os dados. E por fim uma avaliação (julgamento) do modelo, que avaliam se os resultados condizem com o contexto em que o modelo fora empregado ou se precisa de alguma revisão dos dados.

A definição da pesquisa operacional segundo Winston (2004) é “uma abordagem científica para problemas de tomada de decisão, buscando sempre a melhor forma de desenhar e operar um sistema, normalmente sob condições que requerem a alocação de recursos escassos”. A Figura 15 evidencia o processo de modelagem para a tomada de decisão.

Figura 15 – Processo de modelagem



Fonte: Adaptado de Arenales *et al.* (2007)

Um modelo matemático é construído a partir de partes principais básicas. Essas partes básicas são as variáveis de decisão, parâmetros de entrada de dados, função objetivo, restrições e domínio das variáveis. A seguir, será apresentada uma breve descrição de cada uma dessas partes segundo Winston (2004).

- **Variáveis de decisão:** são as variáveis que se deseja obter com a resolução do modelo. Como o próprio nome já diz, elas não são dados constantes, e variam com o modelo.
- **Parâmetros:** São as características do modelo já conhecidas a priori, as premissas. Sendo assim, são os dados de entrada.
- **Função objetivo:** É a expressão matemática a ser otimizada, que representa o objetivo da modelagem. Para se obter o melhor resultado, é necessário maximizar a função objetivo em casos de receita, lucro, quantidade produzida, ou minimizar em casos de custos, recursos gastos e distância percorrida.
- **Restrições:** São as condições de contorno do modelo, os limites das variáveis de decisão. São as restrições as responsáveis em reproduzir a escassez de recursos na formulação do modelo.

- **Domínio de variáveis:** Representa o domínio o qual as variáveis de decisão devem pertencer, como por exemplo o conjunto de inteiros, reais, etc. Um conjunto específico muito utilizado em modelagem, e que será utilizado nesse estudo é o de binários (0,1), normalmente empregado em decisões de utilização ou não de um conjunto de variáveis.

Existe a possibilidade de diferentes domínios de variáveis e relação entre eles, fazendo com que seja possível a existência de diversos modelos matemáticos. Para esse estudo, será utilizado a programação linear inteira mista, garantindo com que o modelo se comporte para encontrar o máximo global na otimização do resultado.

Para a construção do modelo matemático de programação linear inteira mista que será utilizado no estudo sobre a CosméticosCo, foram estudados dois problemas clássicos da pesquisa operacional que servirão de base teórica na modelagem desenvolvida pelo autor. Nenhum dos dois problemas é idêntico ao do estudo, entretanto ambos combinados resolvem subproblemas o que possibilita a construção de todo o modelo.

Problema da mochila

A definição do problema da mochila, segundo Winston (2004), é qualquer problema de programação inteira com apenas uma restrição. O nome do problema advém da seleção de itens a fim de maximizar o valor deles em uma mochila, que tem uma capacidade de estoque limitante (Arenales *et al.* (2007)).

A relevância desse problema para o presente estudo se dará posteriormente, durante a construção do modelo. Essa técnica de modelagem servirá de base para a decisão do avanço ou não do estoque nas lojas de revendedoras.

A modelagem consiste em constantes que multiplicam variáveis de decisão binárias somadas, sujeitas a uma restrição de capacidade. A função objetivo do problema visa maximizar o valor total das constantes multiplicadoras, sem ultrapassar o limite da capacidade.

No livro Arenales *et al.* (2007), pode-se encontrar a formulação do problema da mochila como descrito a seguir. O exemplo é de alocação de projetos.

Índices:

$j=1, \dots, n$ Tipo de projeto

Variáveis:

x_i Variável binária, que caso o projeto seja selecionado é igual a 1, caso contrário é igual a 0

Parâmetros:

p_j Constante que indica o quanto o projeto traz de retorno

a_j Constante que indica o quanto o projeto utiliza de recurso

b Recurso total disponível

Função objetivo:

$$\text{Max} \sum_{j=1}^n p_j \cdot x_j \quad (1)$$

Restrição

$$\sum_{j=1}^n a_j \cdot x_j \leq b \quad (2)$$

Domínio das variáveis:

$$x_j \in \{0, 1\} \quad (3)$$

A função objetivo (1) maximiza o retorno total que os projetos selecionados pelo modelo trarão, utilizando recursos escassos, em que o limite é b .

A restrição (2) determina o máximo de recursos disponíveis para os projetos selecionados, garantindo que não será utilizado nada a mais.

O domínio das variáveis (3) garante que o todas pertençam ao conjunto binário, sendo assim, só podem assumir o valor de 1 e 0.

Apesar de simples, o problema da mochila tem uma aplicação muito importante na pesquisa operacional, e é utilizado como um subproblema toda vez que existe uma dicotomia, como no caso desse estudo a decisão entre avançar ou não o estoque. Entretanto, o problema da mochila sozinho não seria suficiente para desenvolver a modelagem completa desse estudo. Complementarmente foi utilizado como base o problema de transporte, transbordo e designação.

Problema de transporte, transbordo e designação

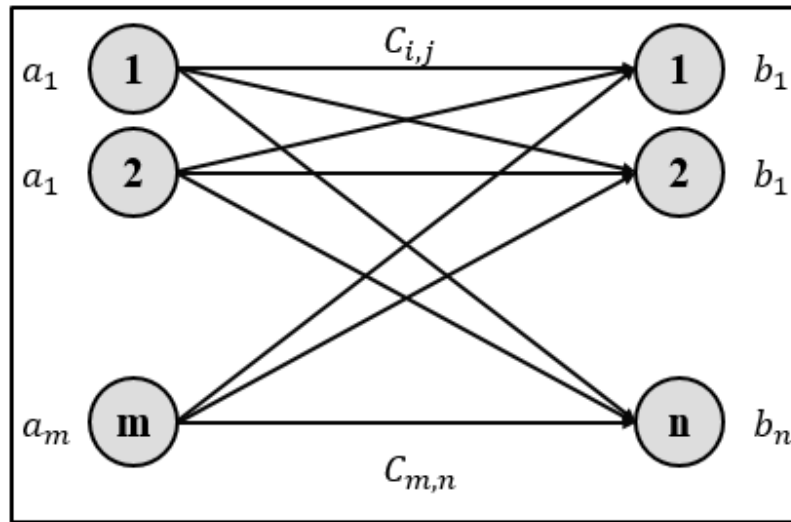
A definição desse tipo de problema, segundo Arenales *et al.* (2007), referem-se ao transporte ou distribuição de produtos de centros de distribuição aos mercados consumidores. O modelamento deve considerar que o produto tem que chegar ao destino final, atendendo as restrições de oferta e demanda com o menor custo possível.

No presente estudo, ao invés da minimização da receita, será utilizado a maximização do custo. Portanto cada rota, além do custo incorrido, terá uma receita associada.

Na formulação do problema, os centros de distribuição são denominados origens. No caso desse estudo, as origens serão as lojas de representantes. Os mercados consumidores são denominados destino, e no caso da CosméticosCo, o destino são os estados brasileiros. A formulação básica supõe que existam n destinos e m origens, e que o custo de transportar um produto da origem i para

o destino j é $c_{i,j}$. Além disso, as restrições de oferta do destino é a_i , e a demanda do produto no destino j é b_j . Um esquema gráfico para representar as origens, os destinos, bem como as ofertas e as demandas está representado na Figura 16.

Figura 16 – Rede de transporte



Fonte: Adaptado de Arenales et al. (2007)

As variáveis do problema são a quantidade de produtos que saem da origem e chegam no destino. $x_{i,j}$ é a quantidade de produto que sai da origem i e chega ao destino j . A quantidade de produto transportado de i para j não pode ser negativo, portando uma restrição do modelo é de que $x_{i,j} > 0, j = 1, \dots, n$ e $i = 1, \dots, n$.

Se $x_{i,j}$ é a quantidade de produto transferido da origem i para o destino j , e $c_{i,j}$ o custo unitário de transferência da origem i para o destino j , então $c_{i,j} \cdot x_{i,j}$ é o custo incorrido para realizar essa operação. O custo total de transporte é a somatória de custos de todas as rotas, ou seja, $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{i,j} \cdot x_{i,j}$. Esse custo deve ser minimizado. No estudo da empresa CosméticosCo, ao invés de custo, será utilizado o lucro gerado para cada produto transportado (cada rota terá uma receita e um custo associado), e o lucro total deve ser maximizado.

Além disso, existe uma restrição de oferta máxima da origem, que pode ser representado por $\sum_{j=1}^n x_{i,j} \leq a_i$, e a restrição de demanda no destino, representado por $\sum_{i=1}^m x_{i,j} \leq b_j$.

Dessa forma, o modelo completo é definido por:

Função objetivo:

$$\min f(x_{1,1}, x_{1,2}, x_{m,n}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{i,j} \cdot x_{i,j} \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^m x_{i,j} \leq a_1 \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} \leq b_j \quad j = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$x_{i,j} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \text{ e } j = 1, \dots, n \quad (7)$$

Domínio das variáveis:

$$x_{i,j} \in R \quad (8)$$

Além dos dois problemas clássicos revisados (problema da mochila e problema de transporte, transbordo e designação), para decidir entre avançar ou não o estoque para determinado estabelecimento foi revisado a técnica de modelagem com várias binárias Arenales *et al.* (2007).

Para esse tipo de problema, a modelagem é construída de modo que haja uma decisão entre a ocorrência ou não de um evento, de modo que uma variável binária x seja igual a um se o evento ocorre e igual a zero se o evento não ocorre.

Na modelagem desenvolvida para a CosméticosCo nesse estudo, caso houvesse o avanço de estoque para um estabelecimento i , o mesmo passaria a ser uma origem para o modelo, desse modo, as rotas de transporte de produtos poderiam se iniciar do estabelecimento i . Entretanto, esse avanço de estoque incorre um custo fixo para a abertura do estabelecimento (aluguel, investimentos em manutenção, etc.), além do custo variável linear e proporcional ao volume avançado para o estabelecimento.

Denominando o custo fixo como s , e o custo variável constante a uma taxa c , e o volume avançado do estoque v , pode-se definir o custo de produção $K(v)$ por:

$$K(v) = \begin{cases} s + cv & \text{se } v > 0 \\ 0 & \text{se } v = 0 \end{cases} \quad (9)$$

A função $K(v)$ não é linear, devido a descontinuidade no ponto 0, o que faria que o modelo matemático não chegasse a uma solução ótima. Para representar essa função de forma linear com uma variável inteira, seja M um limitante superior da capacidade do estabelecimento, e y uma variável binária tal que $y = 0$ implica $x = 0$ ou, equivalentemente, $x > 0$ implica $y = 1$. Então o custo K pode ser reescrito por:

$$K(v) = sx + cx \quad (10)$$

$$x \leq My \quad (11)$$

4.2 Análise financeira

A ciência da tomada de decisão, da pesquisa operacional, servirá nesse estudo de base para indicar em quais estabelecimentos os estoques da empresa estudada devem ser avançados. Para adaptar a cadeia logística atual para um novo modelo proposto, serão necessários investimentos estruturais por parte da empresa. Gerencialmente, os recursos disponíveis para investimento de uma companhia são escassos, sendo assim, esse estudo fará uma priorização dos investimentos na linha do tempo, por ordem de atratividade, utilizando para isso técnicas de engenharia econômica. Ademais, as análises de sensibilidade do modelo construído no estudo utilizarão técnicas financeiras para sugerir a viabilidade econômica de futuros investimentos para a empresa, como

por exemplo o valor máximo pago no metro quadrado da propriedade vizinha para que se tenha uma taxa de retorno atraente.

O primeiro conceito que servirá de base para as análises é o fluxo de caixa, sem capital de terceiros. Motta *et al.* (2009) apresenta que o fluxo de caixa é o lucro líquido, somado da depreciação e a amortização. O fluxo de caixa será essencial para calcular todos os indicadores de viabilidade econômica de um investimento.

Para que fluxos de caixas em períodos temporais distintos sejam comparáveis, os valores devem ser atualizados a uma taxa de juros entre os períodos. Isso porque fluxos de caixas idênticos, em períodos de tempo distintos não tem o mesmo valor em um cenário em que os juros são diferentes de zero.

Motta *et al.* (2009) apresenta a fórmula de atualização para um regime de juros compostos, em que i é a taxa de juros de uma empresa, P é o valor presente e F o valor futuro:

$$F = P.(1+i)^n \quad (12)$$

Essa fórmula pode ser invertida quando o objetivo for atualizar um fluxo de caixa futuro a valor presente.

O principal objetivo de um método de avaliação de investimento é quantificar as oportunidades de negócio que aparecem para uma determinada empresa. Um investimento pode trazer ganhos de caixas futuros, entretanto, esses ganhos podem ou não ser suficientes para que esse investimento se mostre viável economicamente.

A análise de fluxo de caixa descontado é a comparação de um investimento realizado no tempo $t=0$ com os ganhos gerados por ele nos tempo $t = 1, \dots, n$, mas trazidos a valor presente. A técnica que será utilizada nesse estudo é a de valor presente líquido (VPL), que é a atualização de todos os fluxos de caixa de um investimento para o momento inicial (valor presente), Motta *et al.* (2009).

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{\text{Fluxo de caixa}_i}{(1 + \text{taxa de juros})^j} \quad (13)$$

Para esse estudo, a análise do VPL será utilizada para os resultados totais dos ganhos de investimento e também nas análises de sensibilidade, para calcular a viabilidade econômica dos investimentos.

O modelo apontará alguns investimentos que são economicamente viáveis, entretanto, alguns investimentos geram mais resultados para a empresa do que outros. A fim de priorizar os investimentos em uma linha do tempo, esse estudo fará uma análise de tempo de pagamento do investimento, que é a quantidade de período que se leva para recuperar o investimento (Motta *et al.* (2009)). Na fórmula apresentada, k é o número de anos para o *payback* e j é a taxa de juros do capital.

$$(k) = (\text{Investimento inicial}) / \left(\sum_{i=0}^{k-1} \frac{\text{Fluxo de caixa}_i}{(1 + j)} \right) \quad (14)$$

4.3 Software ‘What’s Best!’

Para resolver o modelo matemático, se faz necessário o uso de um *software* potente e bem conceituado no mercado que desempenhe de forma efetiva. Diversas são as aplicações no mercado que poderiam suprir a demanda computacional necessária para resolver o problema que será apresentado.

Para o presente estudo, foi necessário o contato constante e direto com funcionários da empresa estudada, principalmente na etapa de levantamento de dados. O problema utilizou mais de 1000 diferentes parâmetros, cada um deles cedidos pela empresa em tabelas de Excel. O Excel é a ferramenta de trabalho mais comum dentro das empresas e de mais fácil aceitação em interações com os colaboradores, que já estão habituados com a interface.

Sendo assim, a escolha do *software* para resolução do problema matemático avançado foi feita com base naquele com a interface mais amigável para os colaboradores que contribuiriam com os dados.

Outros estudos também escolheram o *software* como ferramenta para desenvolver o modelo matemático de programação linear. Vide Santoro e Ronconi (2011), estudo que modelou o transporte e estocagem de cloreto de potássio para a indústria de fertilizantes e Kawamura *et al.* (2006), que otimizou o transporte e estocagem de produtos finais para a indústria de açúcar e etanol.

4.4 Estudos sobre alocação

O uso de problemas matemáticos para aplicação em problemas de alocação de estoque tem vasta informação e estudos na literatura. Algumas das aplicações que foram citadas pelos autores Santoro e Ronconi (2011), e foram utilizados durante o estudo são Gutierrez (1996) que desenvolveu um modelo de Programação Linear (PL) multiproduto e multi período para otimizar a produção, armazenagem de matérias-primas e de produtos acabados e distribuição para uma empresa de insumos agrícolas com alta sazonalidade de consumo. Schuster e Allen (1998) abordaram um problema de planejamento agregado de um produtor subprodutos de frutas, minimizando o transporte, a fabricação e os custos de armazenamento utilizando um modelo PL. Colin *et al.* (1999), organizou a distribuição de açúcar num moinho usando um modelo linear multi periódico. Rabinowitz e Mehrez (2001) apresentou um modelo de multi período não-linear de reestruturação do sistema de logística de uma empresa do setor de extração de potássio. Eles analisaram e sugeriram mudanças na capacidade de armazenagem de cada subproduto nos pontos de distribuição.

Em resumo, o presente trabalho consistirá em analisar a atual condição logística da empresa de cosméticos e a possível otimização de sua rede de distribuição. As restrições serão baseadas na demanda dos produtos, no poder de compra dos brasileiros e no posicionamento da concorrência. A ferramenta utilizada para modelagem será o '*What's Best!*', com utilização da matemática aplicada para encontrar a melhor solução.

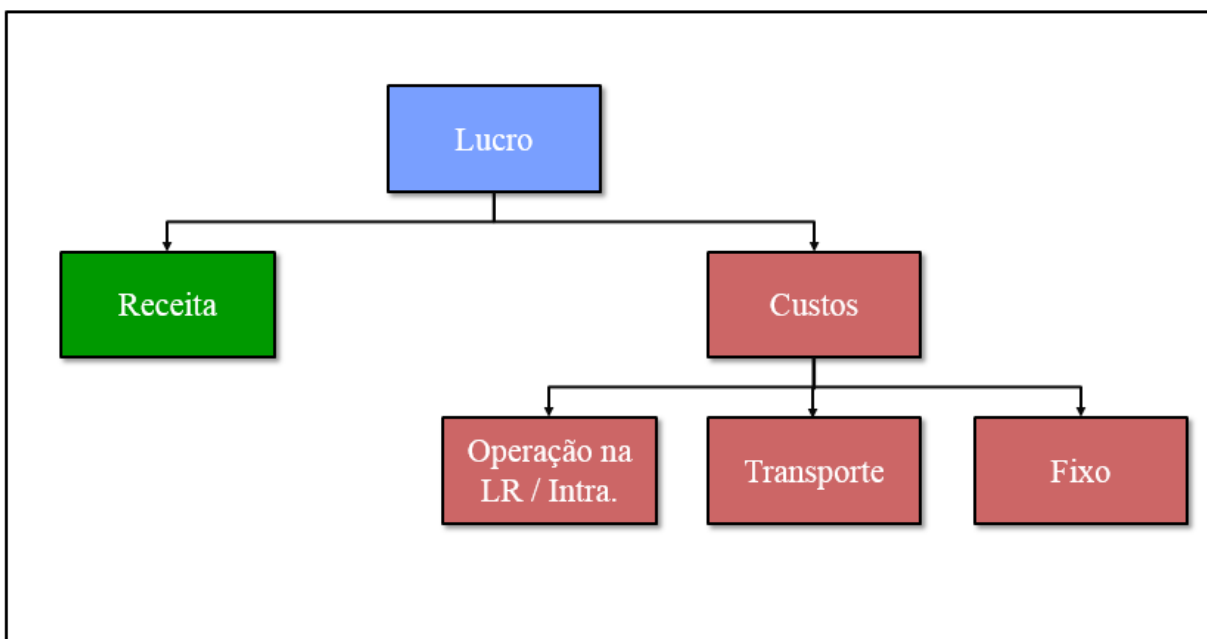
5. LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os principais parâmetros do modelo, bem como descrever a maneira que os dados foram levantados. A obtenção dos dados é uma etapa crítica para a performance eficaz do modelo matemático, já que qualquer levantamento de dados errôneo pode influenciar significativamente no resultado final.

Para o presente estudo, foram feitas 6 reuniões presenciais com um dos funcionários da CosméticosCo que forneceu todos os dados requeridos, mais diversos contatos telefônicos para esclarecimento de dúvidas.

A primeira etapa para a construção do modelo é levantar quais serão todas as variáveis e parâmetros envolvidos na construção do mesmo. Para isso, foi feito um esquema de receitas e custos envolvidos na cadeia logística da empresa. A Figura 17 apresenta esse esquema.

Figura 17: Grandes grupos de parâmetros



Fonte: Elaboração do autor

A seguir será apresentado o levantamento de parâmetros dividido nos 4 grupos que foram definidos. Alguns dos custos já existem para empresa atualmente, mas ainda não estão relacionados com a cadeia logística, mas sim com as vendas da empresa.

5.1 Receitas

As receitas da CosméticosCo provêm da venda dos produtos para os representantes de vendas, seja pela entrega na porta dos revendedoras, ou nas vendas realizadas pelas lojas de representantes.

Todas as vendas são registradas pela empresa e as informações ficam guardadas em uma base de dados chamada base de pedidos. Essa base contém várias informações das vendas, como o nome da representante que fez o pedido, o número do pedido, o código do pedido, o preço de venda¹⁰ de cada um dos produtos do pedido, o volume total do pedido em m³, a cidade em que a representante se encontra, entre outros.

A CosméticosCo disponibilizou para esse estudo a base de pedidos completa de 2014. Essa base será utilizada para calcular o preço de vendas por volume em cada um dos estados brasileiros. Esse parâmetro será utilizado como entrada no modelo para as receitas de cada estado.

A Figura 18 apresenta a parte da base de dados relevante para esse estudo. Essa base fica armazenada em planilhas de Acces. A medida de volume padrão da empresa é o metro cúbico. A somatória do volume do pedido é utilizada para calcular a necessidade de espaço necessário no transporte.

Figura 18 - Base de pedidos

Código rev	Produtos	Cód Cidade	Estado	Volume (m ³)	Preço
32	Maquiagem	12	SP	0,12	114
502	Batom	233	MG	1,7	234
324	Creme mãos	2345	SP	0,04	1234
2453	Shampoo	324	RN	2,4	789
5323	Crème pós bar	5423	RJ	1,2	840

Fonte: CosméticosCo

¹⁰ O preço de venda é o valor pago pelo representante de vendas diretamente para a CosméticosCo, que é diferente do preço revendido no mercado. (Os representantes vendem os produtos com um lucro de 30%)
As promoções são descontadas desse valor de vendas.

O parâmetro de entrada do modelo, para a parte de receitas é o preço médio de vendas por volume (R\$/m³) em cada um dos 27¹¹ estados brasileiros. Para obter esse dado da base de dados, foi somada toda a receita gerada para cada um dos estados brasileiros, e todo o volume entregue para esse mesmo estado. A divisão de toda a receita por todo o volume resulta no valor médio por volume vendido em cada estado brasileiro. Esse parâmetro é popularmente conhecido no varejo como *ticket médio de vendas*.

Na modelagem, esse parâmetro será multiplicado por uma variável de volume. Essa variável apontará o quanto de volume deve sair de cada uma das origens até cada um dos destinos.

A Tabela 3 mostra o preço de venda por volume em litros para todos os estados brasileiros. O maior *ticket*, como esperado, é do estado de São Paulo, o que na prática significa que é o estado que compra os produtos mais caros. Nota-se que os *tickets médios* dos estados são parecidos, significando que o mix de vendas de produtos da empresa não é regionalizado.

Tabela 3 – Preço por volume nos estados brasileiros

Estado	(R\$/m ³)	Estado	(R\$/m ³)	Estado	(R\$/m ³)
AC	921	MA	991	RJ	1.110
AL	986	MT	945	RN	857
AP	840	MS	821	RS	884
AM	886	MG	969	RO	832
BA	827	PA	811	RR	904
CE	882	PB	845	SC	937
DF	964	PR	901	SP	1.141
ES	835	PE	944	SE	990
GO	850	PI	959	TO	834

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

Se a CosméticosCo realizar a entrega através dos estabelecimentos com avanço de estoque, o aumento do valor da receita é de 38,6%. Com isso, o valor do parâmetro de entrada no modelo aumenta na mesma proporção. Na Tabela 4, está representado o preço por volume, com o avanço de estoque.

¹¹ 26 estados mais o Distrito Federal, que durante todo o estudo será tratado como um estado.

Tabela 4 – Preço por volume nos estados brasileiros, com avanço de estoque

Estado	(R\$/m ³)	Estado	(R\$/m ³)	Estado	(R\$/m ³)
AC	1276	MA	1374	RJ	1539
AL	1367	MT	1310	RN	1187
AP	1164	MS	1138	RS	1226
AM	1228	MG	1344	RO	1153
BA	1146	PA	1125	RR	1252
CE	1223	PB	1170	SC	1298
DF	1337	PR	1249	SP	1581
ES	1158	PE	1308	SE	1373
GO	1179	PI	1329	TO	1156

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

5.2 Custo de operação na LR

No modelo de vendas atual, as lojas de representante são o destino final da cadeia logística, e as atividades realizadas nelas são exclusivamente voltadas para as vendas dentro das lojas. Entretanto, no caso de os estoques serem avançados para as lojas de representante, algumas atividades seriam adicionadas no dia a dia dos funcionários, aumentando o custo com funcionários e armazenamento de produtos dentro das lojas de representante.

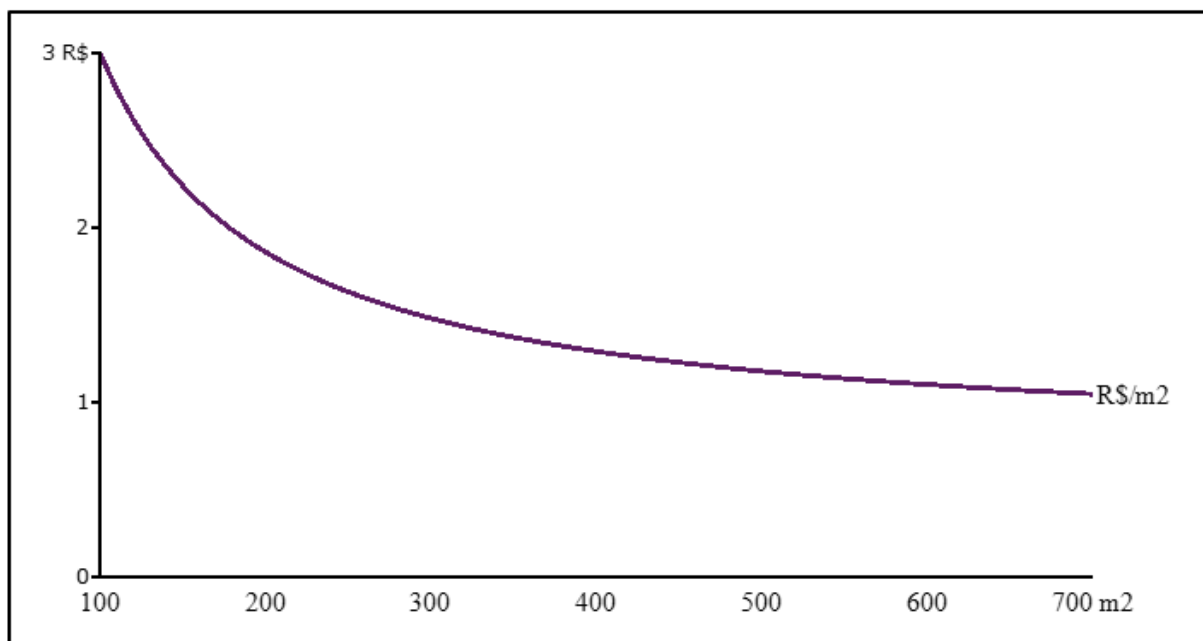
O custo total gasto dentro das lojas é diretamente proporcional ao volume, pois exige mais trabalho dos funcionários. Entretanto, o aumento no custo total não é linear, pois existe um ganho de escala na operação com volumes maiores. Por exemplo, operações de maior escala diminuem a ociosidade média dos funcionários, aumentam a taxa de ocupação das prateleiras, reduzindo perda, etc.

Para o cálculo do custo operacional e do volume, A CosméticosCo tem um estudo interno de tempos e custos realizado em 2013 para um projeto de custeio da empresa que contém o dado do custo da operação por m². Lojas maiores, têm custo operacionais maiores, mas uma loja com o dobro de tamanho de outra não tem duas vezes mais custos, pois existe o ganho de escala. Os dados disponibilizados servirão de parâmetros para o aumento do custo da operação nas lojas de

representantes. A base de cálculo é o tamanho das lojas de representante e quantos metros quadrados poderão ser expandidos.

O Gráfico 11 apresenta o resultado do estudo do aumento da metragem de um estabelecimento e o custo operacional para essa adaptação. O Gráfico 11 apresenta que para uma loja de 100m² o custo de operação por metro quadrado é de R\$3, enquanto em uma loja de R\$700m² o custo de operação é de aproximadamente R\$1.

Gráfico 11 – Aumento marginal no custo de operação na Loja de representantes



Fonte: Estudo da CosméticosCo

Na Tabela 5, está representada o tamanho das lojas de representantes da CosméticosCo e das intramunicipais. Com o tamanho de cada uma das lojas de representantes e o dado levantado pela CosméticosCo do aumento marginal nos custos de operação, pode-se encontrar o custo total de operação nos estabelecimentos com o avanço de estoque.

Tabela 5 – Custo operacional por Loja de representante

Especificação	Estado	Tamanho (m²)	Custo (R\$)	Especificação	Estado	Tamanho (m²)	Custo (R\$)
LR 1	RS	217	379	LR 13	BA	690	726
LR 2	SP	210	379	LR 14	PE	587	647
LR 3	SP	244	401	LR 15	CE	358	481
LR 4	SP	147	329	LR 16	RN	665	704
LR 5	SP	121	314	Intramunicipal 1	SC	326	459
LR 6	SP	224	387	Intramunicipal 2	PR	167	343
LR 7	SP	194	365	Intramunicipal 3	SP	136	322
LR 8	RJ	596	654	Intramunicipal 4	RJ	303	444
LR 9	MG	227	387	Intramunicipal 5	MG	159	336
LR 10	MG	130	314	Intramunicipal 6	GO	545	618
LR 11	DF	209	372	Intramunicipal 7	SE	697	726
LR 12	GO	568	632	Intramunicipal 8	CE	497	582

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

5.3 Custo de transporte

Os custos de transporte são relacionados com o deslocamento dos produtos de um estado a outro. Os principais montantes desse custo são referentes ao combustível para realizar o transporte, mas também incluem a manutenção dos veículos, a operação logística com custos rateados, seguros dos veículos e pagamentos dos funcionários.

Para o cálculo, foi utilizado uma tabela de distâncias interestaduais, que está no anexo I do estudo. Os custos de entrega atuais foram cedidos pela CosméticosCo, bem como os valores para se calcular o custo no novo padrão logístico. O custo calculado é real por litros transportados. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 6 – Custo de transporte

Custo Transporte																												
Número do CD		AC	AL	AP	AM	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA	PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	RR	SC	SP	SE	TO
RS	1	2365	106	819	3469	16	106	111	439	99	108	1013	5171	11	117	131	102	99	123	125	51	105	2534	4888	98	99	122	1023
SP	2																											
SP	3									930		930	523	538				705			468					101		
SP	4									937		1088														94		
SP	5									992			503	569							411					108		
SP	6											1077		543			437				390				105			
SP	7												1134	533			418								104			
SP	8								348												416				100			
RJ	9								475					438							109					472		
MG	10							780		908		1350		101													1777	
MG	11					1351		741				1382		96													1770	
DF	12							106		89																		1014
GO	13	2765			3411			210		93		950																
BA	14		630			101	1482																				349	
PE	15		288			303	753																				540	
CE	16			771		1456	105																				1033	
RN	17					132	133																				106	
SC	18																											
PR	19																											
SP	20																											
RJ	21																											
MG	22					1322				531																		
GO	23				3423					973		523		101														
SE	24			385		382	1182																				107	
CE	25			848		506	93								2042	617		461	1082			750						1258

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

5.4 Custo fixo

O grupo de custo fixo engloba todos os custos da estrutura física das lojas de representante que serão utilizados na nova operação logística e não variam com quantidade de volume que passa pelo estabelecimento, bem como o custo de capital para as implementações feitas.

Os três subgrupos que compõe os custos fixos são o custo de aluguel dos galpões, o custo de manutenção (inclui todos os serviços de manutenção realizados dentro dos estabelecimentos) e por fim o custo de capital empregado nas edificações.

O custo de aluguel foi levantando junto ao departamento financeiro da CosméticosCo, e se refere ao custo pago atualmente nas regiões em que se encontram cada uma das lojas de representantes. O preço levantado foi do aluguel por m² que junto com o tamanho das lojas de representante davam o custo total do aluguel. A Tabela 7 mostra o custo de aluguel para cada uma das lojas de representantes.

Tabela 7 – Custo de aluguel para as lojas de representantes

Especificação	Estado	Tamanho (m ²)	Custo (R\$/m ²)	Custo (R\$)	Especificação	Estado	Tamanho (m ²)	Custo (R\$/m ²)	Custo (R\$)
LR 1	RS	217	160	34.762	LR 13	BA	690	121	83.816
LR 2	SP	210	245	51.413	LR 14	PE	587	102	59.688
LR 3	SP	244	184	44.903	LR 15	CE	358	106	38.071
LR 4	SP	147	180	26.475	LR 16	RN	665	108	71.869
LR 5	SP	121	189	22.950	Intramunicipal 1	SC	326	125	40.664
LR 6	SP	224	182	40.755	Intramunicipal 2	PR	167	97	16.173
LR 7	SP	194	234	45.328	Intramunicipal 3	SP	136	176	23.878
LR 8	RJ	596	223	133.240	Intramunicipal 4	RJ	303	197	59.648
LR 9	MG	227	203	45.937	Intramunicipal 5	MG	159	199	31.789
LR 10	MG	130	175	22.712	Intramunicipal 6	GO	545	153	83.287
LR 11	DF	209	175	36.651	Intramunicipal 7	SE	697	119	82.869
LR 12	GO	568	129	73.356	Intramunicipal 8	CE	497	90	44.947

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

O custo de manutenção foi fornecido pela equipe financeira da empresa, baseado nos cálculos da equipe para o controle do custeamento de cada loja de representante. A base de medida é o

tamanho da loja de representante. A Tabela 8 apresenta o custo de manutenção para cada uma das lojas de representantes.

Tabela 8 – Custo de manutenção

Especificação	Estado	Tamanho (m ²)	Custo (R\$/m ²)	Custo (R\$)	Especificação	Estado	Tamanho (m ²)	Custo (R\$/m ²)	Custo (R\$)
LR 1	RS	217	165	35.808	LR 13	BA	690	113	77.664
LR 2	SP	210	210	44.149	LR 14	PE	587	113	66.049
LR 3	SP	244	210	51.335	LR 15	CE	358	113	40.224
LR 4	SP	147	210	30.963	LR 16	RN	665	113	74.835
LR 5	SP	121	210	25.465	Intramunicipal 1	SC	326	113	36.679
LR 6	SP	224	210	47.116	Intramunicipal 2	PR	167	113	18.832
LR 7	SP	194	210	40.749	Intramunicipal 3	SP	136	210	28.522
LR 8	RJ	596	233	138.627	Intramunicipal 4	RJ	303	233	70.551
LR 9	MG	227	173	39.095	Intramunicipal 5	MG	159	173	27.508
LR 10	MG	130	173	22.363	Intramunicipal 6	GO	545	150	81.812
LR 11	DF	209	150	31.338	Intramunicipal 7	SE	697	113	78.449
LR 12	GO	568	150	85.136	Intramunicipal 8	CE	497	113	55.884

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

O último dos custos considerados é o custo de capital gasto com as lojas de representante. Esse custo leva em consideração os investimentos feitos dentro das lojas de representante. As construções não são consideradas nesse custo. É basicamente o valor investido com os móveis, dinheiro gasto com pintura, pequenas reformas feitas no prédio, remunerados a uma taxa de juros de 12,5% ao ano¹² que são pagos mensalmente. O fornecimento dos dados foi feito pela equipe financeira da CosméticosCo.

Para tal custo, existe um risco de aumento dos juros, pois o empréstimo feito pela empresa tem uma taxa muito abaixo das que estão sendo praticadas hoje no mercado. Esse estudo trabalhará com a taxa de 12,5% que é o valor atual do empréstimo da empresa. A Tabela 9 apresenta o custo de capital para cada uma das lojas de representantes.

¹² Valor atual dos juros de empréstimo

Tabela 9 – Custo de capital

Especificação	Estado	Custo (R\$)	Especificação	Estado	Custo (R\$)
LR 1	RS	106.339	LR 13	BA	338.269
LR 2	SP	103.014	LR 14	PE	287.682
LR 3	SP	119.781	LR 15	CE	175.200
LR 4	SP	72.247	LR 16	RN	325.949
LR 5	SP	59.418	Intramunicipal 1	SC	159.758
LR 6	SP	109.938	Intramunicipal 2	PR	82.024
LR 7	SP	95.081	Intramunicipal 3	SP	66.551
LR 8	RJ	292.160	Intramunicipal 4	RJ	148.688
LR 9	MG	111.053	Intramunicipal 5	MG	78.138
LR 10	MG	63.523	Intramunicipal 6	GO	267.252
LR 11	DF	102.369	Intramunicipal 7	SE	341.688
LR 12	GO	278.110	Intramunicipal 8	CE	243.405

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

A soma de todos os custos fixos para transformar uma loja de representantes em um centro de distribuição na cadeia logística da CosméticosCo está apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 – Total dos custos fixos

Especificação	Estado	Custo (R\$)	Especificação	Estado	Custo (R\$)
LR 1	RS	176.910	LR 13	BA	499.749
LR 2	SP	198.576	LR 14	PE	413.419
LR 3	SP	216.018	LR 15	CE	253.496
LR 4	SP	129.685	LR 16	RN	472.653
LR 5	SP	107.832	Intramunicipal 1	SC	237.101
LR 6	SP	197.809	Intramunicipal 2	PR	117.029
LR 7	SP	181.159	Intramunicipal 3	SP	118.950
LR 8	RJ	564.027	Intramunicipal 4	RJ	278.887
LR 9	MG	196.086	Intramunicipal 5	MG	137.436
LR 10	MG	108.598	Intramunicipal 6	GO	432.350
LR 11	DF	170.358	Intramunicipal 7	SE	503.006
LR 12	GO	436.602	Intramunicipal 8	CE	344.235

Fonte: Elaboração do autor baseado em dados da CosméticosCo

Com todos os parâmetros para a construção do modelo levantados, o próximo passo é a programação do modelo, para futura apuração dos resultados. A modelagem matemática será apresentada no próximo capítulo.

6. MODELO MATEMÁTICO

No presente capítulo será apresentado e descrito um modelo de programação linear inteira mista (PLIM) que representará o problema de decisão de avanço de estoque das centrais de recebimento para as lojas de representante modelado para uma empresa de cosméticos. No modelo, será avaliada a possibilidade para fazer o avanço para as 24 lojas de representante que pertencem ao grupo proprietário da CosméticosCo. Dessas 24 lojas de representante, 16 pertencem à própria empresa, e outras 8 pertencem ao grupo.

O modelo matemático apontará quantas lojas de representante tem o avanço de estoque como uma opção economicamente viável e a localização das mesmas, bem como o volume de produtos que deve ser entregue através de tais centrais e os estados de destino final.

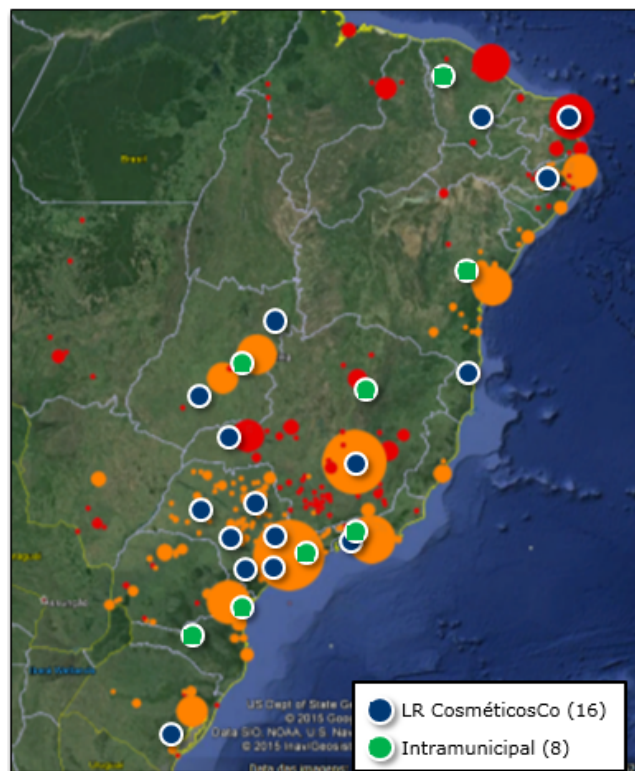
6.1 Descrição genérica do problema

Atualmente a distribuição dos produtos vendidos da CosméticosCo para os seus mais de 40 mil revendedores ocorre por meio de centrais de recebimento espalhadas pelo Brasil, que recebem o produto de dois grandes centros de distribuição localizados perto das fábricas. As centrais de recebimento ficam longe dos grandes centros onde são feitas as vendas dos produtos, o que ocasiona um tempo maior de espera pelos representantes de vendas, abrindo espaço para a venda do concorrente e uma consequente perda de receita e de participação no mercado.

Como o grupo da CosméticosCo possui 24 Lojas de representantes, o modelo calculará a possibilidade de utilizar tais pontos como centros de distribuição, fazendo um avanço de estoque. O Brasil possui 27 estados, e todos são atendidos pela CosméticosCo. A priori a demanda de todos os estados entrará na modelagem, mas caso não seja interessante economicamente atender a demanda de determinado estado, o volume entregue para o mesmo será igual a zero e a opção nesse caso será de cessar o atendimento para estados não lucrativos para a empresa.

Na Figura 19 (mesma imagem da Figura 12) podemos visualizar o mapa do Brasil com a localização de cada loja de representante. Como esperado, a maior concentração das lojas de representante se dá na região sudeste do Brasil, já que essa região possui a maior demanda no território brasileiro, cerca de 45% da receita, e as centrais funcionam como lojas exclusivas para revendedores da marca.

Figura 19 – Mapa das lojas de representantes



Fonte: Base interna CosméticosCo

As variáveis utilizadas no modelo serão 24 variáveis binárias, que representarão cada uma das lojas de representante, cujo resultado apontará a necessidade ou não da utilização como centro de distribuição. Além dessas, serão utilizadas as variáveis de volume que determinarão o quanto de volume servirá cada estado por meio de uma loja de representante. A priori, seriam 648 variáveis de volume (24 lojas de representantes podendo atender 27 estados), mas como uma loja de representante não tem capacidade para atender todos os estados do país (é inviável logisticamente que lojas de representante sirvam estados que estejam muito longe delas), o número de variáveis foi reduzido para 168. No Apêndice B é apresentado um mapa que aponta um “de-para” de todas as lojas de representante e os estados que elas atendem, além de uma legenda que apresenta o número da loja de representante e o estado que ela se encontra. Para a modelagem, será considerado o modelo de entrega atual pelas centrais de recebimento como o padrão, e a decisão de avançar ou não o estoque será comparado com o custo logístico desse modelo. A Tabela 11 apresenta cada um dos 25 pontos de origem. A origem 1 é como funciona hoje a cadeia de entrega na CosméticosCo,

através das centrais de recebimento atendendo todos os estados. As outras 24 origens são os estabelecimentos que terão o avanço de estoque testado.

Tabela 11 – Lista das lojas de representante para expansão

Número da LR	Especificação	Estado
1	Centro de recebimento	Todos
2	LR 1	RS
3	LR 2	SP
4	LR 3	SP
5	LR 4	SP
6	LR 5	SP
7	LR 6	SP
8	LR 7	SP
9	LR 8	RJ
10	LR 9	MG
11	LR 10	MG
12	LR 11	DF
13	LR 12	GO
14	LR 13	BA
15	LR 14	PE
16	LR 15	CE
17	LR 16	RN
18	Intramunicipal 1	SC
19	Intramunicipal 2	PR
20	Intramunicipal 3	SP
21	Intramunicipal 4	RJ
22	Intramunicipal 5	MG
23	Intramunicipal 6	GO
24	Intramunicipal 7	SE
25	Intramunicipal 8	CE

Fonte: CosméticosCo

Como explicado na seção 5.1, cada estado tem um preço médio de venda por volume específico, o *ticket médio* do estado. Na prática esse valor não se altera tanto entre os 27 estados brasileiros. Cada estado tem uma demanda específica, que, como já dito, se concentra grande parte na região sudeste do país. Com a redução do tempo de entrega dos produtos na casa dos revendedores, a receita do estado deve aumentar (a CosméticosCo fez um piloto, citado na seção

3.4, que aponta o aumento de 38,6% da receita para a redução do tempo de entrega de 14 para 8 dias).

Em relação aos custos, serão divididos em 3 grandes grupos, conforme:

Custo de transporte:

É o custo que engloba tudo o que é relacionado com o transporte na viagem do centro de distribuição até a mão do cliente, no caso os revendedores.

Custo de operação dentro da loja de representantes:

Atualmente as lojas de representante funcionam como pequenas lojas e continuariam com essa função de qualquer maneira. Entretanto, caso a escolha seja avançar o estoque para as centrais, alguns custos adicionais surgirão, tais como manutenção do estoque, *picking*, custo do espaço, entre outros. Esse grande grupo de custos serão considerados no modelo através do custo total adicional de operação dentro de uma loja de representante.

Custo fixo:

O terceiro grande grupo são os custos fixos. Eles só serão considerados caso a loja de representante abra um estoque conjunto com a loja, dessa forma avançando o estoque. No custo fixo estão inclusos o custo de contratação de novos funcionários, custo de construção do novo espaço, custo de aluguel, entre outros.

Dessa forma, o modelo resumidamente maximizará o lucro, levando em consideração o aumento de receita gerado pela diminuição no tempo de entrega e o custo que isso irá acarretar.

6.2 Formulação matemática:

Nessa sessão será apresentada a modelagem matemática de programação linear inteira mista (PLIM).

Índices: $i = 1, \dots, 25$

Estabelecimento de onde sairão os produtos para atender a demanda de todos os estados brasileiros. O índice i varia de 1 a 25, em que 1 é a entrega como acontece atualmente e de 2 a 25 são as 24 lojas de representante que poderão receber o avanço de estoque.

 $j = 1, \dots, 27$

Todos os estados brasileiros, incluindo o Distrito Federal. Dessa forma naturalmente j vai de 1 a 27, e cada um dos números representam um estado.

Variáveis: B_i

Variáveis binárias que determinam a abertura ou não de um estabelecimento, quando a variável é igual a 1, o estoque deve avançar para a loja de representantes j , se for 0 não. São 24 variáveis, já que o estado atual de entrega através das centrais de recebimento é obrigatoriamente igual a 1.

 V_{ij}

Determinam o quanto de volume, em m^3 , irá da origem i para abastecer o destino j . Como já foi explicitado na seção 6.1, a priori seriam 648 variáveis que foram reduzidas para 168 por razões geográficas.

Parâmetros:

P_j	Preço de venda médio por volume (R\$/m ³) no estado j .
Ct_{ij}	Custo de transporte (R\$), inclui todos os custos para o produto sair do centro de distribuição e chegar até o seu destino final, seja ele a central de recebimento ou a loja de representante caso o estoque seja avançado.
Co_i	Custo de operação acrescido pela necessidade de armazenamento e manuseio do estoque dentro de uma loja de representante para operação do estoque adicional (R\$).
Cf_i	Custo fixo, dado a necessidade de aumentar o estoque dentro da loja de representante será necessário o aluguel de um espaço maior, construção de novas estruturas além da contratação de mantenedores (R\$).
D_j	Demanda de cada um dos 27 estados brasileiros (m ³).
Cap_i	Capacidade de armazenamento de cada um dos 24 estabelecimentos mais do sistema logístico atual (m ³).

Modelo para distribuição logística na CosméticosCO:

Função objetivo:

$$Max \sum_{i=1}^{25} \sum_{j=1}^{27} P_j \cdot V_{ij} - \sum_{i=1}^{25} \sum_{j=1}^{27} C_{ij} \cdot V_{ij} - \sum_{i=1}^{25} \sum_{j=1}^{27} Co_i \cdot V_{ij} - \sum_{i=1}^{25} Cf \cdot B_i \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{25} V_{ij} \leq Dj \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{25} V_{ij} \leq Cap_i \cdot B_i \quad (3)$$

$$B_i \in \{0,1\} \quad i=2, \dots, 25 \quad (4)$$

$$B_1 = 1 \quad (5)$$

$$V_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \dots, 25; \quad j = 1, \dots, 27 \quad (6)$$

$$V_{ij} \in \{R^+\} \quad (7)$$

A função objetivo (1) expressa a maximização do lucro da CosméticosCO, dada pela escolha na cadeia logística. O primeiro termo da equação representa a receita com a venda dos produtos. O segundo termo é o custo de transporte, o terceiro termo é o custo de operação nos estabelecimentos e o quarto termo é o custo fixo, caso ocorra o avanço de estoque para o estabelecimento.

Para os três primeiros termos, é realizada a soma do parâmetro multiplicada pela variável em todas as ligações entre origem e destino possíveis, por isso são duas somatórias, com i variando de 1 a 25 e j variado de 1 a 27. Para o quarto termo, o custo fixo de cada um dos 25 estabelecimentos está multiplicado por uma variável binária, que indica se o estoque foi avançado (variável igual a 1), ou não (variável igual a 0).

O conjunto de restrições (2) garante que a entrega dos produtos não seja maior que a demanda de cada um dos 27 estados brasileiros. Nota-se que por ser uma restrição menor ou igual, possivelmente a demanda de algum dos estados não será satisfeita por que apresenta um lucro negativo, não sendo economicamente viável atendê-lo.

O conjunto de restrições (3) garante que o volume de estoque avançado para um determinado estabelecimento não seja maior que a capacidade dele. A capacidade de cada estabelecimento é multiplicada por uma variável binária, que é ativada (igual a 1) quando aquele estabelecimento for escolhido para receber o avanço de estoque.

O conjunto de restrições de número (4) indica que as variáveis B_i são binárias, que representam a possibilidade de abertura das 24 lojas de representante.

A restrição (5) apenas garante que a cadeia logística atual sempre seja uma opção de entrega para todos os estados do Brasil.

O conjunto de restrições (6) garante que o valor do volume transportado de um centro de distribuição para um estado seja maior ou igual a zero, o que significa que se a rota não for lucrativa o valor será igual a zero e nunca negativo.

A restrição (7) garante que as variáveis V_{ij} pertencem ao grupo dos reais positivos.

A função objetivo do modelo maximiza o lucro obtido com as vendas dos produtos. Caso não seja economicamente viável avançar o estoque para um estabelecimento, a variável de decisão B_i será igual a zero. Da maneira que o modelo está construído, isso não significa que o avanço de estoque para aquele estabelecimento não é lucrativo, mas sim que o lucro não é maior do que como a entrega é feita hoje. Isso ocorre pois a restrição (3) permite que o abastecimento de um estado pode ser realizado de qualquer uma das 25 origens, incluindo o modelo atual que é a origem de

número 1. Portanto se um dos 24 estabelecimentos com possibilidade de avanço de estoque não operarem com um lucro maior que o modelo atual, a decisão do modelo é de que não ocorra o avanço de estoque.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados computacionais do modelo, bem como a análise da melhora na performance logística da empresa, e o ganho econômico resultante da nova cadeia de entrega desenvolvida.

7. RESULTADOS COMPUTACIONAIS

O modelo foi implementado utilizando o *software* “What'sBest!” 13.0 em um computador Lenovo X1 Carbon, processador Intel® Core™ i5-4300U (1.90GHz; 3MB Cache). O modelo possui 188 variáveis, sendo 164 contínuas (cada rota origem destino possível) e 24 binárias (cada decisão de avanço de estoque). Além disso o modelo contém 3618 constantes, 429 fórmulas e 52 restrições, além de 1613 coeficientes. A técnica de programação linear utilizada pelo *software* na resolução do modelo foi a *branch-and-bound*, citada no capítulo de revisão bibliográfica (4). A Figura 20 apresenta as especificações dos resultados computacionais.

Figura 20 – Informações do modelo

MODEL INFORMATION:		
CLASSIFICATION DATA	Current	Capacity Limits

Total Cells	4287	
Numerics	4235	
Adjustables	188	Unlimited
Continuous	164	
Free	0	
Integers/Binaries	0/24	Unlimited
Constants	3618	
Formulas	429	
Strings	0	
Constraints	52	Unlimited
Nonlinears	0	Unlimited
Coefficients	1613	
Minimum coefficient value:	1 on Modelo!AE29	
Minimum coefficient in formula:	Modelo!AG1	
Maximum coefficient value:	10000000 on <RHS>	
Maximum coefficient in formula:	Modelo!AF156	
MODEL TYPE:	Mixed Integer / Linear (Mixed Integer Linear Program)	
SOLUTION STATUS:	GLOBALLY OPTIMAL	

Fonte: Elaboração do autor

O presente capítulo visa apresentar os resultados obtidos através da resolução do modelo, ou seja, em quais estabelecimentos deve ocorrer o avanço de estoque, e quanto de volume deve ser transportado em cada rota de origem e destino.com qual volume essas centrais devem operar e em que estados elas devem fazer as entregas.

Um segundo ponto a ser abordado é qual o ganho em fluxo de caixa do avanço de estoque em cada uma das lojas de representantes. Isso servirá de base para a recomendação estratégica do estudo de quais devem ser os primeiros investimentos da empresa e em quanto tempo será o retorno do investimento.

7.1 As lojas de representante com avanço de estoque

Uma das respostas obtidas através da resolução do modelo é o número de lojas de representantes que receberão o avanço do estoque, bem como sua localização. Os estabelecimentos que forem escolhidos para entrar na cadeia logística deixarão de ser um espaço voltado para vendas para os representantes e passarão a fazer parte da cadeia de entrega para a região. As vendas para os representantes continuarão acontecendo nos estabelecimentos, mas apenas através de um balcão na entrada.

Na Tabela 12 está representada a lista dos 24 estabelecimentos com possibilidades de avanço de estoque com a especificação da viabilidade econômica do avanço de estoque em cada uma delas.

Tabela 12 – Resultado do modelo para o avanço de estoque

Especificação	Estado	Avança?	Avanço	Capacidade	Especificação	Estado	Avança?	Avanço	Capacidade
LR 1	RS	Sim	637	637	LR 13	BA	Não	0	2027
LR 2	SP	Sim	617	617	LR 14	PE	Não	0	1724
LR 3	SP	Sim	718	718	LR 15	CE	Não	0	1050
LR 4	SP	Sim	433	433	LR 16	RN	Não	0	1953
LR 5	SP	Sim	356	356	Intramunicipal 1	SC	Não	0	957
LR 6	SP	Sim	659	659	Intramunicipal 2	PR	Sim	491	491
LR 7	SP	Sim	570	570	Intramunicipal 3	SP	Sim	399	399
LR 8	RJ	Não	0	1751	Intramunicipal 4	RJ	Sim	891	891
LR 9	MG	Sim	665	665	Intramunicipal 5	MG	Sim	468	468
LR 10	MG	Sim	381	381	Intramunicipal 6	GO	Não	0	1601
LR 11	DF	Sim	613	613	Intramunicipal 7	SE	Não	0	2047
LR 12	GO	Não	0	1666	Intramunicipal 8	CE	Não	0	1458

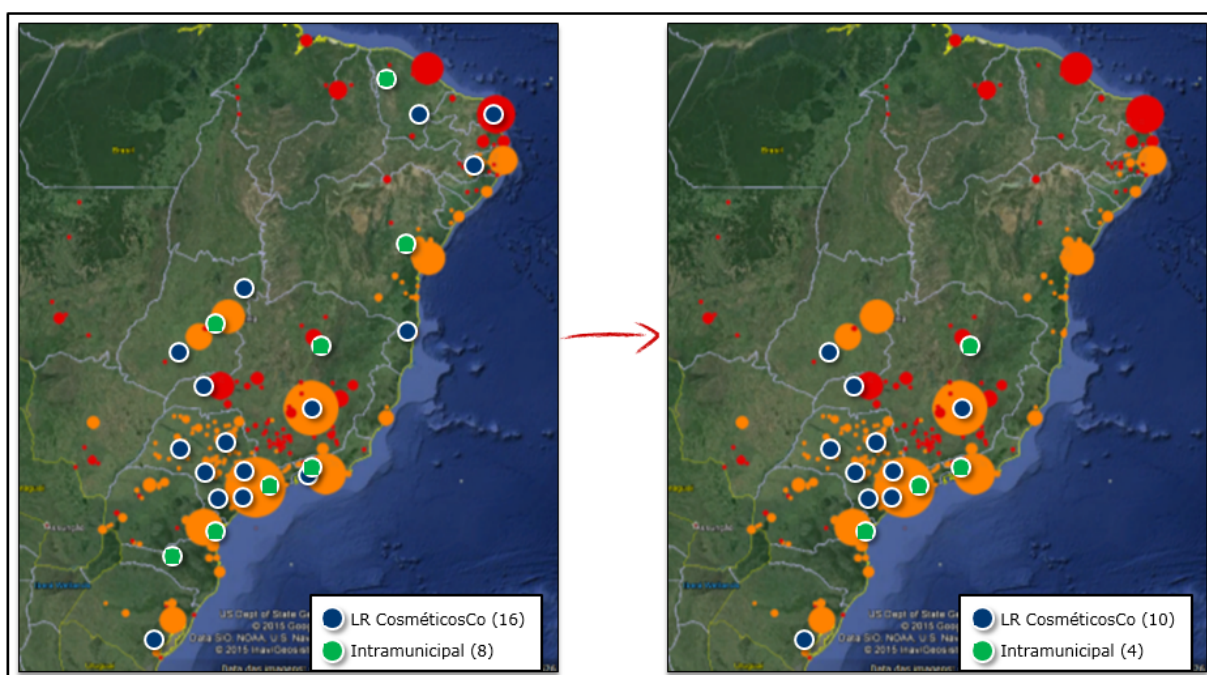
Fonte: Elaboração do autor

Nota-se que em todos os estabelecimentos em que o modelo matemático indica o avanço de estoque, a restrição de capacidade de estocagem do estabelecimento está ativa (conjunto de restrições (3) da seção 6.2), isso quer dizer, o volume avançado é igual a capacidade de estocagem.

Isso significa, portanto, que as restrições de demanda dos estados que estão recebendo o avanço de estoque não são gargalo para o avanço do modelo logístico (conjunto de restrições (2) da seção 6.2). Dessa forma, existe um potencial ganho, no aumento da capacidade dos estabelecimentos que tem viabilidade econômica, ou até mesmo a construção de novos locais.

Na Figura 21 está representado, na direita, o mapa dos 24 estabelecimentos que foram considerados como possibilidade de avanço de estoque, e do lado esquerdo os estabelecimentos com viabilidade econômica para receber esse avanço. Os pontos verdes na Figura 21 são as intramunicipais, enquanto os pontos azuis são as lojas de representantes. As circunferências representam as receitas do grupo, com os raios das circunferências proporcionais. Nas circunferências laranjas, o tempo de demora na entrega é de 11 a 14 dias, enquanto na circunferência vermelha é superior a 14 dias.

Figura 21 – Mapa das lojas de representantes com avanço de estoque



Fonte: Elaboração do autor

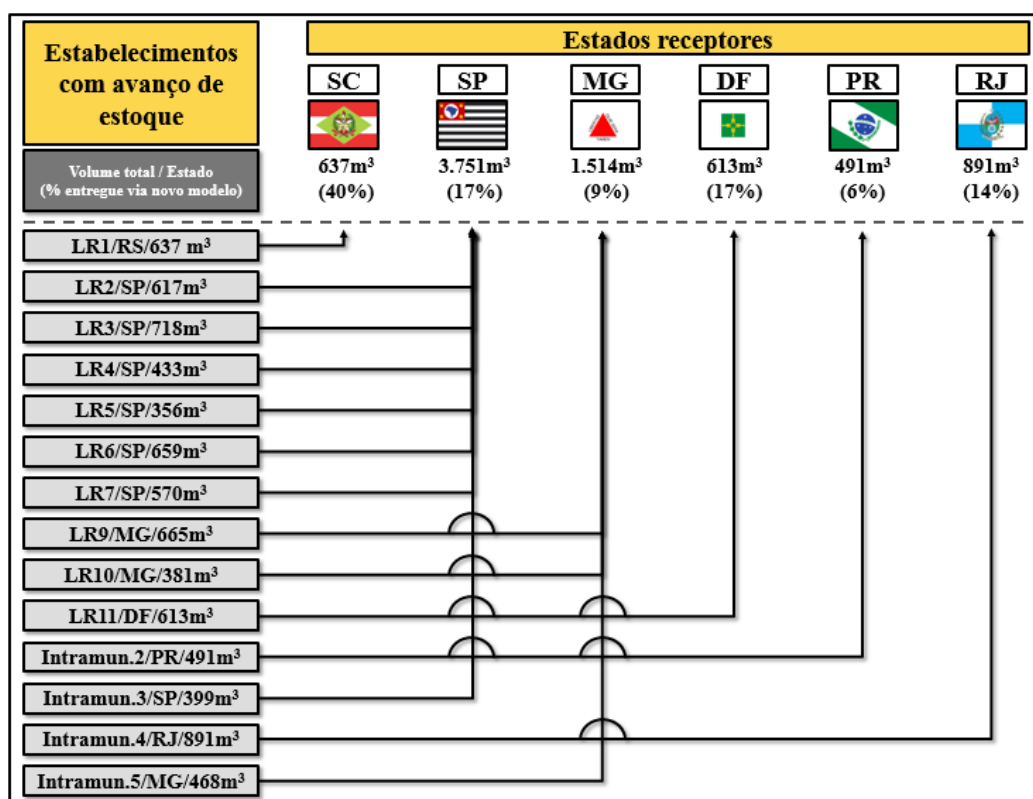
Nota-se que os estabelecimentos que são economicamente viáveis estão localizados nas regiões de maior receita. Nos moldes atuais, nenhuma loja de representante ou intramunicipal do Norte ou Nordeste do país receberá o avanço de estoque.

7.2 Volume entregue por cada uma das lojas de representantes

A decisão obtida com a resolução do modelo matemático para o avanço de estoque na cadeia logística da CosméticosCo selecionou 14 dos 24 estabelecimentos como viáveis economicamente. Dessa forma, parte do volume vendido atualmente hoje pela empresa passará por esses estabelecimentos.

Na Figura 22 está representado os volumes entregues por cada uma das 14 lojas de representantes selecionadas e cada estado. Na coluna da esquerda estão os 14 estabelecimentos selecionados (origem da saída de produtos), e em cima os estados que recebem os produtos (destinos). As setas são as rotas dos produtos (origem e destino), e o volume transportado em cada rota está representado nas caixas cinzas, com os respectivos estabelecimentos indicados. Em baixo da bandeira de cada destino está representado o volume total recebido pelo novo modelo em cada estado, e o quanto isso representa do total do volume entregue no estado atualmente.

Figura 22 – Volume de produtos recebidos por estado de cada estabelecimento com avanço de estoque



Fonte: Elaboração do autor

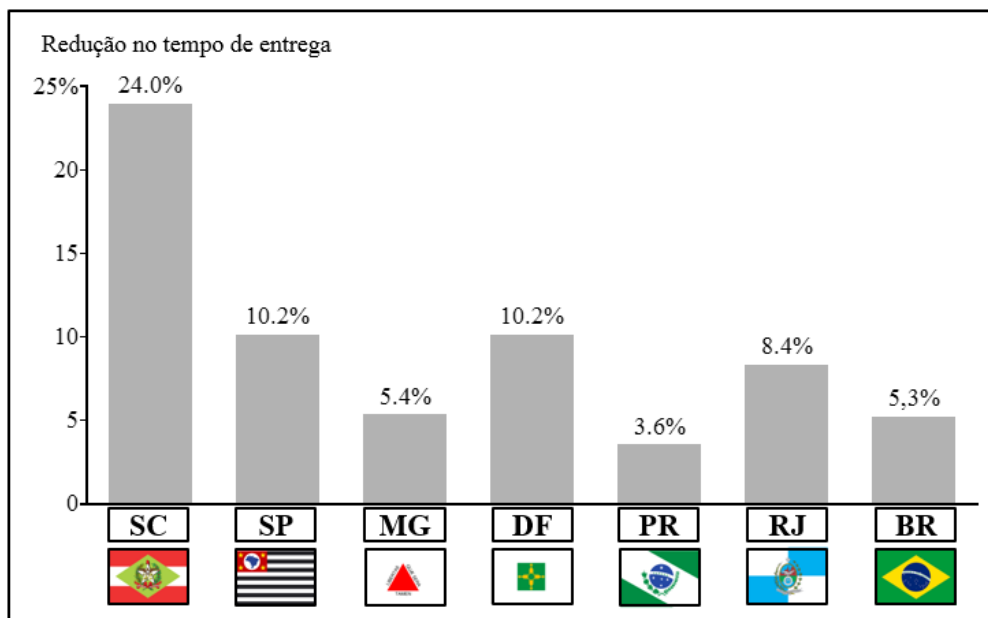
O novo modelo logístico se mostra rentável para 14 lojas de representantes, entretanto, com os resultados calculados pelo modelo matemático e expressos na Figura 22, apenas 6 estados dos 27 receberão produtos pelo novo modelo de entrega. Dessa forma, apesar de melhorar o resultado financeiro da empresa a capacidade das lojas de representante de servir como centros de distribuição ainda é reduzida. Isso se mostra uma oportunidade muito grande para CosméticosCo investir em estabelecimentos dentro das cidades.

Com a capacidade atual de estocagem dos 14 estabelecimentos selecionados para receber o avanço de estoque, 8,9% de todo o volume vendido pela empresa passará por lojas de representantes (ou intramunicipais) antes de chegar até os representantes de vendas. Isso significa que a empresa ainda pode ampliar sua capacidade em 11 vezes, atendendo ainda mais representantes de vendas em tempo reduzido.

O Gráfico 12 apresenta a redução no tempo de entrega de todos os estados que foram contemplados com o novo modelo de entregas. O estado de Santa Catarina, por exemplo, reduziria o tempo de entrega em 24% no novo modelo logístico, enquanto o estado do Paraná teria uma redução de 3,6% (considerando a média no tempo de entrega de todos os pedidos do estado). O Brasil como um todo, ou seja, o tempo médio geral de entrega da empresa reduziria em 5,3%.

O potencial de redução do tempo de entrega do novo modelo logístico, no seu potencial pleno, funcionando para todas as entregas da CosméticosCo é de 60%. Ou seja, a média do tempo de entrega da empresa cairia de 10 dias para 4 dias. Mas para isso, 100% do volume da empresa teria que passar um centro de distribuição dentro da cidade, como por exemplo uma loja de representante ou uma intramunicipal.

Gráfico 12 – Redução no tempo de entrega por localidade



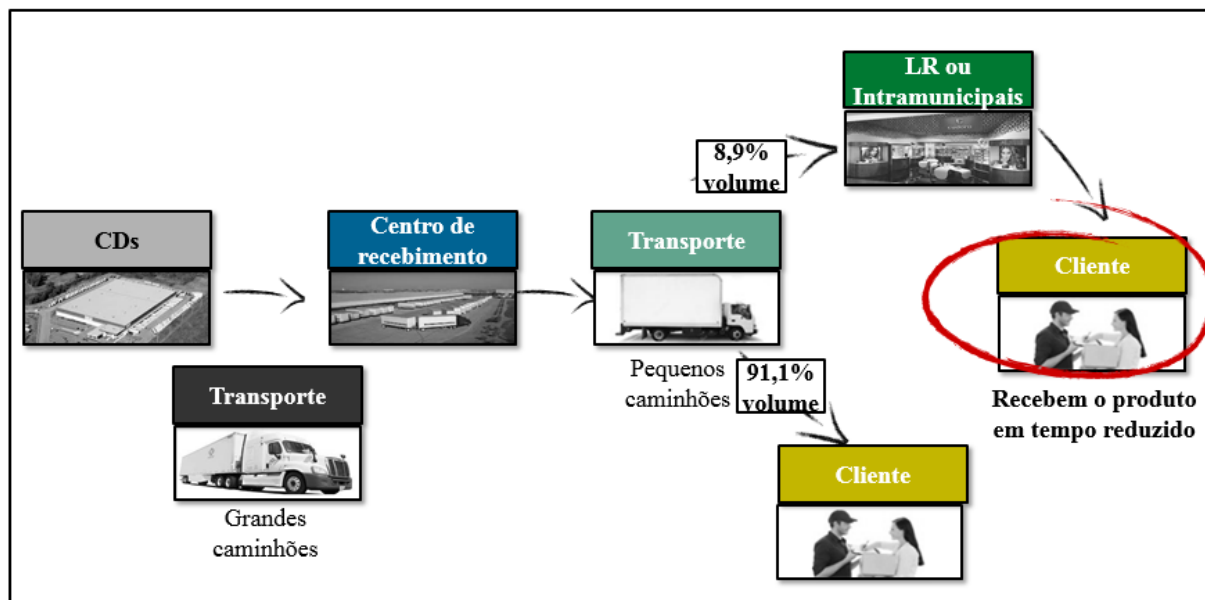
Fonte: Elaboração do autor

Como demonstrado na Figura 22, nem todo o volume de vendas de um determinado estado será suprido pelo novo sistema logístico, fazendo com que um mesmo estado opere com dois sistemas diferentes. Isso ocorre devido à restrição da capacidade de estocagem atual da CosméticosCo com as lojas de representantes e as intramunicipais.

A Figura 23 ¹³ apresenta o modelo misto, em que mesmo dentro de um estado alguns pedidos serão supridas pelo sistema atual de entrega, e outras pelo sistema logístico proposto pelo presente estudo.

¹³ O volume de 91,1% inclui as vendas feitas nas lojas de representante que não foram selecionadas para transformar-se em centros de distribuição.

Figura 23 – Modelo de entrega pós avanço de estoque



Fonte: Elaboração do autor

7.3 Ganho econômico em cada construção

A modelagem está estruturada de modo que a decisão de avanço de estoque é baseada no ganho econômico em cada um dos estabelecimentos que é gerado com o novo sistema logístico. Na programação, dentro do parâmetro do custo fixo (C_f) foi considerado o custo do capital alocado em cada um dos empreendimentos, ou seja, o custo de oportunidade do investimento realizado no avanço de estoque para os estabelecimentos.

Dessa forma, apenas as lojas de representantes (ou intramunicipais) que apresentavam rentabilidade maior do que o custo de capital da CosméticosCo foram selecionadas para receber o avanço de estoque. Esses estabelecimentos gerarão um fluxo de caixa livre maior para a CosméticosCo do que o modelo atual de vendas.

Na Tabela 13 está representado quanto cada um dos empreendimentos gerará de ganho financeiro para a empresa. Esses ganhos serão utilizados na próxima sessão para avaliar em quanto tempo cada um dos empreendimentos se paga financeiramente (análise de tempo de retorno no investimento), e assim classificá-los em prioridades.

Tabela 13 – Ganho de caixa por empreendimento

Especificação	Estado	Fluxo de caixa livre/ano	Especificação	Estado	Fluxo de caixa livre/ano
LR 1	RS	197.272	LR 9	MG	217.737
LR 2	SP	240.128	LR 10	MG	153.935
LR 3	SP	268.264	LR 11	DF	205.337
LR 4	SP	187.077	Intramunicipal 2	PR	167.431
LR 5	SP	160.022	Intramunicipal 3	SP	176.560
LR 6	SP	249.145	Intramunicipal 4	RJ	294.455
LR 7	SP	230.351	Intramunicipal 5	MG	176.766

Fonte: Elaboração do autor

O ganho total para a CosméticosCo em fluxo de caixa livre, por ano, é de R\$ 2,924 milhões de reais, com a implementação do novo modelo logístico. Isso corresponde a um ganho de 5,9% dos atuais R\$ 49,554 milhões que são gerados pela empresa.

Na Figura 24 está representado o ganho de fluxo de caixa livre em porcentagem por estado.¹⁴

Figura 24 – Ganho percentual de fluxo de caixa livre por Estado

Estados	SC	SP	MG	DF	PR	RJ
Fluxo de caixa livre atual (K R\$)	2.065	9.589	4.025	4.601	1.005	17.676
Ganho com o novo modelo logístico (K R\$)	205	548	167	294	197	1.512
Ganho percentual	9,9%	5,7%	4,2%	6,4%	19,6%	8,6%

Fonte: Elaboração do autor

¹⁴ Foi representado apenas os estados que receberão volumes das lojas de representantes, pois para os outros o ganho financeiro é igual a zero.

7.4 Cálculo do *payback*

Para o direcionamento estratégico da CosméticosCo, o cálculo da viabilidade econômica de cada uma das lojas de representantes não é o suficiente. As mudanças exigem investimentos, e nem todas serão realizadas de uma só vez.

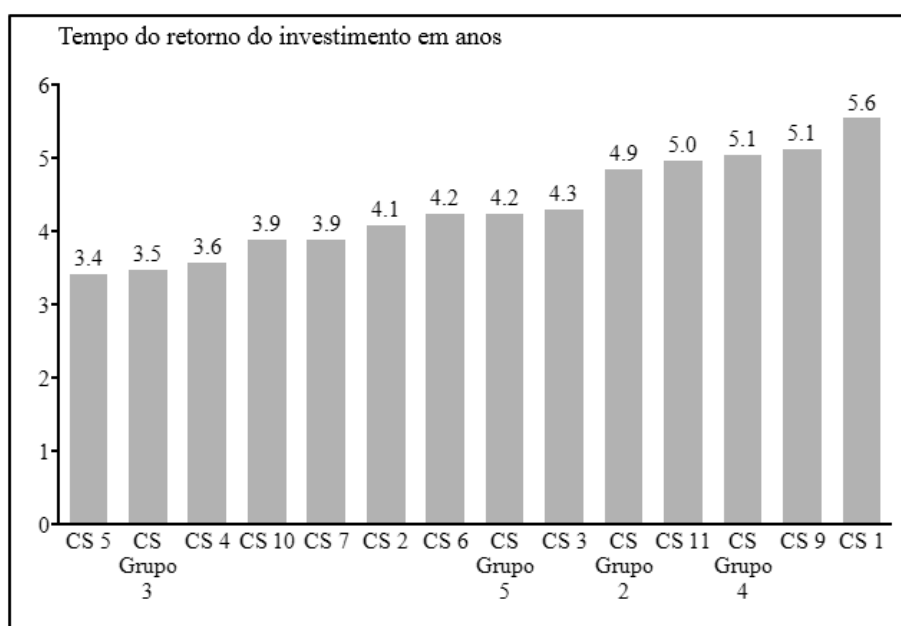
Visando auxiliar na priorização dos investimentos da empresa, foi realizado um cálculo de tempo de retorno sobre o capital investido nas reformas de cada um dos galpões. Esse cálculo foi feito com base na fórmula financeira de tempo de retorno no investimento.

$$\text{Anos de } \textit{payback} (k) = (\text{Invest. inicial}) / \left(\sum_{i=0}^{k-1} \frac{Y_i}{(1+j)^i} \right) \quad (1)$$

Em que Y_i é o caixa gerado, j é o custo de capital e k o número de anos para o *payback*.

No Gráfico 13 está representado o tempo de retorno do investimento para cada uma das lojas de representantes. Esse dado será utilizado para priorização dos investimentos.

Gráfico 13 – Tempo de retorno do investimento em anos



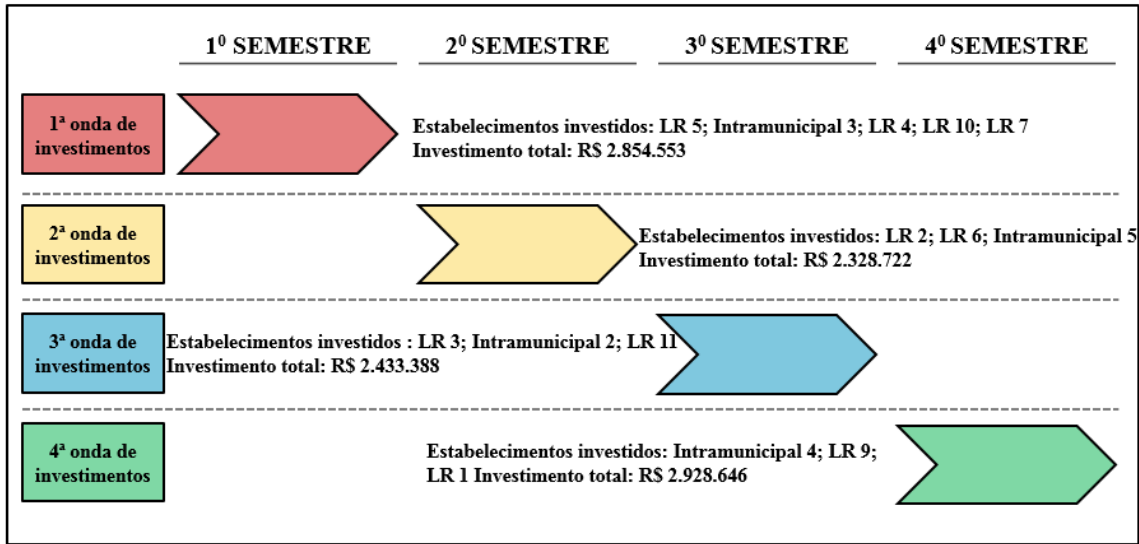
Fonte: Elaboração do autor

Do ponto de vista estratégico, quando a CosméticosCo for optar por qual das lojas de representante avançar o estoque primeiro, as que tem menor tempo de retorno devem ser as primeiras escolhidas. A CosméticosCo tem um orçamento semestral para investimentos em estruturas de aproximadamente 3 milhões de reais. O Gráfico 13 aponta o custo de investimento necessário para cada uma das lojas de representantes¹⁵, em ordem crescente do tempo de *payback* bem como o investimento acumulado no caso da construção das lojas de representantes.

O Gráfico 14 também aponta a cada vez que o investimento acumulado atinge 3 milhões de reais. Dessa forma, todas as lojas de representantes que estiverem dentro dessa amostra receberão os investimentos no período semestral.

Com o investimento total do avanço de estoque para as 14 lojas de representantes estimados em aproximadamente R\$ 11 milhões de reais, será necessário dividir os investimentos em 4 semestres. O Gráfico 14 aponta os investimentos das 14 lojas de representantes priorizados ao longo desses 2 anos.

Gráfico 14 – Investimentos na linha do tempo



Fonte: Elaboração do autor

¹⁵ Investimento estimado, calculado pelo autor com uma base de dados dos valores investidos por metros quadrado em outras lojas de representantes e centros de distribuição construídos.

Com o Gráfico 14, os resultados do modelo foram apurados e priorizados de acordo com as limitações de investimentos da CosméticosCo.

Para o próximo capítulo serão feitas análises de sensibilidade no modelo para responder algumas demandas estratégicas da empresa em relação ao novo modelo logístico.

8. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Tão importante quanto o resultado obtido pelo modelo são as análises de sensibilidade que podem ser construídas. Perguntas estratégicas da CosméticosCo surgiram durante as interações com os funcionários que cederam os dados para os estudos. As perguntas mais pertinentes foram transformadas em análises para as decisões dos diretores da empresa em possíveis investimentos.

Quando foi estudada as áreas das atuais lojas de representante surgiu o questionamento da possibilidade de se fazer uma expansão vertical do prédio, dessa forma possibilitando aumentar o volume estocado. Essa será a primeira análise de sensibilidade desenvolvida nesse capítulo.

Para isso, o autor fez um gráfico do ganho de fluxo de caixa livre por metro adicional vertical construído por loja de representante, e depois avaliou-se a possibilidade de realizar essa construção.

Outra opção discutida foi o aumento do terreno atualmente utilizado nas lojas de representante para um espaço maior. Para isso seria necessário investir em compras nos terrenos vizinhos. Para esse segundo ponto será feita a segunda análise de sensibilidade.

O projeto piloto, apresentado na seção 3.4, apontou um aumento de 38,6% das receitas nas regiões que receberão as lojas de representantes. A terceira análise de sensibilidade visa mostrar o quanto deve ser esse aumento para que cada uma das lojas de representante seja aberta.

O quarto ponto a ser sensibilizado se refere a crise econômica atual vivida no país. Hoje se sabe que a CosméticosCo vive uma fase espetacular de crescimento, mesmo em um ano de recessão no país. A última análise de sensibilidade visa calcular a viabilidade da abertura das lojas de representante em um cenário mais negativo para a empresa, em que as demandas estão em queda, e não mais crescem em uma taxa de 33% (ver seção 2.6), como ocorre agora. Tal análise possibilitará escolher investir nos estabelecimentos que apresentam maior taxa de retorno.

O quinto ponto será uma análise dos custos de cada uma das lojas de representante que não tiveram o avanço de estoque. Baseado nessa análise, será feita uma sensibilização de abertura parcial da loja de representante para recebimento do estoque, e a outra parte continuaria as atividades normalmente.

Sendo assim, do ponto de vista da empresa esse capítulo se torna um dos mais importantes estrategicamente, pois ajudará nas decisões principais que a CosméticosCo terá que tomar para continuar prosperando.

8.1 Aumento vertical dos estabelecimentos

No capítulo 7 foi apresentado um ganho de quase 6% de fluxo de caixa livre com os investimentos nas lojas de representante, sendo que apenas 8,9% da demanda atual está passando por esse novo modelo de vendas. Tais dados demonstram que existe uma grande oportunidade de expansão do novo modelo logístico sugerido para atender mais as demandas, desse modo, gerando ainda mais ganhos de receita e lucro.

A principal restrição no novo modelo para aumentar ainda mais as receitas são os espaços das atuais lojas de representantes. Dessa forma, umas das opções para ser avaliada é o aumento vertical das lojas de representante.

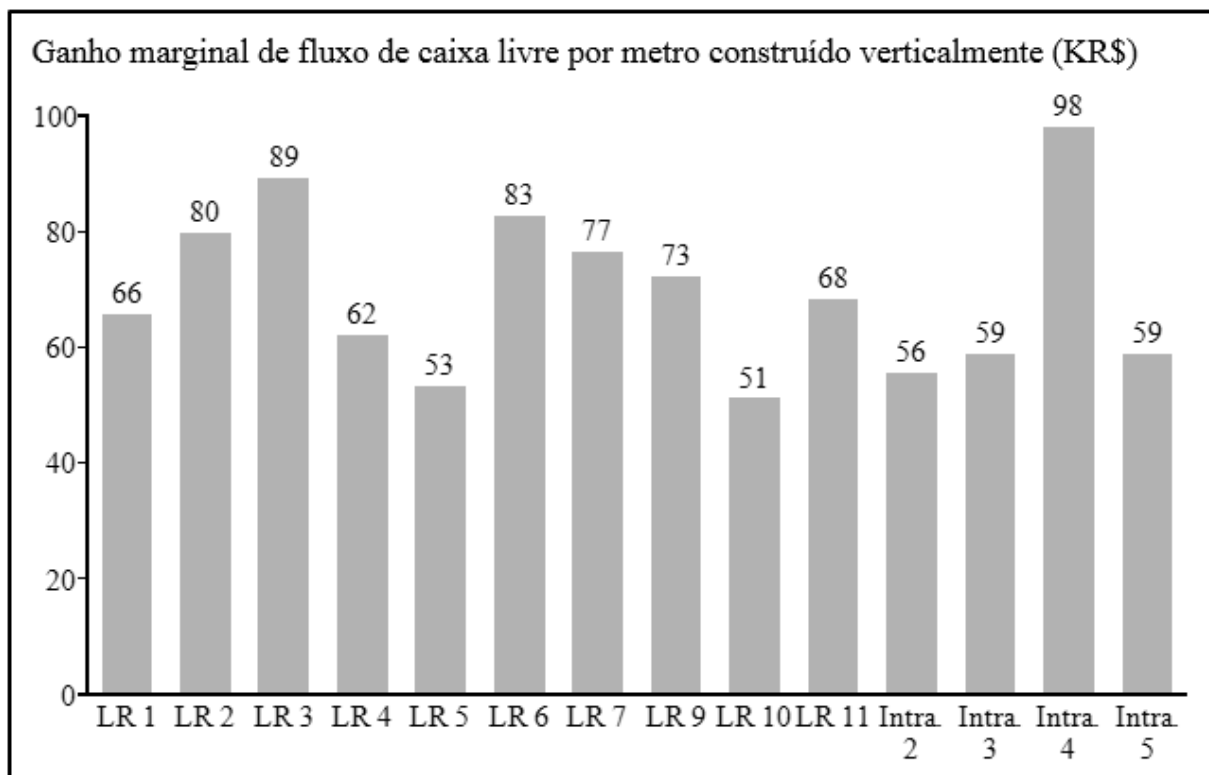
As lojas de representante atualmente possuem um pé direito padrão, de aproximadamente 3 metros de altura.¹⁶ Entretanto, com o aumento de um metro em cada uma dessas lojas de representante, se poderia aumentar também o volume suportado por cada estabelecimento.

Essa análise de sensibilidade desconsiderará aumentos maiores de 3 metros nas lojas de representantes, por dificuldade práticas de aplicação. Centros de distribuição com mais de dois andares dentro das cidades são inviáveis. Também serão desconsideradas as lojas de representantes que não foram selecionadas para receber avanço de estoque.

Uma última restrição é a demanda total de cada um dos estados que as lojas de representante foram selecionadas para atender. Para melhor representar a análise, foi feito um gráfico do aumento de fluxo de caixa livre por metro quadrado do estabelecimento. Dessa forma, cada metro construído acima da loja de representante terá um ganho marginal do resultado. O ganho marginal de fluxo de caixa livre por metro construído verticalmente está representado no Gráfico 15.

¹⁶ A loja de representante com maior pé direito é a de Sergipe com 3,40m e a menor fica em São Paulo, com 2,82m

Gráfico 15 – Ganho marginal de fluxo de caixa livre com a construção vertical



Fonte: Elaboração do autor

Dado o aumento do fluxo de caixa livre por metro construído, foi feito um cruzamento de duas restrições para verificação de qual o gargalo. As duas restrições são o aumento máximo de 3 metros de altura em cada uma das lojas de representante e a demanda máxima por estado atendido. Na Figura 25 está representado o cruzamento de ambas as restrições.

Figura 25 – Verificação da demanda por estado com a construção por Estado

Estados	SC 	SP 	MG 	DF 	PR 	RJ 
Demanda por estado (m³)	1.588	22.706	17.093	3.550	8.218	6.566
Capacidade atual (m³)	637	3.751	1.514	613	491	891
Capacidade com aumento vertical (m³)	1.274	7.502	3.028	1.227	983	1.782
% da demanda atendida	80%	33%	18%	35%	12%	27%

Fonte: Elaboração do autor

Como representado na Figura 22, mesmo construindo 3 metros adicionais em todas as lojas de representantes a restrição da demanda do estado não é gargalo.

Dessa forma, para concluir se o investimento no aumento vertical das lojas de representante é vantajoso financeiramente para a CosméticosCo foi feita uma análise de *pay-back* do investimento. Como a empresa não cotou quanto custa para se construir 3 metros adicionais verticalmente em cada edifício, esse estudo fará uma conta reversa de quanto pode ser investido para que o investimento se pague em 3 anos e 5 anos. Para o cálculo do investimento máximo para retorno em um tempo determinado, será utilizada a fórmula (1).

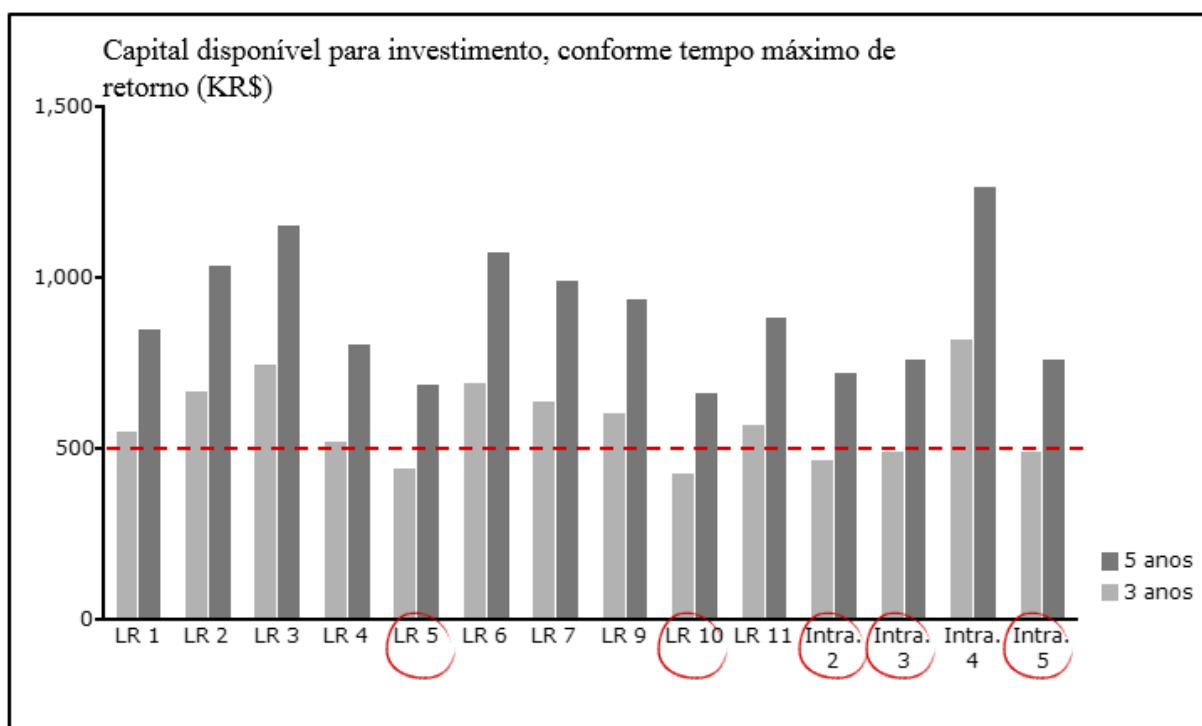
$$\text{Investimento máximo} = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{F_i}{(1+j)^i} \quad (1)$$

Em que F_i é o retorno financeiro anual, em fluxo de caixa livre, e j é o custo de capital da CosméticosCo¹⁷ e k é o número de anos para o *pay-back*.

¹⁷ O custo de capital da CosméticosCo é de 8% ao ano

O Gráfico 16 apresenta o investimento máximo que pode ser feito em cada loja de representante. A barra ilustrada em cinza claro representa o quanto a CosméticosCo pode investir na construção de 3 metros verticais adicionais em cada um dos estabelecimentos, com o investimento tendo retorno financeiro em 3 anos. A barra cinza escura, é o quanto a empresa pode investir para um tempo de retorno de 5 anos.

Gráfico 16 – Capital disponível para investimento, conforme tempo máximo de retorno



Fonte: Elaboração do autor

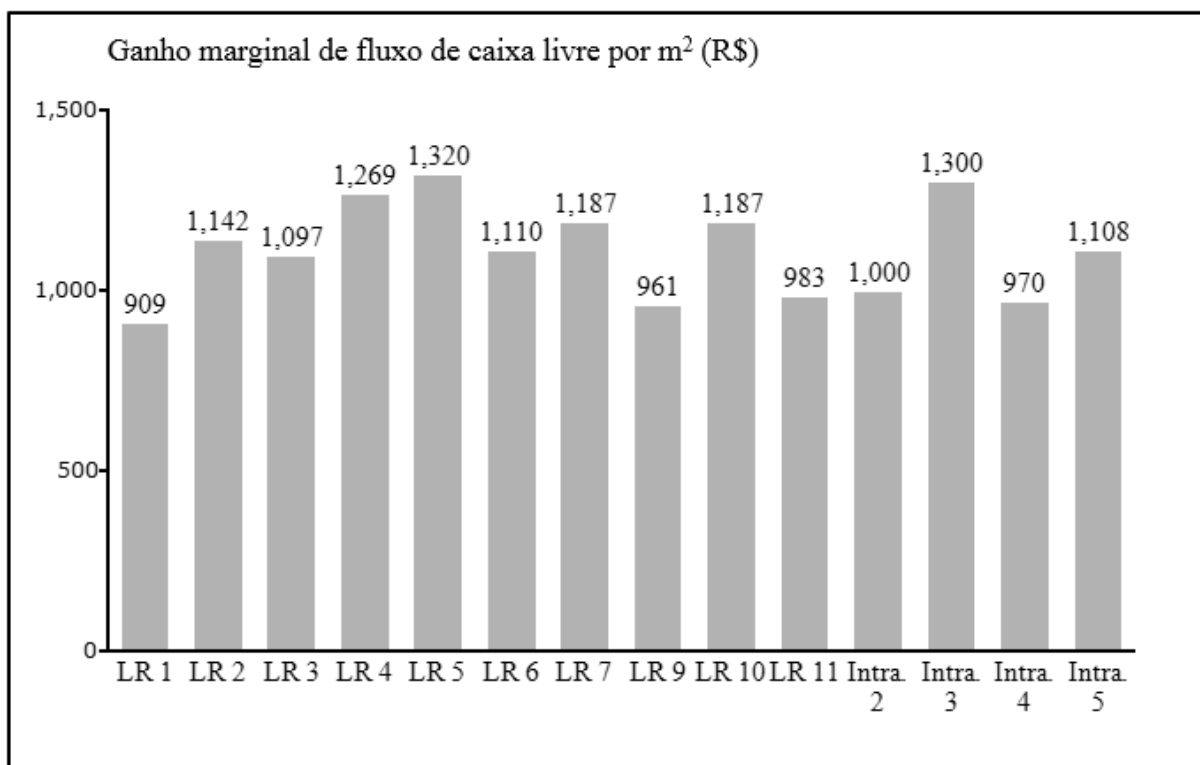
Com um investimento de no mínimo R\$ 500.000 e tempo de retorno de 3 anos, 5 lojas de representantes não teriam os 3 metros construídos (LR 5, LR 10, Intra. 2, Intra. 3 e Intra. 5), enquanto as outras 9 teriam. Supondo um tempo esperado de retorno de 5 anos a loja de representante localizada no Rio de Janeiro (Intramunicipal 4) poderia receber um investimento de até R\$ 1,270 milhões na reforma que traria retorno para a empresa, como pode ser observado no Gráfico 16.

8.2 Investimento no aumento da área dos estabelecimentos

Uma das dúvidas dos gestores da CosméticosCo é de se vale a pena comprar algum terreno ou imóvel nas vizinhanças das atuais lojas de representantes para ampliar os estabelecimentos, fazendo com que mais volume seja entregue por esse novo modelo logísticos. Essa análise de sensibilidade apontará o preço máximo que pode ser pago no m², com tempos de retorno no investimento pré-estimados. A fórmula 8 será novamente adotada para tais cálculos.

Primeiramente, será avaliado o ganho de fluxo de caixa livre por m² em cada uma das 14 lojas de representante que foram selecionadas pelo modelo. O Gráfico 17 apresenta uma análise do ganho de fluxo de caixa livre por m².

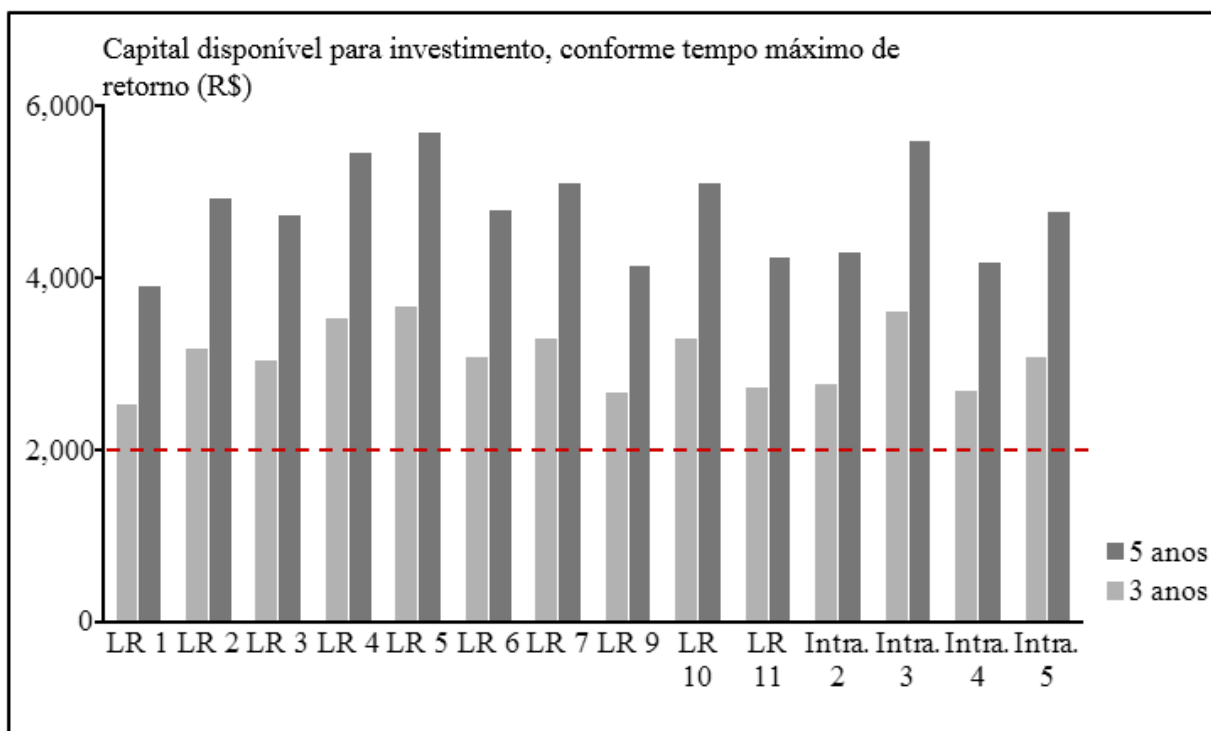
Gráfico 17 – Ganho marginal de fluxo de caixa livre por m²



Fonte: Elaboração do autor

Com o ganho por m² de cada uma das lojas de representante, fez-se o cálculo de quanto se pode pagar no imóvel, dependendo do tempo de retorno esperado. O Gráfico 18 apresenta os valores calculados.

Gráfico 18 – Capital disponível para investimento, conforme tempo máximo de retorno



Fonte: Elaboração do autor

Qualquer uma das lojas de representante podem pagar R\$2.000 do metro quadrado do terreno vizinho que o retorno financeiro virá em até três anos. A LR 5, com investimento pago em cinco anos pode pagar até R\$ 5.600 no metro quadrado.

8.3 Variação na premissa do projeto piloto

O modelo se baseia na premissa do aumento de receita da CosméticosCo devido à redução no tempo de entrega dos produtos para os consumidores. Tal premissa fora comprovada com o piloto realizado no estado do Ceará.

O piloto aponta que uma redução de 6 dias (que é o ganho de se utilizar uma loja de representante como centro de distribuição) gera um ganho de 38,6% de receita para a empresa. A

partir desse aumento, inclui-se os custos inferidos na construção e utilização das lojas de representantes na cadeia logística e se testa através do modelo a viabilidade econômica de se realizar o avanço de estoque.

A terceira análise de sensibilidade testa o modelo para diferentes valores de entrada para o aumento de receita, para que se teste qual o aumento necessário para que se torne viável o investimento em cada um dos 24 estabelecimentos que podem receber os estoques de vendas da CosméticosCo.

A Figura 26 apresenta a análise de sensibilidade bem como o total de lojas de representantes avançadas para cada aumento de receita.

Figura 26 – Sensibilização do aumento da receita pela diminuição no número de dias

LR		Aumento na receita					
Especificação	Estado	25%	30%	35%	40%	45%	50%
LR 1	RS	●	●	●	●	●	●
LR 2	SP	●	●	●	●	●	●
LR 3	SP	●	●	●	●	●	●
LR 4	SP	●	●	●	●	●	●
LR 5	SP	●	●	●	●	●	●
LR 6	SP	●	●	●	●	●	●
LR 7	SP	●	●	●	●	●	●
LR 8	RJ	●	●	●	●	●	●
LR 9	MG	●	●	●	●	●	●
LR 10	MG	●	●	●	●	●	●
LR 11	DF	●	●	●	●	●	●
LR 12	GO	●	●	●	●	●	●
LR 13	BA	●	●	●	●	●	●
LR 14	PE	●	●	●	●	●	●
LR 15	CE	●	●	●	●	●	●
LR 16	RN	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 1	SC	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 2	PR	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 3	SP	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 4	RJ	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 5	MG	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 6	GO	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 7	SE	●	●	●	●	●	●
Intramunicipal 8	CE	●	●	●	●	●	●
Total aberto		0	6	11	15	16	16

Fonte: Elaboração do autor

A análise aponta que em um cenário em que a receita cresce menos que 25% o novo modelo da cadeia logística não é viável economicamente para nenhuma das lojas de representante. Apenas a partir de um crescimento maior que 30% o modelo se mostra atrativo para 6 estabelecimentos.

Tal análise reforça ainda mais a importância do piloto para a decisão estratégica da empresa entre avançar ou não os estoques.

8.4 Cenário de recessão e prosperidade econômica

Internamente, o clima na CosméticosCo é de extremo otimismo. Crescimento de receita anual maior que 30%, ganho de *Market share*, funcionários comprometidos com o negócio e principalmente revendedoras engajadas.

Atualmente todos os fatores apontam numa direção próspera para marca, e as previsões para os próximos anos são de continuação desse ritmo. Entretanto, o cenário externo é desafiador. O Brasil passa por uma crise, e as expectativas para esse ano segundo expectativas do governo é de queda no PIB. “*Mercado espera queda de 2,26% para economia em 2015 e de 0,40% em 2016*”, segundo reportagem do Valor Econômico no dia 31/08/2015.

Considerando um cenário de possível recessão para os próximos anos, foi feita uma análise de sensibilidade para uma possível redução da demanda da empresa para os próximos anos e o impacto na decisão de avanço do estoque.

Ao mesmo tempo, foi feita uma sensibilização para um cenário positivo. Na Figura 27 está representado as variações do mercado.

Figura 27 – Variação no cenário econômico

LR		Variação		
Especificação	Estado	-75%	0%	75%
LR 1	RS	●	●	●
LR 2	SP	●	●	●
LR 3	SP	●	●	●
LR 4	SP	●	●	●
LR 5	SP	●	●	●
LR 6	SP	●	●	●
LR 7	SP	●	●	●
LR 8	RJ	●	●	●
LR 9	MG	●	●	●
LR 10	MG	●	●	●
LR 11	DF	●	●	●
LR 12	GO	●	●	●
LR 13	BA	●	●	●
LR 14	PE	●	●	●
LR 15	CE	●	●	●
LR 16	RN	●	●	●
Intramunicipal 1	SC	●	●	●
Intramunicipal 2	PR	●	●	●
Intramunicipal 3	SP	●	●	●
Intramunicipal 4	RJ	●	●	●
Intramunicipal 5	MG	●	●	●
Intramunicipal 6	GO	●	●	●
Intramunicipal 7	SE	●	●	●
Intramunicipal 8	CE	●	●	●
Total aberto		14	14	14

Fonte: Elaboração do autor

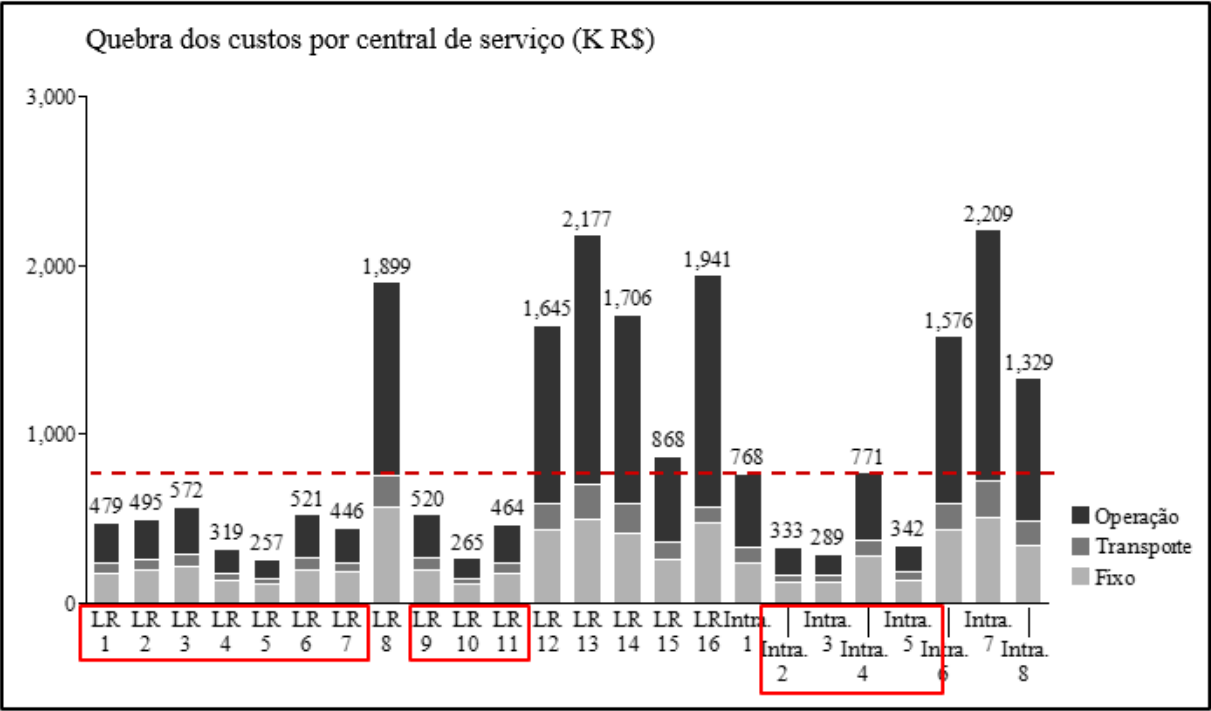
O resultado aponta que a decisão não depende das mudanças na economia brasileira. Isso desconsiderando os se com um cenário de recessão a empresa terá caixa para investir nas construções. O motivo disso é de que o volume que utilizará o novo modelo logístico é de apenas 8,9% do total da empresa. Isso significa que mesmo com uma extrema recessão econômica, de queda do volume de até 11 vezes, a nova solução logística ainda seria viável.

8.5 Estudos dos custos e avanço parcial dos estoques

Analisando as lojas de representantes em que o avanço de estoque é uma solução economicamente viável, é possível observar que as lojas de representantes maiores, ou seja, com custos mais elevados, não eram economicamente viáveis o avanço de estoque.

Dessa forma, foi elaborada uma análise de quebra dos 3 grupos de custos para as 24 lojas de representantes. As barras mais claras são os custos fixos, as intermediárias são os custos com transporte e as mais escuras são os custos de operações. O Gráfico 19 apresenta o resultado da análise. Os estabelecimentos circulosados em vermelho foram os indicados pelo modelo como de avanço economicamente viável.

Gráfico 19 – Quebra de custos de cada estabelecimento por categoria



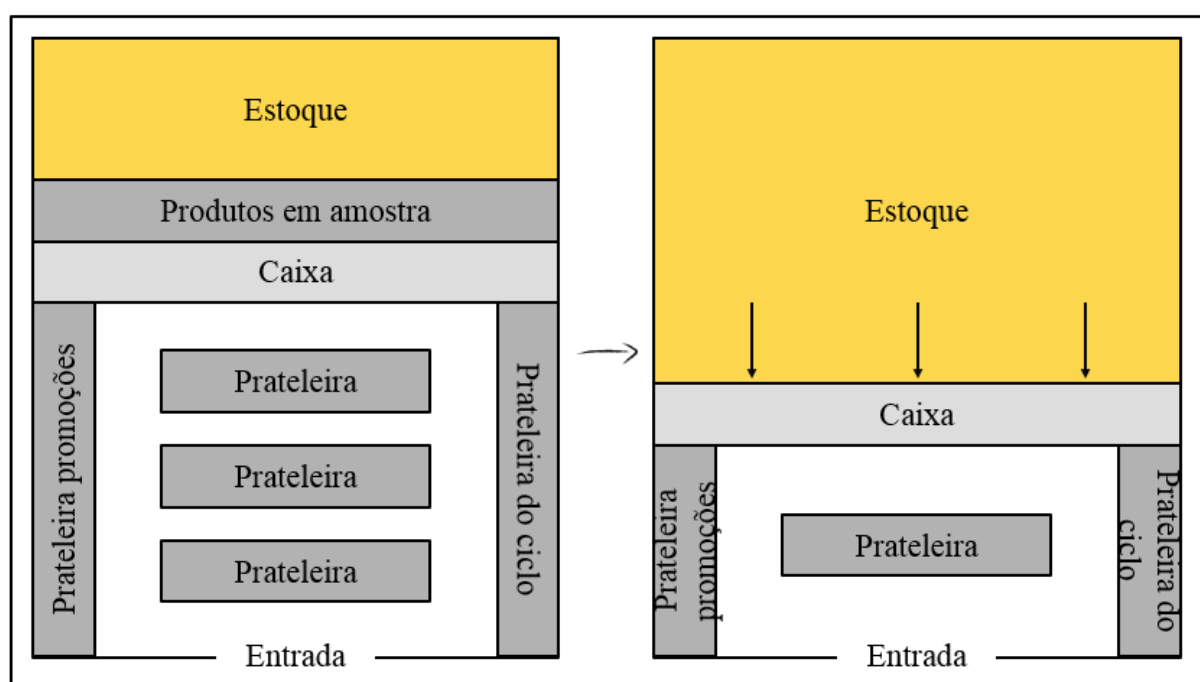
Fonte: Elaboração do autor

Analisando o resultado, apresentado no Gráfico 19, pode-se observar que os estabelecimentos com menor custo total são as selecionadas para receber o avanço de estoque. Isso se dá pois com

um custo fixo muito elevado, nem sempre o volume demandado para determinada região geram receita suficiente para tornar o investimento financeiramente viável.

O modelo atualmente testado é o de avanço total de estoque, descaracterizando totalmente o uso atual das lojas de representantes. A análise de sensibilidade proposta visa testar um avanço parcial nas lojas de representante, ou seja, manter uma parte das atividades atuais em uma parte do galpão e criar um estoque em outra parte. Isso reduziria os custos da operação logística da central de serviço pela não necessidade de investimentos nos atuais estabelecimentos, além do rateio dos custos operacionais com as funções atuais das lojas de representantes. A Figura 28 apresenta a hipótese de utilização mista das lojas de representante.

Figura 28 – Estabelecimento misto, com avanço parcial do estoque



Fonte: Elaboração do autor

Com essa hipótese, foi feita uma análise de sensibilidade de abertura de avanço do estoque em 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%, em que avanço em 100% da loja de representante corresponde ao modelo atual testado.

A Figura 29 apresenta os resultados do avanço parcial do estoque:

Figura 29 – Análise de sensibilidade do avanço parcial

Estabelecimento		Aumento na receita									
Especificação	Estado	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
LR 8	RJ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LR 12	GO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LR 13	BA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LR 14	PE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LR 15	CE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LR 16	RN	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Intra. 1	SC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Intra. 6	GO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Intra. 7	SE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Intra. 8	CE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Total aberto		10	10	10	8	7	3	2	2	1	0

Fonte: Elaboração do autor

A análise aponta que é economicamente viável avançar o estoque parcialmente nas lojas de representantes que não foram selecionadas pelo modelo. Por exemplo em um avanço parcial de 10%, todas as lojas de representante são economicamente viáveis de entrarem na cadeia logística da empresa.

9. CONCLUSÃO

Esse estudo teve como objetivo revisar o modelo logístico de uma empresa de cosméticos que possui diversas oportunidades de melhorias na sua cadeia de entrega, para isso utilizando métodos de modelagem matemática de pesquisa operacional.

O estudo inicia apresentando a empresa, o cenário que ela está inserida e os desafios operacionais que ela tem para seguir o seu ritmo de crescimento que atualmente é muito superior do que a média do mercado.

Foi levantado conjuntamente com a empresa onde o estudo foi realizado as possibilidades de investimento para redução no tempo de entrega dos produtos para os representantes de vendas. Esses investimentos estão embasados em uma premissa de aumento de receita da empresa com a diminuição no tempo de entrega dos produtos, que foram empiricamente comprovados com um projeto piloto.

Após análise da malha logística, foi detectada uma oportunidade de ganho através da conversão de lojas que o grupo detentor da marca possui dentro da cidade em centros de distribuição, com isso esses estabelecimentos passariam de destino final para cadeia logística para um *hub* de entregas, aproximando o estoque dos clientes, reduzindo o tempo de entrega.

Foram levantados todos os custos envolvidos na nova operação, bem como os investimentos necessários para que cada uma das lojas se tornassem um centro de distribuição. Para essa parte, a empresa estudada forneceu os dados necessários para os cálculos em forma de bases de dados a serem analisadas. Para a decisão de avançar os estoques para determinada loja ou não foi construído um modelo matemático que é a parte fundamental do estudo.

Para a modelagem o *software* escolhido foi o ‘*What’s Best!*’, por seu reconhecido poder de precisão e sua interface extremamente amigável em relação a interações com pessoas leigas em relação a modelagem matemática.

Como premissas do modelo, foram avaliadas o avanço de estoque para 24 lojas que são de propriedade do grupo que detém a empresa estudada. Foi levantado o preço de vendas e a demanda dos produtos em cada um dos 27 estados brasileiros (26 estados mais Distrito Federal), e os custos

de cada uma das lojas. Dentro do modelo também foi considerado o custo financeiro do investimento, através de um custo de capital da empresa.

Como resultado, o modelo aponta viabilidade econômica de avanço de estoque em 14 das 24 lojas, cobrindo 8,9% do volume de entrega da empresa e 5,9% de ganho de caixa. O resultado sugere que o novo modelo de vendas é extremamente interessante do ponto de vista econômico e que ainda existe uma grande oportunidade de expansão dele para novos pontos, que podem ser construídos no futuro, possivelmente atendendo uma porcentagem maior do volume total.

Para aplicabilidade contábil da empresa, não é suficiente sugerir os investimentos em todas as lojas de uma só vez, pois o caixa disponível para investimento em cada semestre é limitado. Para esse estudo ser implementado na empresa de cosméticos, foi realizada uma priorização de investimentos das 14 lojas de representantes, as dividindo em 4 ondas de investimentos, cada uma delas dentro do orçamento. O critério de priorização foi o tempo estimado de retorno do investimento, que fora calculado com base no custo de capital da empresa, e no fluxo de caixa gerado por cada um dos investimentos.

Com a análise dos resultados pronta para o modelo com as premissas que ele fora construído, o estudo apresentou também cinco análises de sensibilidade visando indicar possíveis estratégias de ganhos econômicos além daqueles obtidos com a utilização da modelagem matemática. Duas delas não tem relação direta com a recomendação de como investir em relação as lojas. Uma delas visa construir um cenário em que o aumento de receita não será tão representativo como o projeto piloto apontou, outra constroem cenários econômicos pessimistas e otimistas em relação a demanda de cosméticos no país. Outras três sensibilizações tratam da maneira de como serão realizados os investimentos nas lojas de representantes.

A primeira dessas três análises é o aumento vertical das lojas que receberão o avanço de estoques. O resultado apontou uma grande oportunidade de expansão em volume do novo modelo que mesmo atingindo apenas 8,9% por cento do volume total de entrega, representava um grande ganho econômico para a empresa. O resultado de tal análise apontou que é lucrativo fazer a expansão vertical máxima para as 14 lojas de representantes avaliadas.

A segunda análise de sensibilidade que impacta diretamente o resultado segue a mesma linha da primeira, de aumentar o volume e a capacidade de armazenamento de cada loja. Dessa forma, foi calculado o ganho por metro quadrado expandido, considerando para isso uma compra de uma área vizinha a loja. Nesse caso, foi calculado o preço sugerido de oferta do metro quadrado.

A terceira análise, e última das cinco, calcula uma expansão parcial nas lojas de representante que foram indicadas pelo modelo como não indicadas para o avanço de estoque. A motivação dessa análise foi uma quebra dos custos para as lojas de representante. Os custos maiores estão em lojas de representantes com maior espaço, que normalmente estão em regiões de menor demanda. Dessa forma, foi feita uma sensibilização na porcentagem da loja que deveria ser utilizada como estoque e a outra parte continuaria com a atual função, criando um estabelecimento misto. Os resultados apontaram que a determinada parcela de avanço é interessante utilizar o modelo em todos os pontos testados.

A conclusão do estudo é o sucesso da aplicação da modelagem matemática para a resolução estratégica de como otimizar a cadeia logística em uma empresa de cosméticos. Tal aplicação pode ser expandida para diversos setores, utilizando o mesmo conceito de decisão entre duas formas de entregas com diferentes pontos de apoio em cada uma. Com o estudo completo, somando os resultados do modelo com as análises de sensibilidades, é possível fazer uma recomendação para cada um dos 24 estabelecimentos do grupo.

A eficácia do novo modelo é comprovada com o aumento do caixa da empresa e também com a resposta que a um determinado percentual, o modelo é aplicável a todos os estabelecimentos. Como próximos passos, a empresa deve analisar as recomendações do estudo e viabilizar os investimentos necessários para colocar o novo modelo em prática.

Ficará de legado nas inúmeras iterações com os funcionários as técnicas de modelagem de pesquisa operacional apresentadas pelo autor do estudo aos colaboradores. Esse tipo de abordagem nunca fora anteriormente utilizado nas decisões estratégicas da empresa, e pode possivelmente ser implementado para outras áreas decisórias.

Por fim, o autor elaborou a compilação do estudo e a recomendação para cada um dos 24 pontos estudados. O resultado está apresentado no Apêndice A.

10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABEVD. Disponível em < <http://www.abevd.org.br/>>. Acesso em: 28 de maio 2015

ALBRECHT, K. Qualidade em Serviços. São Paulo: Makron Books, 1992.

ANCINE. Disponível em < <http://www.ancine.gov.br/>>. Acesso em 30 de junho de 2015.

ARENALES, M. et al. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 2ª reimpressão.

BAIN & COMPANY. Disponível em <<http://www.bain.com/offices/saopaulo/pt/index.aspx/>>
Acesso em: 10 de outubro de 2015.

BALLOU, R. H. Business Logistics Management. 5ª Ed, Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall, 2005.

CAIXETA-FILHO, J.V. ‘Losses in the transportation of fruits and vegetables: a Brazilian case’. International Journal of Logistics, Vol. 2, No. 3, 1999.

CAIXETA-FILHO, J.V. ‘Orange harvesting scheduling management: the Operational Research Society’, Vol. 57, 2006.

CARLZON, Jan. Hora da verdade. 11ª Ed. Rio de Janeiro. Cop, 1994.

COLIN, E.C.; CIPPARONE, F.A.M.; SHIMIZU, T. ‘Otimização do Custo de Transporte na Distribuição – Armazenagem de Açúcar’, Produção, Vol. 9, No. 1, 1999.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Euromonitor, 2015. Acesso em: 17 de Julho de 2015.

GUTIERREZ, C.J. Development and Application of a Linear Programming Model to Optimize Production and Distribution of a Manufacturing Company, MS thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 1996.

KIYUZATO, L.; RONCONI, D.P.; SALAMONI, R.; TSAI, C.K.; YOSHIKAWA, H. ‘Minimizing total tardiness: a case study in an autoparts factory’, ‘International Transactions in Operational Research’, Vol. 9, 2002.

KOTLER, Philip; KELLER, K. L. '**Marketing Management.**' 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MOTTA, R; GONÇALVES, A.; NEVES, C.; CALÔBA, G.; NAKAGAWA, M.; PACHECO DA COSTA, R. **Engenharia Econômica e Finanças.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

RABINOWITZ, G.; MEHREZ, A. '**A multi-echelon multi-commodity, logistic system design at the dead sea works ltd**', Computers and Industrial Engineering, Vol. 39, 2001.

SANTORO, M.C.; RONCONI, D.P. '**Modelling the transportation and warehousing of potassium chloride in the fertilizer industry**', Int. J. Logistics Systems and Management, Vol. 8, No. 3, 2011.

SCHUSTER, E.W.; ALLEN, S.J. '**Raw material management at Welch's, Inc.**', Interfaces, Vol. 28, No. 5, 1998.

TAUBE-NETTO, M. '**Integrated planning for poultry production at Sadia**', Interfaces, Vol. 26, No. 1, 1996.

VALOR ECONÔMICO. **Mercado espera queda de 2,26% para economia em 2015 e de 0,40% em 2016.** Disponível em <<http://www.valor.com.br/brasil/4202456/mercado-espera-queda-de-226-para-economia-em-2015-e-de-040-em-2016>> Acesso em: 08 de agosto de 2015.

WINSTON, W.L. **Operations Research** – Applications and Algorithms. Toronto: Thomson, 2004.

APÊNDICE A**LR 1****Estado:** Rio Grande do Sul**Proprietário:** CosméticosCo**Área (m²):** 217**Expansão (m³):** 637

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 850.714, gerando R\$197.272 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 5,55 anos (quarta onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 549.060 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 2.530 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 2**Estado:** São Paulo**Proprietário:** CosméticosCo**Área (m²):** 210**Expansão (m³):** 617

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 824.114, gerando R\$240.128 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 4,08 anos (segunda onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 668.339 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.179 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 3**Estado:** São Paulo**Proprietário:** CosméticosCo**Área (m²):** 244**Expansão (m³):** 718

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 958.245, gerando R\$268.264 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 4,31 anos (terceira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 746.651 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.054 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 4

Estado: São Paulo

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 147

Expansão (m³): 433

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 577.974, gerando R\$187.077 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 3,58 anos (primeira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 520.686 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.531 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 5

Estado: São Paulo

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 121

Expansão (m³): 356

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 475.340, gerando R\$160.022 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 3,41 anos (primeira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 445.384 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.673 do m² (valor para

retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 6

Estado: São Paulo

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 224

Expansão (m³): 659

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 879.501, gerando R\$249.145 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 4,24 anos (segunda onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 693.347 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.091 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 7

Estado: São Paulo

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 194

Expansão (m³): 570

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 760.649, gerando R\$230.351 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 3,89 anos (primeira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 641.129 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.304 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 8

Estado: Rio de Janeiro

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 596

Expansão (m³): 1.751

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 50% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

LR 9

Estado: Minas Gerais

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 227

Expansão (m³): 665

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 888.428, gerando R\$217.737 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 5,13 anos (quarta onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 606.020 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 2.674 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 10

Estado: Minas Gerais

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 130

Expansão (m³): 381

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 508.185, gerando R\$153.935 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 3,89 anos (primeira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$

428.443 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.305 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 11

Estado: Distrito Federal

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 209

Expansão (m³): 613

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 818.954, gerando R\$205.337 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 4,97 anos (terceira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 571.509 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 2.736 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

LR 12

Estado: Goiás

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 568

Expansão (m³): 1.666

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 50% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

LR 13

Estado: Bahia

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 690

Expansão (m³): 2.027

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 30% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

LR 14

Estado: Pernambuco

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 587

Expansão (m³): 1.724

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 40% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

LR 15

Estado: Ceará

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 358

Expansão (m³): 1.050

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 80% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

LR 16

Estado: Rio Grande do Norte

Proprietário: CosméticosCo

Área (m²): 665

Expansão (m³): 1.953

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 50% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

Intramunicipal 1**Estado:** Santa Catarina**Proprietário:** Grupo CosméticosCo**Área (m²):** 326**Expansão (m³):** 957**Recomendação inicial do modelo:** Manter como loja de representante.**Recomendação completa do estudo:** Avançar o estoque para 90% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.**Intramunicipal 2****Estado:** Paraná**Proprietário:** Grupo CosméticosCo**Área (m²):** 167**Expansão (m³):** 491**Recomendação inicial do modelo:** Avançar o estoque, com investimento R\$ 656.189, gerando R\$167.431 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 4,86 anos (terceira onda de investimento).**Recomendação completa do estudo:** Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 466.004 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 2.784 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.**Intramunicipal 3****Estado:** São Paulo**Proprietário:** Grupo CosméticosCo**Área (m²):** 136**Expansão (m³):** 399**Recomendação inicial do modelo:** Avançar o estoque, com investimento R\$ 532.404, gerando R\$176.560 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 3,48 anos (primeira onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 491.412 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.618 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

Intramunicipal 4

Estado: Rio de Janeiro

Proprietário: Grupo CosméticosCo

Área (m²): 303

Expansão (m³): 891

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 1.189.505, gerando R\$294.455 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 5,06 anos (quarta onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 819.547 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 2.701 do m² (valor para retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

Intramunicipal 5

Estado: Minas Gerais

Proprietário: Grupo CosméticosCo

Área (m²): 159

Expansão (m³): 468

Recomendação inicial do modelo: Avançar o estoque, com investimento R\$ 625.108, gerando R\$176.766 de caixa por ano, e tempo de *payback* de 4,25 anos (segunda onda de investimento).

Recomendação completa do estudo: Além de avançar o estoque, é economicamente viável a construção de um segundo andar de 3 metros na loja de representante, investindo para isso até R\$ 491.988 para se ter um retorno em 3 anos. Por fim, pode-se pagar até R\$ 3.085 do m² (valor para

retorno do investimento em 3 anos) em um estabelecimento vizinho para expandir a loja de representante.

Intramunicipal 6

Estado: Goiás

Proprietário: Grupo CosméticosCo

Área (m²): 545

Expansão (m³): 1.601

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 60% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

Intramunicipal 7

Estado: Sergipe

Proprietário: Grupo CosméticosCo

Área (m²): 697

Expansão (m³): 2.047

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 30% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

Intramunicipal 8

Estado: Ceará

Proprietário: Grupo CosméticosCo

Área (m²): 497

Expansão (m³): 1.458

Recomendação inicial do modelo: Manter como loja de representante.

Recomendação completa do estudo: Avançar o estoque para 90% da loja de representante, mantendo o restante como é hoje.

APÊNDICE B

As rotas viáveis estão em verde, e as inviáveis em vermelho na Tabela 14.

Tabela 14 – Rotas possíveis

Número do CO	Estado	AC	AL	AP	AM	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA	PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	RR	SC	SP	SE	TO
1 Todos																												
2 RS																												
3 SP																												
4 SP																												
5 SP																												
6 SP																												
7 SP																												
8 SP																												
9 RJ																												
10 MG																												
11 MG																												
12 DF																												
13 GO																												
14 BA																												
15 PE																												
16 CE																												
17 RN																												
18 SC																												
19 PR																												
20 SP																												
21 RJ																												
22 MG																												
23 GO																												
24 SE																												
25 CE																												

Fonte: CosméticosCo