

Redução do Nível de Matéria Prima estocada no Porto através da revisão do método de planejamento e programação de materiais.

Daniele Medina Ferreira

Orientador: José Benedito Silva Santos Júnior
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes - LALT

RESUMO

O ponto central desse estudo será o armazenamento de matéria prima que acontece nos terminais Portuários em Santos-SP, ocasionados devido a variabilidade no planejamento dos processos de produção. A elaboração do trabalho foi construída a partir da revisão bibliográfica do tema cadeia de suprimentos.

Foi elaborado um modelo de tomada de decisão através da utilização do Solver, (ferramenta de teste de hipótese por otimização matemática do MS-Excel), que irá suportar a decisão estratégica de logística para períodos de alta e baixa sazonalidade, em manter o armazenamento no porto até a necessidade de utilização na fábrica versus a transferência para armazém externo, próximo da fábrica na região metropolitana de Campinas que utilizará aquela matéria prima.

O objetivo foi alcançado através do modelo matemático adotado.

ABSTRACT

The main purpose of the study will be warehouse storage raw material at Santos Port, caused due to variability in the planning production process. The study has be based on the bibliography review of Supply Chain matter.

It was built a model of taking decisions, using Solver (tool of MS-Excel to hypothetical test) to support the strategical decision of logistics, in a context of low or peak season, retaining raw material storage at port warehouse versus transfer to outside warehouse near to factory.

The objective has been reached through the mathematical model adopted.

1. Introdução

A produção agrícola possui características intrínsecas com dependência de questões climáticas, biológicas e físicas que influenciam toda a cadeia produtiva. A sazonalidade é reflexo direto desta dependência que concentra a produção em períodos específicos, assim como todos os segmentos do agronegócio. Administrar a sazonalidade, característica predominante na maioria dos produtos agrícolas, é um grande desafio para as empresas preocupadas em se manter de forma competitiva e lucrativa no mercado. Com isso, os custos de armazenagem de matérias primas passam a ser um aliado nessa competição e são fortemente considerando nas suas estratégias.

Além dos problemas climáticos que levaram a grandes perdas na safra 2015/2016, produzindo uma escala de inadimplência na carteira de crédito rural mantida pelos bancos, também foi aplicado pelo governo uma redução de 20% no Plano safra para 2016/2017, (crédito aos agricultores familiares), devido a recessão na economia vivida pelo Brasil atualmente, medida que compromete o poder de compra dos produtores. A junção

desses dois fatores impacta negativamente na venda de insumos agrícolas. Exigindo que as empresas se empenhe em ter demandas de vendas mais assertivas aliadas aos planejamentos de produção que atendam satisfatoriamente essas demandas e indiscutivelmente buscando a redução nos custos logísticos. Onde se faz necessária a utilização de ferramentas que demonstrem quantitativamente a opção financeira mais favorável, auxiliando assim, a tomada de decisão.

1.1. Objetivo

Objetivando analisar os aspectos de planejamento de compras/importação, associados ao planejamento de produção e gestão de estoques, pretende-se definir uma nova proposta para esses processos, buscando a redução dos custos logísticos envolvidos na aquisição de insumos que são estocados externamente a planta de produção.

1.2. Problema da pesquisa

A comercialização dos insumos agrícolas sofre influência de fatores internos e externos, sendo o Brasil altamente dependente de importação de produtos que são usados na fabricação de defensivos agrícolas, isso porque não somos autossuficientes. Devido a isso, 100% das matérias primas utilizadas na empresa estudada são importadas, mais frequentemente da Europa, América do Norte e Ásia.

O foco do problema serão os custos envolvidos no armazenamento, onde as matérias primas ficam estocadas nos armazéns dos terminais portuários por intervalos de períodos pré-negociados pelo departamento de compras, será objeto de estudo os casos de produtos armazenados que ultrapassam os períodos previamente programados.

1.3. Justificativa

O orçamento para pagamento dos custos de armazenamento primária é definido com base na programação de produção, no entanto constantemente são extrapolados devido a alterações de programação da fábrica.

Em virtude da crise econômica vivida atualmente pelo Brasil, a empresa em questão, instituiu um novo programa dentro do planejamento estratégico da companhia, que visa melhorar a rentabilidade e eficiência das operações entre elas, os custos logísticos.

As atividades primárias são primordiais para atingir os objetivos logísticos de custos e nível de serviço, já que elas contribuem com a maior parcela do custo total da logística, por essas razões esse estudo visa a analisar e propor redução nos custos de armazenagem primária alinhado com a nova estratégia da empresa.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Planejamento de compras

Cadeia de Suprimentos, compreende todas as atividades ligadas ao fluxo e à transformação pela qual passam os produtos, desde a matéria-prima até o consumidor final, assim como o fluxo de informações a elas associadas (Handfield & Nichols, 1999, p.74).

A boa administração dos processos de compras pode impactar significativamente no resultado financeiro da companhia, faz parte da estratégia, decidir com quem comprar, quando, quantidade, como e onde será feita a entrega desses insumos.

Além disso, a função compra é considerada uma atividade no processo de programação. Mesmo sendo basicamente isso – atividade de compra – muitas de suas decisões afetam diretamente o fluxo de bens ou serviços no canal logístico. – (Ballou,2006, p.341).

A empresa estudada nesse trabalho, planeja 100% das importações para serem executadas no modal marítimo, utilizando o porto de Santos como porta de entrada. Porém, devido às urgências e em caráter de exceção, alguns produtos podem ser importados no modal aéreo. Não trataremos de importações aéreas nesse estudo.

A maioria das importações são de produtos químicos perigosos (matérias-primas, ingredientes ativos, produto semiacabados e produto acabado) que são transportados em dry containers de 20', 40' ou isotanks 20'. Em casos esporádicos, podem ocorrer importações de materiais de embalagem, como caixas, frascos e rótulos.

Os volumes das importações estão divididos por origem: EAME (Europa 41,3%), APAC (Ásia 30,7%) e NAFTA (EUA 28%). Os prazos de entrega médios por rota estão apresentados na figura 1 Rota de Importação.

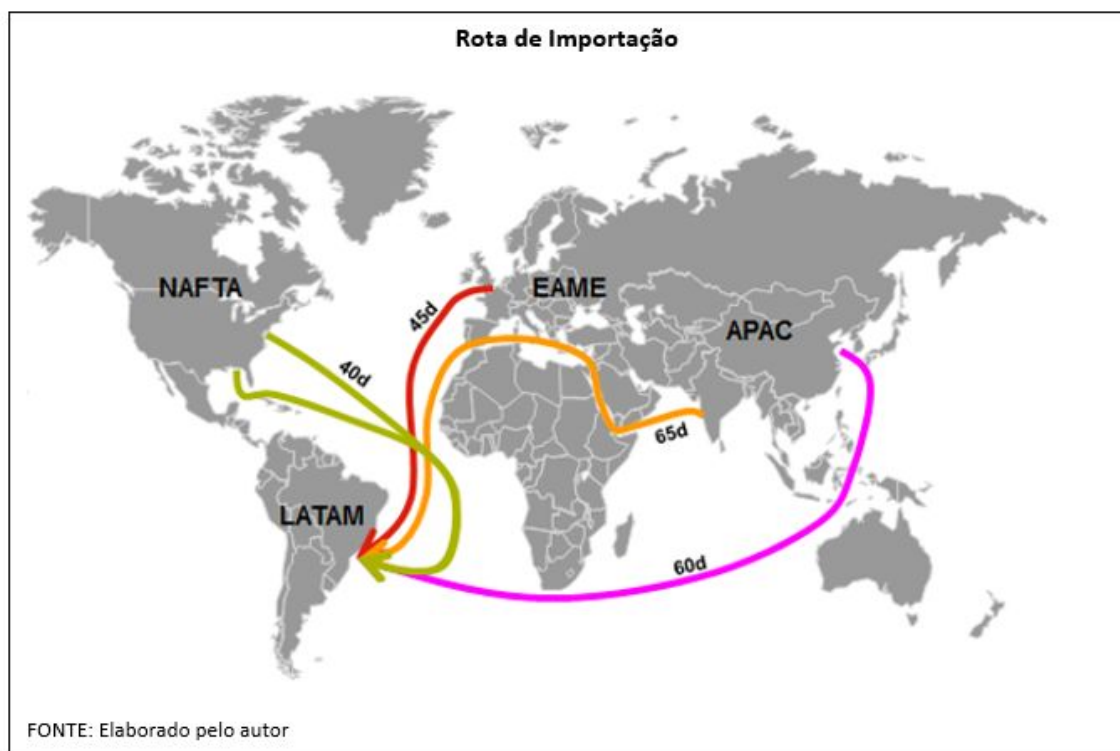


Figura 1 - Prazos de entrega médios por rota de importação

Para a colocação de pedidos junto aos exportadores, é definido em reuniões mensais entre os departamentos de compras e planejamento a previsão para os 4 meses seguintes, nessa reunião de alinhamento da demanda define-se o tamanho do pedido e dos lotes de entrega mínimos, considera-se o estoque de segurança médio de 43 dias.

Semanalmente o planejamento de fábrica, confirma a necessidade de produção da semana seguinte para as áreas envolvidas.

Em circunstâncias, que o custo total de manutenção de estoque ao longo do sistema logístico esteja desproporcional em relação a demanda de produtos no mercado, as organizações começarão a apresentar problemas de liquidez, pois o custo do capital empregado em estoque afeta as previsões de lucro. (Barbosa,2013, p.103 e 104)

2.2. Processo de importação

Literalmente importação significa introdução em um país de produtos oriundos de outro país, estado, município ou região.

Todo o mérito da importação diz respeito ao comercio de produtos, portanto a transação de compra e venda efetuada pelas partes designadas como vendedor (exportado) e comprador (importador). – (Ludovico, 2012, p.92).

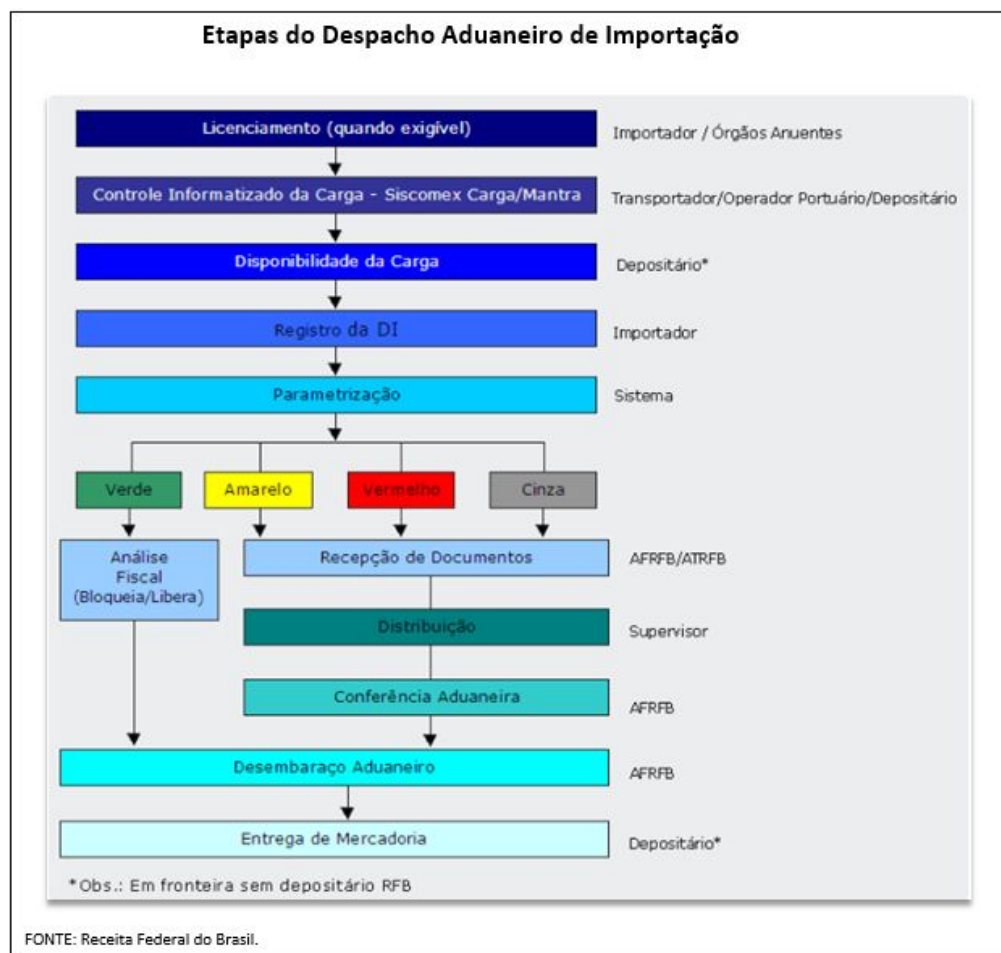


Figura 2 - Etapas do despacho aduaneiro de importação. (fonte RFB, apud Ludovico,2012)

Para que uma empresa possa importar/exportar deve-se obter o cadastro no REI Registro de Exportadores e Importadores da Secretaria do Comercio Exterior, que acontecerá automaticamente no ato da primeira operação no Siscomex Sistema informatizado da Secretaria da Receita Federal (SRF) através do qual o importador registrará todas as informações da operação comercial e da mercadoria para que sejam emitidos o Licenciamento Não-Automático de Importação (LI), Declaração de Importação (DI), Registro de Operações Financeiras (ROF) ou ainda a consulta ou retificação do Extrato da DI, conforme figura demonstrado na figura 2 Etapas do despacho aduaneiro de importação.

Etapas comuns em um processo de importação: planejamento; contato com os potenciais fornecedores; Identificar o NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul), tratamento administrativo e tributário; estimar o custo da importação; negociar com o exportador condições de venda (Incoterm), contratação de frete e seguro; negociar a forma de pagamento antecipado remessa sem saque, carta de crédito ou cobrança; receber a fatura proforma e obter a Licença de Importação (LI) se necessário; fechar o negócio confirmando a fatura proforma para o exportador; autorizar o embarque da mercadoria pelo exportador; acompanhar o embarque e a chegada da carga; contratar despachante aduaneiro para desembarço junto a Secretaria Receita Federal; Emissão da Declaração de Importação (DI) e recolhimento dos impostos; solicitar o despacho aduaneiro e por fim, contratação de câmbio para pagamento em moeda estrangeira.

O Comercio exterior, na maioria dos países, é realizado por uma pequena parte das empresas, devido à complexidade dos negócios internacionais, requerendo uma organização mais sofisticada e que seja capaz de arcar com gastos e investimentos bem mais elevados do que aqueles que o comercio doméstico dispõe.

Listadas algumas taxas a serem pagas em um processo de importação: Impostos (II, PIS, COFINS, IPI); ICMS, AFRMM; Taxa Siscomex; Capatazia; Taxa de liberação BL; Taxa Siscarga; Taxa Labama; Taxa de Desconsolidação; Anuencia LI; Taxa de correção de BL; ISPS code e podem ocorrer multas de importação.

Para que o importador possa retirar a carga da alfandega, são exigidos no mínimo os seguintes documentos: Conhecimento de carga, extrato de declaração de importação, fatura comercial, certificados, packing list e DARF's pagas, todo esse tramite torna o processo moroso e alguns casos impacta no extensão do período de estadia, especialmente quando é necessário liberação pelos órgãos: ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária) e/ou MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

...temos sistemas de pagamentos padronizados e aceitos internacionalmente. Cabe destacar aqui o organismo internacional propulsor desse sistema, ou seja, Câmara de Comércio Internacional (CCI), com sede em Paris, na França. (Ludovico, 2012, p.95).

2.3. Custos

O custo de manutenção desses estoques pode representar de 20% a 40% do seu valor por ano. Por isso mesmo, administrar cuidadosamente o nível de estoque é economicamente sensato.- (Ballou,2006, p.271).

No processo de elaboração de orçamento (budget) para pagamento de custos de armazenagem primaria, a área de planejamento juntamente com a área de compras, constroem as premissas para: volume de importação do ano seguinte, tempo de permanência no armazém e os volumes a serem entregues mensalmente na planta.

A empresa, possui contrato com 3 terminais portuários, como valores distintos para cada. Dependendo da disponibilidade de armadores para embarque na origem atrelados as rotas internacionais ou restrições de berços de atracação no porto de Santos, os navios podem sofrer alterações em seus destinos e acabarem descarregando em terminais onde a empresa não possui contrato. Nesses casos, é necessária à operação de

redesignação (remoção do container para o terminal contratado), as quais acarretam em custos adicionais logísticos.

Também há contrato com 3 empresas que prestam serviços de armazenagem externa e que estão alocadas próximo a planta que irá consumir essas matérias primas.

O controle das operações no porto é feito através de um relatório, onde é possível fazer a gestão do custo de armazenagem (períodos de armazenagem / franquia) bem como dar visibilidade do estoque disponível no porto. O time de planejamento de fábrica utiliza esse relatório para apoiá-los na decisão da permanência do produto no armazém portuário, entrega direta na fábrica (respeitando a análise de custo e premissas do budget de armazenagem) ou armazenagem externa, sempre avaliando o menor custo total para a operação (frete, armazenagem, seguro, demurrage, etc).

Há um grande esforço por parte das empresas para minimizar o uso dos locais de armazenagem, com o objetivo de sincronizar a produção com a demanda do consumidor, visando a evitar o acúmulo dos estoques ao longo da cadeia para que obtenham menores custos, carregamentos e descarregamentos mais frequentes e giro mais rápido de estoque. (Faria/Costa,2015 ,p.79).

Não serão analisados nesse estudo os custos de processamento de pedidos e custo de oportunidade.

2.4 Ferramentas de Pesquisa Operacional

É a área de conhecimento que estuda o desenvolvimento e aplicação de análise quantitativa, de um sistema organizado com o auxílio de modelos matemáticos, estáticos e algoritmos, para a busca de solução de problemas relativos a gestão de recursos nas organizações.

Programação Linear consiste em métodos para resolver problemas de Otimização com restrições (injunções) em que a Função Objetivo é Linear em relação as variáveis de controle x_1, x_2, \dots, x_n , e o domínio destas variáveis é injuncionado por um sistema de inequações lineares (Advanced Engineering Mathematics).

A utilização da Programação Linear visa resolver problemas reais, em que se procura trazer para o campo de tomada de decisões (Economia, Medicina, Agricultura, etc.) os métodos próprios de outras áreas científicas; cujo objetivo principal é tirar o maior proveito possível de sistemas cuja estrutura possa ser definida matematicamente. Sendo a função objetivo é também linear, todo ótimo local é automaticamente um ótimo global.

Em um Programa Linear, a otimização poderá ser maximização ou minimização da função objetivo, e as restrições podem ser do tipo $\leq, =, \geq$. As variáveis reais podem ser não negativas e/ou assumir qualquer valor real.

Para o problema em questão de redução do nível de matéria prima estocada utilizaremos a ferramenta solver, um recurso avançado do excel utilizado comumente para testes hipotéticos, onde os cenários serão simulados buscando os impactos positivos na redução de custos de armazenagem.

O problema geral de programação linear pode ser definido conforme demonstrado na figura 3 – conjunto de inequações lineares.

Maximizar (ou minimizar) a função objetivo:

$$Z = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_n \cdot x_n$$

Sujeito às restrições::

$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \leq b_1$$

$$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n \leq b_2$$

$$a_{31} \cdot x_1 + a_{32} \cdot x_2 + \dots + a_{3n} \cdot x_n \leq b_3$$

a

$$a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \dots + a_{mn} \cdot x_n \leq b_m$$

Considerando que todas as variáveis de decisão assumem valores positivos:

$$x_1, x_2, x_n \geq 0$$

Figura 3 - Conjunto de inequações lineares.

2.4.1 Modelo Matemático de Otimização

A utilização do modelo matemático facilita no momento de construir as variáveis e se resume a um problema de programação matemática, são componentes do modelo matemático: Variável de Decisão, função objeto e restrições, onde pretende-se determinar os valores das variáveis de decisão que satisfaçam todas as restrições e produzam o máximo ou mínimo valor da função objetivo.

Modelar é representar a realidade ou os sistemas originais através de outros sistemas de substituição, estruturados e comparáveis denominados modelos conforme demonstrado na figura 4 Processo de construção de um modelo matemático.

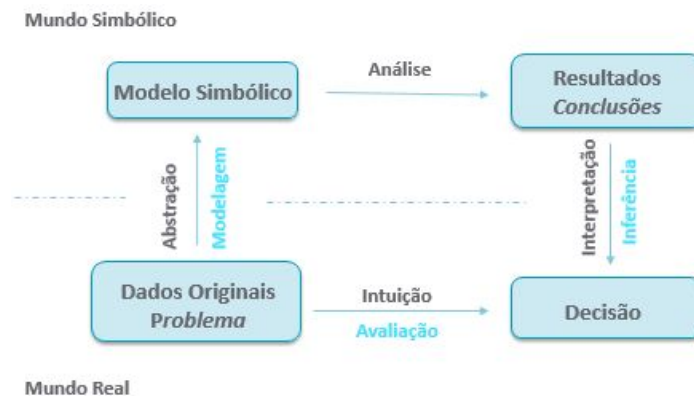


Figura 4 – Processo de construção de um modelo Matemático

Serão utilizados os custos de armazenagem por período aplicados por cada terminal versus custo de armazenagem externa (o produto da soma do custo de armazenagem e custo de transferência do armazém para a planta), dessa forma buscando a solução ótima em termos de custo.

3. Metodologia

3.1. Abordagem metodológica

O trabalho será desenvolvido utilizando o método de pesquisa exploratória, que apoiará na investigação do problema apresentado nesse trabalho, visando interpretar e entender comportamentos e processos que influenciam determinados resultados.

A coleta de dados ocorreu por meio de entrevistas despadronizadas, não foi elaborado um questionário específico para essa etapa, foram realizadas perguntas abertas para as pessoas que atuam nas áreas de compras, planejamento, comércio exterior e logística, a fim de oportunizar uma maior familiaridade com a realidade operacional e obter informações importantes sobre os aspectos dos produtos e processos objeto desse trabalho.

As pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. Pode-se afirmar que a maioria das pesquisas realizadas com propósitos acadêmicos, pelo menos num primeiro momento, assume o caráter de pesquisa exploratória, pois neste momento é pouco provável que o pesquisador tenha uma definição clara do que irá investigar. (Gil, 2010, p. 27).

A ciência tem como objetivo fundamental conferir a veracidade dos fatos. Para isso, é preciso utilizar o método científico, o qual define as diretrizes e orientações de como desenvolver o trabalho de pesquisa, as técnicas que devem ser empregadas, a sequência adequada de atividades, etc., com o intuito de conferir um grau de confiabilidade aos resultados obtidos.

Assim, a metodologia de pesquisa torna-se indispensável para a boa qualidade e confiabilidade do trabalho. Diante disto, a análise do presente trabalho seguiu a seguinte ordem: Fundamentação teórica sobre o assunto em estudo; Coleta dos dados através de entrevistas com as áreas envolvidas, relatórios operacionais, Cálculos de custos dos dados levantados; Levantamento das principais informações do processo através de planilhas, gráficos e relatórios, demonstrado na figura 5, passos para a realização da pesquisa.

3.2 Fluxograma para os passos de realização da pesquisa

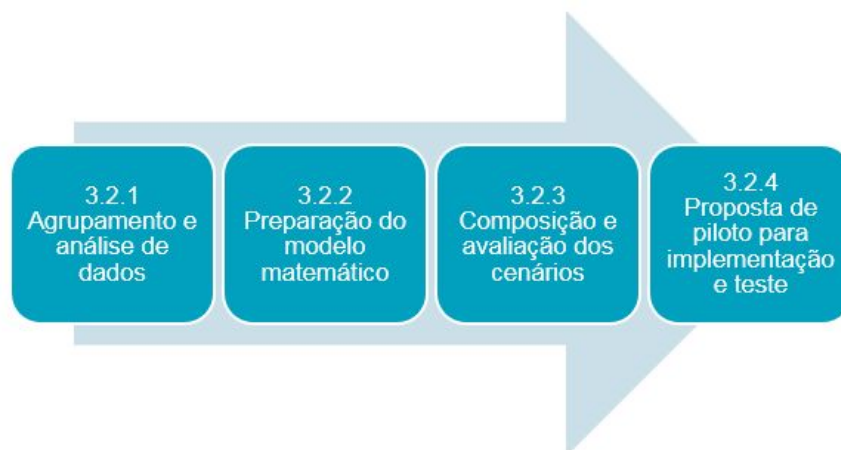


Figura 5 – Passos para realização da pesquisa.

3.2.1 Agrupamento e Análise de dados

Nessa etapa foram levantados os dados relativos aos produtos objetos do estudo, demanda de importação, país de origem dos materiais, orçamento destinado a armazenagem primaria, contratos comerciais estabelecidos entre a empresa objeto de estudo com terminais portuários, armazéns externos e empresas de transporte, relatórios contábeis, entre outros.

Depois que os dados foram coletados, os mesmos foram analisados e interpretados. Essa é uma fase muito importante para o modelo, nela define-se quais serão os parâmetros disponíveis para trabalhar e onde pode se restringir o modelo. Foram encontradas variáveis significantes, que necessitam de limites e restrições para que seja possível atingir a meta financeira.

3.2.2 Preparação do Modelo Matemático

A partir dos dados levantados, os elementos significativos foram tabulados em uma planilha de excel, onde foi possível analisar os dados do problema e segregar os elementos que compõem uma função linear, para a utilização da ferramenta solver com a função objetivo de redução dos custos de armazenagem primaria, tendo como elementos de analise os custos de armazenagem portuária e de armazenagem externa.

3.2.3 Composição e Avaliação dos Cenários

Em posse das informações sobre os produtos e os fornecedores envolvidos na armazenagem primaria, analisou-se os aspectos gerais que tratam do orçamento disponível para armazenagem de cada produto, os custos por categoria de armazenagem portuária, armazenagem externa e segunda perna de frete vinculada a armazenagem externa. Temos o cenário atual e possíveis caminhos que a empresa poderá optar.

3.2.4 Proposta de piloto para implementação e teste

Na empresa objeto de estudo, atualmente o processo de planejamento de entrega de matéria prima na fábrica não utiliza uma ferramenta de tomada de decisão, por esse motivo se torna indicável a proposta de um piloto para apoiar nas análises dos resultados e então alocar os recursos da maneira que melhor se adequa com os objetivos financeiros da empresa.

4. Aplicação Prática

4.1 Agrupamento e Análise de dados

Por meio da observação coletou-se os dados utilizando o sentido da observação de determinados aspectos da realidade, onde foram examinados os fatos e fenômenos a serem estudados.

Sendo que, 100% das matérias primas que são importadas, podendo ficar armazenadas até o quinto período no Porto, ocasionadas por mudanças de planejamento de produção da Fábrica.

Verificou-se que a área de planejamento local recebe as previsões de vendas através da reunião de S&OP (Sales & Operations Planning), com antecedência média de doze (12) meses da necessidade de fabricação, essa demanda é segmentada por tipo de produto, volume e mês em que deve ser disponibilizado o produto acabado. Com essas informações, o time de planejamento local acessa o time de planejamento global para confirmar a disponibilidade de produtos classificados como alocados, ou seja, com disponibilidade restrita.

O processo padrão de S&OP consiste em cinco etapas básicas: atualização de dados (ocorrendo após o fechamento de vendas), planejamento da demanda (processo de previsão de vendas), planejamento de produção e suprimentos (planos alternativos de produção x suporte às vendas x capacidade de compras e produção), reunião prévia (discussão da distância entre os planejamentos de demanda e produção) e reunião final (formalização de todo o processo, com o planejamento fechado e disseminado para toda a empresa). Essa demanda é revisada em um cenário macro a cada 6 (meses), mensal e semanalmente.

Através de software de gestão empresarial a área de planejamento gera a necessidade através de uma requisição, que é transmitida para a área de comércio exterior, que gera o pedido de compras *intercompany*. A área de comércio exterior é responsável por fazer a gestão desse pedido até a entrega no porto e consequente desembarço desse material. Uma vez nacionalizado, o produto estará disponível para a área de logística determinar o destino desse produto. O time de planejamento informa com antecedência de 1 (uma) semana a necessidade para a produção e cabe a área logística solicitar a entrega do produto na planta ou manter armazenado conforme demanda de produção.

4.2 Preparação do Modelo Matemático

Existem restrição com o orçamento disponível para armazenagem de cada produto no terminal portuário, também com os custos de armazenagem em local externo, que acarreta em custo adicional na segunda perna de frete para entrega na planta produtiva.

Não há restrições com espaço de armazenagem disponível nos terminais portuários, no entanto há restrições de espaço nos armazéns externos, assim como há limitação de espaço para armazenagem na planta de produção sendo necessário um processo de abastecimento cadenciado para não ocorrer uma ruptura no processo produtivo.

Portanto, a análise teve como objetivo preparar os dados para extrair as respostas dos problemas propostos, a interpretação ligou conhecimentos já elaborados com o resultado da pesquisa dando maior sentido nas respostas.

4.3 Composição e Avaliação dos Cenários

Utilizando o conceito de curva ABC, categorizou-se os produtos por importância, será objeto de análise desse trabalho o produto identificado como 38200, limitando o escopo do trabalho, com o intuito de primeiramente validar o método e em um segundo momento aplicar para os demais produtos classificados na curva ABC.

Como elementos qualitativos foram observados os seguintes aspectos, matéria prima de origem importada, entregue em equipamento específico e em cargas individualizadas.

São elementos quantitativos do objeto de análise:

<i>Elementos Quantitativos</i>						
Produtos	Qtd LT por	Qtd Equip. Ano	Volume Baixa	Volume Alta	P. Entrega Dias	EAME
38200	25.000	510	23%	77%	45	100%

Tabela 1

A maior concentração de recebimento de produtos é no segundo semestre, quando se inicia o período de safra no Brasil.

Será apresentada uma proposta de um piloto (com simulação entre as variáveis) para validação da abordagem apresentada, através dos resultados obtidos no piloto. A partir destes resultados elaborar uma proposta de implementação em maior escala.

4.4 Proposta de piloto para implementação e teste

Através da análise de restrições, serão ajustados os cenários de cálculo utilizando a modelagem no solver, sendo a função objetivo a redução de custos de armazenagem.

O armazenamento primário dos produtos está diretamente ligado a demanda de entrega solicitada pela fábrica.

O orçamento para armazenamento dos materiais é elaborado com a média de custo dos 3 terminais que a empresa possui contrato e os períodos de armazenagem negociados por terminal são de 15 dias cada janela, podem permanecer armazenados até a quinta janela.

A demanda de produção da fábrica, não é linear e varia de acordo com a demanda de mercado e sofre alterações semanalmente. Além disso os processos fabris competem entre si com a produção de outros produtos finais.

O espaço disponível na planta para descarga e abastecimento de linha produtiva é extremamente restrito.

Nesta etapa será composto e aplicado o modelo, sendo muito significativo para o trabalho uma vez que é nesse momento que se estabelece os parâmetros de restrição buscando o ponto de equilíbrio no modelo.

Os dados a serem estudados estão fragmentados em períodos de quinze dias, seguindo a base de cobrança por períodos dos terminais portuários e apresentados da seguinte forma:

A primeira restrição é o custo de armazenagem por produto no terminal portuário, o custo está apresentado na Tabela 2 – Custo Médio de Armazenagem Terminal – quinzenal, para o produto 38200 em períodos de 15 dias cada, os custos têm um ajuste progressivo a cada período de permanência.

Custo médio de Armazenagem Terminal - Quinzenal	
Produto	38200
Período 1	R\$ 1.093,92
Período 2	R\$ 1.907,25
Período 3	R\$ 2.720,59
Período 4	R\$ 3.533,92
Período 5	R\$ 4.347,25

Tabela 2

A segunda restrição é o produto da soma dos custos de estocagem em armazém externo somado a segunda perna de frete (trajeto de entrega do armazém para planta produtiva), apresentados em períodos de quinze dias na Tabela 3 Custo médio de Armazenagem externa – quinzenal.

Custo médio de Armazenagem Externa - Quinzenal	
Produto	38200
Armazenagem + Frete	R\$ 1.396,19

Tabela 3

A terceira restrição é a limitação de armazenagem nos armazéns externos (espaço físico) para estocagem das matérias primas. A capacidade disponível de dividida em baixa e alta temporada em períodos quinzenais, mostrada da tabela 4 Espaço Armazenagem Externa – quinzenal.

Espaço Armazenagem Externa - Quinzenal	
Temporada	Qtd Equip.
Baixa	5
Alta	12

Tabela 4

A quarta restrição trata-se da demanda de matéria prima para produção na fábrica, sendo necessário o abastecimento de forma continua, sem que aja acumulo de equipamentos no pátio, uma vez que não há espaço disponível para acumulo de equipamentos para descarga. A capacidade disponível quinzenalmente na planta está apresentada na tabela 5 – Demanda Processo Produtivo – quinzenal.

Demanda Processo Produtivo - Quinzenal	
Temporada	Qtd Equip.
Baixa	10
Alta	21

Tabela 5

Os elementos da inequação foram assim definidos:

Variável de decisão: Quantidade de containers a ser armazenado em cada opção (Porto e Externo)

Função Objetivo: minimizar os custos de armazenagem

$X1 + X2 \leq \text{budget}$

Sendo:

$X1 = \text{Custo de Armazenagem} : (\text{Qtde Eqptos (Porto)} * \text{Despesa Arm. Porto}) + (\text{Qtde Eqptos (Externo)} * \text{Despesa Arm. Externa})$

$X2 = \text{Custo Armazenagem Total Max Budget Quinzenal} - \text{Porto} + \text{Budget Quinzenal} - \text{Armazém Externo}$

5 Analise de Resultados

A construção do problema foi dividida seguindo as restrições de baixa e alta demanda da safra.

O modelo matemático foi construído objetivando a redução dos custos de armazenagem, para isso foram inseridos os dados a serem estudados e o solver alocou a demanda por período respeitando as restrições inseridas no modelo.

Para a elaboração de análise através do solver, a planilha foi construída com uma coluna específica com a verba quinzenal do terminal portuário, uma coluna para a verba quinzenal de armazenagem externa, uma coluna com os valores limitação de espaço para armazenagem portuária no período de baixa e uma coluna com a demanda sazonal na baixa temporada que foram utilizadas para a construção das restrições.

A cada período o solver retornou com uma resposta de quantidade mínima de armazenamento para o Terminal e para o Armazém externo, atendendo as restrições impostas por período e a análise de resultados objetivando o menor custo.

Na primeira parte da tabela em Excel foram incluídos os dados do problema a ser estudado, tanto para o cenário de sazonalidade abaixo como na alta, a título de ilustração, serão demonstradas partes da tabela somente de um único cenário.

Análise Sazonalidade Baixa							
Produto 38200							
Períodos Porto	Despesa Arm. Porto	Despesa Arm. Externa	Budget Quinzenal - Porto	Budget Quinzenal - Armazem Externo	Custo Armazenagem Total Max	Arm. Externo Qtde Max (quinzenal)	Demanda Sazonal
Período 1	R\$ 1.093,92	R\$ 1.396,19	R\$ 50.349,77	R\$ 46.819,05	R\$ 97.168,82	5	10
Período 2	R\$ 1.907,25	R\$ 2.024,47	R\$ 50.349,77	R\$ 46.819,05	R\$ 97.168,82	5	10
Período 3	R\$ 2.720,59	R\$ 2.186,43	R\$ 50.349,77	R\$ 46.819,05	R\$ 97.168,82	5	10
Período 4	R\$ 3.533,92	R\$ 2.361,34	R\$ 50.349,77	R\$ 46.819,05	R\$ 97.168,82	5	10
Período 5	R\$ 4.347,25	R\$ 2.550,25	R\$ 50.349,77	R\$ 46.819,05	R\$ 97.168,82	5	10

Tabela 6

Foram criadas na planilha colunas onde o solver retornou com as quantidades distribuídas entre porto e armazém externo e os custos mínimos encontrados para essa proposta de armazenagem.

Análise Sazonalidade Baixa					
Produto 38200					
Qtde Eqptos (Porto)	Qtde Eqptos (Externo)	Restrição Custo Arm	Restrição Demanda Min	Restrição Arm	Min Custo
10	-	R\$ 10.711,30	10	-	R\$ 10.711,30
10	-	R\$ 18.675,19	10	-	R\$ 18.675,19
5	5	R\$ 23.968,27	10	5	R\$ 23.968,27
5	5	R\$ 28.740,07	10	5	R\$ 28.740,07
5	5	R\$ 33.581,82	10	5	R\$ 33.581,82

Tabela 7

Na figura 7 são apresentados os dados imputados na tabela de modelagem do solver, a definição das células objetivo, a função de minimizar, as restrições que garantem o atendimento da demanda com o menor custo possível.

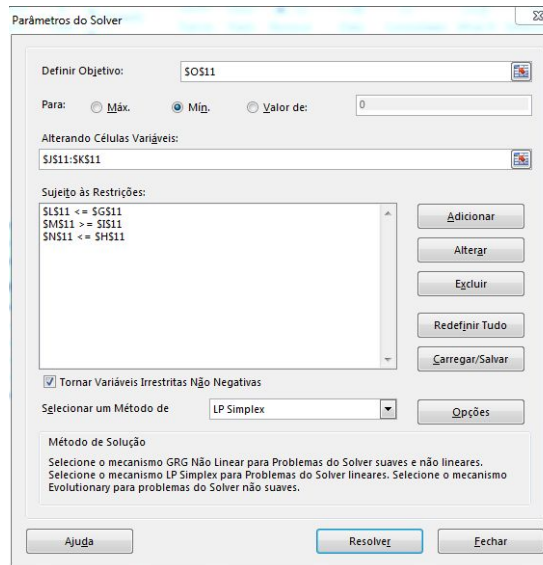


Figura 7 – Tabela de modelagem solver

Pode-se observar na figura 8 relatório de resposta, o ponto de equilíbrio a partir do período 3, onde torna-se mais vantajoso o envio dos equipamentos para os armazéns externos, o modelo aloca a quantidade devida de equipamentos a serem estocados no terminal portuário e quantidades a serem transferidos e armazenados em armazém externo.

Célula do Objetivo (Mín.)						
Célula	Nome	Valor Original	Valor Final			
\$O\$9	Período 3 Min Custo	21.179	21.179			

Células Variáveis						
Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro		
\$J\$9	Período 3 Qtde Eqptos (Porto)	5	5	Conting.		
\$K\$9	Período 3 Qtde Eqptos (Externo)	5	5	Conting.		

Restrições						
Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso	
\$L\$9	Período 3 Restrição Custo Arm	21.179	\$L\$9<=\$G\$9	Não-associação	75990,12249	
\$M\$9	Período 3 Restrição Demanda Min	10	\$M\$9>=\$I\$9	Associação	-	
\$N\$9	Período 3 Restrição Arm	5	\$N\$9<=\$H\$9	Associação	0	

Figura 8 – Relatório de Respostas

No cenário de baixa sazonalidade, apresentou uma redução de custos na ordem de R\$ 115.675,00 (cento e quinze mil seiscentos e setenta e cinco reais), sendo que esse valor representa uma redução de 24% comparado com o valor do orçamento inicial para armazenagem primaria.

Para a Alta sazonalidade, se obteve-se o ponto de equilíbrio a partir do período 4, onde acontece a distribuição dos equipamentos buscando a redução dos custos.

Para esse período mostrou-se uma redução de custos de R\$ 250.026,00 (duzentos e cinquenta mil e vinte seis reais), quantia que representa redução de 51% do orçamento inicial para armazenagem primaria.

Em ambos momentos alta e baixa sazonalidade o objetivo principal em redução do nível de matéria prima estocada no porto e consequente redução dos custos de armazenagem foram alcançados.

6 Recomendações e Sugestões

O objetivo do estudo era buscar a diminuição de armazenamento no porto, no entanto com base nas análises dos resultados, observa-se uma grande oportunidade de renegociação com os fornecedores de Armazenagem Portuária e oportunamente com os provedores de armazenagem externa, propondo tabelas de preços atreladas aos volumes dos períodos de alta e baixa sazonalidade, uma vez que no segundo semestre concentra-se praticamente 77% do volume a ser recebido ao longo do ano.

Sabe-se que devido ao estado atual da economia brasileira houve uma grande retração da movimentação portuária, sendo possível uma proposta de renegociação com Terminais buscando a elaboração de uma nova metodologia de cobrança com base na sazonalidade causada pela safra e além disso uma proposta de negociação de novas janelas de permanência, sugerindo a aplicação de uma tabela de preços regressiva para cada período adicional de utilização de armazenagem, inclusive com cobranças por diária de permanência, uma vez que a demanda diária de produção é um fator decisivo para a armazenagem no terminal.

O pilar fundamental da renegociação será o volume, com base na previsão de volume para estocagem para o ano de 2018 será proposto um desconto proporcionalmente ao tamanho do estoque no local armazenado por semestre de sazonalidade, quanto maior o volume estocado maior deverá ser o desconto concedido.

Nessa renegociação a empresa em questão oferece aos Terminais uma previsão mais assertiva de utilização da armazenagem por períodos, trazendo o benefício para os Terminais em poderem disponibilizar esse serviço a outros clientes.

Com relação a Armazenagem externa, seria proposto aumentar a quantidade de equipamentos estocados nos armazéns externo com a contrapartida de serem negociadas novas tabelas de preço no período de baixa e alta sazonalidade, ainda dentro de cada período de quinze dias seria proposto valores para utilização de diárias, onde a cada diária adicional seria aplicado um percentual de desconto.

Há oportunidade de estudo para buscar o ponto de equilíbrio móvel mensal nos períodos de alta e baixa sazonalidade, aplicando o conceito para demais produtos da curva ABC.

Conclui-se a partir do resultado obtido nesse estudo, através da aplicação do modelo matemático para um produto, associado ao conhecimento mais apurado do fluxo de materiais, as necessidades de demanda relacionadas a sazonalidade do período de safra e demais entendimentos da cadeia de Supply Chain ser possível uma redução significativa nos custos logísticos relacionados com a armazenagem primária, que ocorreu com uma melhor distribuição do estoque entre terminal portuário e armazém externo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Robert B. Handfield and Ernest L. Nichols Jr., Introduction to Supply Chain Management (Upper Saddle River, NJ: Prentice – Hall, 1990)
- Ballou, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial / Ronald H. Ballou; Tradução Raul Rubenich. – 5. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2006.
- Ludovico, Nelson; Logística internacional: um enfoque em comercio exterior / Nelson Ludovico. – São Paulo : Saraiva, 2012.
- Faria, Ana Cristina de. Gestão de custos logísticos / Ana Cristina de Faria, Maria de Fatima Gameiro da Costa. – 1 ed. – 13 reimpr. – São Paulo : Atlas, 2015.
- Barbosa, Antonio Pedro Princípios básicos da logística de materiais na cadeia de suprimentos : administração de materiais / Antonio Pedro Barbosa. -1. ed – Rio de Janeiro : Qualitymark Editora, 2013.
- Corrêa, Henrique Luiz Administração de cadeias de suprimentos e logística : o essencial / Henrique Luiz Corrêa.—São Paulo A: Atlas, 2014.
- Rodrigues, Paulo Roberto Ambrósio Gestão estratégica da armazenagem / Paulo Roberto Ambrósio Rodrigues. – 2. ed.rev. e ampl. – São Paulo : Aduaneiras, 2007.
- Neves, Marcos Fava Planejamento: a arte de criar e compartilhar valor / Marcos Fava Neves ; tradução Leonardo Abramowicz. – São Paulo : Editora Gente, 2014. Título Original; The future of food business.
- Gasnier, Daniel Georges Planejamento na cadeia de abastecimento / Daniel Georges Gasnier. – São Paulo : IMAM, 2008.
- GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.