



Organizadores

Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.  
Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

# Inovação em Logística

O Saber e o Fazer Juntos na Gestão  
das Redes de Suprimentos e Demanda

Volume 2 | Campinas/SP | 2016



*Caminante, son tus huellas  
el camino y nada más;  
caminante, no hay camino,  
se hace camino al andar.  
Al andar se hace el camino,  
y al volver la vista atrás  
se ve la senda que nunca  
se ha de volver a pisar.  
Caminante no hay camino  
sino estelas en la mar.*

*Antonio Machado*

# Índice

|   |    |
|---|----|
| Expediente / Créditos .....   | 05 |
| Prefácios .....   | 06 |
| <b>Mobilidade para as pessoas e acessibilidade para as mercadorias</b><br>Prof. Dr Orlando Fontes Lima Jr .....   | 09 |
| <b>Inovação em Operadores Logísticos</b><br>Dra. Regina Meyer Branski .....   | 14 |
| <b>Avaliação do transporte rodoviário de flores para exportação através da aplicação do modelo insumo-produto</b><br>Gustavo Amadeu   Prof. Dr. Douglas Tacla .....                                   | 27 |
| <b>Integração na cadeia de abastecimento de Granéis sólidos via 3pl + <i>trading company</i></b><br>Henrique Celso Marques Ribeiro   M. Eng. Sérgio A. Loureiro .....                                 | 43 |
| <b>A utilização de modelos de simulação para apoio a tomada de decisão logística em um processo de recebimento em um centro de distribuição</b><br>Lucas Cezar   Paulo Sérgio de Arruda Ignácio ..... | 59 |
| <b>Estudo sobre a escolha do modal adequado no processo de importação de componentes</b><br>Rafaela de Cássia Zabin   Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio .....  | 83 |

# Expediente/Créditos

## Apoio Institucional UNICAMP

- Reitor  
Prof. Dr. José Tadeu Jorge
- Coordenador Geral da Universidade  
Prof. Dr. Alvaro Penteadó Crôsta
- Pró-reitora de Desenvolvimento Universitário  
Profª Drª Teresa Dib Zambon Atvars
- Pró-reitora de Pesquisa  
Profª Drª Gláucia Maria Pastore
- Pró-reitora de Pós-Graduação  
Profª Drª Rachel Meneguello
- Pró-reitor de Graduação  
Prof. Dr. Luis Alberto Magna
- Pró-reitor de Extensão e Assuntos comunitários  
Prof. Dr. João Frederico da Costa Azevedo Meyer
- Diretor Executivo Escola Extensão  
Prof. Dr. Miguel Juan Bacic
- Diretor Associado Escola de Extensão  
Pedro Emerson de Carvalho
- Diretora Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Profª Drª Marina Sangoi de Oliveira Ilha
- Diretor Associado Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Prof. Dr. Alberto Luiz Francato
- Coordenadora de Extensão da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Profª Drª Ana Lúcia Nogueira de Camargo Harris
- Chefe Departamento de Geotecnia e Transportes da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa
- Coordenador Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes –  
Prof Dr Orlando Fontes Lima Junior

## • Conselho Editorial

- Prof. Titular Orlando Fontes Lima Jr.  
Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio  
Prof. Dr Sergio A. Loureiro
- Coordenação Editorial  
Agência GR1000 Comunicação e Eventos  
Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte – LALT Unicamp
- Direção editorial  
Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.  
Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio  
Prof. Dr. Sérgio A. Loureiro
- Revisão  
Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio
- Direção de criação  
Luiz Antonio Guimarães | André Feitosa  
Carlos Varanda
- Projeto Gráfico/Design  
Luiz Antonio Guimarães | Mariana Zaidan  
Guimarães | André Feitosa | Carlos Varanda

Agência GR1000 Comunicação e Eventos  
Rua Professor Jorge Hennings, 1039  
Castelo - 13070.142 - Campinas/SP  
Telefone: +55 19 3743-6609  
[www.agenciagr1000.com.br](http://www.agenciagr1000.com.br)

LALT - Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes  
Faculdade de Engenharia Civil - Departamento de Geotecnia e Transportes  
Rua Albert Einstein, 951, Sala 02  
Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP 13083-852,  
Barão Geraldo - Campinas - SP  
Telefax: +55 (19) 3521-2346  
<http://www.lalt.fec.unicamp.br/>

Todos os direitos reservados, proibido a reprodução, mesmo parcial por qualquer processo mecânico, eletrônico, reprográfico etc, sem a autorização, por escrito do Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte - LALT Unicamp e da Agência GR1000 Comunicação e Eventos; salvo para criações e artigos em revistas e jornais.

# O caminho se faz caminhando

Como no poema do autor castelhano Antônio Machado, é ao longo da trajetória que se constroem os resultados de sucesso.

Este é o segundo livro da série Inovação em Logística produzido pelo LALT Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes do DGT Departamento de Geotecnia e Transportes da FEC Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

Seu principal objetivo é difundir a produção de conhecimento gerado por pessoas de alguma forma ligadas ao LALT, quer seja como pesquisadores e, ou alunos. Vamos aqui apresentar a você um trecho do caminho que estamos trilhando.

O LALT ([www.lalt.fec.unicamp.br](http://www.lalt.fec.unicamp.br)) tem o papel de conectar pessoas para produzir e fazer fluir, em todas as direções e sentidos, o conhecimento em logística, transportes e serviços. Nosso principal instrumento de difusão é o curso de especialização FEC 600 Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística, hoje em sua 17ª Turma e com mais de 300 alunos formados. Patrimônio que nos orgulha muito. Neste livro você vai encontrar alguns desses alunos como autores além da produção de nossos pesquisadores.

Neste volume, além dos assuntos muito atuais de Inovação e Auditoria, dois temas são destaques: A Logística no Comércio Exterior e a Logística Urbana. É o global e o local juntos, bem como são os desafios da gestão das cadeias de suprimentos hoje. Trazer o produto da China e o distribuir no centro congestionado de São Paulo, passando por navios, caminhões e bicicletas e usando de contêineres a caixas de presentes. Este é o desafio e ideias, conceitos e exemplos de boas práticas de como fazer isso você vai encontrar aqui. Aproveite.

Agradecemos a colaboração e o apoio da Nanquim nas figuras da Mariana e do Carlos Varanda e de toda sua equipe de editoria e produção e do time do LALT que sempre fica na retaguarda: Damares, Vanderlei e Wendy e que tão bem garantem nossa linha de frente, neste caso Paulo Ignacio e Sergio.

Continuemos em direção ao mar.

**Orlando Fontes Lima Junior**

Professor Titular e Coordenador do LALT  
UNICAMP

# Uma trajetória de sucesso

O curso de especialização em Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística idealizado pelo prof. Orlando em 2004 e desde então realizado por uma equipe competente e engajada tem papel fundamental para a manutenção da missão e da visão do LALT como um centro de pesquisa, ensino e extensão orientado para o desenvolvimento de projetos relevantes para sociedade.

Neste período de mais de dez anos, eu tive o privilégio de acompanhar a história deste curso e de seus alunos como monitor, professor convidado e atualmente como vice-coordenador executivo. O curso e seus ex-alunos desenvolveram-se muito ao longo destes anos.

O curso hoje é bem diferente do idealizado em 2004, graças as contribuições do ex-coordenador executivo Lars Sanches e dos demais professores, foi reformulado e adequado as atuais necessidades do mercado de trabalho.

A associação de ex-alunos, *Alumni-LALT* é composta por profissionais reconhecidos e valorizados no mercado que atuam em importantes empresas nacionais e multinacionais nas mais diversas posições (gerente, diretor e presidente). No grupo de ex-alunos ainda existem aqueles que arriscaram e tornaram-se empreendedores de sucesso no setor.

Também é com grande satisfação que reencontramos alguns de nossos ex-alunos na pós-graduação stricto-sensu, desenvolvendo relevantes pesquisas de mestrado e doutorado nas áreas de logística e gestão da cadeia de suprimentos em diversas universidades brasileiras.

Um ponto comum a todos os ex-alunos e suas histórias de sucesso é a realização de um bom trabalho de conclusão de curso (TCC). Todos aqueles que já cursaram uma especialização irão concordar que o TCC é uma jornada, que exige foco, esforço e dedicação, mas que também promove ao seu final grande satisfação.

Este segundo livro da serie LALT de inovação em logística está repleto de casos de sucesso desenvolvidos durante o período do curso por nossos alunos. Desejo a você uma boa leitura e espero que as ideias e casos apresentados possam inspirar novos trabalhos e soluções ao problemas da logística e gestão da cadeia de suprimentos.

**Dr. Sérgio Adriano Loureiro**

Coordenador Executivo do Curso  
de Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística

# Degustando uma boa leitura

Quando criança aprendi que repetir as refeições também significa expressar o sentimento de satisfação e alegria dos alimentos saboreados, aprovando aquilo que foi servido para aquele momento único.

A oportunidade de organizar o segundo volume do livro sobre Inovação em Logística significa expressar o sentimento da alegria de preparar e servir à leitura artigos saborosos sobre os resultados dos alunos e pesquisadores do LALT.

Repetindo o que disse no primeiro livro, o processo de educação passa por transformações, principalmente em função dos novos requisitos exigidos aos profissionais no mercado de trabalho, e não poderia ser diferente quando se fala em formação de profissionais da área de Logística.

O LALT/FEC/UNICAMP oferece o curso de Especialização em Cadeia de Suprimentos e Logística desde 2004 e eu tenho a felicidade de participar como professor e orientador desde a primeira turma. Nesse período convivi com diferentes pesquisadores e alunos interessados em colaborar com a melhoria contínua dos resultados das pesquisas e aprendizado do grupo, proporcionando diferentes temperos ao saber, saber fazer e fazer saber da missão do LALT.

Em diferentes momentos, o curso passou por mudanças para atualização e evolução de conteúdo, mas, sempre teve como parte fundamental do programa a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que é um projeto prático voltado para resolver problemas ou promover melhorias sobre um processo real da organização em que está inserido. O objetivo principal do TCC é o aluno demonstrar os conhecimentos adquiridos durante o curso, através dos resultados na aplicação prática.

Este segundo livro é recheado com outros exemplos de trabalhos de excelente qualidade técnica e alto impacto na organização, mas, não significa que são melhores ou piores do que àqueles que ainda não foram publicados ou ainda concluídos pelas turmas em andamento. Esses trabalhos representam exemplos de resultados obtidos durante o aprendizado do aluno e é parte de um conjunto de novas publicações que virão.

Espero que aprecie a degustação desta leitura e da companhia desses autores incansáveis em transmitir o seu conhecimento, ao mesmo tempo que inspire buscar novas receitas para o desenvolvimento da cadeia de suprimentos e logística.

**Paulo Sérgio de Arruda Ignácio**

Professor Doutor da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA), da UNICAMP e orientador do curso de Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística do LALT/FEC/UNICAMP



# Mobilidade para as pessoas e acessibilidade para as mercadorias

Prof. Dr Orlando Fontes Lima Jr

## INTRODUÇÃO

Há mais de um ano atrás, em artigo publicado MundoLogistica (v. 23, p. 24-40, 2011), propus o uso da estratégia de inovação frugal como oportunidade para melhoria da logística urbana nas cidades brasileiras. Com a forte intenção de sugerir que os problemas brasileiros devem ser tratados com conhecimento brasileiro e não por enlatados importados, sugeri a classificação dos problemas de logística urbana em nosso país em quatro tipos diferentes de causas.

A primeira das causas dos problemas de logística urbana é, em minha opinião, a causa essencial dos problemas e está diretamente relacionada à estrutura urbana da cidade e ao comportamento de seus habitantes. Um novo metabolismo urbano está surgindo, suas novas demandas precisam ser entendidas e atendidas e o poder público não está sabendo agir nesta nova realidade. Esta questão passou a ser muito atual com o movimento de protestos que tivemos nas ruas recentemente.

A segunda causa é relacionada à forma das operações urbanas, muito condicionadas pela infraestrutura viária disponível, pela superestrutura física dos operadores logísticos, pelas tecnologias veiculares, pela telemática e pelas características dos fluxos de cargas e suas origens e destinos.

A terceira causa é a relacionada à eficiência das operações propriamente ditas, onde os diferentes agentes envolvidos, principalmente os operadores logísticos e comerciantes procuram maximizar seus resultados não considerando ou considerando parcialmente o seu impacto nos demais atores.

Por ultimo, a causa relacionada às finalidades destas atividades e como elas se inserem nos desejos dos cidadãos usuários ou não destas operações. Não podemos esquecer que a finalidade das cidades é prover qualidade de vida e desenvolvimento econômico a seus moradores.

Resolver problemas de logística urbana é um jogo bem complexo onde estão sentados na mesma mesa o morador da cidade, o comerciante, o político e o operador logístico. Cada um faz seus movimentos buscando resultados individuais e é aí que está a grande questão que continua não resolvida.

A complexidade do problema da logística urbana demanda soluções criativas, daí a adoção do conceito de Inovação Frugal que busca soluções simples mas eficientes, soluções baratas mas com grande desempenho e principalmente soluções construídas a partir da realidade que o problema está inserido.

Neste artigo vou explorar um pouco mais aspectos relacionados à primeira causa: o

metabolismo urbano e a complexidade da interação entre os atores no cenário urbano. Continuo na mesma linha, explorando principalmente a complexidade do problema e a dificuldade de obtermos soluções ótimas,

## **AS “NEGA CIDADES”**

Olhando para a origem das cidades constatamos que seu papel sempre foi o de garantir para seus habitantes: segurança, qualidade de vida e escala para as atividades econômicas. As cidades são os espaços de natureza construída pelo homem para abrigar suas reproduções e produções, são espaços para gerar trabalho e negócios para moradores satisfeitos e saudáveis.

Hoje este conceito esta sendo questionado. As megacidades, que deveriam, em minha opinião, serem chamadas “nega cidades”, nos levam a este questionamento. Os maiores problemas de saúde, de poluição; de estresse pelo transito; de desemprego, de falta de segurança e agora de congestionamentos e de restrições de circulação de insumos e produtos, estão nas grandes e nas megacidades.

Esta é uma tendência mundial desde que na década anterior, em 2008, o numero de moradores em cidades ultrapassou o numero de moradores dos espaços rurais em todo o mundo, tanto pobre quanto rico.

Temos que estudar muito as cidades para entendê-las melhor. No Brasil em particular, este problema nas capitais e nas cidades com mais de 500 mil habitantes são tão ou mais importantes de serem solucionados do que em São Paulo e Rio de Janeiro, hoje nossas duas megacidades segundo os critérios mundiais de aglomerações urbanas com mais de 10 milhões de habitantes.

Qualquer morador de uma capital brasileira sabe e sente muito bem os problemas de perda de tempo nas viagens diárias ao trabalho e os impactos das deficiências de acessibilidade de mercadorias nas atividades do comercio. Basta comprar material de construção e ter que pagar um adicional para entrega em zona de restrição de circulação para perceber o que estou falando.

Este cenário potencializa muitos conflitos público-privados onde a maximização do resultado individual prejudica os resultados coletivos. Reclamo do congestionamento e vou de carro trabalhar!

## **A COMPLEXIDADE URBANA**

Vamos olhar um pouco para a questão de mobilidade urbana, em seu sentido amplo, que considera cargas e pessoas se movimentando diariamente e mantendo a cidade viva.

O problema é sistêmico e a principal questão esta relacionada a delimitação das fronteiras dos sub sistemas e da coordenação de algumas variáveis endógenas e exógenas críticas.

Exemplificando o que quero dizer: por melhor que seja o projeto de uma operação logística, não trará os ganhos previstos se depender da existência, por exemplo, de vagas reservadas para carga e descarga e o poder publico não implementá-las. Vou evitar o

exemplo da necessidade de renovação de frota depois de um decreto de restrição de circulação, mas é a mesma situação.

Por isso coloco o problema como sistêmico. Existem dois subsistemas, com objetivos diferentes e com conflito explícito entre as variáveis críticas. É o conflito da eficiência técnica e eficácia dos negócios privados com a eficiência econômica e o bem estar público da cidade.

No caso do movimento de pessoas a questão é semelhante só que está com este conflito potencial minimizado. O movimento urbano de pessoas sempre foi tratado como uma questão pública onde a iniciativa privada é um fornecedor de serviços públicos. Neste modelo os conflitos se direcionam para outras variáveis como a tarifa, o controle sobre o lucro, a área de concessão e o conflito com o transporte individual por automóvel.

Minha tese é que a melhor solução vem do alinhamento e da soma de forças dos setores público e privado. Cabe à iniciativa privada entrar com a tecnologia e ao setor público entrar com a governança de tal forma que a eficiência do negócio ande junto com a eficácia de atendimento as demandas e a sustentabilidade da cidade.

## **COMO FAZ NOSSO VIZINHO, O TRANSPORTE PÚBLICO?**

Recentemente surgiu no Brasil uma boa solução para mobilidade de pessoas que propagou-se mundialmente por integrar tecnologia e governança e de certa forma reduzir os conflitos de interesse entre os atores envolvidos: governo, empresários e moradores. Esta solução é o BRT *Bus Rapid Transit*. Consiste em um sistema de transporte rápido sobre pneus que continua utilizando ônibus e atinge velocidades e capacidades próximas a de um metro e com custos e intervenções urbanas bem menores e mais rápidas.

Para enfatizar minha proposta, vamos analisar esta solução sob a ótica do binômio tecnologia-governança dentro do potencial conflito público-privado.

O BRT é uma tecnologia inovadora, proposta por brasileiros que obteve sucesso por encontrar um ambiente favorável para sua disseminação. Este ambiente está diretamente relacionado a governança dos serviços de transporte público. Os municípios têm como fruto de sua história e cultura local, uma governança instaurada a partir de uma acomodação das forças políticas dos principais atores: públicos, privados e, não podemos esquecer, dos moradores eleitores. A entrada de uma nova tecnologia urbana só acontece se for absorvida por este equilíbrio existente ou se alterá-lo para um novo ponto de equilíbrio. Vimos isso nos processos de privatização das rodovias e os conflitos que se seguiram em relação ao valor dos pedágios. Outro exemplo é o caso na instalação de metros, que em algumas cidades já se arrasta por anos e não sai do papel.

Mas de onde vem a força do BRT? Vem de atender os interesses dos diferentes atores sem alterar muito a governança instaurada. A operação de um sistema deste tipo permite que os empresários do setor, com uma pequena readequação tecnológica continuem no mercado e em vários casos até aumente sua rentabilidade. Permite que os usuários percebam uma melhoria no nível de serviço (tempo de viagem e conforto) e possível redução tarifária. Permite aos governantes com menores aportes financeiros e principalmente com prazos menores, intervir na melhoria dos serviços públicos dado que

o projeto e a implantação podem ser viabilizados em menos de quatro anos, gerando capital político para continuidade de gestão.

No caso das mercadorias não encontramos ainda soluções como estas, onde tecnologia e governança são adequadamente absorvidas pelo ambiente público privado local.

Como buscar soluções deste tipo? Com muito diálogo entre os atores corretos e com soluções bem desenvolvidas científica e tecnologicamente. Volto a minha tese: buscar sinergia entre tecnologia privada e governança pública.

## **DÁ PARA FAZER ALGUMA COISA?**

Muitas são as ações, sugestões e propostas de solução dos problemas de logística urbana, encontrados tanto na literatura quanto na palpatria “técnica”. Podemos classificar estas ações em dois grandes grupos: das iniciativas privadas e das iniciativas públicas. Existe uma cultura tácita muito disseminada no Brasil de se considerar que a circulação de pessoas é um problema público e a circulação de mercadorias um problema privado, não se abordando as questões de forma conjunta. A questão é que as variáveis críticas para a solução destes problemas dependem de ações conjuntas e alinhadas entre todos os atores, envolvendo o movimento de pessoas e mercadorias. Lamentavelmente não temos ainda cultura técnico-política que permitam resolver adequadamente o problema. O que temos hoje são soluções parciais e restritas.

Basta aprofundarmos um pouco nas Ações e Políticas Públicas voltadas para a Mobilidade Urbana, e avaliarmos quantas delas são voltadas para melhorar a circulação de mercadorias, elemento essencial para a existência das cidades. No máximo o que existe são restrições de circulação e estacionamento, sempre dentro da lógica de privilegiar o automóvel em detrimento do caminhão. Se ao menos fosse para melhorar o transporte público coletivo!

Conclui-se que os problemas não são atacados em sua essência.

Cabem a quem as ações para melhoria da movimentação de mercadorias nas cidades? Até hoje, apenas a iniciativa privada: embarcadores e operadores logísticos e transportadores tem feito isso de forma mais efetiva e pagando sozinhos os altos custos de manter a atividade econômica das cidades sem interrupção. Reforço minha tese que este problema se resolve com tecnologia e governança, mas de forma conjunta do setor público, do setor privado e dos moradores. Vai aqui mais um palpite. Palpite fundamentado em uma experiência de sucesso que já tem 2 anos no Brasil.

## **O CLUB CENTRO DE LOGÍSTICA URBANA DO BRASIL**

O CLUB Centro de Logística Urbana do Brasil foi criado em 2011 a partir de uma convergência de interesses de Universidades, Prefeituras e Empresas e apoiado pelo BID Banco Interamericano de Desenvolvimento e pelo Banco Mundial. Seu objetivo é potencializar a troca de informações e conhecimentos entre os diferentes atores envolvidos no problema de logística urbana visando aprendizagem e inovação nas soluções deste crítico problema.

Baseado no conceito de Living Lab, (nova técnica de co-criação onde procura-se potencializar a solução de problemas através da troca de experiências e vivências dos principais atores) o CLUB vem realizando grupos focais em diversas cidades brasileiras (Guarulhos, Belo Horizonte, Campinas, Fortaleza, São Paulo, Curitiba, Brasília, Teresina) e catalogando e organizando um conhecimento emergente sobre o problema de movimentação de mercadorias nas cidades. Faz isso de forma bem fundamentada na realidade brasileira. Todo este conhecimento acumulado vem sendo consolidado em publicações num processo permanente de acumulação, reflexão e difusão de conhecimento. Seu principal objetivo de elevar o grau de expertise da comunidade técnico científica sobre o tema. Seus principais resultados estão disponíveis em [www.clubbrasil.org](http://www.clubbrasil.org). Sustentado por um grupo de pesquisa do CNPq onde participam as principais Universidades e pesquisadores do tema, o CLUB vem construindo um conhecimento brasileiro emergente de forma colaborativa entre academia, iniciativa privada e setor público.

O problema da logística urbana é mais sociológico e antropológico do que de engenharia ou administração. Sua solução encontra-se na vontade das pessoas em querer resolve-lo e não pode ser solucionado de forma uni lateral. A iniciativa privada já esta perto do esgotamento dos esforços dado que vem agindo de forma individual. Cabem agora soluções coletivas com força e interesse político, no sentido amplo da palavra. A tecnologia é global e a governança é local. Precisamos das duas. Achar que boas soluções dos problemas de logística urbana são apenas tecnológicas (infra estrutura, centros de distribuição tecnologia embarcada) é um grande equivoco. Coloca a questão no curto prazo (da escala urbana), permite melhorias imediatas de desempenho, mas só amplifica o problema no médio e longo prazo. A mesma restrição de circulação que desafoga as avenidas prejudica as operações JIT das empresas localizadas na região. O efeito de longo prazo é o da lenta morte da atividade econômica, com vem acontecendo no ABC depois da saída das montadoras automobilísticas.

# Inovação em Operadores Logísticos

Dra. Regina Meyer Branski

## RESUMO

A inovação dos produtos e serviços é apontada, por diversos autores, como fundamental para o desempenho das empresas, entretanto esta questão ainda é pouco estudada na logística. O objetivo do estudo é analisar o processo de inovação em dois operadores logísticos a partir de um modelo proposto. No modelo são identificados os elementos que fundamentaram a tomada de decisão, a implantação das inovações, e os resultados obtidos pelos operadores e por outros agentes da cadeia de suprimentos. A metodologia utilizada no trabalho foi estudo de casos e os resultados mostram as particularidades do processo de inovação em cada operador e contribuem para compreensão dos seus elementos. O primeiro operador, percebendo uma oportunidade no mercado, implantou um novo modelo de negócio e, o segundo, inovou em seu processo logístico por meio da implantação de tecnologias e equipamentos.

## INTRODUÇÃO

Inovação é a criação de novos produtos, novos métodos de produção e transporte, novos mercados e novas formas de organização industrial. Está, portanto, associada a tudo que diferencia e cria valor para uma empresa. A inovação não decorre, necessariamente, de um novo conhecimento científico e pode ser resultado da experimentação prática ou da combinação das tecnologias já existentes (Tigre, 2006).

A capacidade de inovar é central para que as empresas sobrevivam e sejam competitivas, já que precisam oferecer produtos e serviços cada vez mais sofisticados e enfrentam competição crescente por custo e qualidade (Grawe et al., 2009). Mas, embora vários autores tenham se dedicado ao estudo deste tema desde os anos 80 (ver Castellacci et al., 2005), a inovação na logística tem recebido pouca atenção (Christian e Wallenburg, 2011; Su et al., 2011). Segundo Su (2011), há poucos estudos sobre como os operadores logísticos desenvolvem suas inovações e os resultados obtidos. Estes elementos são fundamentais para o entendimento do processo de inovação e, sendo assim, precisam ser melhor explorados pelos pesquisadores. O objetivo do estudo é compreender o processo de inovação em dois operadores logísticos e identificar os elementos que fundamentaram a tomada de decisão, a implantação das inovações e os resultados obtidos. O primeiro operador, percebendo uma oportunidade no mercado, implantou um novo modelo de negócio. O segundo inovou em seu processo logístico por meio da implantação de tecnologias e equipamentos. A metodologia utilizada para desenvolver o trabalho foi o estudo de casos múltiplos.

## INOVAÇÃO NA LOGÍSTICA

Schumpeter (1957) ressalta a importância do papel da inovação como força de destruição da ordem existente, como criadora de novo espaço econômico, como princípio de diferenciação e como fonte de lucros extraordinários. O desenvolvimento de um produto ou serviço inovador, o descobrimento de uma nova tecnologia, ou mudanças na forma de gestão que resultem em maior produtividade, coloca o inovador em posição vantajosa frente ao mercado. Para análise da inovação, o Manual de Oslo (OCDE) recomenda monitorar produtos, processos, mudanças organizacionais e marketing.

- inovações nos produtos ocorrem quando há uma grande diferenciação em relação aos produtos anteriores ou quando são aperfeiçoados por novas matérias primas ou componentes. Estão excluídos, portanto, mudanças estéticas, de estilo e na comercialização.
- inovações nos processos estão relacionadas às formas de operação tecnologicamente novas ou aperfeiçoadas decorrentes da introdução de novas tecnologias de produção ou no manuseio e entrega de produtos. Altera a qualidade dos produtos e/ou os custos.
- inovações organizacionais decorrem de mudanças na estrutura gerencial das empresas, nas formas de articulação entre as áreas, na especialização dos trabalhadores, nos relacionamentos externos e nos processos de negócios.
- finalmente, inovações de marketing estão relacionadas à alterações no design dos produtos, nas embalagens, na formas de colocação nos mercados, no estabelecimento dos preços etc.

Na logística, inovação é definida como a criação de valor logístico a partir de novos produtos ou serviços, novos processos, novos relacionamentos, novos tipos de transação ou novos modelos de negócios. O valor logístico pode decorrer da diminuição no custo, ou da melhora do serviço ao cliente. O objetivo da empresa que inova é resistir ou vencer seus competidores. Na prática, este objetivo toma a forma de metas mais específicas formuladas pela direção da empresa. O quadro abaixo apresenta as metas mais frequentemente observadas na indústria logística (Crujissen, 2006).

**Quadro 1: Objetivos da inovação na logística**

| <b>Objetivo</b>              | <b>Explicação/Exemplo</b>  |
|------------------------------|--|
| Melhorar serviço             | Satisfação do cliente é fundamental no ambiente competitivo como a indústria logística. Exemplo é a consolidação dos pedidos de um mesmo cliente em uma única remessa diminuindo, assim, o número de visitas |
| Melhorar qualidade           | Sistemas inovadores podem melhorar a qualidade dos serviços logísticos. Exemplo: caminhões equipados com sistemas que sinalizam problemas, reduzindo quebras e tornando o serviço mais confiável.            |
| Criar novos mercados         | Cooperação entre transportadoras e armazéns pode ampliar a cobertura geográfica destas empresas, criar ou abrir novos mercados.  |
| Ampliar mercado              | Idéias inovadoras elaboradas para atender as necessidades de um embarcador podem contribuir para a contratação do operador   |
| Ampliar pacote de serviços   | Instalação de EDI com clientes chaves para oferecer serviços adicionais como reposição de estoque  |
| Reduzir recursos e custos    | Implantar uma ferramenta de roteirização para construir rotas mais eficientes, atendendo o mesmo número de remessas com um número menor de caminhões   |
| Reduzir danos ambientais     | Reconhecimento do potencial poluidor das atividades logísticas. Contribuir para o desenvolvimento da chamada cadeia verde  |
| Conformidade com a regulação | Restrições de horário ao tráfego de caminhões nos centros das cidades. OL e transportadoras precisam mudar sua rotina de entrega para atender a restrição  |

Fonte: Crujssen (2006)

## MODELOS PARA ANÁLISE DA INOVAÇÃO

Existem, na literatura, modelos que ajudam a identificar os diferentes tipos de inovação, entre eles os propostos por Bessant et al. (2004), Sawhney et al. (2006) e Crujssen (2006). O modelo proposto por Bessant et al. (2004) tem como foco a cadeia de suprimentos e apontam quatro tipos de inovação: nos produtos e/ou serviços, nos processos, no posicionamento e nos paradigmas.

- nos produtos e/ou serviços: serviços logísticos são equivalentes a novos produtos no setor industrial e é aonde ocorrem inovações com maior frequência. O autor cita como exemplo a implantação de Track & Trace (monitoramento e rastreamento) que indica a localização exata do produto.
- nos processos: envolve a gestão dos fluxos de materiais e informações desde a matéria prima até o consumidor final. Inovação nos processos está relacionada a novas formas de executar as tarefas como, por exemplo, entrega just-in-time.
- no posicionamento: quando produtos ou processos já conhecidos têm novos usos ou contextos. Um exemplo de posicionamento de um produto para um novo uso em um novo contexto são os telefones celulares, que passaram a ser usados como máquina fotográfica, filmadora, meio de pagamento, etc.
- nos paradigmas: envolve novos modelos de negócio, como empresas que criaram novas formas de desenvolver suas atividades e obtiveram um desempenho superior.

O modelo proposto por Sawhney et al. (2006) identifica dimensões onde podem haver oportunidades de inovação para as empresas. Denominado Radar da Inovação, o modelo é composto por quatro âncoras: as ofertas criadas, os clientes atendidos, os processos utilizados e os pontos de presença da empresa. Entre as âncoras, os autores identificam oito dimensões que são direcionadores das inovações. O quadro 2 abaixo detalha cada uma delas.



**Quadro 2:** Dimensões da Inovação para as empresas

| <b>Dimensões</b>        | <b>Definição</b>  |
|-------------------------|---|
| <b>Ofertas</b>          | <b>Desenvolver novos produtos ou serviços</b>                                     |
| Plataforma              | Usar componentes comuns para criar novos produtos ou serviços                     |
| Soluções                | Criar produtos e serviços customizados para atender necessidades dos clientes     |
| <b>Clientes</b>         | <b>Descobrir necessidades dos clientes ou identificar segmentos não atendidos</b> |
| Experiências do cliente | Reformular interação com clientes por meio de pontos e momentos de contato        |
| Captura de valor        | Redefinir como a empresa obtém pagamentos ou cria novas fontes de receita         |
| <b>Processos</b>        | <b>Redesenhar processos para melhorar a eficiência e eficácia</b>                 |
| Organização             | Mudar a forma, função ou atividades da empresa                                    |
| Cadeia de Suprimentos   | Repensar abastecimento e atendimento  |
| <b>Presença</b>         | <b>Criar novos canais de distribuição ou pontos de presença</b>                   |
| Rede                    | Criar redes inteligentes e integradas   |
| Marca                   | Alavancar uma marca em novos mercados   |

Fonte: Adaptado de Sawhney *et al.* (2006).

- A âncora ofertas refere-se ao desenvolvimento de novos produtos e serviços na empresa e abriga as dimensões plataforma e soluções. Plataforma está relacionado aos componentes, partes ou tecnologias comuns que podem ser utilizados em vários produtos ou serviços. Nesta dimensão, inovação envolve explorar a modularidade e criar novos produtos mais rapidamente e com menos recursos. Soluções estão relacionadas às combinações de produtos, serviços e informação customizados para atender ao cliente. Nesta dimensão, a inovação ocorre por meio da integração dos diferentes elementos.
- A âncora clientes refere-se a descobrir novos segmentos ou necessidades não atendidas pelo mercado e abriga as dimensões experiências e captura de valor. Experiências estão relacionadas a tudo que os clientes veem, sentem ou experimentam ao interagir com a empresa. Nesta dimensão a inovação envolve o estabelecimento de novas formas de interação. Valor capturado refere-se aos mecanismos para captura do valor criado. Para inovar nessa dimensão a empresa pode descobrir receitas ainda não exploradas ou desenvolver novos sistemas de tarifas.
- A âncora processos refere-se à configuração das atividades para o desenvolvimento das operações internas e envolve as dimensões organização e cadeia de suprimentos. Na dimensão organização, a empresa pode reformular seus processos para obter maior eficiência, qualidade ou reduzir seu tempo de ciclo. Na dimensão cadeia de suprimentos, a empresa pode otimizar o fluxo de informação, mudar sua estrutura ou melhorar a colaboração entre os participantes.
- A âncora presença refere-se aos canais de distribuição que a empresa utiliza e aos pontos de venda. Abriga as dimensões rede e marca. Rede estabelece a conexão entre a empresa e clientes. Inovar nesta dimensão está relacionado ao estabelecimento de novos pontos de venda. Finalmente, marca são os símbolos, expressões ou sinais por meio do qual a empresa comunica uma mensagem aos clientes. A empresa inova encontrando formas criativas para fortalecer sua marca.

Finalmente, o modelo proposto por Cruijssen (2006), elenca cinco tipos de inovação que podem ocorrer na logística: nos produtos ou serviço, nos processos, nas formas de transação, nos relacionamentos e nos modelos de negócios. O Quadro 3 explica cada inovação e aponta um exemplo prático.

**Quadro 3: Tipos de inovação logística**

| <b>Tipos de inovação logística</b>     | <b>Explicação</b>   | <b>Exemplos</b>  |
|--|---|--|
| <b>Inovação em serviços e produtos</b> | Realização de novos produtos ou serviços  | Introdução de monitoramento e rastreamento em tempo real. Os clientes podem acompanhar sua encomenda ou remessas e são notificados caso ocorra algum problema. |
| Inovação em processos                  | Alterações nas formas como os produtos ou serviços são produzidos ou executados | A introdução de paletes padrão pode melhorar a eficiência dos processos logísticos.  |
| Inovação na transação                  | Novas maneiras de vender produtos ou serviços.                                  | Nos pedidos realizados eletronicamente e entregues em domicílio, a informação é mais atual e confiável o que permite estabelecer melhores rotas de entrega.    |
| Inovação no relacionamento             | Desenvolvimento de novas parcerias (vertical ou horizontal)                     | Cooperação horizontal entre empresas de transporte para planejamento conjunto de rotas.  |
| Modelo de inovação dos negócios        | Mudanças na forma de operação da empresa.                                       | Um operador logístico que se transforma em gestor da cadeia de suprimentos.  |

Fonte: Cruijssen (2006).

## **INOVAÇÃO EM OPERADORES LOGÍSTICOS**

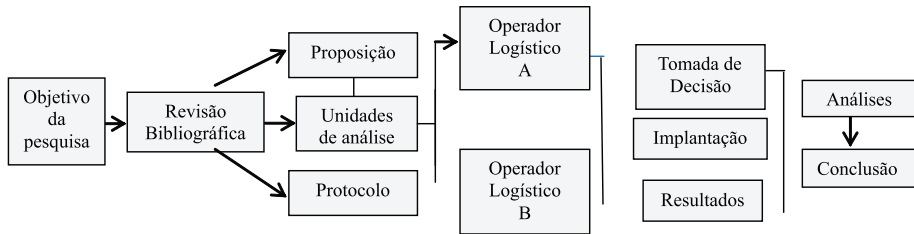
Su (2011) desenvolveu, a partir de ampla revisão da literatura, uma estrutura conceitual para análise da inovação logística em operadores. Segundo o autor, inovações logísticas de sucesso obedecem três estágios: tomada de decisão, cooperação e resultados. Em todos os estágios os operadores interagem com clientes e fornecedores que contribuem para uma melhor integração da cadeia de suprimentos.

No primeiro estágio, tomada de decisão, os operadores devem identificar e analisar as principais motivações para a adoção ou desenvolvimento da inovação, elementos facilitadores que possam aumentar suas chances de sucesso e barreiras que possam comprometer seu esforço. Se a análise indicar que os motivadores e facilitadores superam as barreiras potenciais, os operadores devem seguir para o próximo estágio. No segundo estágio, cooperação, os operadores devem buscar estabelecer os passos que permitem o sucesso da inovação: planejamento, testes, lançamento e melhoria contínua da inovação. Este estágio exige a colaboração intensiva entre os diferentes agentes da cadeia. Finalmente, no terceiro e último estágio denominado resultados, os ganhos gerados a partir da inovação logística devem ser reconhecidos e compartilhados entre os agentes da cadeia de suprimentos. O desafio é desenvolver uma métrica para avaliar as vantagens – tangíveis e intangíveis – e elaborar relatórios gerenciais que permitam à todos os agentes partilhar os ganhos obtidos.

A figura abaixo é uma adaptação da estrutura proposta por de Su (2011) e elenca os elementos que serão analisados neste trabalho.



Figura 2: Etapas do estudo de casos



## ESTUDO DE CASOS

### Operador logístico A

O operador logístico A (OL A) faz parte um grupo formado por quatro empresas que atuam na área de logística geral, logística internacional, logística especializada em óleo e gás, logística portuária e aeroportuária e logística reversa. O estudo de caso foi realizado exclusivamente com o operador de logística reversa.

Em 2010, identificando oportunidade no mercado de trabalhar com produtos eletroeletrônicos e de consumo oriundos da logística reversa, os executivos do grupo foram aos EUA para conhecer um modelo de negócio. A idéia era estabelecer um site de vendas diretas voltado para a comercialização de produtos com defeito, avariados ou simplesmente devolvidos por consumidores não satisfeitos. Esta prática já existia no Brasil nas chamadas lojas de salvados, mas era inédita na forma de e-commerce. Assim, o novo negócio agregava à operação de logística reversa já desenvolvida pela empresa, uma loja de varejo eletrônico.

Segundo o gerente de logística da OL A, em 2011 o mercado de comércio eletrônico brasileiro obteve um faturamento de R\$ 20 milhões e seu crescimento gira em torno de 30% ao ano. Enquanto nas lojas físicas a taxa de devolução é de 0,5%, nas compras pela web chega a 7%. As razões para esta taxa mais elevada são uma maior expectativa do cliente com relação aos produtos, além da legislação brasileira que concede ao consumidor um prazo de 7 dias para devolução de produtos comprados eletronicamente. As dificuldades para iniciar o negócio foram muitas: a empresa enfrentou barreiras fiscais, jurídicas, legais e mesmo culturais. OL A começou a operar em agosto de 2011 com a conquista de um grande varejista como fornecedor. Atualmente tem como fornecedores mais dois grandes varejistas, dois operadores logísticos, e dois fabricantes – um de eletroeletrônico e outro de informática. Até o final de 2012 tem expectativa de conseguir sete novos fornecedores. A empresa tem um centro de distribuição, com 4 mil m<sup>2</sup> e 5 mil posições pallet, e atende somente o Estado de São Paulo (responsável por 70% das vendas), Rio de Janeiro, Minas Gerais, além de parte de outros três estados.

O serviço oferecido por OL A permite recolocar no mercado, de forma rápida, produtos que muitas vezes seriam sucateados. Quando o consumidor final efetua uma devolução, o varejista solicita ao transportador o recolhimento do produto. A partir daí, os produtos podem percorrer dois caminhos: caso o motivo da devolução tenha sido um defeito, o

produto é devolvido para o fabricante, caso tenha ocorrido avaria na manipulação ou no transporte, ou mesmo insatisfação do consumidor, a responsabilidade é do varejista.

Definida a responsabilidade, o OL A entra em ação. Vai ao varejista (ou fabricante) e recolhe o produto devolvido que é levado para seu centro de distribuição para o recebimento físico. Os produtos são, então, enviados para triagem onde são realizados testes funcionais e estéticos e preenchido um check list com diversas informações. Em seguida são tiradas fotos identificando as possíveis avarias ou defeitos e, finalmente, o produto é armazenado.

Diferentemente de uma operação logística padrão, cada produto tem uma identificação única e sequencial. Isto é necessário porque os produtos são diferentes e não pode haver troca entre eles. Outra diferença de uma operação padrão é que os produtos similares nunca ocupam a mesma posição pallet, ou mesmo próximas, para evitar erros na hora da coleta.

Todas as informações são enviadas para um sistema denominado R-Brain, desenvolvido internamente utilizando redes neurais, cuja lógica de funcionamento é conhecida por poucas pessoas na empresa. Com os dados do check list o sistema classifica o produto em uma das cinco classes de qualidade (A é a melhor, E a pior) e, associando a outros parâmetros como preços máximos e mínimos dos produtos no mercado, marcas, velocidade de venda, etc., sugere uma precificação. As informações utilizadas vão sendo acumuladas pelo sistema que vai, pouco a pouco, melhorando sua capacidade para sugerir preços para os diferentes produtos.

Neste modelo de negócio, o preço não é determinado da forma tradicional (custo de produção e distribuição mais margem de lucro), e deve necessariamente ser inferior preço praticado no mercado. Definido o preço, o produto é disponibilizado para a venda em uma plataforma na web. Quando o produto é vendido, o processo logístico é similar ao de qualquer venda realizada pela internet: aprovação do pedido pela instituição financeira, emissão de ordem para o centro de distribuição e aviso para a transportadora (no caso de itens pequenos a remessa é realizada pelo correio), coleta, separação, embarque no caminhão e entrega. O prazo para entrega dos produtos é dilatado, bem mais longo do que os sites de e-commerce, porque adota um modelo de baixo custo e, portanto, opera com poucos funcionários. Outra característica interessante, é que OL A só paga o varejista ou fabricante 45 dias depois de realizada a venda.

Os produtos não vendidos são encaminhados para lojas que comercializam estoques obsoletos ou para empresas de manufatura reversa. Estas empresas desmontam os produtos e vendem suas partes e peças contribuindo, assim, para a diminuição do lixo eletrônico e, conseqüentemente, com o meio ambiente. As vendas de OL A vem crescendo 60% ao mês, e 44% dos clientes já realizaram mais de uma compra. Este desempenho se deve, em grande parte, à credibilidade que a empresa vem construindo no mercado. Além de ter um Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) no pré-venda muito forte, a orientação é resolver de forma rápida e eficiente todos os problemas dos consumidores.

Atualmente, OL A está planejando fazer operações in-house nos seus fornecedores, eliminando a movimentação dos produtos entre os centros de distribuição. A proposta é

deslocar uma equipe para dentro do próprio varejista ou fabricante. Esta equipe estaria conectada, por acesso remoto via web, ao sistema R-Brain.

## **Operador logístico B**

O operador logístico B (OL B), fundado em 1980, realiza a distribuição de produtos de higiene pessoal e alimentos exclusivamente para uma empresa do mesmo grupo. A empresa compra produtos de 90 fornecedores, e cabe ao OL B fracioná-los e distribuí-los para o pequeno varejo, atendendo 16 mil clientes entre farmácias, perfumarias e supermercados em todo o Estado de São Paulo.

A empresa tem atualmente 400 funcionários que movimentam cerca de 160 mil unidades de produtos e 40 mil caixas por dia e realizam de 11 a 12 mil entregas por semana. Atende 98,8% dos pedidos atendidos de forma satisfatória, sendo que 90% das entregas são realizadas em menos de 24 horas. A operação de transporte da empresa é executada por uma grande transportadora, parceira de B desde sua fundação, que mantém 14 centros de distribuição espalhados pelo estado.

Até 2001, OL B possuía quatro centros de distribuição localizados nas cidades de Campinas, Guarulhos, Ribeirão Preto e Marília. Com esta configuração de rede, muitas vezes o produto demandado pelo cliente não estava disponível no centro de distribuição mais próximo, gerando um volume significativo de estoques em trânsito e, conseqüentemente, perdas nas vendas. A empresa decidiu, então, centralizar seu estoque em um único centro de distribuição. Com um centro de distribuição único e apoio dos 14 centros já existentes da transportadora, onde são realizados exclusivamente operações de cross-docking, a empresa B pretendia conseguir atender seus clientes de forma satisfatória.

Definida a localização do novo CD, a empresa B deu início a um levantamento para definir as tecnologias disponíveis que pudessem garantir eficiência e velocidade em suas operações. Em uma feira no exterior, teve contato com uma grande empresa espanhola X que fornecia soluções logísticas para armazenagem. A solução proposta era bastante inovadora para a época e exigiu que a empresa B repensasse a estrutura física planejada para o seu CD: o novo armazém precisaria ser mais compacto e com pé direito elevado para comportar as novas tecnologias.

A empresa X iniciou um trabalho de consultoria que se estendeu por nove meses, onde foram mapeados todos os processos de B e definidas as soluções tecnológicas mais adequadas. Findo este período, a solução proposta por X contemplava, além da planta do novo centro de distribuição, a incorporação de 7 transelevadores para a operação de caixas fechadas e 2 miniloads para os fracionados.

Os investimentos eram bastante elevados e, por esta razão, a empresa B decidiu realizar a implantação das tecnologias em etapas. Ao longo do ano de 2001 a empresa construiu o centro de distribuição, em 2002 implantou quatro transelevadores, em 2005 dois miniloads e, finalmente, em 2010, os últimos três transelevadores previstos no projeto original. Nesta oportunidade, além da construção de um novo CD para armazenagem e fracionamento de produtos alimentícios onde foram implantados mais dois transelevadores; a empresa B decidiu, também, construir um mezanino no primeiro CD

com o objetivo de flexibilizar seu processo logístico.

Com a implantação do mezanino OL B esperava resolver uma limitação que ocorria na sua operação. Como o operador tinha uma única esteira para transporte dos produtos dentro do armazém, seu processo precisava ser desenvolvido em etapas. A empresa realizava, sequencialmente, o recebimento de pallets completos, a separação das caixas, para finalmente realizar o fracionamento. Este processo desenvolvido em fases independentes criava uma série de restrições: muitas vezes os caminhões tinham um longo período de espera para descarregar, e mesmo o processo de separação e fracionamento eram bem menos eficientes.

A implantação do mezanino permitiu a realização simultânea dos processos de recebimento e separação. No mezanino são realizadas todas as operações com pallets fechados, enquanto a separação e fracionamento são realizados no piso inferior. Para separação, os pallets são trazidos pelos transelevadores e depositados em pequenos veículos de transferência (STV) que circulam no mezanino. Estes veículos transferem as cargas para o piso inferior onde são separadas e encaminhadas para o fracionamento nas esteiras que B já possuía.

Além disto, B adaptou o seu Sistema de Gestão do Armazém (Warehouse Management System - WMS) para, ao longo do dia, ir encaminhando os pedidos recebidos para o fracionamento. Assim que a soma dos pedidos equivale a um pallet completo, é encaminhado para o fracionamento, antecipando o processo de separação e ganhando maior agilidade na expedição.

Os investimentos realizados por OL B em tecnologias foram bastante elevados. A empresa considera que os benefícios trazidos foram ampliação das vendas para os antigos clientes e sua fidelização, além de permitir que a empresa ampliasse mercado conquistando novos clientes sem perder qualidade nos serviços.

Atualmente, a empresa está planejando a realização de vendas à pronta entrega. Como a área de atuação da empresa (produtos de higiene e alimentos) é muito dinâmica, com novos produtos sendo lançados diariamente, a empresa está planejando montar, no próprio caminhão, uma estrutura que permita o faturamento móvel e entrega imediata. Desta forma, poderá distribuir rapidamente os últimos lançamentos da indústria, promovendo uma inovação na forma de transação.

### **Análise comparativa**

A seguir foram comparados os processos de inovação nos dois operadores, analisando os tipos de inovação, os elementos da tomada de decisão, implantação e os resultados, conforme o modelo proposto (Quadro 4).

OL A é um operador de logística reversa que identificou a oportunidade de vender os produtos retornados pela internet para os clientes finais. OL B é um operador logístico que em decorrência da sua configuração de rede enfrentava quebras de estoques e, conseqüentemente, perda de vendas, além de um processo logístico faseado. O operador A implantou um novo modelo de negócio e o operador B inovou em seus processos.

Os fornecedores de OL A são grandes varejistas e fabricantes de bens de consumo duráveis; seus clientes são pessoas físicas interessadas em adquirir produtos com preços menores. Os fornecedores de OL B são grandes fabricantes de produtos de higiene pessoal e alimentício e, seus clientes, pequenos varejistas.

Na tomada de decisão, o fator que motivou OL A foi identificar o grande potencial do mercado para venda direta dos produtos retornados, e OL B, evitar quebras de estoque com a centralização sem perder velocidade e eficiência, e melhorar seu processo logístico. A inovação foi facilitada, no caso de OL A, por sua expertise na logística reversa e, de OL B, pela construção de um novo CD capaz de incorporar as novas tecnologias. As barreiras enfrentadas por OL A estavam relacionadas, principalmente, ao fato de ser um negócio novo no Brasil e, portanto, sem referências estabelecidas e, no caso de OL B, o custo elevado das tecnologias e equipamentos implantados.

Na fase de implantação, o planejamento de OL A foi feito a partir de um negócio similar nos EUA e, no caso de OL B, pelo mapeamento dos processos logísticos realizados pela empresa desenvolvedora das tecnologias. A inovação de OL A tinha como base o desenvolvimento de um sistema capaz de qualificar e precificar os produtos retornados, enquanto em OL B na implantação de novas tecnologias e equipamentos. Credibilidade dos clientes era um requisito fundamental para OL A, enquanto para OL B, o fator essencial era um CD capaz de comportar os sofisticados equipamentos. OL A está planejando, em breve, operar nos CDs de seus fornecedores, tornando o processo mais ágil e barato e, OL B, inovar na forma de transação com o estabelecimento de uma estrutura de faturamento móvel.

Finalmente, quanto aos resultados obtidos pelos operadores logísticos, o estabelecimento de um novo negócio pelo OL A vem garantindo grande participação no mercado que cresce a taxas expressivas e, para OL B, maior eficiência e velocidade nos seus processos, o que permitiu ampliação das vendas e fidelização de antigos clientes, além da conquista de novos. Para os outros agentes da cadeia de suprimentos, o novo modelo de negócio proposto por A contribui para colocação de produtos retornados dos fornecedores, diminuindo o descarte e, para os clientes, oferece a oportunidade de adquirir produtos a um menor preço. No caso de B, para os fornecedores um crescimento em suas vendas e, para os clientes, a possibilidade de operar com níveis menores de estoque, já que as entregas são mais frequentes e rápidas.



**Quadro 4: Análise do processo de inovação em operadores logísticos**

| <b>Caracterização</b>      | <b>OLA</b>  | <b>OL B</b>   |
|----------------------------|---|---|
| Tipos de Inovação          | Estabelecimento de novo modelo de negócios para venda de produtos retornados via varejo eletrônico                      | Modificação do processo por meio da incorporação de tecnologias e equipamentos  |
| Operação                   | Recolher produtos devolvidos, realizar triagem qualificando e precificando, e disponibilizar para a venda               | Receber caixas fechadas, fracionar e remeter para pequenos varejistas   |
| Cadeia de Suprimento       | Fornecedores: varejistas, fabricantes e operadores logísticos<br>Clientes: consumidor final<br>Transporte: terceirizado | Fabricantes de produtos de higiene pessoal e alimentos<br>Clientes: pequeno varejo<br>Transporte: terceirizado com parceiro   |
| <b>Tomada de Decisão</b>   |   |   |
| Motivadores                | Mercado com grande potencial  | Fase 1: quebra de estoque que resultava em perda nas vendas<br>Fase 2: limitação dos equipamentos exigia que o processo fosse faseado   |
| Facilitadores              | Já executava Logística Reversa  | Construção de novo CD já estava planejada   |
| Barreiras                  | Novo Negócio/Barreiras Fiscais, Jurídicas, Legais e Culturais   | Custo elevado   |
| <b>Implantação</b>         |   |   |
| Planejamento               | Conhecimento de negócio similar nos EUA   | Mapeamento do processo de OL B pela empresa desenvolvedora X  |
| Base da Inovação           | Desenvolvimento do Sistema <i>R-Brain</i> capaz de qualificar e precificar os produtos                                  | Implantação de novas tecnologias e equipamentos:<br>Fase 1: centralização do estoque e implantação transelevadores e <i>miniloads</i> .<br>Fase 2: implantação do mezanino e dos carrinhos para transferência |
| Requisitos                 | Credibilidade do cliente  | CD adequado para receber as tecnologias   |
| Melhorias/Evolução         | Operação <i>in-house</i> no fabricante ou varejista eliminando uma fase do transporte                                   | Montagem no caminhão de uma estrutura que permita o faturamento móvel e entrega imediata de lançamentos   |
| <b>Resultados</b>          |   |   |
| Para operador              | Conquista de um mercado com expressivas taxas de crescimento  | Obteve maior eficiência e velocidade, o que permitiu ampliação das vendas e fidelização de antigos clientes, e conquista de novos   |
| Para cadeia de Suprimentos | Fornecedores: solução para o problema da devolução de produtos<br>Clientes: acesso a produtos mais baratos              | Fornecedores: aumento no volume de vendas<br>Clientes: diminuição dos estoques decorrente da maior velocidade nas vendas  |

Fonte: elaborado pelo autor (2012)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho era compreender o processo de inovação logística em dois operadores. Inovação é um processo complexo que envolve muitos elementos e, para garantir que estes agentes sejam bem sucedidos, é preciso compreender o processo de inovação como um todo, mas gerenciar cada uma de suas etapas isoladamente. Foi proposta uma estrutura de referência para a investigação dos processos de inovação nos operadores. Esta estrutura foi aplicada em dois operadores com diferentes tipos de inovação, identificando as particularidades de cada etapa e mostrando que os processos de inovação evoluíram de modos diversos, não havendo similaridades entre eles. Novos estudos com operadores que inovam em outras áreas, como nos produtos ou serviços, nas parcerias ou nas transações, podem contribuir para um melhor entendimento destes processos, de seus elementos e, conseqüentemente, para um melhor planejamento.

## Agradecimentos

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro que permitiu a realização da pesquisa; e à Agência para Formação Profissional da UNICAMP (AFPU) pela inscrição, deslocamento e hospedagem do pesquisador para a apresentação do trabalho no congresso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bessant, J.; Birkinshaw, J. Delbridge, R. (2004). Innovation as unusual. *Business Strategy Review*, v. 15, n.3, p. 32-35. | Branski, R.M., Lima Jr, O.F. (2011) Inovação em operadores logísticos. In XXV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (XXIII ANPET). Belo Horizonte. | Branski, R.M.; Arellano, R.C.F., Lima Jr. O.F.; (2010) Metodologia de estudo de caso aplicada à logística. In XXIV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (XXIII ANPET). Salvador. | Busse, C. Wallenburg, C. M. (2011), Innovation management of logistics service providers: foundations, review, and research agenda, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 41, n. 2, p. 187 – 218. | Busse, C.; Wallenburg, C.M. (2011) Innovation management of logistics service providers: foundations, review, and research agenda, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v.41, n. 2, p. 187 – 218. | Castellacci, F; Grodal, S.; Mendonca, S.; Wibe, M. (2005) Advances and challenges in innovation studies. *Journal of Economics Issues*. v. 34, p. 91-121. | Crujissen, F.C.A.M. (2006) Horizontal cooperation in transport and logistics. *Universiteit van Tilburg*. <<http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=55815>>. Acessado em 05/05/2012. | Grawe, S.J. (2009) Logistics Innovation: a literature-based conceptual framework. *The International Journal of Logistics Management*, vol. 20, n. 3, p. 360-377. | Sawhney, M; Wolcott R.C.; Arroniz I. (2006) The 12 different ways for companies to innovate. *MIT Sloan Management Review*. Spring 2006, v. 47, n. 3 | Schumpeter, J. A. (1957) *The theory of economic development*. Cambridge, Harvard University. | Shen, H., Wang, L., Qiang, X., Li, Y., Xunfeng, L. (2009), Toward a Framework of Innovation Management in Logistics Firms: A Systems Perspective, *Systems Research and Behavioural Science*, 2009, p. 297-309. | Su, S., Gammelgaard, B., Yang, S. (2011) Logistics innovation process revisited: insights from a hospital case study, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 41, n.s: 6, p. 577 – 600. | Su, S.I. (2011) Developing a conceptual framework for logistics innovation at 3PL firms: a case study approach 22nd Annual Conference of Production and Operation Management Society (POMS). Reno, Nevada, U.S.A. | Tigre, P.B. (2006) *Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus. | Yin, R.K. (2003) "Case Study Research: design and methods", 2nd edition, Sage: Thousand Oaks, CA, EUA,

# Avaliação do transporte rodoviário de flores para exportação através da aplicação do modelo insumo-produto

Gustavo Amadeu  
Prof. Dr. Douglas Tacla

## RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar e sugerir melhorias à operação de transporte rodoviário de flores de corte para exportação com a finalidade de viabilizar ganhos logísticos e financeiros aos agentes deste processo. Como premissa para esta iniciativa foi utilizado o modelo insumo-produto como instrumento de avaliação econômica da cadeia de suprimentos em exportação de flores de corte (Anefalos, 2004) para suportar seu desenvolvimento e direcionar seu escopo para o preenchimento das lacunas apontadas transporte rodoviário de flores em território nacional. Como resultado, observou-se que a operação de coleta da forma como é realizada atualmente, incluído os serviços de armazém, vem acarretando em prejuízos para o transportador enquanto que a operação de transferência opera com margens operacionais muito baixas, além disso, os veículos de transporte utilizados não são os mais indicados de acordo com as características da carga e com a demanda em SKU/dia.

## INTRODUÇÃO

O desempenho da exportação brasileira de produtos da floricultura ganhou impulso após a implantação do programa de incentivo às exportações promovido pela Agência de Promoção das Exportações (APEX) em parceria com o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), o programa FloraBrasilis, criado pelo governo federal em 2001. O objetivo era ampliar as exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais para US\$80 milhões anuais até 2003, saindo do patamar de US\$13 milhões. O projeto foi considerado um passo fundamental para atender à necessidade de ampliação e profissionalização da base produtiva nacional, inserção do setor de floricultura brasileira no mercado globalizado e estabilização da balança comercial brasileira.

Em termos de produção, a maior concentração está principalmente na Região Sudeste, mais especificamente no estado de São Paulo que, dotado de altitude elevada e clima tropical, é o maior e mais importante na produção de flores e plantas ornamentais do País. Na região de Holambra se encontra o centro mais desenvolvido da floricultura brasileira,

cidade com apenas 10 mil habitantes, Holambra é conhecida como a capital nacional das flores. Os principais fabricantes e fornecedores de insumos, tecnologia e mudas de propagação estão nessa região, além de mais de 300 produtores e os maiores atacadistas e distribuidores.

Com qualidade e técnica, o mercado se expande para todo o país. A cadeia produtiva do setor gera milhares de empregos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), só no campo a atividade emprega duas vezes mais trabalhadores do que a agropecuária nacional. Nas cidades, ampliam-se as vagas nos setores de transporte, logística, comércio e utilização final de flores e plantas. Outra área que tem muito a ganhar com a floricultura é a do ensino, pesquisa e assistência técnica, ainda faltam pesquisas para o setor produtivo e o ensino técnico profissionalizante é necessário e pouco explorado. Há ainda os setores de turismo, paisagismo, urbanismo, decoração, comunicação e marketing e eventos.

## **DESENVOLVIMENTO E MÉTODO**

Para o caso do transporte rodoviário em território nacional de flores para exportação, é proposto um modelo insumo-produto de processo a partir dos modelos de Lin & Polenske (1998) e Albino, Izzo e Kühtz (2002), porém, focado em uma dada empresa.

Para este intento, foram seguidas algumas etapas com objetivo de compor um universo de dados factível para a aplicação do modelo. São, portanto, as que se seguem:

- consultas a empresas de transporte que realizem este serviço e dispostas a fornecer informações sobre sua operação;
- definição dos principais processos que compõem esta operação;
- coleta e organização dos dados;
- Compilação dos dados relativos aos serviços de armazém através do método de custeio ABC;
- estruturação matemática.

Para a concretização deste estudo, a participação de uma empresa que atue neste setor realizando as operações que envolvem o transporte rodoviário em território nacional de flores para exportação, representa uma contribuição de peso, por dispor de fontes reais de dados e pela experiência na atividade.

Em função da proximidade, foram consultadas empresas na região de Holambra através do auxílio de uma cooperativa de produtores de flores, sendo que uma delas concordou em participar do trabalho em troca de uma assessoria.

Sua atividade envolve todos os objetos de estudo propostos e todas as prerrogativas elucidadas por Lílian (2004) na cadeia de flores para exportação como um todo, portanto, perfeitamente coerente com o intuito deste projeto.

Os principais processos que compõem esta operação são aqueles que ou são indispensáveis ou condicionantes para se ter pelo menos o desempenho mínimo exigido.

Sob esta perspectiva, estão subdivididos entre os relativos ao transporte rodoviário de cargas como um todo e os vinculados à operação de armazém.

Os primeiros foram baseados nos padrões definidos pela literatura especializada e posteriormente adaptados para este estudo, os outros, embora conceitualmente reúnam atividades de alta complexidade, para este caso específico ora em análise não se caracterizam como tal e, por essa razão, optou-se por agrupá-los em um único processo, chamado de serviços de armazém, que engloba todas as pequenas atividades de armazém realizadas pela empresa em questão.

Desse modo, são quatro os principais processos que serão analisados pelo modelo insumo-produto, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Processos de produção que serão analisados pelo modelo insumo-produto para o transporte rodoviário de flores para exportação

|  |  |
|--|--|
| Carga Lotação Completa                                   | Processo de transporte de cargas no qual a capacidade total do veículo é plenamente preenchida e com tarifação de frete baseada desta forma. Contempla o transporte das flores do distribuidor até o aeroporto, envolvendo todos os requisitos para este processo.   |
| Carga Fracionada – Transferência (operações rodoviárias) | Processo de transporte de cargas no qual a capacidade total do veículo não é plenamente preenchida e com tarifação de frete fracionada por unidade de carga (kg, m <sup>3</sup> , caixas, etc). Contempla o transporte das flores do distribuidor até o aeroporto, envolvendo todos os itens que constituem este processo. |
| Carga Fracionada – Coleta e Entrega (operações urbanas)  | Idem acima, porém contempla as atividades de coleta das flores no produtor para trazê-las até o distribuidor, envolvendo todos os requisitos para este processo.   |
| Serviços de Armazém                                      | Processos que contemplam atividades como manuseio e separação de carga, etiquetagem, embalagem, movimentação interna, carga e descarga e preparação de documentos.   |

## COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados necessários para a aplicação do modelo insumo-produto são constituídos de itens que representam os insumos e de itens que representam os produtos.

A começar pelos insumos, foram primeiramente listados os itens de custos fixos e variáveis atribuídos a um caminhão, às operações de um armazém e às operações de uma empresa de logística.

Com o intuito de se avaliar os processos isoladamente, os insumos adquiridos que dizem respeito ao transporte propriamente dito foram separados dos que são relativos aos serviços de armazém, por esta razão, estes últimos passaram a ser denominados de insumos logísticos.

No universo dos insumos logísticos, há um item que não depende da empresa em estudo, advém de um provedor de recursos, no caso uma cooperativa, que auxilia na operação e para não incorporar itens de custo que não incidem na contabilidade da empresa, foi adicionada mais uma denominação, insumos importados.

Dessa forma, apenas à título de diferenciação, sem descaracterizar o modelo, a classificação dos dados de insumo passou a ser:

- insumos adquiridos;
- insumos logísticos;
- insumos importados;
- insumos primários.

Os insumos primários, para este estudo, são constituídos pelos processos que envolvem a gestão do negócio e os impostos incidentes na operação.

Sobre os itens que representam os produtos, foi atribuído como produto o que se estipulou como produtividade padrão de cada processo, em lugar do que o modelo teórico chama de componentes produzidos durante o processo de produção e resíduos. A produtividade padrão, expressa em quilômetros rodados por mês ou em SKU movimentados por mês, gerou o que se denominou de produto logístico, para um mês hipotético de 22 dias úteis.

A produtividade padrão tende a representar a mínima necessária para o equilíbrio financeiro entre as receitas e os gastos para realização da operação. Tende a representar, pelo fato de ser calculada com base em dados genéricos de custos fixos e variáveis para operação de um veículo operando nos processos de carga tipo lotação ou fracionada, em contrapartida, toma-se os valores reais recebidos por viagem realizada e por operação de armazém para compor o cálculo em questão. É importante ressaltar que embora não raro o veículo rodoviário não seja preenchido completamente conforme sua capacidade de carga, a remuneração do serviço é tida como se fosse, por isso o uso de parâmetros segundo o perfil de carga tipo lotação, já para veículo de coleta, foram usados os parâmetros de carga fracionada, pois as distâncias que percorre são muito curtas.

De acordo com os dados referentes a setembro/06, a operação de coleta foi atribuída à condição de distâncias curtas e a operação rodoviária também à condição de curtas e, sabendo da capacidade de carga em toneladas de cada um dos veículos utilizados nestas operações, é possível calcular o custo total a partir do valor de custo/ton.

Diante destes números e fazendo uso das equações a seguir, a produtividade padrão é então determinada.

$$Pv = \frac{CT}{NV} \quad \text{Equação 1}$$

onde,

Pv = preço por viagem;

CT = custo total;

NV = número de viagens.

mas,

$$NV = \frac{P * du}{Ciclo} \quad \text{Equação 2}$$

onde,

du = dias úteis (hipoteticamente 22 dias);

Ciclo = 10km para o veículo de coleta e 400km para o veículo rodoviário.

Portanto, da Equação 1 e da Equação 2, tem-se:

$$P_{pd} * du = \frac{CT * ciclo}{P_V} \quad \text{Equação 3}$$

Dessa forma, foi definida a produtividade padrão para cada processo conforme mostrado na Tabela 2

Tabela 2: Produtividade Padrão para cada um dos processos

| Processos  | Produtividade Padrão |
|--|----------------------|
| Carga Lotação Completa                                   | 8.992 km/mês         |
| Carga Fracionada - Transferência (operações rodoviárias) | 8.992 km/mês         |
| Carga Fracionada - Coleta e Entrega (operações urbanas)  | 1.332 km/mês         |
| Serviços de Armazém                                      | 1.600 SKU/mês        |

Baseado no proposto por Caixeta Filho e Martins (2004), a análise das operações de depósito podem ser divididas em três grupos de recursos: (a) mão-de-obra; (b) equipamentos (empilhadeiras, carrinhos, paleteiras); (c) custo fixo (aluguel do prédio, iluminação, limpeza, seguro, etc.). Ao apropriar por rastreamento os custos de depósito segundo o predeterminado acima, é conveniente utilizar como direcionador de recursos para as operações de tipo (a) e (b) a tonelage movimentada, e, para o recurso (c), a área efetivamente utilizada do depósito. Com relação ao que diz respeito aos custos de administração, é observado dois tipos gerais de consumo de recursos. Uma parte dos esforços realizados (cerca de 20%) é dedicada aos contatos com os clientes, busca de novos contratos, etc., por esta razão, ainda por alocação por rastreamento, é interessante usar então como direcionador de recursos o número de clientes da empresa. O restante está ligado às operações normais de administração interna ou de rotina, tais como, recebimento de pedidos, tratamento da informação, emissão de documentos, cobrança de faturas, etc., desse modo, parece mais justo utilizar o número de ordens de coleta como direcionador, por ser o agente ativador de todas estas atividades.

Na seqüência, foram identificadas quatro atividades principais na análise dos serviços de armazém. Sabendo que são desempenhadas pela mesma pessoa que dirige o caminhão, tem-se:

- dirigir o veículo de coleta;
- carga e descarga com paletização e movimentação interna;
- etiquetagem e embalamento;
- preparação da documentação.

A atividade dirigir não ocupa área alguma do depósito, em contra partida, a carga e descarga com paletização e movimentação interna ocupa 120 m<sup>2</sup>, etiquetagem e embalamento, 70 m<sup>2</sup>, e preparação da documentação, 15 m<sup>2</sup>.

Os recursos de administração não foram desagregados ao nível do objeto tomador de recursos sendo, portanto, representados diretamente por suas duas atividades, que são contato com clientes e administração rotineira.

No entanto, os custos fixos são financiados por uma cooperativa de produtores, não incorrendo, desse modo, nas contas da empresa de transporte. Por conseguinte, é dispensável os dados da área do depósito, fator que fora definido como direcionador de recursos para alocação daqueles. Outra observação relevante é quanto à atividade dirigir que, por ser inerente à composição de custos do veículo de transporte, é valorada na contabilidade do caminhão de coleta segundo o número gerado após a aplicação do custeio ABC.

Embora a aplicação deste método seja recomendada para operações complexas e que contemplem muitos custos indiretos ou um mix muito variado de produtos ou serviços, requisitos não identificados neste caso em estudo, a idéia é poder tornar este trabalho extensível a outras operações, de modo a ser passível de aplicação em muitas delas, inclusive àquelas que por ventura sejam dotadas das prerrogativas citadas. Por este motivo foi optado pelo exercício deste método mesmo não sendo plausível de sua adoção.

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

### **Condições de Contorno**

Conforme Anefalos (2004), o processo logístico da cadeia de flores de corte é representado por produtores, cooperativas, despachantes, exportadores e importadores, operando os processos de produção (A), de distribuição interna via modal rodoviário (B), de distribuição externa via modal aéreo (C) e distribuição externa via modal rodoviário (D). O objeto de estudo deste trabalho é o processo (B) e o seu impacto nos demais, para tanto, a premissa inicial é conhecer como este um se relaciona com os outros e quais situações são mais favoráveis ao seu desempenho e ao da cadeia como um todo. A partir de estudo realizado por Anefalos (20141), foi possível conhecer estas inter-relações e vislumbrar as ameaças e oportunidades a seu respeito, as quais forneceram subsídio e justificativa para a confecção de um caso prático junto ao transportador que realiza atualmente esta operação no Brasil.

No Cenário 1, as perdas médias de flores observadas no processo logístico estão divididas



categoricamente por cinco cenários valorados sob a perspectiva dos processos A, B, C, D e por seis fatores de forte influência na qualidade das flores, dentre eles a eficiência do ciclo do pedido, tão relevante de modo a merecer análise particular conforme pode ser visto no Quadro 1. O cenário 3 é o que reúne as melhores condições para o processo logístico da cadeia como um todo e, se bem analisado, o fato de não haver déficit na eficiência do ciclo do pedido, é porque todos os processos atenderam às expectativas de “lead time”, inclusive o processo B, além disso, os veículos utilizados no modal rodoviário neste cenário eram refrigerados, item específico dos processos B e D, e, finalmente, não houve perda de carga no voo, o que implica dizer, entre outros fatores, que o processo B cumpriu seu prazo de entrega eficientemente.

Quadro 1: Perdas médias de flores observadas no processo logístico de exportação

| Processos  | Perdas Médias Observadas |           |           |                              |                             |
|--|--------------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----------------------------|
|  | Cenário 1                | Cenário 2 | Cenário 3 | Cenário 4                    | Cenário 5                   |
| A - Produção na propriedade rural                                      | 10%                      | 5%        | 2%        | 10%                          | 5%                          |
| B - Distribuição interna / modal rodoviário                            | 0%                       | 0%        | 0%        | 1%                           | 0%                          |
| C - Distribuição externa / modal aéreo                                 | 2%                       | 2%        | 1%        | 2%                           | 7%                          |
| D - Distribuição externa / modal rodoviário                            | 3%                       | 3%        | 1%        | 3%                           | 3%                          |
| Déficit logístico na eficiência do ciclo do pedido?                    | Sim                      | Sim       | Não       | Sim                          | Sim                         |
| Utiliza veículo refrigerado do produtor até a central de distribuição? | Não                      | Não       | Sim       | Não                          | Sim                         |
| Utiliza câmara fria no aeroporto?                                      | Não                      | Não       | Sim       | Não                          | Não                         |
| Realiza-se fumigação ou pré-cooling no Brasil ou no exterior?          | Não                      | Não       | Não       | 15% do total anual embarcado | Não                         |
| Houve perda de carga no voo?   | Não                      | Não       | Não       | ---                          | 5% do total anual embarcado |
| Houve atrasos no voo?  | Não                      | Não       | Não       | Não                          | 10% dos embarques           |

Fonte: Adaptado de Lílian Cristina Anefalos, 2004, 210p,

O Quadro 2, mostra que o processo B dispõe de um “lead time” ideal de 1,08 dias e que haveria superávit caso consumisse 0,77 dias ou déficit, 1,10 dias. Do considerado ideal, a composição deste tempo está em 0,98 dias para trâmites relativos à documentação do exportador brasileiro, 0,02 dias para transporte da propriedade rural até o armazém do exportador (coleta) e 0,08 dias para transporte do exportador até o aeroporto (entrega). Portanto, suportado pelos resultados apresentados, estão declaradas as condições de contorno para esta aplicação prática conforme abaixo:

- Tempo total de coleta: 29 minutos;
- Tempo total de entrega: 1h e 55min;
- Utilização de veículo refrigerado.

Quadro 2: Classificação de “Lead Time” entre Déficit, Ideal e Superávit para os processos A, B, C e D, e desde o produtor até o ponto de venda.

| Processos                                   | Lead Time (dias) |       |           | % aplicado no valor do produto final |                               |
|---|------------------|-------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|
|   | Déficit          | Ideal | Superávit | Déficit em relação ao ideal          | Superávit em relação ao ideal |
| A - Produção na propriedade rural           | 92,00            | 91,00 | 87,00     | -1,10                                | 4,40                          |
| B - Distribuição interna / modal rodoviário | 1,10             | 1,08  | 0,77      | -1,62                                | 29,15                         |
| C - Distribuição externa / modal aéreo      | 1,17             | 1,08  | 1,08      | -7,69                                | 0,00                          |
| D - Distribuição externa / modal rodoviário | 2,00             | 2,00  | 2,00      | 0,00                                 | 0,00                          |
| Ciclo Logístico Total                       | 96,27            | 95,17 | 90,85     |                                      |                               |

|   | Lead Time (dias) |         |       |           |
|---|------------------|---------|-------|-----------|
|   | Processo         | Déficit | Ideal | Superávit |
| 1- Ciclo de produção do produtor  | A                | 90,00   | 90,00 | 86,00     |
| 2- Estoque de flores na propriedade   | A                | 2,00    | 1,00  | 1,00      |
| 3- Documentos do exportador brasileiro  | B                | 1,00    | 0,98  | 0,67      |
| 4- Transporte local das instalações do produtor para o exportador   | B                | 0,02    | 0,02  | 0,02      |
| 5- Estoque de flores no exportador  | B                | 0,00    | 0,00  | 0,00      |
| 6- Transporte local das instalações do exportador até o aeroporto   | B                | 0,08    | 0,08  | 0,08      |
| 7- Movimentação e Armazenamento em áreas alfandegadas no Brasil até o início do desembaraço aduaneiro de exportação | C                | 0,17    | 0,083 | 0,08      |
| 8- Desembaraço aduaneiro de exportação  | C                | 0,50    | 0,50  | 0,50      |
| 9- Transporte internacional   | C                | 0,33    | 0,33  | 0,33      |
| 10- Desembaraço aduaneiro no país importador  | C                | 0,17    | 0,17  | 0,17      |
| 11- Transporte local desde o terminal até as instalações do importador  | D                | 2,00    | 2,00  | 2,00      |
| 12- Total   | ---              | 96,27   | 95,16 | 90,85     |

Fonte: Adaptado de Lílian Cristina Anefalos, 2004, 210p.

## SIMULAÇÕES

De posse dos dados e com o modelo já contendo os elementos necessários para a aplicação a este caso, são realizadas simulações a partir de combinações entre as variáveis cernes que valoram a efetividade de um transporte rodoviário de cargas. Os resultados gerados pelo modelo insumo-produto são o custo total (R\$/mês) de cada processo (carga lotação, carga fracionada – transferência, carga fracionada – entrega/coleta, serviços de armazém) e o custo total da empresa. Desse modo, estas simulações expressam resultados de custos de transporte em R\$/viagem para as análises isoladas realizadas da operação de coleta e da operação rodoviária, e de lucro em R\$/embarque para as análises realizadas dos serviços de armazém e da empresa como um todo, onde todos os processos estão envolvidos. Têm por objetivo ilustrar o posicionamento financeiro desta operação atualmente e com relação às condições de contorno, bem como as oportunidades e ameaças as quais a empresa está sujeita. As variáveis supra citadas são as que definem a produtividade mensal do veículo, que será

então tomada para aplicação no modelo. São, portanto, as que seguem abaixo:

- horas úteis;
- velocidade média operacional;
- dias trabalhados no mês;
- ciclo.

Desse modo, foi calculada a produtividade dos veículos rodoviário e se fazendo uso das Equações 4 e 5, conforme abaixo:

$$P = Hu * Vm * Dm \quad \text{Equação 3}$$

$$NV = \frac{P}{Ciclo} \quad \text{Equação 4}$$

onde,

P = produtividade mensal (km/mês);

Hu = horas úteis;

Vm = velocidade média operacional (km/h);

Dm = dias trabalhados no mês;

NV = número de viagens no mês;

Ciclo = ciclo do percurso (quilometragem de ida e volta ao ponto inicial).

As simulações para a análise isolada de cada processo, tiveram a produção bruta fixada segundo o valor recebido pelo transportador pela prestação do serviço. Para se obter o resultado em custo/viagem (R\$/viagem) é preciso dividir pelo número de viagens realizadas por cada veículo ao longo de um mês, conforme mostra a Equação 6.

$$C/V = \frac{CT}{NV} \quad \text{Equação 6}$$

onde,

C/V = custo por viagem (R\$/viagem);

CT = custo total (R\$/mês).

Na simulação para a análise dos serviços de armazém e da empresa como um todo, a produção bruta variou conforme o número de embarques realizados ao longo do mês e como para aquela última todos os processos estão envolvidos, os dados de produtividade da operação rodoviária e da operação de coleta, gerados conforme explanado acima, a partir das Tabelas 1 e 2, foram utilizadas. Nesta simulação, além de se combinar os dados de produtividade, combinou-se também o valor recebido por viagem pelo transportador para realizar a operação rodoviária, pois como há dois destinos para

os embarques (Viracopos ou Guarulhos) considerou-se dois valores, um que equivale à 80% dos embarques para Viracopos e 20% para Guarulhos e outro que equivale ao inverso. Como são realizados um embarque por dia, o número total de embarques por mês é igual ao número de dias trabalhados no mês.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A começar pelo veículo rodoviário, a análise das simulações de custos de acordo com o gráfico mostrado na Figura 1 revela que o veículo utilizado para este serviço não opera atualmente segundo a produtividade padrão estipulada para um veículo de igual porte operando carga do tipo lotação, conforme, o que implica dizer, a priori, que o transportador estaria contabilizando prejuízos pelo fato de estar operando abaixo do ponto de equilíbrio financeiro. A simulação 47 (Horas úteis = 5; Dias trabalhados no mês = 24 dias; velocidade média = 86 km/h; ciclo = 150km), que representa a condição de produtividade padrão, garantiria lucro mas, na prática, equivale à realização de 3 viagens por dia para Viracopos para um mês de 24 dias trabalhados, ou seja, está limitada pelo próprio volume de flores exportado mensalmente.

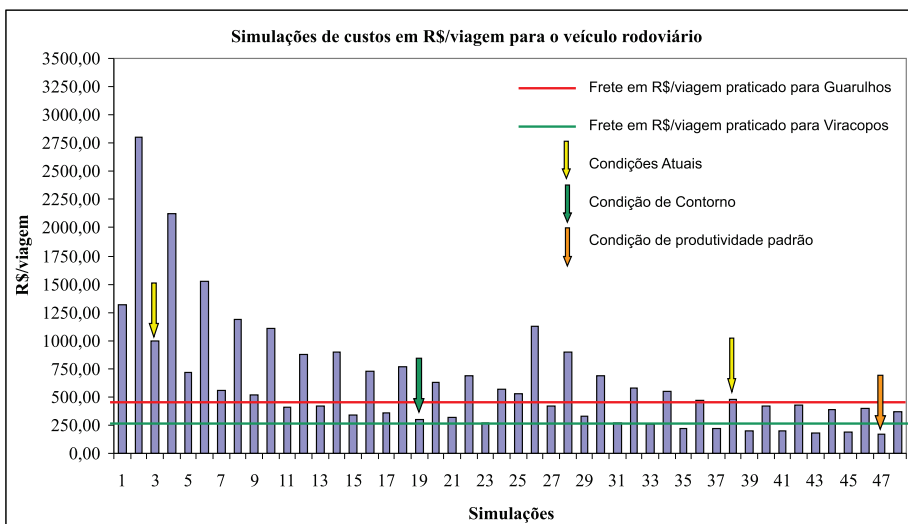


Figura 1: Gráfico das simulações de custos em R\$/viagem para o veículo rodoviário considerando custos fixos e variáveis para ambos os destinos, Guarulhos e Viracopos.

Partindo para a análise da condição de contorno, simulação 19 (Horas úteis = 1,7; Dias trabalhados no mês = 20 dias, velocidade média = 86 km/h, ciclo = 150km), é possível observar que o transportador ainda não estaria auferindo retorno financeiro, tendo que arcar com uma margem de lucro de -16%. A condição de contorno, expressa pelo tempo de 1h:52m para a realização da viagem, está sendo considerada apenas para o destino

Viracopos, que tem duração de 55 min de percurso de ida e mais 20 min para a descarga, totalizando 1h:15m. Para o destino Guarulhos, o tempo de percurso de ida é de 2h:30m e o tempo de descarga é de 20min, ou seja, extrapolaria o valor limite. Neste caso, mesmo que o transportador promovesse ações para reduzir seus custos e assim obter ganho nas condições de contorno, dependeria do embarcador para direcionar todos os embarques para Viracopos, fato que não está sob seu controle e esbarra em questões como disponibilidade de vôos para o destino pretendido no exterior.

Com relação às condições atuais, caso o transportador operasse somente no destino Viracopos, que representa quatro embarques por mês, seria totalmente inviável a continuação desta operação, pois os prejuízos chegariam a 75%, é o que mostra a simulação 3 (Horas úteis = 1,7; Dias trabalhados no mês = 4 dias, velocidade média = 86 km/h, ciclo = 150km). E caso operasse somente Guarulhos, simulação 38 (Horas úteis = 5; Dias trabalhados no mês = 16 dias, velocidade média = 63 km/h, ciclo = 320km), também arcaria com prejuízos porém em uma escala muito menor, com margem de lucro negativa da ordem de 5,4%.

Contudo, como sua operação contempla os dois destinos e o número de embarques para Guarulhos é muito maior do que para Viracopos, optou-se por fazer nova simulação dos custos envolvidos alocando para o destino Guarulhos todos os custos fixos, por gerar maior produtividade em quilômetros rodados por mês, e para o destino Viracopos somente os custos variáveis, de forma a tornar marginais os custos para este último. É o que mostra o gráfico da Figura 2.

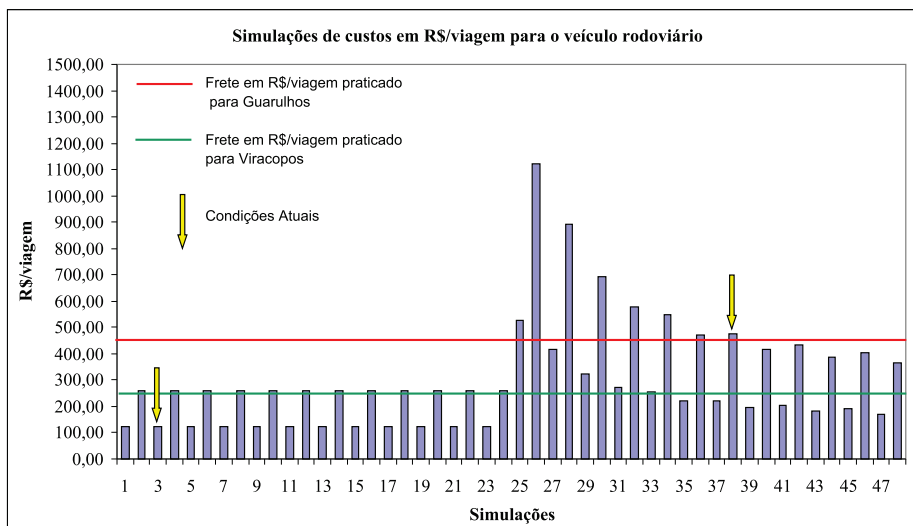


Figura 2: Gráfico das simulações de custos em R\$/viagem para o veículo rodoviário considerando custos fixos e variáveis para Guarulhos e apenas custos variáveis para Viracopos.

É possível agora observar que na condição representada pela simulação 38 continua havendo uma margem de -5,4%, que é a que representa as viagens com destino a Guarulhos, porém, o transportador passou a ter margens de lucro de 105% nas viagens com destino a Viracopos, conforme pode ser observado na simulação 3. Isto implica dizer, que no equilíbrio financeiro entre perdas e ganhos, a operação está gerando uma margem de lucro positiva da ordem de 2,9% para o transportador. Tal fato revela também que o veículo está bem dimensionado e com os custos equilibrados pois, mesmo com uma produtividade de cerca de 37% menor com relação à padrão, ainda está conseguindo operar com ganhos.

Com relação ao veículo de coleta, as simulações apresentadas na Figura 3 revelaram que pra operar segundo as condições de contorno, representada pela simulação 17 (Horas úteis = 0,5; Dias trabalhados no mês = 20 dias, velocidade média = 23,5 km/h, ciclo = 10km), o transportador estaria operando com margem de lucro de -36,4%, pelo fato da produtividade em km/mês não ser suficiente para cobrir os custos fixos e variáveis do veículo. Operando segundo a condição atual, simulação 43 (Horas úteis = 1,43; Dias trabalhados no mês = 20 dias, velocidade média = 23,5 km/h, ciclo = 25km), o cenário não se altera, mesmo com um aumento de produtividade com relação à condição de contorno da ordem de 186%, há também um aumento no ciclo de viagem em 150%, o que significa que os custos de operação aumentaram em função do aumento de produtividade mas o número de viagens, que é a relação entre produtividade e ciclo, permaneceu o mesmo para as duas situações. Desse modo, sendo a remuneração do serviço por viagem, conclui-se que o veículo está trafegando mais, porém, com a mesma receita.

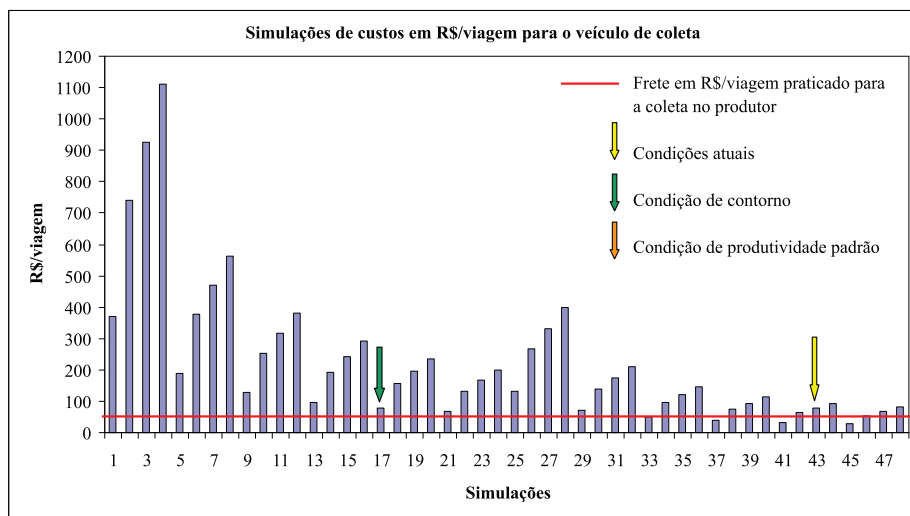


Figura 3: Gráfico das simulações de custos em R\$/viagem para o veículo de coleta do produtor ao centro de distribuição considerando custos fixos e variáveis.

Vale dizer que o tomador de serviço não remunera uma segunda viagem, o que impossibilita ao transportador operar nas condições que lhe são mais favoráveis como nas simulações 33, 37, 41 e 45, onde o número de viagens é de três por dia. Neste caso, seria melhor operar nas condições 21 (Horas úteis = 0,5; Dias trabalhados no mês = 24 dias, velocidade média = 23,5 km/h, ciclo = 10km) ou 47 (Horas úteis = 1,43; Dias trabalhados no mês = 24 dias, velocidade média = 23,5 km/h, ciclo = 25km) que são para 24 dias trabalhados no mês e por isso contêm os parâmetros que menos lhe implicariam em débitos diante de todas as outras simulações para uma viagem por dia, com margem negativa da ordem de 25%. Mas como tal fato depende da demanda, caso não seja possível, lhe resta optar por continuar operando na condição atual ou na condição de contorno.

Para os serviços de armazém, é possível observar no gráfico da Figura 4 que em nenhuma das simulações o transportador obtém lucro, ou seja, entre quatro a vinte e quatro embarques por mês, que o é que foi simulado, não há lucro nesta operação. A análise mais criteriosa da curva revela que só haveria algum tipo de ganho a partir de 30 embarques/mês. Vale lembrar que os serviços de armazém para este caso prático só contêm custos fixos e a remuneração dos serviços é feita por embarque, independente do número de SKU. Na condição atual, representada pela simulação 42 (Dias trabalhados no mês = número de embarques no mês = 20) em que são feitos em média 20 embarques por mês, o transportador esta operando com margem negativa de -37,9%.

Para a empresa como um todo, os resultados gerados segundo o gráfico da Figura 4 mostram que dentre os muitos pontos plotados com lucro negativo pelas simulações de 1 a 48, há cinco que apresentaram valores positivos, são as simulações 18, 20, 21, 22 e 24, o que implica dizer, a priori, que se o transportador operar de acordo com os parâmetros sugeridos pelas positivadas, o estaria fazendo em condições financeiramente viáveis. Por esta razão, serão analisadas separadamente com o intuito de validar seus resultados.

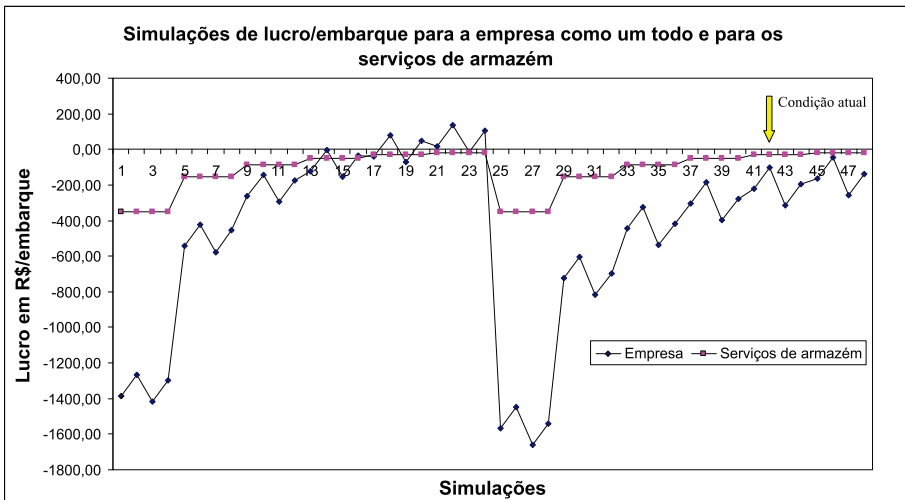


Figura 4: Gráfico das simulações de lucro em R\$/embarque para a empresa como um todo e para os serviços de armazém.

Dessa forma, tem-se:

- simulação 18 (Dias trabalhados no mês = 20; produtividade-coleta = 235 km/mês; produtividade-operação rodoviária = 2142 km/mês; frete – operação rodoviária = R\$410,00/viagem): impossível de acontecer pois o valor de R\$410,00/viagem equivale à 80% dos embarques com destino a Guarulhos e 20% a Viracopos, ou seja, 16 embarques destinados a Guarulhos significam 5120 km rodados no mês, o que não confere com a produtividade-operação rodoviária sugerida para esta simulação;
- simulação 20 (Dias trabalhados no mês = 20; produtividade-coleta = 235 km/mês; produtividade-operação rodoviária = 2924 km/mês; frete – operação rodoviária = R\$410,00/viagem): impossível de acontecer pelas mesmas razões apontadas para a simulação 18;
- simulação 21 (Dias trabalhados no mês = 24; produtividade-coleta = 282 km/mês; produtividade-operação rodoviária = 2570 km/mês; frete – operação rodoviária = R\$290,00/viagem): impossível de acontecer pois o valor de R\$290,00/viagem equivale à 80% dos embarques com destino a Viracopos e 20% a Guarulhos, ou seja, 20 embarques destinados a Viracopos significam 3000 km rodados no mês, o que não confere com a produtividade-operação rodoviária sugerida para esta simulação;
- simulação 22 (Dias trabalhados no mês = 24; produtividade-coleta = 282 km/mês; produtividade-operação rodoviária = 2570 km/mês; frete – operação rodoviária = R\$410,00/viagem): impossível de acontecer pelas razões de incompatibilidade na produtividade-operação rodoviária;
- simulação 24 (Dias trabalhados no mês = 24; produtividade-coleta = 282 km/mês; produtividade-operação rodoviária = 3508 km/mês; frete – operação rodoviária = R\$410,00/viagem): impossível de acontecer pelas razões de incompatibilidade na produtividade-operação rodoviária;

Logo, nenhuma das situações sugeridas por aquelas foi validada e o fato destes pontos serem lucrativos à produtividades muito baixas e muito aquém da produtividade padrão para um veículo de coleta e para um rodoviário, leva a entender que ou os custos variáveis destes veículos são muito altos ou o que era para cobrir seus custos variáveis na verdade está subsidiando outras operações, por ora deficitárias. Por simetria da curva, a partir da simulação 42 deveria haver um superávit o que não acontece, muito provavelmente pelo fato do aumento dos custos variáveis, em função do aumento da produtividade a partir da simulação 24 até a 48, impossibilitarem o suposto subsídio acima mencionado. Para 30 dias trabalhados no mês ou 30 embarques por mês, é bem possível que possa haver ganhos sem incorrer nos problemas de incompatibilidade de produtividade conforme visto anteriormente. Na condição atual, simulação 42 (Dias trabalhados no mês = 20; produtividade-coleta = 672,1 km/mês; produtividade-operação rodoviária = 6300 km/mês; frete – operação rodoviária = R\$410,00/viagem), o transportador está operando com margem de lucro negativa de 16,55% o que representa um prejuízo de R\$101,15 por embarque.



## CONCLUSÕES

Com base nas premissas apontadas na introdução deste trabalho, especificamente no que tange à logística e transporte de flores, e nos resultados obtidos através da aplicação do modelo insumo-produto com os dados da empresa de transporte participante, cuja atividade está exatamente perfilada com o escopo deste projeto, muitas oportunidades e algumas ameaças puderam ser vislumbradas.

A aplicação do modelo insumo-produto focado no transporte rodoviário de cargas contemplou a avaliação dos principais processos envolvidos na operação de uma empresa de transporte de forma isolada e combinada, com o intuito de explicitar o impacto de cada um na operação como um todo. A proposta de aplicação deste método para uma transportadora foi satisfatória para este caso prático e o que comprova esta afirmação, do ponto de vista teórico, é que produtos de baixo valor agregado demandam economias de escala para gerarem lucro para o transportador, e os resultados explicitados na seção 4.2 revelam este fato. Contudo, para casos envolvendo operações complexas de cargas fracionadas com muitos destinos, transbordos e redes, seria necessário esmiuçar cada operação em muitas pequenas outras para poder aplicá-lo (neste caso seria indispensável o uso de uma ferramenta eficiente de alocação de recursos como o método ABC), caso contrário a avaliação seria bastante abrangente, o que talvez não seja adequado. Sua eficiência está certamente mais ligada à aplicação em uma empresa produtiva do que em uma prestadora de serviços, sendo, portanto, mais recomendável para a primeira.

Todavia, pelo caso prático apresentado não se caracterizar como de alta complexidade, foi notória a inter-relação entre os processos gerada por esta metodologia e os resultados foram muito conclusivos. Observou-se que a operação rodoviária é a única rentável, gerando ganhos de 2,9%, no entanto, as operações de coleta e os serviços de armazém são bastante deficitários e com isso acabam sendo subsidiados pelo primeiro, o que consequentemente impõe ao transportador ter que produzir muito em número de viagens por mês para conseguir obter lucro, cenário este limitado pela demanda de carga. Notou-se ainda, que para as duas deficitárias não há opções de operação em condições financeiramente viáveis, pelo menos conforme o conjunto de parâmetros escolhidos para realizar as simulações. Em função disso, caso as condições atuais permaneçam, é recomendado ao transportador trocar a configuração do veículo de coleta de leve para utilitário leve do tipo furgão refrigerado, pois pelo perfil da carga e da demanda esta configuração estaria apta a atender o cliente e seus custos operacionais são menores, incluindo-se o consumo de combustível da ordem de 50% mais baixo e dois pneus a menos, além disso, é muito importante que se realize a coleta em uma única viagem e que a roteirize, sabe-se que não é justificável o uso de softwares de roteirização para este caso, mas é preciso ao menos evitar cruzamento de rotas dentro do bolsão de coleta. Para os serviços de armazém não há outra saída senão renegociar o contrato com o embarcador, a menos que a demanda aumente para no mínimo 33 embarques por mês, condição que lhe garantiria pelo menos um empate financeiro nesta operação, pois a condição atual, conforme apontado pela aplicação do modelo de forma isolada para este

serviço, está gerando margem negativa de 37,9%.

Quanto a pesquisa elaborada por Anefalos (2004), a qual foi base para este trabalho, é altamente técnica e envolve muitos aspectos pertinentes à avaliações econômicas, sendo, portanto, recomendável para avaliação de negócios dentro de uma cadeia de suprimentos, mais precisamente cadeias produtivas, em especial às que são voltadas para o agronegócio.

No âmbito geral, a metodologia insumo-produto aplicada ao transporte rodoviário de cargas, se aplicada em pequenas empresas de transporte que operam com carga tipo lotação ou mesmo com carga fracionada mas para poucos destinos e com poucos clientes, pode ser muito bem aproveitada conforme pôde ser visto, pois o transportador ao negociar o serviço poderá dispor de uma ferramenta para checar quais condições que lhe são mais atraentes. Através das simulações, é possível combinar diversos tipos de parâmetros e gerar n possibilidades de operação, o que permite comparar posteriormente, a remuneração pela prestação do serviço com os custos da operação a realizar ou das condições atuais e também entender a influência de um ou outro processo no resultado final da empresa.

## BIBLIOGRAFIA

ANEFALOS, L. C. Modelo insumo-produto como instrumento de avaliação econômica da cadeia de suprimentos: o caso da exportação de flores de corte. Piracicaba, 2004, 210p, Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS. O setor hoje: problemas e soluções. NTC + 40, edição especial de Brasil Transportes, setembro 2003.

BALLOU, RONALD H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial; tradução Raul Rubenich. – 5ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2006, 616p.

CAIXETA-FILHO, JOSÉ V. e MARTINS, RICARDO S. Gestão logística do transporte de cargas. Piracicaba: Atlas 2004.

FLORICULTURA SEBRAE. Primavera de oportunidades: o cultivo de flores e plantas ornamentais cai no gosto nacional e os produtores já começam a disputar o mercado externo. Revista pequenas empresa & grandes negócios, n.201, outubro 2005.

SETCESP. Índice nacional de variação dos custos de transporte, setembro 2006. Disponível em <http://www.setcesp.org.br/economia.asp>. Acesso em: 15 set. 2006.

MARTINS, ELISEU. Contabilidade de custos. – 9ª ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

NOVAES, ANTONIO G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

OSMAN, RICARDO. As vendas de frutas e flores ao exterior crescem em progressão geométrica e multiplicam as oportunidades no agronegócio do país. Revista pequenas empresas & grandes negócios, n. 189, outubro 2004.

SECEX: Secretaria de Comércio Exterior. Exportação e importação brasileira de plantas vivas e produtos de floricultura, 1989-2003. Brasília, 2005. Disponível em: [http://aliceweb.mdic.gov.br/consulta\\_nova/resultadoConsulta.asp](http://aliceweb.mdic.gov.br/consulta_nova/resultadoConsulta.asp). Acesso em: 26 nov. 2005.

TANIO, DANILO S. e SIMÕES, SORAYA C. Cadeia de Suprimentos de Flores e Plantas Ornamentais no Brasil: uma nova abordagem para aumentar a participação do setor no mercado internacional. Grupo de estudos logísticos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Setembro 2005.

# Integração na cadeia de abastecimento de Granéis sólidos via 3pl + trading company

Henrique Celso Marques Ribeiro

M. Eng. Sérgio A. Loureiro

## RESUMO

No ano de 2013, os operadores logísticos brasileiros estão seguindo uma receita para ampliar seus negócios no país, que tem como principal ingrediente o aumento da competitividade e redução dos custos fixos de seus clientes. Para que se possa entender a complexidade do tema abordado, este trabalho traz no referencial teórico, um breve conceito de gerenciamento da cadeia de suprimento, conceito de operador logístico, e a introdução de um 3PL/4PL, aliados a uma *trading company* na importação de granéis sólidos minerais. Veremos o desenho de uma operação onde um 3PL se une a uma *trading company* com o intuito de reduzir a possibilidade de ruptura no abastecimento de matérias-primas críticas importadas, assim evidenciando todas as fases logísticas no porto de destino até a entrega na planta fabril. A unificação da cadeia através de um 3PL visa trazer vantagens competitivas e melhorar os serviços através de informações mais precisas, redução do *bottom line* e qualidade no SLA (nível de serviço acordado). Ao analisar as novas tecnologias e inteligências logísticas aplicadas a esta operação, demonstraremos a oportunidade de *saving* financeiro global do contrato da ordem de USD 1,2 MM.

## INTRODUÇÃO

### 1.1 Operador Logístico

Fundada em 1969 a Tegma é uma das principais companhias de gestão logística do Brasil, além de líder no segmento de transporte de veículos zero km para a indústria automobilística. Especialista em prover soluções logísticas, atua em quatro áreas distintas: serviços logísticos e transportes para a indústria automobilística, transporte rodoviário, distribuição (e-commerce) e armazenagem e gestão de estoques.

A sinergia entre essas quatro atividades, em estreita sintonia com os clientes, permite à Tegma atuar na integração de todos os processos logísticos e na gestão da cadeia de suprimentos.

O processo de desenvolvimento organizacional tem como base cinco pilares, que objetivam dar maior clareza na tomada de decisões e gerar desenvolvimento autossustentado. São eles:

- Pessoas: objetiva estimular a participação e o desenvolvimento para a ação e reforçar a crença e a motivação na empresa;

- Qualidade: garantia da Excelência Operacional em soluções logísticas (fazer bem feito, com menor custo, mais eficiente, com mais qualidade, em todos os processos);
- Clientes: meta de diversificar e ampliar a plataforma de negócios;
- Fornecedores: geração de sentimento de pertencimento à Tegma e aperfeiçoamento do grupo;
- Acionistas: assegurar o retorno do investimento, bem como a sustentabilidade do negócio.

## 1.2 Trading Company

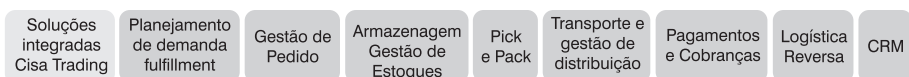
A Trading Co. é uma empresa especializada em diversos segmentos do mercado, voltada a oferecer soluções às empresas que necessitam de “*know-how*” específico em comércio internacional. A empresa atua em todo o Brasil e dispõe da tecnologia da informação mais atualizada, de processos integrados e consolidados de forma a oferecer soluções logísticas, operacionais, tributárias e financeiras.

A Trading Co. situa-se estrategicamente na cadeia de valor de vários setores em que atua, oferecendo soluções para os mais variados segmentos.

Com faturamento de mais de 2 Bilhões em 2011, e uma carteira que ultrapassa os 200 clientes de médio e grande porte, o foco específico será o *know-how* adquirido no segmento químico.

### Logísticas + Financeiras + Tributárias + Operacionais

O modelo de negócios da Trading Co. oferece soluções integradas, alavancadas pela experiência global, volume de negócios, expertise operacional, parcerias com empresas prestadoras de serviço de primeira linha e diversificada base de clientes.



No segmento de químicos é uma grande fornecedora de matérias-primas e produtos para todos os setores produtivos, da agricultura ao aeroespacial. A indústria química desempenha relevante papel na economia mundial.

A Trading Co. centraliza, para seus clientes, todo o relacionamento operacional com os principais agentes regulatórios (RECEITA FEDERAL, ANVISA, MAPA, ANP, DECEX, MCT, MINISTÉRIO DO EXÉRCITO e POLÍCIA FEDERAL), de forma a garantir o atendimento às exigências de licenciamento, inspeção, vistoria, boas práticas e rastreabilidade.

O elo entre o Operador Logístico e Trading Co. visa unitizar a rede de abastecimento, concluindo que esse elo da cadeia pode trazer vantagens competitivas e melhorar a qualidade dos serviços através de informações mais precisas, redução no *bottom line* e qualidade no SLA.

O objetivo principal é mostrar que o elo entre Operador Logístico e a Trading Co. pode

reduzir a incidência de rupturas no abastecimento de matérias-primas para indústria de transformação no segmento de HPC (*home and personal care*), solução ligada à entrega do gerenciamento de toda a cadeia logística nacional para um 3PL. Tal mudança se faz necessária tendo em vista que esse elo da cadeia pode trazer vantagens competitivas e melhorar a qualidade dos serviços através de informações mais precisas, sinergia operacional, redução do *bottom line* e qualidade no SLA (nível de serviço acordado). Em específico, disponibilizar ao mercado a opção de compra de granéis sólidos, matérias-primas importadas via financiador internacional e inserir neste contexto a solução logística 3PL.

Justifica-se a escolha do tema com vistas a demonstrar as vantagens competitivas e savings operacionais na cadeia de abastecimento quando é aplicada a figura de um 3PL/4PL aliado a uma *trading company*, de forma a reduzir as despesas decorrentes do processo.

Será visto o desenho de uma operação onde um 3PL se une a uma *trading company* para abastecimento de matérias-primas críticas importadas, assim evidenciando todas as fases logísticas no porto de destino até a entrega na planta fabril.

Um dos principais motivos geradores deste estudo está ligado ao constante risco de parada de planta por falta de abastecimento. No entanto, se o trabalho do operador logístico estiver sintonizado com os elos da cadeia, poderá haver uma melhora no nível dos serviços contratados, diminuindo para níveis mínimos a possibilidade de desabastecimento.

A área de planejamento deve estar intimamente ligada ao que acontece com a planta fabril, recebendo MRP's mensais. A partir daí se torna imprescindível a realização do *call off*. Essas atividades serão gerenciadas pelos indicadores de desempenho, destacando o OTIF como indicador mestre, com aderência mínima de 90%.

A partir do momento que o estoque da planta estiver sobre o mesmo guarda-chuva de planejamento pode ser aplicada a inteligência logística, aumentando a performance dos ativos rodoviários envolvidos (*last mille* de 40 km) e reduzindo os tempos operacionais dentro da planta. Para que isso ocorra com precisão, um *upgrade* no sistema de controle será adotado, além da instalação de sensores nos silos de armazenagem para que em tempo real seja definido o dinamismo operacional. Aliado a esse controle, uma estratégia de estoques mínimos impactará positivamente nos resultados, que se consolidam com o fato do cliente tratar apenas com um interlocutor e as informações serem permeadas a todas as fases da operação e pessoas envolvidas.

## **2. O CRESCENTE INTERESSE EM GESTÃO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS**

Quem vive o ambiente empresarial de hoje, em que a expressão gestão de redes de suprimento (ou o correspondente termo em inglês *supply chain management*) incorporou-se definitivamente ao cotidiano, pode achar difícil crer que há pouco mais de 20 anos esta não era uma expressão conhecida, tendo sido cunhada por consultores apenas no início dos anos 80, conforme destaca Corrêa, (2010, p.4) Quando comparado à idade que a moderna concepção da área de gestão de operação de produção e operações tem, em

torno de 250 anos, com acelerada evolução no último século, fica claro que a área de gestão de redes de suprimento é uma área jovem que ganhou grande visibilidade, principalmente na última década. Para Peter Wanke (2003) o gerenciamento da cadeia de suprimentos representa um desafio que as empresas perseguem há pelo menos 80 anos. Segundo o autor, a definição mais frequentemente encontrada e amplamente difundida nos meios acadêmicos e empresariais é aquela segundo a qual o gerenciamento de cadeias de suprimento seria “a gestão dos fluxos correlatos de informações e de produtos que vão do fornecedor ao cliente, tendo como contrapartida os fluxos financeiros”.

De acordo com o *Council of Logistics Management*, 2001, “dentre os diversos processos relevantes para o gerenciamento de cadeias de suprimento, a logística seria fundamental”. Em outras palavras, o sucesso de qualquer arranjo operacional numa cadeia de suprimentos estaria diretamente relacionado ao componente logístico, fato este que é a principal razão para a confusão no meio acadêmico e empresarial sobre os termos gerenciamento de cadeias de suprimento e logística. No entanto, conforme destaca Wanke (2003, p.28) “o primeiro seria muitas vezes percebido como a simples extensão do segundo, quando são incorporados os clientes e fornecedores de uma empresa”.

Ainda para o *Council of Logistics Management*, 2001 a logística seria uma parte componente daquilo que comumente se entende por gerenciamento de cadeia de suprimentos, ou “a logística é a parte do gerenciamento de cadeias de suprimento responsável pelo planejamento, implementação e controle, de modo eficiente e eficaz, do fluxo e armazenagem de produtos (bens e serviços) e informações relacionadas, do ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes.

Muitos autores afirmam que hoje a concorrência pelos mercados não é mais entre empresas, mas entre redes de suprimento (CORRÊA, 2010, p. 8). Tome-se como exemplo dois grandes concorrentes no mercado de sabão em pó no Brasil: Unilever (dona de marcas como Omo e Minerva) e Procter & Gamble (dona de marcas como Ariel e Ace). Ambas as empresas compartilham a maioria dos seus fornecedores de produtos químicos (grandes empresas químicas, capazes de fornecer os grandes volumes necessários à produção de sabão em pó das duas empresas), assim como compartilham parceiros em suas estruturas de distribuição. Grandes distribuidores e atacadistas, como Martins e Ciro, e grandes redes de supermercados, como CBA (Pão de Açúcar), Carrefour e Wal-Mart, distribuem e vendem produtos de ambos os concorrentes. Isso pode dar a impressão de que a concorrência nesse caso continua sendo como tradicionalmente, entre empresas, não entre redes. Na verdade, entretanto, aqui também a concorrência ocorre entre redes: embora se compartilhe muitos dos parceiros, o nível de competência com que essas empresas conseguem integrar-se aos seus parceiros compartilhados pode ser completamente diferente. Se a Unilever, por exemplo, estiver mais bem integrada com um grande varejista do que a P&G, a rede da Unilever será mais eficaz do que a rede da P&G, embora ambas estejam relacionadas com o mesmo varejista (CORRÊA, 2010, p. 8)

## 2.1 A importância da logística/cadeia de suprimentos

A Logística/Cadeia de Suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, armazenagem e etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor. Uma vez que as fontes de matérias-primas, fábricas e pontos de venda em geral não tem a mesma localização e o canal representa uma sequência de etapas de produção, as atividades logísticas podem ser repetidas várias vezes até um produto chegar ao mercado. Então, as atividades logísticas se repetem à medida que produtos usados são transformados a montante no canal logístico (BALLOU, 2006, p.28).

A logística trata da criação de valor- valor para os clientes e fornecedores da empresa, e valor para todos aqueles que têm nela interesses diretos. O valor da logística é manifestado primariamente em termos de tempo e lugar. Produtos e serviços não têm valor a menos que estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretendem consumi-los. A boa administração logística interpreta cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte do processo de agregação de valor. Quando pouco valor pode ser agregado, torna-se questionável a própria existência dessa atividade. No entanto, agrega-se valor quando dos consumidores estão dispostos a pagar, por um produto ou serviço, mais do que o custo de colocá-los ao alcance deles. Para incontáveis empresas no mundo inteiro (BALLOU, 2006, p.33)



Figura 1 – Elementos básicos da Logística - Fonte: Novaes (2004, p.36)

Na análise da figura 1, verifica-se que os fluxos associados à logística envolvem também a armazenagem de matéria prima, dos materiais em processamento e dos produtos acabados, percorrem todo o processo, indo desde os fornecedores, passando pela fabricação, seguindo para o varejista para finalmente atingir o consumidor final, ou seja, o alvo principal de toda a cadeia de suprimento. É importante notar que além do fluxo de materiais (insumos e produtos) há também o fluxo de dinheiro, no sentido oposto àquele. (NOVAES, 2004, p.36).

## **2.2 Cadeia de Suprimento e Rede de Abastecimento como ferramenta para reter e fidelizar o cliente**

Para sobreviver à concorrência, as empresas precisam buscar em seus clientes a fidelidade nos produtos e serviços por ela oferecidos. É importante então, saber quanto vale um cliente fiel, e, de antemão pode-se dizer que vale muito. Em outras palavras, seguindo o pensamento de Lovelock & Wirtz (2006, p.294), um cliente fiel pode representar para uma empresa uma fonte constante de renda durante muitos anos. Na visão de Figueiredo et al (2003, p.145) , um cliente nunca é igual ao outro. No sistema logístico, um dos pontos básicos, é que *"as atividades que compõem a operação logística devem ser estruturadas de modo a se atingir determinado nível de serviço ao cliente, ao menor custo possível"*.

Como uma das variáveis do mix de marketing, o nível de serviço logístico refere-se ao "P" de Praça que, em conjunto com Produto, Preço e Promoção, representam as variáveis utilizadas ao definir a estratégia de mercado da empresa. O sistema logístico tem como papel garantir que os níveis de serviço constantes nesse posicionamento de mercado sejam alcançados. Se tal fato não ocorrer, pode haver um desbalanceamento no planejamento de marketing. Porém, se os níveis de serviços estabelecidos forem ultrapassados, pode gerar custos adicionais desnecessários para a empresa.

Diante dos fatos, e segundo o pensamento de Figueiredo et al (2003, p. 146) entende-se que os níveis de serviço são o alvo do planejamento logístico. Sendo assim, é importante monitorá-los constantemente, visto que a avaliação que um cliente faz da qualidade do serviço logístico por ele recebido é resultado da comparação entre suas expectativas e o desempenho do fornecedor do serviço, com base em: disponibilidade de produto, tempo de ciclo do pedido, consistência do prazo de entrega, frequência de entrega, flexibilidade do sistema de entrega, sistema de recuperação de falhas, sistema de informação de apoio, apoio na entrega física e apoio pós-entrega.

É importante ressaltar que a empresa não deve esperar que o cliente mostre as melhorias a serem realizadas, tanto em termos de produtos, quanto em termos de serviços. Ou seja, a visão do cliente é apenas um indicativo de mercado, sendo que é responsabilidade da empresa apresentar soluções e melhorias para alcançar o nível de serviço desejado pelo cliente. Lembrando sempre que é necessário o monitoramento constante do desempenho do concorrente, tanto no nível de serviço quanto aos custos dos produtos.

Para Lovelock & Wirtz, (2006, p.293) *"visar, conquistar e reter os clientes certos são os aspectos fundamentais de empresas de serviço bem-sucedidas"*. Além disso, construir



relacionamentos é um desafio, principalmente quando uma empresa tem muitos clientes que interagem com ela de várias maneiras (e-mails, centrais de atendimento até interações face a face).

Segundo Fleury *et al* (2000, p., 134) operador logístico é definido como "*um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes de forma personalizada.*"

Na categoria de provedores de serviços logísticos, a literatura internacional apresenta várias denominações, entre elas: provedores de serviços logísticos- PSLs (*third-party logistics providers* ou *3 PL* em inglês), empresas de logística contratada (*contract logistics companies*) e *logistics operators* (operadores logísticos).

Globalmente a denominação 3PL é a mais utilizada, no Brasil há uma forte tendência a ser utilizada a denominação operador logístico. (FIGUEIREDO *et al*, 2003, p.295). O termo *third-party logistics* (3PL) começou a ser utilizado na década de 80 como um sinônimo de subcontratação de elementos de processo logístico.

Embora para muitos autores o termo 3PL não represente mais do que uma empresa que presta serviço logístico para terceiros, outros fazem uma associação desse nome apenas a empresas que tenham capacidade de realizar um conjunto mais amplo de serviços logísticos. Nos anos 80, com a tendência à integração das atividades logísticas, ou seja, duas ou mais atividades executadas de forma coordenada, alguns autores passaram a associar a expressão 3PL às empresas capazes de fornecer mais de um tipo de serviço logístico de forma integrada, conforme ensina Figueiredo *et al* (2003, p.295)

Em 1999, Berlung associa a expressão 3PL à:

Empresa que oferece, através de contrato, no mínimo, os serviços de gerenciamento e operação de transporte e armazenagem. Segundo ele, o contrato de um 3PL com um cliente deve ser de, no mínimo, um ano e também prever atividades de gerenciamento, análise e projeto. Ressalta ainda, a possibilidade de adição de atividades como administração de estoques, da informação- como o acompanhamento e rastreamento de pedidos- e oferta de atividades que agreguem valor como uma segunda embalagem ou instalação de produtos, ou mesmo o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

No ponto de vista de Lieb (1996): a denominação 3 PL pode ser aplicada tanto em empresas que prestam todos os serviços ligados ao processo logístico, quando às que fornecem apenas uma atividade específica desse processo." O autor identificou 13 diferentes tipos de serviços que podem ser prestados pelos 3 PLs: Gerenciamento de armazém; consolidação de carga; sistemas de informação; operação ou gerenciamento de frota; negociação de frete; seleção de transportadora; emissão de pedido; importação/exportação; retorno de produtos; processamento de pedido; montagem ou instalação de produtos; desconsolidação de produtos para clientes; reposição de estoque.

Mesmo concordando com a visão de Lieb (1996), para Sink (1997) "todas as atividades

devem ser conduzidas de forma coordenada e integrada". Berlung (1999), acrescenta ainda que "os 3PLs, para se denominarem como tal, devem oferecer no mínimo, dois tipos de serviços " *dentre os citados por Lieb.*

Vale destacar que sob o ponto de vista dos tipos de serviços prestados, Fleury et al (2003, p.297), classifica os PSLs (ou provedores de serviços logísticos), em dois grandes grupos básicos, uma primeira fase: os especialistas operacionais e os integradores. Sendo que o primeiro grupo refere-se às empresas que oferecem serviços específicos, tais como: o transporte, a armazenagem, a consolidação ou a etiquetagem. Neste caso, embora execute somente uma atividade básica, é possível adicionar valor ao cliente incorporando serviços extraordinários, como, por exemplo: processamento de pedido, reparo e controle de estoque. No entanto, a competência básica deste grupo é a excelência operacional. No segundo grupo, a empresa pode proporcionar uma solução logística completa, visto que abrange uma grande variedade de serviços planejados e gerenciados de forma integrada, além de oferecer atividades extras fora do conjunto de serviços básicos, a exemplo de empresas de consultoria que desenvolvem projetos logísticos complexos para clientes específicos.

No Brasil, o fenômeno dos PSLs começou a ganhar vulto apenas em 1994, mas, é importante destacar que, como em toda indústria nascente, o setor apresenta problemas e oportunidades:

As oportunidades estão relacionadas ao enorme potencial do mercado brasileiro, consequência da privatização, da infraestrutura de transportes e da crescente adoção do conceito de logística integrada e Supply Chain Management pelas maiores empresas do país. Os problemas derivam da má qualidade da infraestrutura física, da inadequação do aparato regulatório, da falta generalizada de padrões, do pouco conhecimento que se tem da indústria e da consequente dificuldade das empresas contratantes para identificar e selecionar os PSLs às suas reais necessidades. [...] No caso específico da contratação de PSLs, essa dificuldade se torna ainda mais aguda devido às inúmeras alternativas de atuação, incluindo dimensões tais como: tipos de serviços oferecidos; escopo geográfico de atuação; tipos de indústria atendidos; características dos ativos utilizados; e atividade de origem (FLEURY et al, 2003, p. 302)

Conforme destaca Edson Carillo, consultor e vice-presidente de marketing da Associação Brasileira de Logística (Abralog), as empresas de logística do Brasil estão em franco processo de amadurecimento. "As 142 principais empresas PSLs que operam no Brasil registraram juntas, em 2011, receita líquida de R\$ 48 bilhões, cerca de 20% maior que 2010. O setor como um todo movimenta mais de R\$ 400 bilhões em gastos logísticos, representando cerca de 10% do PIB nacional".

Para alguns autores mais rigorosos, para ser classificado como 3PL, um prestador de serviços logísticos deveria realizar um amplo conjunto de atividades, de forma integrada,

ter capacidade de análise, operação e gerenciamento e possuir contratos de longo prazo com seus clientes. Outros autores, menos rigorosos, consideram que qualquer empresa que realize alguma atividade logística sob contrato, para terceiros, com capacidade de planejamento, operação e gerenciamento, deve ser considerada um 3PL. (FIGUEIREDO, FLEURY E WANKE, 2003, p. 296).

Segundo Christopher (2009, p.298), operadores logísticos terceirizados são empresas que oferecem uma série de atividades logísticas para seus clientes, tais como: operar centros de distribuição, gerenciar a entrega do produto de acordo com as frotas de transporte, ou realizar serviços de valor, tais como reempacotamento.

Outro modelo proposto para a coordenação de redes complexas é de um 4PL ou de um Operador Logístico Principal, ideia criada pela consultoria Accenture (ex-Andersen Consulting). Considerando que as redes de suprimento estão cada vez mais complexas e globalizadas, falta capacidade para gerenciá-las. Assim sendo, faz-se necessária uma organização que possa usar seus conhecimentos de cadeias de suprimentos e provedores de serviços terceirizados, para gerenciar e integrar a cadeia de ponta a ponta, possivelmente juntando-se à empresa principal mediante um consórcio.

De acordo com Christopher (2009, p.299):

O 4PL pode montar uma coalizção dos melhores provedores de serviço e- utilizando sua própria capacidade de sistemas de informação- garantir uma solução sustentável e com o menor custo associado para a cadeia de suprimentos. [...] Nesse modelo específico de negócio, formou-se um *joint venture* entre o cliente e o parceiro.

No processo de *joint venture* serão identificados, então os operadores logísticos especializados que, entre eles, realizarão diferentes atividades da cadeia de suprimentos. Ao utilizar seus sistemas de informação, a *joint venture* é, a partir de agora o condutor da cadeia de suprimentos e entrega ao cliente no tocante ao serviço acordado e metas de custo, uma completa capacidade de gerenciamento de rede.

Tanto para o 4PL, a *joint venture* ou outro modelo, há quatro componentes necessários e que devem estar disponíveis: 1) arquitetura de sistemas e habilidades de integração; 2) uma "sala de controle" para a cadeia de suprimentos; 3) capacidade de captar e utilizar informação e conhecimento em toda a rede e 4) acesso aos melhores provedores de ativo.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Atualmente as importações de granéis sólidos destinados à indústria de HPC e Vidreiro são realizadas no incoterm CFR (*cost and freight*). A partir disso os compradores nacionais são responsáveis pela contratação de toda a logística nacional desde o porto de destino até a entrega na planta fabril. Para as contratações de serviços logísticos ligados à cadeia de abastecimento de granéis sólidos minerais, as compras são

realizadas de modo fracionado, ou seja, existem diversas empresas que prestam serviços a cada uma das fases da cadeia, como demonstra a figura 1.

As fases logísticas para importação de granéis sólidos são:

- A. OPERAÇÃO PORTUÁRIA: ato de descarga do produto do navio (com *grabs*) dos porões dos navios para o funil de descarga;
- B. FRETE VIRA: com o auxílio do funil o produto é carregado em carretas caçambas de 22t que farão a transferência para os armazéns;
- C. ARMAZENAGEM: recebimento, remonte, armazenagem e expedição do produto. Nesta etapa se faz muito importante à contratação de *players* com ativos capacitados em executar toda a movimentação do produto sem nenhum tipo de contaminação com agentes estranhos e/ou umidade;
- D. TRANSPORTE: movimentação desde o ponto de armazenamento (normalmente situado na região litorânea) até a planta fabril para entrada no processo produtivo.

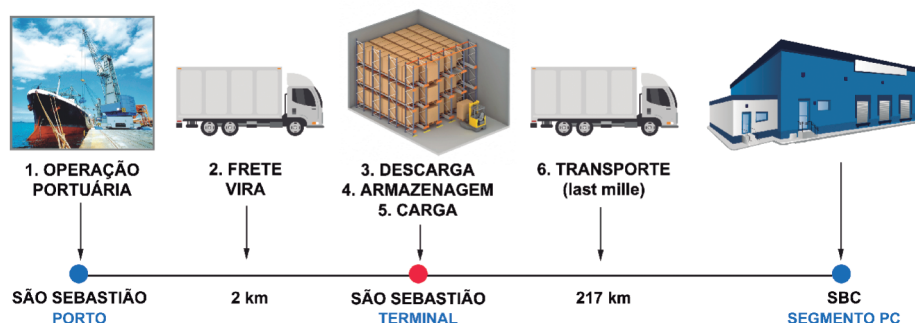


Figura 2 – Atores da Cadeia Nacional

Hoje a operação está concentrada no porto de São Sebastião (SP) em terminal apto para recepção dos materiais. Um fato limitador desse local está ligado ao calado do porto que tem 8,20 metros, restringindo os tamanhos das embarcações a ele destinadas.

Para transferência rodoviária do porto de São Sebastião até a fábrica consumidora, os equipamentos percorrem 217 quilômetros, trafegando em rodovias de acesso limitado, que não permitem trafegar com equipamentos com maior capacidade (PBT de 74 toneladas).

Por esse motivo a inclusão de equipamentos com tecnologia de ponta e maior quantidade são desconsiderados. Importante ressaltar as dificuldades de tráfego na região em datas comemorativas e feriados prolongados.

Quando se observa a rede de abastecimento completa, um dos pontos neurais, fica por conta do transporte rodoviário, onde está concentrado um volume expressivo dos custos e tempos operacionais para transferência do produto, conforme demonstrado abaixo.

| SÃO SEBASTIÃO | Tempo descida (Origem) | Tempo de espera | Tempo carregamento | Tempo subida (Destino) | Transit Time Total |
|---------------|------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|
|               | 06:00:00               | 01:30:00        | 00:40:00           | 03:02:00               | 11:12:00           |

Tabela I – Tempos Médios Operacionais Atuais

Devido a uma política de compras de logística atual fracionada, há uma miopia no momento de análise holística da operação de abastecimento, dificultando o estabelecimento de ferramentas mais precisas de controle como KPI's e indicadores de performance. O fato de não haver controle efetivo representa constantes riscos de parada de planta por falta de produto, algo que deve ser apurado. Por questões estratégicas as plantas fabris não dispõem de grandes silos para armazenagem de matérias-primas. Aliado a isso, os fornecedores atuais trabalham em horários comerciais, o que impacta diretamente na performance dos equipamentos de *last mille*. Deve-se considerar também a lei de tráfego de equipamentos de grande porte em São Paulo, promulgada há pouco tempo, que impacta na disponibilidade de rodagem e custos da operação.

### 3.1 Resultados esperados

Partindo de um mesmo conglomerado empresarial é importante que se evidenciem as vantagens em aumentar a participação das empresas na cadeia de abastecimento. Hoje a Operador Logístico já está inserida nas soluções logísticas, com a entrada da Trading Co., a oportunidade está em trazer *saving* financeiros, na compra e venda do produto, mantendo um único focal *point* no abastecimento desta matéria-prima.

O relacionamento com os clientes proporciona à empresa um melhor entendimento das necessidades e oportunidades a serem conquistadas. A entrada de um importante *player* do comércio internacional proporcionou uma redução no custo total do produto nacionalizado para o cliente final. Sinergias operacionais, contratações logísticas, barganhas comerciais, conhecimentos fiscais e tributários, culminaram em um preço Brasil mais competitivo.

Além desses temas, quando se analisa a redução de *work capital*, prazo de pagamento, menos passível exigível, repasse do estoque local, para entrega JIT (*just in time*), considerado o volume anual de 60.000 t, chega-se a um valor de redução no produto de R\$ 1.350.000,00.

As compras de serviços fracionadas em muitos momentos podem criar ruptura nas informações e adicionar ativos desnecessários à operação. Com a solução a ser aplicada pode-se trazer *savings* do ponto de vista financeiro e operacional.

O intuito principal é trazer à tona a figura do operador 3PL adicionado às vantagens financeiras em operar com uma *trading company*, reduzindo assim o investimento em *working capital*, conforme fluxo apresentado a seguir.

### 3 PL + Trading Company



É comum no período de crise internacional encontrar empresas preocupadas em reduzir o nível de estoque e o *working capital*. No entanto, propomos através dessa ferramenta não arrastar o custo de estoques e de impostos pagos antecipadamente na importação, aliado a isso disponibilizar os recursos para excelência operacional, medidos através de KPIs.

A partir da interação das atividades da cadeia de abastecimento, tornam-se mais claros os custos que podem ser reduzidos, levando em consideração uma nova alternativa de abastecimento.

No caso do TT o fato de uma melhor localização para estabelecimento do armazém proporcionará um ganho significativo na performance rodoviária.

A tabela a seguir traz os tempos médios propostos:

| SANTOS | Tempo descida (Origem) | Tempo de espera | Tempo carregamento | Tempo subida (Destino) | Transit Time Total |
|--------|------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|
|        | 04:00:00               | 00:30:00        | 00:40:00           | 01:12:00               | 6:12:00            |

Tabela 2 – Tempos Médios Operacionais Propostos

Uma vez apuradas essas informações nos simuladores, fica evidente a definição do novo ponto de armazenagem e abastecimento da planta situada em São Paulo.

Hoje a operação está concentrada no porto de São Sebastião, porto alternativo para produtos que poderiam ser descarregados em Santos. Pelas restrições operacionais, muitas vezes a ponta consumidora está à mercê da baixa produtividade.

A seguir, um quadro comparativo para os custos de Armazenagem e transporte até o ponto de consumo dessa matéria-prima:

|   | OPERAÇÃO ATUAL   | OPERAÇÃO SUGERIDA | QUADRO CORPORATIVO |
|---|------------------|-------------------|--------------------|
| EMPRESAS "A"<br>FRETE VIRA                    | R\$ 9,00         | R\$ 16,21         | -80,11%            |
| EMPRESAS "B"<br>ARMAZENAGEM E<br>MOVIMENTAÇÃO | R\$ 10,75        | R\$ 14,00         | -30,23%            |
| EMPRESAS "C"<br>OPERAÇÃO<br>PORTUÁRIA         | R\$ 10,49        | R\$ 7,00          | 33,27%             |
| EMPRESAS "D"<br>TRANSPORTE<br>(LAST MILLE)    | R\$ 63,94        | R\$ 41,56         | 35,00%             |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>R\$ 94,18</b> | <b>R\$ 78,77</b>  | <b>16,36%</b>      |

Figura 4 – Quadro Comparativo

Após estudos e análises, chega-se ao coeficiente de que concentrar toda a logística portuária em um 3PL revela uma vantagem competitiva muito agressiva (16,36%). Aliado a esta vantagem financeira podemos destacar a melhora no fluxo operacional e no fluxo de informações, detalhes que serão abordados no tópico abaixo.

### 3.2 Planejamento/operacional

Quando tem-se um operador logístico sintonizado com os elos da cadeia podemos melhorar o nível de serviço contratados, levando próximo de zero a possibilidade de desabastecimento.

A área de planejamento desenvolve as suas atividades balizada nos MRP's mensais, a partir daí se torna imprescindível a realização do *call off*. Todas essas atividades serão gerenciadas pelos indicadores de desempenho, destacando o OTIF como indicador mestre com uma aderência mínima de 90%.

A partir do momento que o estoque da planta esteja sob o mesmo guarda-chuva de planejamento podemos aplicar inteligência logística, aumentando a performance dos ativos rodoviários envolvidos (*last mille* de 40 km) e reduzindo os tempos operacionais dentro da planta.

Para que isso ocorra com precisão, um *upgrade* no sistema de controle será adotado, serão instalados sensores nos silos de armazenagem (*net vmi*).

Em tempo real definiremos o dinamismo operacional, aliado a esse controle uma estratégia de estoques mínimos impactará positivamente nos resultados.

Níveis Sensores Totalizadores Temperatura

Listagens

Listagem de níveis, classificada por empresa. Página 1 2

| Tanque                                  | Ação | Produto            | Reg. | Leit. | Nível | Cap.  | Disp. | Unid. | Porcentagem/Status |
|---|------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> TQ-202         |      | Silicato Clind...  | PE   | 08:40 | 27,2  | 45,6  | 18,4  | Ton   | 59.6% Normal       |
| <input type="checkbox"/> TQ-203         |      | Silicato Crico     | PE   | 08:40 | 22,9  | 60,8  | 37,9  | Ton   | 37.6% Normal       |
| <input type="checkbox"/> TQ-205         |      | Sulfurico          | PE   | 08:40 | 5,4   | 53,1  | 47,7  | Ton   | 10.1% Recarga      |
| <input type="checkbox"/> S-127          |      | Sulfato            | SP   | 09:30 | 259,8 | 660,2 | 400,4 | Ton   | 39.4% Critico      |
| <input type="checkbox"/> T-101A         |      | LAB                | SP   | 09:30 | 262,2 | 413,0 | 150,8 | Ton   | 63.5% Normal       |
| <input type="checkbox"/> T-101B         |      | Sulfônico          | SP   | 09:30 | 295,8 | 480,0 | 184,2 | Ton   | 61.6% Normal       |
| <input type="checkbox"/> T-101C         |      | LAB                | SP   | 09:30 | 229,2 | 413,0 | 183,8 | Ton   | 55.5% Normal       |
| <input type="checkbox"/> T-105A         |      | Soda Caustica      | SP   | 09:30 | 0,0   | 100,0 | 100,0 | Ton   | 0.0% Vazio         |
| <input type="checkbox"/> T-106A         |      | Enxofre            | SP   | 09:30 | 73,5  | 95,0  | 21,5  | Ton   | 77.4% Normal       |
| <input type="checkbox"/> TQ-103         |      | Silicato de Sód... | SP   | 09:30 | 397,5 | 770,0 | 372,5 | Ton   | 51.6% Recarga      |
| <input type="checkbox"/> TQ-401A        |      | Sulfônico          | SP   | 09:30 | 95,7  | 104,0 | 8,3   | Ton   | 92.0% Normal       |
| <input type="checkbox"/> TQ-406A        |      | Sulfônico          | SP   | 09:30 | 55,6  | 56,0  | 0,4   | Ton   | 99.4% Normal       |
| <input type="checkbox"/> TQ-470         |      | Sulfônico          | SP   | 09:30 | 144,8 | 478,0 | 333,2 | Ton   | 30.3% Normal       |
| <input type="checkbox"/> S5122          |      | Soda 49%           | SP   | 08:50 | 304,9 | 1,1K  | 755,1 | Ton   | 26.8% Recarga      |
| <input type="checkbox"/> 1-Soma - TQ... |      | SLES (139301)      | SP   | 09:30 | 50,7  | 60,0  | 9,3   | Ton   | 84.6% Normal       |
| <input type="checkbox"/> 2-Soma - TQ... |      | ANFOTERD (13742... | SP   | 09:30 | 40,4  | 60,0  | 19,6  | Ton   | 67.3% Normal       |
| <input type="checkbox"/> 3-Soma - TQ... |      | Genapol (98017)    | SP   | 09:30 | 43,7  | 60,0  | 16,3  | Ton   | 72.9% Normal       |
| <input type="checkbox"/> 5-TQ-1         |      | DMDM (560)         | SP   | 09:30 | 16,1  | 19,6  | 3,5   | Ton   | 82.2% Normal       |
| <input type="checkbox"/> 6-TQ-8         |      | Glicerina          | SP   | 09:30 | 21,9  | 35,0  | 13,1  | Ton   | 62.5% Normal       |

Figura 5 – Sistema de Controle de Estoques

Resultado que se consolida com o fato do cliente tratar apenas com um interlocutor e estas informações serem permeadas a todas as fases da operação e pessoas envolvidas.

### 3.3 Análise comparativa

No intuito de imprimir uma maior dinâmica no processo, com a estrutura verticalizada, as informações permeiam no mesmo ambiente empresarial, o que se traduz em uma melhor performance, tratando as informações com rapidez e eficácia. Analisando as melhorias imputadas, adicionado o *saving* aplicado na redução dos números de pessoas, mais redução de tempo operacional e *transit time*, pode-se avaliar que:

|                   | OPERAÇÃO ATUAL                        | OPERAÇÃO SUGERIDA | SAVING (R\$)     |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|
| COLABORADORES     | 16                                    | 6                 | R\$ 25.000,00    |
| EQUIPAMENTO       | 14                                    | 10                | R\$ 132.000,00   |
| TEMPO OPERACIONAL | 02:10:00                              | 02:10:00          | 00:00:00         |
| TRANSIT TIME      | 11:12:00                              | 06:22:00          | 04:50:00         |
| COMPRA PRODUTO    | CFR                                   | DDP               | R\$ 1.350.000,00 |
| LOGÍSTICA 3PL     | 5 FORNECEDORES                        | 1 FORNECEDOR      | R\$ 973.000,00   |
| CONVERSÃO (USD)   | Compra Produto + Logística 3pl/\$2,00 |                   | R\$ 1.161.500,00 |

Tabela 3 – Análise Comparativa dos Recursos



Aplicando o conceito 3PL na contratação logística conseguimos alcançar 3 *savings* importantes, traduzindo a operação em números, percebemos que: 1) existe muita sinergia entre os departamentos, evitar que mais de uma pessoa faça o mesmo trabalho/retrabalho nos dá condições de redução do quadro; 2) a nova característica da operação trabalhando 24/7, pôde-se dar mais produtividade aos equipamentos reduzindo o número de implementos rodoviários na operação; 3) com a proximidade do ponto de armazenagem a planta fabril existe a redução do *transit time*. Multiplicando todas essas variáveis pelo volume anual de 60.000 t, chegamos ao *saving* global do contrato de Logística de R\$ 1.082.200,00.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois objetivos centrais deste estudo levaram em consideração a unitização da cadeia de abastecimento evitando ruptura no sistema de abastecimento e *saving* financeiro. A pesquisa realizada para este trabalho, com base em dados extraídos em livros de autores consagrados, como, Ronald H. Ballou Henrique Luiz Correa, Kleber Fossati Figueiredo e organizadores, e o levantamento realizado junto à 3PL e *trading company* nos faz entender que a importação via financiador internacional é eficiente. Eficiências comprovadas pela inteligência logística e a tecnologia aplicada nesta simulação. Quando tratamos do tema financeiro chegamos ao *saving* global de USD 1,2 MM. Isto torna a operação viável e rentável, tornando essa uma alternativa ao mercado importador de granéis sólidos. Este estudo focou na logística *inbound* de granéis sólidos importados, com a implantação deste modelo e a estabilização do processo, ganharemos o credenciamento para a aplicação dessa tecnologia em outras matérias-primas nacionais e importadas, na logística *in house* e na otimização/personalização da malha de entrega *outbound*. Como potenciais riscos ao projeto, temos a possibilidade da entrada de novos *players*, o não atendimento do operador logístico e as ineficiências operacionais do porto escolhido (Santos). Caso as taxas de demurrage sejam recorrentes e contribuam negativamente para os resultados operacionais e financeiros, pode ser considerado um deslocamento a outro porto de destino. Tais riscos foram mitigados neste estudo e devem ser acompanhados constantemente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLOU, Ronald H. (2006) Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial, 5.ed. Porto Alegre: Bookman.
- BERLUNG, Magnus et al. (1999) Third-party logistics: is there a future? The international Journal of Logistics Management, v.10, nº 1, p.59-70.
- CHRISTOPHER, Martin (2007) Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Criando Redes que agregam valor – 2ª edição, Cengage Learning.
- CORRÊA, Henrique Luiz (2010) Gestão de Redes de Suprimento integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado, São Paulo, Atlas.
- \_\_\_\_\_, H.L. (2003) Teoria geral da administração: uma abordagem histórica da gestão de produção e operações: São Paulo: Atlas.
- FIGUEIREDO, Kleber Fossati, FLEURY, Paulo Fernando, WANKE, Peter org. (2003), Logística e

gerenciamento da cadeia de suprimentos, São Paulo, Atlas.

LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C. (2000) Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, v.29, p.65-83.

LIEB, Robert C.; RANDALL, Hugh L. (1991/1996) A comparison of the user of third-party logistics services by large American manufactures. *Journal of Business Logistics*, v.17, n] 1, p.55-62.

LOVELOCK & WIRTZ (2006) *Marketing de Serviços: pessoas, tecnologia e resultados* 5ª Edição, São Paulo, Pearson Prentice Hall.

MARTIN CHRISTOPHER (2007) *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Criando Redes que agregam valor – 2ª edição*, Cengage Learning.

CARILLO, Edson (2011) - Associação Brasileira de Logística (Abralog) – disponível em [http://www.sfipec.org.br/porta/v2/sites/cinv2/home.php?st=exibeConteudoClipping&conteudo\\_id=61243&dialog=1](http://www.sfipec.org.br/porta/v2/sites/cinv2/home.php?st=exibeConteudoClipping&conteudo_id=61243&dialog=1). Acesso em Junho 2013

# A utilização de modelos de simulação para apoio a tomada de decisão logística em um processo de recebimento em um centro de distribuição

Lucas Cezar | Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

## RESUMO

O objetivo deste artigo é avaliar um sistema de recebimento de materiais em um Centro de Distribuição Logístico através de um método de simulação computacional, evidenciando a relação de fenômenos aleatórios e seus riscos em um processo decisório de uma empresa na unificação de uma nova estrutura operacional. Foram considerados no desenvolvimento deste texto, fundamentos metodológicos sobre simulação e posteriormente a aplicação destes para a construção de cenários de simulação envolvendo as variáveis do sistema proposto. Os resultados dos cenários irão mapear os reais gargalos do processo estudado e gerar alternativas de decisão baseadas na melhor configuração em termos de utilização de recursos envolvidos.

## INTRODUÇÃO

O processo de tomada de decisão nem sempre é uma tarefa fácil para os envolvidos na gestão de um determinado processo, atividade e até mesmo das empresas, porque diversos são os fatores que acabam fazendo com que as escolhas tornem-se mais complexas no ambiente em que estão inseridas, tais como: grau dos riscos de investimentos; perdas financeiras; queda no nível de serviço ao cliente; custos adicionais ao processo produtivo; dentre outros.

A logística, como uma área de suma importância dentro das organizações, possui um elevado grau de complexidade em suas decisões do dia-a-dia, dado ao alto número de variáveis e recursos envolvidos na cadeia de valor, sejam essas decisões voltadas para uma redução de custos, ou no aumento do nível de serviço ao cliente.

Sabendo que cada vez mais os clientes e fornecedores envolvidos na logística empresarial exigem das organizações decisões precisas, e ao mesmo tempo, para atender estas exigências os escopos operacionais tornam-se constantemente mais complexos de serem gerenciados, como os tomadores de decisão podem minimizar os riscos inerentes aos processos sem que existam perdas de produtividade, horas extras e ineficiências operacionais. Uma das ferramentas utilizadas para minimizar o grau de incerteza na tomada de decisão logística, dentre outras aplicações, é a técnica de simulação.

O objetivo deste artigo é representar um processo de recebimento de materiais através da utilização de técnicas de simulação computacional fazendo uso da ferramenta Arena, analisando posteriormente sua aplicabilidade na geração de cenários para tomada de decisão em uma nova estrutura de Centro de Distribuição Logístico de uma empresa do setor de energia.

## **SIMULAÇÃO**

A simulação pode ter vários significados dependendo da abordagem em que é estudada. De uma maneira geral os autores conceituam simulação como "modelo de um sistema real". Harrel (2002) define simulação como um processo de experimentação que utiliza um modelo detalhado de um sistema real para determinar como este sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno. Já Chwif & Medina (2010) definem simulação como uma abstração da realidade representada através de interações entre elementos de um sistema. Chwif e Medina (2010) ainda classificam tecnicamente a simulação em duas grandes categorias: a simulação computacional, que necessita de um computador para ser utilizada; e a simulação não computacional, que dispensa o uso de um computador.

A simulação computacional pode ser de natureza contínua, discreta e de Monte Carlo. A simulação pelo método de Monte Carlo utiliza a geração de números aleatórios para representar sistemas físicos ou matemáticos não considerando o tempo como uma variável do modelo, já a simulação contínua e de eventos discretas consideram mudanças no estado do sistema ao longo do tempo. (CHWIF & MEDINA, 2010).

A relação entre a variável tempo e a sua interferência no estado de um sistema, é o que distingue uma simulação discreta de uma simulação contínua. Hillier (2006) explica que uma simulação é contínua quando o sistema é alterado a cada fração de tempo, já em uma simulação discreta o tempo torna-se irrelevante, cabendo aos eventos a responsabilidade por ações instantâneas que ocorrem num único momento, podendo causar alterações do estado do sistema.

Pode-se concluir, a partir das citações, que a simulação é uma técnica de representação de um modelo da realidade por meio de um sistema computacional. Contudo estes modelos de simulação nem sempre foram de fácil acesso a realidade das empresas e aos tomadores de decisão.

Inicialmente as primeiras ferramentas para simulação desenvolvidas para computador usavam linguagem de programação, que devido ao seu alto grau de complexidade, desencorajavam seu uso. Na tentativa de simplificar o processo de construção de modelos, foram criadas em 1960 a linguagem de simulação usada para gerenciar a lógica de filas e demais fenômenos comuns de programação. Dentre as pioneiras cita-se o SIMSCRIPT e o GPSS como linguagens criadas especificamente para simulação (HARREL, et al., 2002).

Atualmente as técnicas de simulação podem ser facilmente utilizadas pelas empresas e demais usuários graças ao advento dos microcomputadores e ao menor nível de

complexidade dos softwares de simulação (PRADO, 2010).

O desenvolvimento do estudo a ser aplicado neste artigo abordará o conceito de simulação computacional de eventos discretos.

## CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO

Projetos de simulação não são processos simples de serem realizados, visto a ampla quantidade de informações necessárias para representar sistemas reais em modelos computacionais. Autores que escrevem sobre simulação defendem a idéia de que é possível atingir melhores resultados na concepção de um modelo de simulação, quando existe um envolvimento de um grupo multifuncional. Harrel (2002) cita que no processo de desenvolvimento de um modelo de simulação, uma melhor compreensão do todo pode ser alcançada quando as diferentes partes de uma organização, com interesses diversos, colaboram na formulação de um modelo.

Uma maneira de facilitar a concepção de um modelo de simulação é a utilização de ciclos de vida baseado em estágios. Chwif & Medina (2010) criaram uma metodologia de simulação baseado em três etapas: Concepção ou formulação do modelo; Implementação do modelo; e Análise dos resultados do modelo (Figura 1).

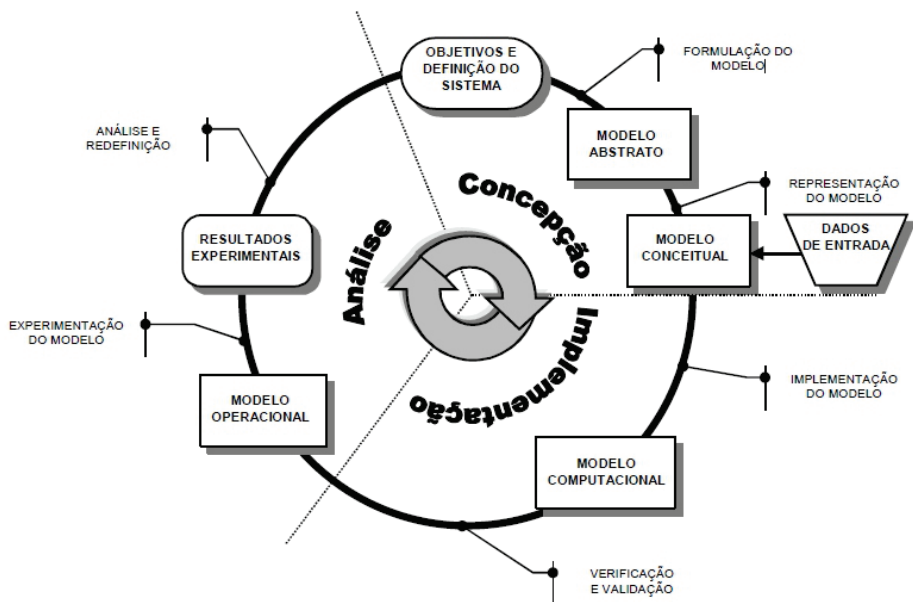


Figura 1: Metodologia de Simulação  
Fonte: Chwif & Medina (2010, pag. 12)

Estas etapas incluem atividades de formulação e representação do modelo que pretendem dar estrutura a um projeto de simulação. A seguir serão detalhadas cada uma delas:

## CONCEPÇÃO - FORMULAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL

Esta etapa pertencente à metodologia de simulação, descrita por Chwif & Medina (2010), tem como objetivo principal identificar os elementos do sistema a ser simulado, suas características funcionais e seus processos. Após o mapeamento inicial, parte-se para fase de criação de ciclos individuais dos processos para depois agrupá-los em um só ciclo validando sua lógica de sistema e avaliando se está bem descrita. Harrel (2002) afirma que um modelo conceitual começa a se tornar um modelo lógico à medida que o processamento de eventos e os relacionamentos entre eles estejam definidos.

Chwif & Medina (2010) abordam duas visões para criação de um modelo conceitual de forma a torná-lo lógico: *Activity Cycle Diagram* (ACD) baseada em ciclos; e Fluxograma baseada em processo. Após a definição dos processos e suas respectivas relações de interações, é necessário identificar os elementos do modelo que irão descrever e representar o sistema real a ser demonstrado. Independentemente do software escolhido para o projeto de simulação, estes elementos podem ser classificados, segundo Prado (2010), como:

- **Entidades:** itens processados através do sistema, sendo processados e/ou transformados pelas etapas de um determinado modelo, ocupam recursos e filas, e interferem no estado do sistema. Ex: Automóvel Luxo, Automóvel Básico.
- **Atributos:** características exclusivas de uma única entidade, podendo ser alterados ao longo do sistema. Ex: Cor de um determinado automóvel.
- **Variáveis:** informações globais disponíveis para qualquer entidade, onde seus valores refletem a característica do sistema. As variáveis podem ser representadas por números reais ou inteiros, podendo ser utilizadas em uma variedade de cálculos. Ex: Custo de produção de um automóvel.
- **Recursos:** definidos como elementos que fornecem serviços às entidades. De um modo geral, entidades disputam a ocupação dos recursos que geralmente representam pessoas, equipamentos ou transportador. Ex: Linha de pintura de automóveis.
- **Filas:** processos cumulativos originados por processos de chegadas e processamento, cuja ocupação de uma entidade ou atividade ocorre naquele momento.

Definidos os elementos que farão a interação no modelo de simulação, é necessário que sejam mapeadas as características funcionais do processo a ser simulado. Para que um modelo de simulação computacional possa representar de forma fiel um processo real de uma organização, é necessário que consiga expressar todos os fenômenos aleatórios existentes. A maneira de representar estes comportamentos origina-se fundamentalmente de apontamentos, chamada de coleta de dados.

Segundo Chwif & Medina (2010), a coleta de dados inicia-se com a escolha adequada

das variáveis de entrada no sistema, tais como tempo de espera em filas, tempo entre chegadas sucessivas em determinado processo, tempo gasto no atendimento de um processo, número de atendentes de um processo, população, amostra, dentre outras. Geralmente os dados de entrada de um modelo de simulação são fenômenos aleatórios que compreendem o funcionamento do sistema, cabendo sempre à utilização de ferramentas estatísticas para tratamento dos dados coletados a fim de que se possa compreender as ocorrências de um sistema. Harrel (2002) cita que em um projeto de simulação, o processo de coleta de dados tem que ser contínuo, à medida que o estudo progride, a fim de dar flexibilidade ao projeto, bem como permitir maior precisão dos dados.

## **IMPLEMENTAÇÃO - MODELO COMPUTACIONAL**

A segunda etapa de criação de um projeto de simulação para a construção de um modelo computacional, que está diretamente ligada à escolha do software para o projeto de simulação, pois cada programa tem uma maneira de representar um sistema e ferramentas próprias que os diferenciam.

Dentre os softwares mais conhecidos estão o Arena, Promodel, Simul8, Flex Sim, Extend, AutoMod, Quest, dentre outros. Uma abordagem mais específica por métodos de utilização para análises de sistema pode ser visto com mais detalhes em SILVA, A. K. 2006. A ferramenta usada para aplicação do modelo de simulação deste artigo foi o software Arena. O Arena usa a interface gráfica por meio de módulos, muito similar à construção de um fluxograma de processos, o que facilita a representatividade lógica de um sistema no momento da criação do modelo computacional.

A etapa de fase de implementação, consiste na representação através das interfaces no sistema comercial escolhido, do modelo conceitual formatado na etapa de concepção. É também nesta fase que são configurados os comportamentos dos processos então mapeados através da coleta de dados, sejam eles contínuos, constantes ou aleatórios.

A criação do modelo computacional deve atender as características básicas do sistema a fim de facilmente ser compreendido, alterado, implementado e analisado (CHWIF.1999).

Após o ciclo de criação do modelo computacional, é necessário que sejam verificados e validados os resultados e as estruturas do modelo em questão. Os conceitos de verificação e validação empregados nos projetos de simulação têm como principal objetivo garantir que o modelo computacional criado para representar uma operação no mundo real tenha consistência.

A Validação é descrita por Harrel (2002) como uma forma de assegurar que o modelo reflita a operação do sistema real. Prado (2010) enfatiza que o processo de validação deve ser utilizado pra checar a sua correção. Esta etapa é executada no momento da criação do modelo conceitual e é sempre validada pelos participantes da equipe do projeto de simulação.

Já a verificação é descrita por Chwif & Medina (2010) como a retirada de bugs do modelo computacional a fim de garantir a exequibilidade do modelo. Harrel (2002) corrobora

afirmando que na maioria dos modelos é necessário ao menos uma depuração para assegurar que os dados reflitam a acuracidade desejada.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a implementação, a última etapa do ciclo de vida do projeto de simulação é a análise de resultados, que consiste em identificar o processamento do sistema modelado, visando garantir que os parâmetros de saída abordados no momento da contratação do projeto de simulação sejam atingidos de forma a subsidiar o tomador de decisão.

Para Chwif & Medina (2010) a garantia do grau de confiança no modelo tem que ser fundada na análise dos resultados. Esta análise pode ser obtida através de algumas ações tais como: estabelecimento de medidas de desempenho adequadas; escolha da confiança estatística e a precisão a ser trabalhada; definição de um tempo de simulação; estimativa do intervalo de confiança; determinação do número de replicações necessárias e rodar o modelo novamente. Para construir um intervalo de confiança de uma média de uma população, utiliza-se a equação (DEVORE, 2000):

$$P(\bar{x} - h \leq \mu \leq \bar{x} + h) = 1 - \alpha \quad (1)$$

ou:

$$\bar{x} \pm t_{n-1; \alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

$\bar{x}$ : é a média da amostra;

$h = t_{n-1; \alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$ : é a metade do tamanho do intervalo de confiança (precisão);

$t_{n-1; \alpha/2}$ : é o  $(1 - \alpha/2)$  percentil da distribuição  $t$  de Student com  $n-1$  graus de liberdade;

$s$ : é o desvio padrão da mostra;

$n$ : é o número de dados da amostra;

A metodologia de ciclo de vida criada por Chwif & Medina (2010), e corroborada pelos demais autores citados, possibilita aos modelistas no momento da criação de um projeto de simulação, um seqüenciamento lógico de atividades a ser seguido de maneira a facilitar a concepção e abordagem de todos os pontos envolvidos.

Devido à natureza complexa de um estudo de simulação, seguir metodologias, contar com a ajuda de um grupo multifuncional ou com pessoas experientes em projetos de simulação, tendem a minimizar riscos inerentes ao processo como um todo. A seguir, será descrito a aplicabilidade dos conceitos até então fundamentados em um caso real de projeto de simulação.

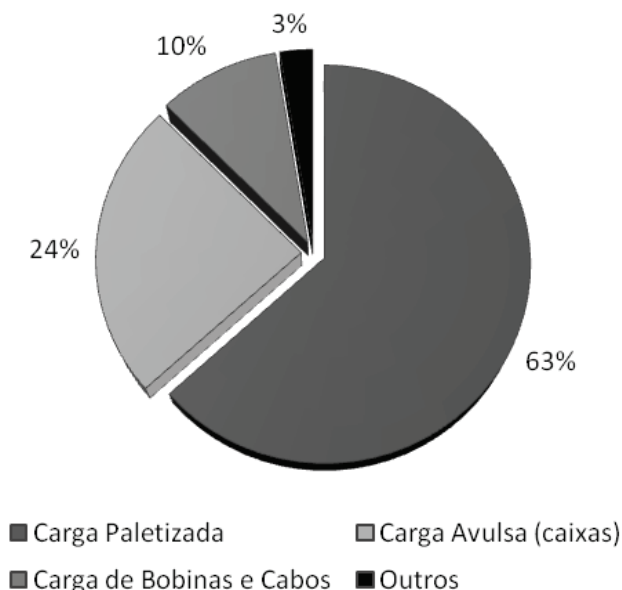


## APLICAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO NO PROCESSO DE RECEBIMENTO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO LOGÍSTICO

O presente artigo abordará uma aplicação real de um modelo de simulação, que pretende exemplificar os conceitos apresentados, onde o foco do estudo irá concentrar-se em um processo de recebimento no Centro de Distribuição da empresa Z, que por razões de confidencialidade, não será identificada.

A empresa em questão trabalha com materiais de distribuição de energia elétrica, tais como: fios, cabos, transformadores de potência, medidores de energia, eletroferragens dentre outros. A característica deste tipo de material é bastante heterogênea quanto a dimensões e pesos, contudo 100% dos itens de estoque podem ser classificados como "cargas secas", que no segmento de transporte rodoviário são definidas como cargas que podem ser movimentadas em volumes e embaladas, acondicionadas em caixas, tambores, etc. As "cargas secas" recebidas neste Centro de Distribuição ainda podem ser categorizadas como: cargas com volumes isolados (caixas); cargas com volumes paletizados (embalagens fechadas); cargas de bobinas de cabos; e outros equipamentos.

É possível identificar na figura 2, a representatividade percentual das categorias de cargas recebidas pela empresa no período de um ano.



**Figura 2:** Representatividade de Cargas Recebidas

Fonte: Autor

No segundo semestre de 2010, frente à necessidade de aumento nos volumes a serem recebidos e também das limitações de espaço físico na atual infraestrutura do Centro de Distribuição, a empresa tomou a decisão de descentralizar o recebimento das entregas para as cargas categorizadas como bobinas e cabos. A decisão contingencial adotada baseou-se na representatividade de ocupação do espaço destas cargas no armazém, bem como nos tempos de processo de descarga que acabavam comprometendo grande parte do turno dedicado ao processo de recebimento.

Atualmente o processo de recebimento da empresa conta com duas estruturas físicas para comportar a demanda necessária de materiais, onde as cargas paletizadas e volumes isolados são destinados ao atual armazém, e as cargas de bobinas e cabos são recebidas em uma área externa.

A atividade de recebimento no Centro de Distribuição possui uma ferramenta de agendamento de entregas que consiste em estabelecer horários reservados para efetuar a operação de descarga e conferência de volumes. Esta ferramenta foi implantada em abril de 2010 devido às limitações de infraestrutura do armazém e as constantes formações de filas em frente à portaria da empresa. O objetivo principal da implantação da ferramenta consistia em minimizar a formação de filas para descarga e melhor dimensionar o número de recursos destinados para operação, evitando então horas extras ou capacidades ociosas.

A concepção da ferramenta levou em consideração o mapeamento dos tempos dos processos considerando um mês de operação como espaço amostral. Após a coleta dos dados, os índices foram transpostos em uma planilha eletrônica, de forma a estabelecer um tempo médio entre por fornecedor. O resultado obtido considerou um intervalo padrão de recebimento de 45 minutos por fornecedor para um total de 15 horários diários.

Após a implantação da ferramenta de agendamento o número de fornecedores ficou restrito até 15 veículos por dia minimizando um gargalo perceptível, o acúmulo de caminhões nos últimos dias do mês. Contudo, mesmo com a limitação de fornecedores a serem recebidos em um determinado dia de trabalho, o dimensionamento e intervalo previsto por fornecedor recebido continuavam apresentando problemas ao processo, como atrasos no atendimento ao cronograma diário em função dos tempos variáveis de descarga, em função do volume ou pelo tipo de carga recebida, acúmulo de veículos na portaria em função do intervalo de chegada dos fornecedores, retrabalhos não previstos refletindo num maior tempo para recebimento.

As limitações da planilha estática, que utilizou apenas a produtividade média para estimar o intervalo e quantidade de fornecedores para o processo de recebimento, fizeram com que fossem desprezados os efeitos probabilísticos e da variabilidade inerentes ao modelo em questão. No processo do dia-a-dia a ocorrência destes efeitos acaba gerando divergências entre o planejamento proposto, ocasionando falta de capacidade dos recursos envolvidos, criação de filas em determinadas horas do dia em frente à empresa e horas extras.

Entendendo que as restrições físicas da atual operação inviabilizavam o recebimento do volume desejado de materiais, e que as soluções contingenciais adotadas refletiam se

em custos adicionais e ineficiência operacional, a empresa tomou a decisão de prospectar uma nova estrutura operacional capaz de comportar os volumes requeridos pela empresa. O principal objetivo deste estudo de simulação é construir um modelo de simulação capaz de representar o comportamento do processo de recebimento de cargas unificado em um único Centro de Distribuição, levando em consideração as características da ferramenta de agendamento de entregas, os diferentes tipos de cargas recebidas e os processos aleatórios envolvidos. Posteriormente utilizar os resultados dos cenários simulados para auxiliar a tomada de decisão considerando a melhor utilização dos recursos em uma nova estrutura operacional, identificando possíveis gargalos e montando um melhor cenário para operação.

### **MAPEAMENTO DO FLUXO LOGÍSTICO DE RECEBIMENTO – CRIAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL**

O processo de recebimento em sua essência consiste basicamente em efetuar a descarga dos materiais requeridos pela empresa, zelando pela confiabilidade das quantidades enviadas pelos fornecedores garantindo o seu processamento físico e sistêmico.

Para uma melhor representatividade da atividade de recebimento, e para a concepção e formulação do modelo conceitual, foi criado fluxograma detalhando os aspectos e procedimentos envolvidos, conforme ilustrado na figura 3 abaixo:

Ao efetuar a análise do fluxograma, é possível identificar algumas etapas que antecedem o processo físico de descarga, etapas que compreendem processos de decisão e etapas que originam filas. Este processo pode ser entendido como um sistema de atividade de descarga e conferência de diferentes cargas, que passam por etapas de validação anterior a entrada no Centro de Distribuição, e posterior para liberação do caminhão.

Conforme citado anteriormente, mesmo que apoiado em planilhas estáticas, a decisão de implantação do agendamento para o processo de recebimento no Centro de Distribuição trouxe uma maior visibilidade aos agentes da cadeia, seja para equalizar o volume de caminhões recebidos em um dia de trabalho, seja para o posicionamento de entregas futuras aos clientes. Contudo ainda que estes benefícios tenham sido de grande valia aos envolvidos, cabe ressaltar que alguns gargalos começaram a surgir posterior a implantação da ferramenta.

Ao limitar-se apenas a avaliação do fluxograma, ainda sem considerar que existem aleatoriedades nos processos, é possível identificar algumas etapas que representam gargalos produtivos em situações cotidianas. Estes gargalos podem ser provenientes de ações externas à operação no Centro de Distribuição, tais como: pontualidade dos fornecedores ao horário agendado, acuracidade entre documentação fiscal e ordem de compra, acuracidade entre quantidades solicitadas na ordem de compra e quantidade enviada, cargas em não conformidade aos padrões exigidos pela empresa; ou até mesmo gargalos relativos ao desempenho da operação logística, como: disponibilidade de recursos operacionais para execução dos processos, disponibilidade de docas para descargas dos caminhões.

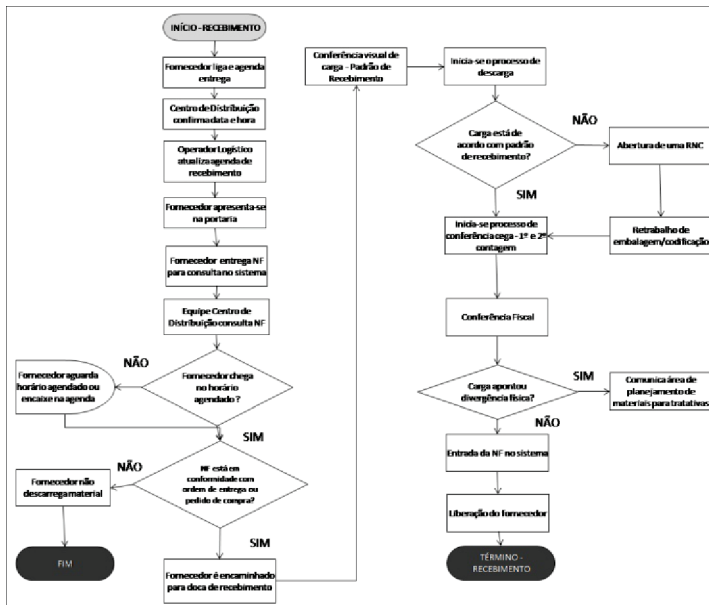


Figura 3: Fluxograma de Recebimento – Modelo Conceitual  
Fonte: Autor

Utilizando o fluxograma criado para representar o modelo conceitual do sistema de recebimento, cabe também a identificação dos elementos dentro deste sistema que farão as interações no modelo a ser configurado, e representarão a funcionalidade. Empregando os conceitos fundamentados, podemos descrever como elementos deste sistema:

- **Entidades:** Caminhões de fornecedores
- **Atributos:** Tipos de cargas (paletizada; volumes isolados; bobinas e cabos)
- **Recursos:** Operador de empilhadeira, espaço em doca de descarga e espaço na portaria;
- **Filas:** Espera na portaria e espera em doca de descarga;

## COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DE ENTRADA

Identificadas as etapas do processo de recebimento mediante criação do fluxograma (modelo conceitual), e previamente já mapeados os elementos deste sistema, coube como último fator para a concepção do modelo a representatividade das características funcionais do sistema.

Estas características representadas através de fenômenos aleatórios considerados na estruturação do modelo, foram concebidas a partir de uma coleta de dados originadas de observações em um período de 9 meses, aproximadamente 198 dias trabalhados.

Através do uso de planilhas, foram feitos apontamentos da cronometragem dos tempos das atividades que irão representar a amostragem definida para este estudo. Foram considerados os seguintes registros de coleta de dados:

- Tempo entre chegadas sucessivas de caminhões considerando os três tipos de cargas mapeados como atributos para o modelo;
- Tempo do processamento de descarga e conferência considerando os três tipos de cargas mapeados como atributos para o modelo;
- Índices de retrabalho após descarga dos três tipos de cargas consideradas para o modelo
- Índices de recusa de recebimento após descarga dos veículos recebidos no Centro de Distribuição

O tratamento estatístico utilizado para inferência do comportamento dos fenômenos aleatórios fez uso da ferramenta Input Analyzer presente no software escolhido para representação do modelo computacional Arena. Os testes para ajuste da melhor distribuição de freqüência consideraram a técnica estatística do quadrado da diferença (square error) que faz uma avaliação de quão bem se compara os dados de entrada com as distribuições teóricas, em que valores de menores do quadrado da diferença representam um melhor ajustamento.

A partir dos testes estatísticos realizados pela ferramenta, foi possível determinar quais as distribuições de probabilidades e curva representativa que melhor se adéquam o conjunto de dados coletados no intervalo de classe definido. As distribuições de probabilidade ilustradas nos histogramas 4,5 e 6 representam a freqüência dos dados em intervalo de classes e a curva representativa, considerando os minutos entre chegadas sucessivas de veículos no Centro de Distribuição, e para os histogramas 7,8 e 9 os minutos do processamento de descarga e conferência destes até a liberação dos recursos destinados ao recebimento.

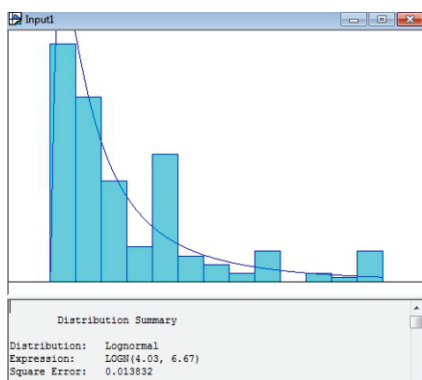


Figura 4: Dados de Chegadas Sucessivas:  
Carga Palete  
Fonte: Autor

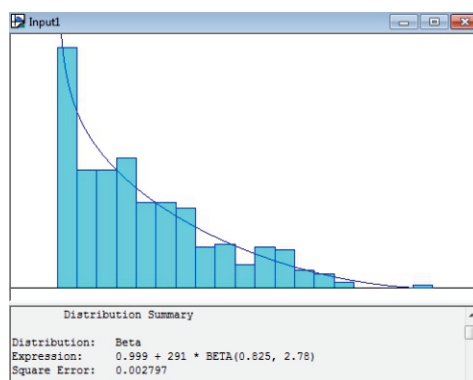


Figura 5: Dados de Chegadas Sucessivas:  
Carga Avulsa  
Fonte: Autor

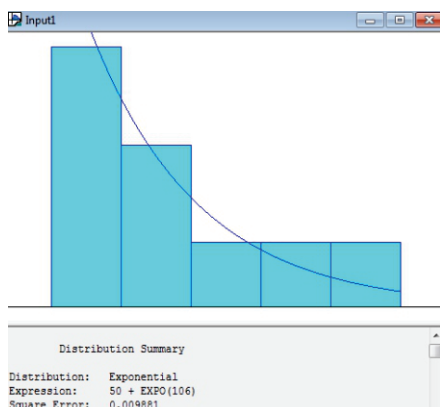


Figura 6: Dados de Chegadas Sucessivas:  
Carga bobinas e cabos  
Fonte: Autor

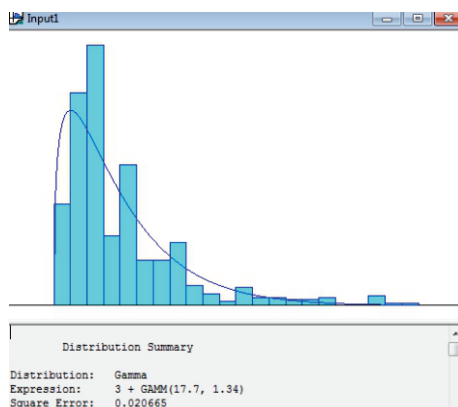


Figura 7: Dados de Atendimento:  
Carga Palete  
Fonte: Autor

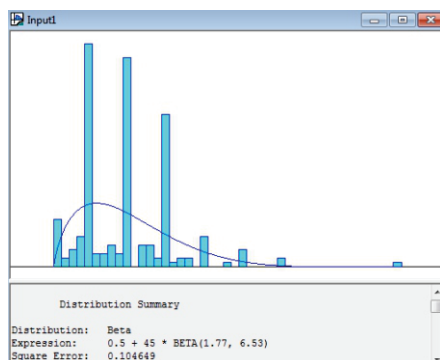


Figura 8: Dados de Atendimento:  
Carga Avulsa  
Fonte: Autor

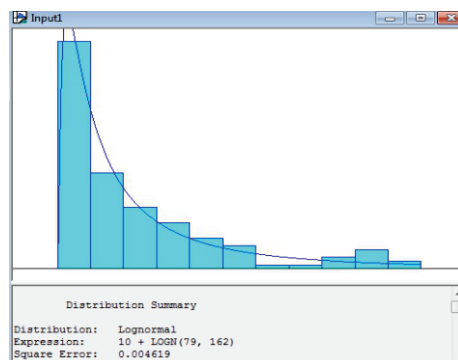


Figura 9: Dados de Atendimento:  
Carga bobinas e cabos  
Fonte: Autor

Identificando as distribuições de frequência que melhor se adequavam a coleta de dados referentes aos processos acima descritos, foi necessário também efetuar uma análise de dois procedimentos no fluxo de recebimento que poderiam gerar gargalos ou minimizar a utilização do recurso.

Para dirigir a lógica do modelo computacional, a tabela 1 traz a porcentagem de retrabalhos de carga originados de uma não conformidade de recebimento (processo adotado pela empresa que adota um padrão de embalagem de carga junto ao fornecedor), tendo em vista que os retrabalhos significativos ocorrem em apenas dois tipos de cargas, paletizada e fracionada:

**Tabela 1:** Porcentagem de retrabalhos de carga

| <b>Tipo de Carga</b> | <b>Índice de Ocorrência</b> | <b>Tempo de Retrabalho</b> |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Palletizada          | 9%                          | 40 min.                    |
| Fracionada           | 40%                         | 25 min.                    |

Fonte: Autor

Outro índice não desprezado para criação do modelo computacional foi à recusa de fornecedores no momento do recebimento que apresentavam divergências entre Ordem de Compra e Nota Fiscal. Através dos apontamentos no período de coleta dados houve um total de 21 recusas de fornecedores, cerca de 6% de um recebimento mensal.

## **IMPLEMENTAÇÃO**

Todas as informações utilizadas nas etapas anteriores servirão como base para criação do modelo computacional no software Arena.

A construção do modelo considerou uma simplificação do processo de recebimento, desprezando algumas atividades que não representavam grandes impactos a proposta do estudo. Foram considerados os elementos, que de uma maneira geral, influenciavam o sistema e contribuíam com informações para tomada de decisão.

O modelo foi dividido em três partes considerando passos do processo de recebimento. Estes passos foram denominados como: (i) chegada de veículos, (ii) recebimento de carga, (iii) liberação dos veículos. A lógica do modelo criado consistiu na caracterização dos diferentes tipos de cargas recebidas no Centro de Distribuição e suas características aleatórias de entrada no sistema, bem como no processo de descarga. Foram considerados na concepção do estudo de simulação dois elementos adicionais de impacto direto na tomada de decisão a partir dos índices levantados no processo de coleta de dados. São eles:

- Retrabalho para cargas do tipo: avulsas (caixas) e paletizadas (fechadas);
- Recusa de fornecedores.

Para ilustrar a caracterização das cargas no sistema, foram fixados atributos após a criação de cada uma das três entidades. Fazendo uso dos dados coletados durante o período, e do tratamento estatístico dado a eles, foi possível representar os diferentes comportamentos de chegada de cada tipo de carga no sistema. Para o processo de descarga, também foram vinculados aos blocos de processo as distribuições de frequência que representavam a aleatoriedade para cada tipo de carga recebida na operação.

Adicionalmente, foi incluso no modelo uma medida de desempenho com a finalidade de monitorar o tempo médio de ciclo das entidades no sistema, desde a sua chegada na portaria até sua liberação e saída do Centro de Distribuição. Na figura 10, pode ser vista representação lógica do modelo de simulação criado no software Arena.

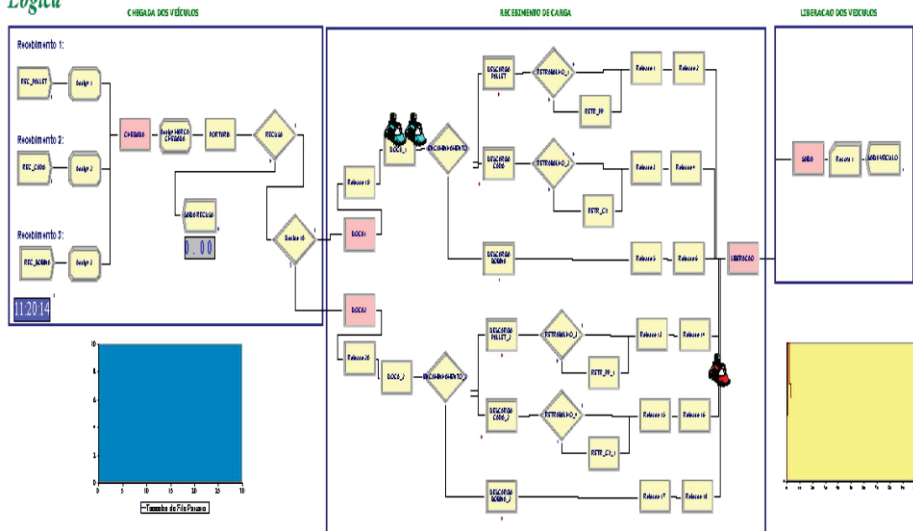


Figura 10: Representação visual da lógica do modelo  
 Fonte: Autor

Após a estruturação do modelo computacional foi feita uma validação do funcionamento do sistema, de modo que fosse possível ter confiança nos resultados gerados por rodadas de simulação. Para tal, foi criado um cenário de simulação com as configurações atuais de recebimento no Centro de Distribuição.

Neste primeiro cenário de validação, foi desprezado o recebimento de bobinas e cabos – objetivo principal deste estudo de simulação – considerando criação de no máximo de 15 entidades denominadas como veículos, sendo 9 referentes a cargas paletizadas e 6 de volumes isolados. Para o processo de atendimento (descarga e conferência) utilizou-se apenas um recurso operacional, de modo a configurar os mesmos parâmetros usados na operação atual do Centro de Distribuição.

Os resultados apresentados consideraram uma rodada de 17 replicações, que pode ser definido por Chwif & Medina (2010) como uma repetição da simulação do modelo com os mesmos parâmetros e configurações. Foi respeitada natureza terminal da operação com seu intervalo de jornada de trabalho de 8 horas diárias sem pausas. O principal ponto para validação do modelo foi o apontamento do tempo médio de um veículo no sistema e posterior comparação com resultados da coleta de dados oriundos de dias normais trabalhados (utilizou-se dados do mês de mai/11). A representação visual dos resultados gerados pelo modelo pode ser visto na tabela 2 abaixo:



Tabela 2: Resultados gerados para validação do modelo

| Replicação           | Média do tempo no sistema | Dias Mês de Maio     | Média do tempo no CD |
|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| 1                    | 01:37                     | 02/mai               | 00:25                |
| 2                    | 01:18                     | 03/mai               | 00:54                |
| 3                    | 00:42                     | 04/mai               | 00:25                |
| 4                    | 00:58                     | 05/mai               | 01:35                |
| 5                    | 00:54                     | 06/mai               | 01:57                |
| 6                    | 02:26                     | 09/mai               | 00:58                |
| 7                    | 01:28                     | 10/mai               | 01:23                |
| 8                    | 00:56                     | 12/mai               | 00:26                |
| 9                    | 00:23                     | 13/mai               | 00:48                |
| 10                   | 01:14                     | 16/mai               | 01:06                |
| 11                   | 01:02                     | 17/mai               | 02:30                |
| 12                   | 01:11                     | 18/mai               | 00:39                |
| 13                   | 01:18                     | 19/mai               | 00:53                |
| 14                   | 00:42                     | 20/mai               | 00:42                |
| 15                   | 02:10                     | 23/mai               | 01:10                |
| 16                   | 00:28                     | 24/mai               | 02:35                |
| 17                   | 01:55                     | 25/mai               | 01:11                |
| <b>Média</b>         | 01:13                     | <b>Média</b>         | 01:09                |
| <b>Desvio Padrão</b> | 00:34                     | <b>Desvio Padrão</b> | 00:39                |

A partir dos resultados obtidos com a simulação, e comparados com os dados de aproximadamente um mês de trabalho, observou-se que os resultados entre eles ficaram muito próximos, constatando a validação do modelo criado.

Para confirmar a confiabilidade dos resultados, foi adotada uma confiança estatística de 95% com uma precisão de até 25 minutos. Abaixo seguem os cálculos para construção do intervalo de confiança para a média de tempo no sistema:

$$t_{n-1; \alpha/2} = t_{17-1; 0,05/2} = 2,12 \quad (3)$$

$$h = t_{n-1; \alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} = 2,12 \frac{0:39}{17} = 0:21 \quad (4)$$

$$x - h \leq \mu \leq x + h = 01:09 - 00:21 \leq \mu \leq 01:09 + 00:21 \quad (5)$$

$$00:48 \leq \mu \leq 01:30$$

Mesmo com resultados satisfatórios de validação do modelo, coube também uma outra análise das reações do sistema. Através da utilização de uma técnica chamada pelos autores Chwif & Medina (2010) de “análise de sensibilidade”, puderam ser feitas alterações em parâmetros significativos no modelo – para este exemplo alterou-se o parâmetro “Índice de Retrabalho”.

Alterando o parâmetro descrito para 50% de ocorrência de retrabalho nas cargas paletizadas e 80% para cargas avulsas, foi possível constatar que o tempo médio dos veículos no sistema tiveram significativas mudanças. A tabela 3 abaixo evidencia os resultados considerando as alterações propostas.

**Tabela 3:** Resultados gerados para análise de sensibilidade

| <b>Replicação</b>    | <b>Média do tempo no sistema</b> | <b>Dias Mês de Maio</b> | <b>Média do tempo no CD</b> |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1                    | 01:40                            | 02/mai                  | 00:25                       |
| 2                    | 02:24                            | 03/mai                  | 00:54                       |
| 3                    | 03:18                            | 04/mai                  | 00:25                       |
| 4                    | 00:42                            | 05/mai                  | 01:35                       |
| 5                    | 02:02                            | 06/mai                  | 01:57                       |
| 6                    | 03:51                            | 09/mai                  | 00:58                       |
| 7                    | 01:17                            | 10/mai                  | 01:23                       |
| 8                    | 01:07                            | 12/mai                  | 00:26                       |
| 9                    | 02:10                            | 13/mai                  | 00:48                       |
| 10                   | 01:10                            | 16/mai                  | 01:06                       |
| 11                   | 03:46                            | 17/mai                  | 02:30                       |
| 12                   | 04:39                            | 18/mai                  | 00:39                       |
| 13                   | 02:10                            | 19/mai                  | 00:53                       |
| 14                   | 01:31                            | 20/mai                  | 00:42                       |
| 15                   | 00:38                            | 23/mai                  | 01:10                       |
| 16                   | 01:49                            | 24/mai                  | 02:35                       |
| 17                   | 01:20                            | 25/mai                  | 01:11                       |
| <b>Média</b>         | 02:05                            | <b>Média</b>            | 01:09                       |
| <b>Desvio Padrão</b> | 01:09                            | <b>Desvio Padrão</b>    | 00:39                       |

Avaliando a nova configuração parametrizada, é possível diagnosticar a sensibilidade no processo de liberação do veículo quando existe acréscimo de retrabalho no recebimento. Sabendo que existe uma sensibilidade neste processo, é importante tomar precauções quando for configurado o modelo para tomada de decisão.

## **CENÁRIOS DE SOLUÇÕES**

A partir da validação e consistência do modelo criado no cenário anterior, foram inseridos os parâmetros que configuram o objetivo do estudo de simulação apresentado neste artigo. Para caracterização do sistema simulação foram utilizados os dados referentes ao processo de recebimento do perfil de carga de bobinas e cabos originados da coleta em campo no processo descentralizado.

A partir destes dados foi adaptado ao modelo computacional validado anteriormente, a criação de mais uma entidade no sistema (carga de bobinas e cabos) a fim de fundamentar cenários futuros de simulação do novo Centro de Distribuição. Para todos os cenários criados foram feitas rodadas de 10 replicações, tendo como base a criação de

20 entidades, sendo 9 referentes a cargas paletizadas, 6 de volumes isolados e 5 de bobinas e cabos. A confiança estatística adotada foi de 95% com precisão de até 25 minutos, ambos os dados adotados no cenário de validação.

Assim foram adotados quatro cenários de simulação para apresentação dos resultados e subsidiar a tomada de decisão futura. Os parâmetros de saída escolhidos para avaliação de desempenho de cada cenário baseou-se na melhor utilização dos recursos destinados ao processo, na melhor estrutura física a ser configurada para comportar a necessidade de recebimento da empresa e na redução dos gargalos. Para tanto foram adotadas as seguintes medidas de desempenho comum a todos os cenários:

- Número de veículos recebidos até o término do expediente de trabalho (nível de serviço);
- Percentual de ocupação dos recursos operacionais e físicos;
- Tempo médio da permanência em Filas;
- Tempo médio dos veículos no sistema.

## CENÁRIO 1

Para o primeiro cenário criado, foi considerada a mesma configuração utilizada no Centro de Distribuição atual e que serviu de base para validação do modelo, onde a jornada de trabalho tem início às 8h e termina às 17h. Os recursos utilizados no sistema também não sofrem alteração ao cenário anterior, sendo uma plataforma física para descarga e um recurso operacional.

Foram incluídos no modelo computacional, os processos ligados ao recebimento e ao atendimento da nova demanda de materiais, bem como os dados provenientes da coleta e inferência estatística.

**Tabela 4:** Resultados dos veículos (entidades) por carga

| Cargas          | Média Recebida | Média Atendida | Média em Processo |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Paletizada      | 7              | 2,5            | 1,27              |
| Avulsa (caixas) | 5,8            | 2,1            | 2,45              |
| Bobinas e cabos | 3,8            | 1,6            | 0,51              |
| <b>Total</b>    | 16,6           | 6,2            | 4,2               |

**Tabela 5:** Resultados dos recursos

| Recursos                | Taxa média de Utilização | Nº médio de vezes utilizado |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Oper. Empilhadeira/Doca | 54%                      | 6,3                         |
| <b>Espaço Portaria</b>  | 98%                      | 6,7                         |

**Tabela 6:** Resultados das filas

| Fila     | Tempo Médio (hr) | Tempo Máximo (hr) | Tamanho Médio | Tamanho Máximo |
|----------|------------------|-------------------|---------------|----------------|
| Portaria | 01:24            | 04:24             | 5,98          | 18             |

**Tabela 4:** Resultados dos veículos (entidades) por carga

Ao analisar os resultados do cenário 1, foi possível perceber que não são atingidos os resultados esperados pela empresa em nível de recebimento, visto que a taxa de chegada de cada tipo de carga segue um padrão atual estabelecido pelo processo de agendamento de entregas.

Outra questão que o cenário consegue deixar claro é, mesmo que o total de veículos requeridos pela empresa não tenha sido atingido, o processamento de descarga e liberação das entidades não são concluídos. Do total de veículos recebidos apenas 37% das cargas foram completamente atendidas e 25% ficaram em processo de descarga ou retrabalho.

Mediante resultados apresentados na tabela 6, é possível perceber um gargalo na ocupação do espaço e formação de filas em frente a portaria de entrada do Centro de Distribuição. Os parâmetros escolhidos para simulação do cenário apontaram um tempo médio do veículo no Centro de Distribuição de 01h56, muito similar aos resultados da validação do modelo.

## CENÁRIO 2

Para o segundo cenário criado, foi adotada uma configuração para jornada de trabalho alternativa, onde o período de recebimento considerado inicia às 8h e tem seu termino as 22h. Os recursos operacionais utilizados no Centro de Distribuição permaneceram inalterados.

**Tabela 7:** Resultados dos veículos (entidades) por carga

| <b>Cargas</b>    | <b>Média Atendida</b> | <b>Média Atendida</b> | <b>Média em Processo</b> |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Paletizada       | 9                     | 3,5                   | 1,68                     |
| Avulsas (caixas) | 6                     | 3,1                   | 2,75                     |
| Bobinas e cabos  | 5                     | 2,5                   | 3,9                      |
| <b>Total</b>     | 20,0                  | 9,1                   | 8,3                      |

**Tabela 8:** Resultados dos recursos

| <b>Recursos</b>         | <b>Taxa média de Utilização</b> | <b>Nº médio de vezes utilizado</b> |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Oper. Empilhadeira/Doca | 50%                             | 8,9                                |
| Espaço Portaria         | 96%                             | 9,4                                |

**Tabela 9:** Resultados das filas

| <b>Fila</b> | <b>Tempo Médio (hr)</b> | <b>Tempo Máximo (hr)</b> | <b>Tamanho Médio</b> | <b>Tamanho Máximo</b> |
|-------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Portaria    | 01:00                   | 05:00                    | 7,75                 | 15,06                 |

Ao analisar os resultados do cenário 2, foi possível perceber que a quantidade desejada de veículos recebida pela empresa havia sido alcançada, em virtude do aumento no número de horas do expediente de trabalho sob as condições de distribuição de frequência usadas para determinar o comportamento de chegada. Contudo o processo de recebimento da demanda, ainda não conseguia viabilizar o atendimento total. Os resultados apresentados configuraram 46% do atendimento total demandado e 42% da demanda terminou a simulação em processo de descarga ou retrabalho. O cenário 2 continuou apresentando os mesmos gargalos que o cenário 1, quando analisados os resultados das filas e ocupação em frente ao Centro de Distribuição.

Como os parâmetros para o cenário 2, consideraram apenas uma jornada maior de trabalho para atendimento a demanda, não houveram alterações significativas para a medida de desempenho do veículo no Centro de Distribuição, que apresentou tempo médio de 02h09.

### CENÁRIO 3

Considerando que a jornada de trabalho estendida aplicada no cenário 2 se mostrou insuficiente para atendimento a demanda, e que o comportamento aleatório do processo de chegada de veículos no sistema segue um padrão convencionado no atual modelo praticado, o cenário 3 foi configurado com uma jornada de trabalho de 8 horas e com a adição de mais dois recursos: o primeiro referente ao espaço físico utilizado para descarga dos materiais recebidos; e o segundo para operacionalizar a execução de descarga.

O objetivo deste cenário foi descaracterizar o processo de filas em frente ao Centro de Distribuição formado pela baixa capacidade de processamento em apenas uma plataforma de descarga, e dar vazão ao volume demandado pelo recebimento.

Neste cenário foi adotado um critério inicial de direcionamento as plataformas de descarga para recebimento de cargas. Nos cenários anteriores como as distribuições de chegada e atendimentos ocorriam em uma só plataforma, não era possível identificar gargalos de produtividade por veículo de carga. Baseando-se na disponibilidade da plataforma de descarga, o critério adotado direciona todo o veículo (independentemente da carga) que chegasse na portaria do Centro de Distribuição a “plataforma nº1”, se esta estivesse indisponível no momento, o veículo seria encaminhado a “plataforma de nº2”.

**Tabela 10:** Resultados dos veículos (entidades) por carga

| <b>Cargas</b>   | <b>Média Recebida</b> | <b>Média Atendida</b> | <b>Média em Processo</b> |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Paletizada      | 7,7                   | 6,6                   | 0,84                     |
| Avulsa (caixas) | 6                     | 6                     | 0,56                     |
| Bobinas e cabos | 3,8                   | 3,2                   | 0,57                     |
| <b>Total</b>    | <b>17,5</b>           | <b>15,8</b>           | <b>2,0</b>               |

**Tabela 11:** Resultados dos recursos

| <b>Recursos</b>               | <b>Taxa média de Utilização</b> | <b>Nº médio de vezes utilizado</b> |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Oper. Empilhadeira/<br>Doca 1 | 75%                             | 9,2                                |
| Oper. Empilhadeira/<br>Doca 2 | 42%                             | 2,3                                |
| Espaço Portaria               | 0%                              | 17,5                               |

**Tabela 12:** Resultados das fila

| <b>Fila</b>  | <b>Tempo Médio (hr)</b> | <b>Tempo Máximo (hr)</b> | <b>Tamanho Médio</b> | <b>Tamanho Máximo</b> |
|--------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Portaria     | 0:00                    | 0:00                     | 0                    | 0                     |
| Doca 1       | 0:53                    | 1:15                     | 0,56                 | 1,15                  |
| Doca 2       | 0:22                    | 0:53                     | 0,2                  | 0,53                  |
| <b>Total</b> | 1:16                    | 2:09                     | 0,76                 | 1,68                  |

**Tabela 13:** Resultados dos processos

| <b>Cargas</b>   | <b>Tempo médio (hr) de descarga</b> |
|-----------------|-------------------------------------|
| Paletizada      | 0:49                                |
| Avulsa (caixas) | 0:28                                |
| Bobinas e cabos | 1:40                                |
| <b>Total</b>    | 2:57                                |

Analisando o cenário 3, já conhecendo que às distribuições de frequência entre chegadas de veículos limitam a quantidade desejada para o novo cenário, focou-se as atenções no processo de atendimento da demanda recebida.

Nos cenários anteriores, ambos com apenas uma estação para descarga dos veículos, não foi possível atingir índices superiores a 50% das cargas recebidas na operação. No cenário 3 com o incremento de mais uma plataforma e recurso operacional, vimos o índice de atendimento alcançar cerca de 90% do volume demandado, sendo que apenas 11% das cargas terminaram a simulação em processo de atendimento. Outro resultado obtido com a nova plataforma foi retirada do gargalo de ocupação e filas em frente ao Centro de Distribuição. Pode-se observar também que o tempo médio dos veículos no sistema atingiu 01h32, cerca de 30 minutos menor que os dois cenários anteriores.

Mesmo alcançando resultados mais satisfatórios que os anteriores, o cenário 3 ainda apresentou um desbalanceamento entre a utilização das plataformas e gargalos na formação de filas. Mediante estes pontos, foram analisados os resultados dos processos por tipo de carga, expressados na tabela 13 pelo tempo médio de descarga, que apontou o processo das cargas de bobinas e cabos como de maior tempo entre os recebimentos no CD.

## CENÁRIO 4

Para o quarto e último cenário criado, foram considerados todos os resultados anteriormente gerados, levando ao aperfeiçoamento do modelo em questão. Os resultados gerados no cenário 3, com a inclusão de um recurso extra para o atendimento da demanda, se mostraram válidos visto que nos modelos anteriores os índices de atendimento não eram tão significativos.

O critério adotado anteriormente no cenário 3, não balanceou adequadamente as plataformas levando a gargalos operacionais. Para o cenário 4, os resultados da tabela 13 (processos de descarga) foram considerados para determinação de escolha da plataforma de descarga. Observando que a média do tempo de descarga para veículos de carga de bobinas e cabos eram maiores que as demais, destinou-se uma plataforma (Doca 1) dedicada para o atendimento específico à demanda recebida.

**Tabela 14:** Resultados dos veículos (entidades) por carga

| <b>Cargas</b>    | <b>Média Recebida</b> | <b>Média Atendida</b> | <b>Média em Processo</b> |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Paletizada       | 8                     | 7,3                   | 0,72                     |
| Avulsas (caixas) | 6                     | 6                     | 0,11                     |
| Bobinas e cabos  | 4,5                   | 4                     | 0,5                      |
| <b>Total</b>     | <b>18,5</b>           | <b>17,3</b>           | <b>1,3</b>               |

**Tabela 15:** Resultados dos recursos

| <b>Recursos</b>               | <b>Taxa média de Utilização</b> | <b>Nº médio de vezes utilizado</b> |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Oper. Empilhadeira/<br>Doca 1 | 50%                             | 3,9                                |
| Oper. Empilhadeira/<br>Doca 2 | 63%                             | 12,4                               |
| Espaço Portaria               | 0%                              | 18,5                               |

**Tabela 16:** Resultados das filas

| <b>Fila</b>  | <b>Tempo Médio (hr)</b> | <b>Tempo Máximo (hr)</b> | <b>Tamanho Médio</b> | <b>Tamanho Máximo</b> |
|--------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Portaria     | 0:00                    | 0:00                     | 0                    | 0                     |
| Doca 1       | 0:40                    | 2:15                     | 0,25                 | 1,28                  |
| Doca 2       | 0:34                    | 0:59                     | 0,58                 | 1,07                  |
| <b>Total</b> | <b>1:15</b>             | <b>3:15</b>              | <b>0,83</b>          | <b>2,35</b>           |

**Tabela 17:** Resultados dos processos

| <b>Cargas</b>   | <b>Tempo médio (hr) de descarga</b> |
|-----------------|-------------------------------------|
| Paletizada      | 0:42                                |
| Avulsa (caixas) | 0:18                                |
| Bobinas e cabos | 1:26                                |
| <b>Total</b>    | <b>2:26</b>                         |

Com o novo critério de decisão para escolha de plataformas no cenário 4, foi possível aumentar os índices de atendimento a demanda para 94% do volume demandado, sendo que apenas 7% das cargas terminaram a simulação em processo de atendimento. Nota-se que os tempos de processamento de carga tiveram uma pequena redução de 31 segundos comparados ao cenário anterior.

Através da destinação de uma única plataforma para recebimento de bobinas e cabos, foi possível também obter balanceamento na utilização das plataformas, deixando com que as mesmas fiquem equalizadas quanto a seu tempo de ocupação.

As filas entre as plataformas foram melhores distribuídas não tendo impactos significantes no tempo médio, porém para o resultado de tempo máximo nas filas sofreu um aumento de uma hora na plataforma destinada para descarga de bobinas e cabos. Ainda assim o tempo médio dos veículos no sistema atingiu 01h20, 12 minutos mais baixo que o cenário 3.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

De posse dos resultados das simulações dos cenários, foi possível criar e comparar hipóteses de configurações operacionais que determinassem um melhor aproveitamento dos recursos disponibilizados, minimizando os gargalos e garantindo com que o nível de recebimento demandando pela empresa fosse atendido.

Os resultados dos cenários de maior relevância ao objetivo do estudo proposto foram comparados e analisados combinadamente, de forma a expor a melhor alternativa minimizando a incerteza da tomada de decisão da empresa na escolha da estrutura operacional do novo Centro de Distribuição.

As diferentes configurações de resultados obtidos na simulação dos cenários, foram agrupados e demonstradas abaixo pela tabela 18.



**Tabela 18: Análise Combinada dos Cenários**

| <b>Resultados Simulados</b>                      | <b>Cenário 1</b> | <b>Cenário 2</b> | <b>Cenário 3</b> | <b>Cenário 4</b> |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Nível de Serviço (média recebida/média atendida) | 37%              | 46%              | 90%              | 94%              |
| Ocupação Média dos Recursos                      | 76%              | 73%              | 59%              | 57%              |
| Tempo Médio em Filas                             | 1:24             | 1:00             | 0:37             | 0:37             |
| Tempo Médio dos Veículos no Sistema              | 1:56             | 2:09             | 1:32             | 1:20             |

O principal fator que impulsionou o estudo estava condicionado à estrutura operacional que melhor atendesse o nível de recebimento requerido pela empresa. Fica evidente na comparação entre os cenários criados que, no que diz respeito a atendimento a demanda, o cenário 4 mostra-se mais aderente ao objetivo proposto, haja visto que os demais atingem índices inferiores.

Vale destacar que para alcançar níveis satisfatórios foi preciso a partir do cenário de número 3, incorporar mais 2 recursos operacionais (doca e operador empilhadeira) a simulação, fazendo com que os índices médios de ocupação dos recursos caíssem em função do comportamento dos dados coletados, porém descaracterizando o gargalo operacional gerado na portaria em função da limitação de uma plataforma de descarga. No cenário 4, ao adicionar um critério para encaminhamento dos veículos recebidos, foi possível balancear a ocupação dos recursos dispostos.

Os tempos médios em filas nos processos foram sendo minimizados em cada cenário simulado, seja no aumento da jornada de trabalho, que não se mostrou eficaz quando analisados os níveis de serviço, seja nos cenários onde houveram inclusões de recursos adicionais. Por fim, quando comparados os tempos médios dos veículos no sistema, entende-se que quanto menor for tempo de ciclo melhor será o processo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com as características do processo e dos dados levantados na pesquisa em campo, buscou-se através de um estudo de simulação representar diferentes cenários para o novo Centro de Distribuição da empresa em questão, alinhando as necessidades desta de forma a configurar a melhor opção para a tomada de decisão. Conforme análise dos resultados, o cenário 4 apresentou a melhor opção respeitando as premissas adotadas no objetivo principal do estudo.

É importante ressaltar que, possíveis alterações na ferramenta de agendamento de entregas adotada pela empresa, poderiam otimizar melhor os ativos destinados ao recebimento, pois a capacidade operacional instalada no cenário 4 oferece não só atendimento completo a demanda da empresa, mas também capacidade adicional a demandas futuras, tendo em vista os índices de ocupação dos recursos. A empresa, de posse das informações do estudo pode vir a organizar a ferramenta de agendamento de uma melhor forma (não considerando horários de 45 minutos para atendimento), podendo assim aumentar sua capacidade de recebimento, minimizar a capacidade

ociosa dos recursos, reduzir os gargalo das filas e diminuir o horizonte fixo da agenda. Este texto procurou demonstrar que técnicas de simulação computacional, mesmo que ainda pouco exploradas pelas empresas devido ao seu grau de complexidade, poucos profissionais habilitados, e aos custos envolvidos, podem trazer grandes resultados minimizando falhas e/ou custos em uma tomada de decisão. Vale ressaltar que projetos de simulação devem considerar os mais variados fatores, de preferência com uma equipe multidisciplinar, capaz de extrair os melhores resultados de um sistema/processo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chwif, L. e Medina, A.C. (2010) Modelagem e Simulação de Eventos Discretos. Ed. dos Autores, São Paulo.
- Chwif, L. (1999) Redução de modelos de simulação de eventos discretos na sua concepção: uma abordagem causal. 139 p. + apêndices. Tese (doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica, São Paulo.
- Devore, J. (2000) Probability and statistics for engineering and the sciences. Ed. Pacific Grove: Duxbury Press.
- Harrel, C.R.; J.R.A. Mott; R.E. Bateman; R.O. Bowden e T.J. Gogg. (2002) Simulação: Otimizando Sistemas. Ed. IMAM, São Paulo.
- Hillier, F.S. e Lieberman, G.J. (2006) Introdução à Pesquisa Operacional. Ed. McGraw-Hill, São Paulo.
- Prado, D.S. (2010) Usando o Arena em Simulação. Ed. INDG Tecnologia e Serviços Ltda, Belo Horizonte.
- Silva, A.K. (2006) Método para avaliação e seleção de softwares de simulação de eventos discretos aplicados à análise de sistemas logísticos. 191 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia e Transportes II, São Paulo.

# Estudo sobre a escolha do modal adequado no processo de importação de componentes

Rafaela de Cássia Zabin  
Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

## RESUMO

No atual cenário competitivo, no qual as empresas buscam agregar valor a seus produtos/serviços e reduzir custos operacionais, o processo logístico tem crescido em importância nas organizações, que desenvolvem modelos cada vez mais eficientes e de menor custo. E dentre os processos logísticos, uma especial atenção deve ser dirigida ao modal utilizado para importação de componentes, que deve ser periodicamente analisado e revalidado, a fim de se comprovar que é o mais adequado.

## INTRODUÇÃO

O gerenciamento logístico repercute diretamente no valor agregado dos produtos, sobretudo quanto à questão dos meios de transportes. Defini-los implica, por exemplo, na maneira como a matéria-prima e seus componentes chegam à empresa, como os produtos e serviços chegam ao cliente final e quais os modos utilizados para esse transporte. Sua escolha é uma questão chave para uma logística eficaz e com baixo custo.

O presente artigo conceitua, de início, a logística e sua composição, com ênfase em seu caráter de logística internacional. Em seguida, são apresentados os diversos modos de transporte e a conceituação de alguns custos logísticos contidos no estudo: manutenção de inventário e logística de abastecimento de materiais importados. O artigo é finalizado com alguns critérios para decisões de escolha do modal de transporte internacional.

Também é apresentado um projeto prático realizado numa empresa, cujo modal padrão, para todos os componentes importados, é o marítimo. Essa empresa não possui procedimento ou análise para verificar se este modal é o mais adequado ao transporte.

## MÉTODO

O estudo começa com uma revisão bibliográfica, acompanhada de um levantamento da situação atual, cujos dados serão analisados conforme os conceitos da Curva ABC, que identifica itens com potencial de transporte pelo modal aéreo. Com estes itens, será feita uma comparação entre os custos atuais de frete e inventário, além dos custos futuros.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA

Segundo Rodrigues (2007), a palavra logística deriva do verbo francês loger (alojar), um termo militar que significava a arte de transportar, abastecer e alojar as tropas.

Este conceito evoluiu com o passar dos anos, assim como a importância do papel desempenhado pela logística dentro das empresas e a complexidade de seus processos.

Um dos conceitos mais aceitos, e que melhor define o significado de logística, encontra-se na definição do Conselho dos Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos (CSCMP, 2011):

“Logística é a parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla, de forma eficiente e eficaz, a expedição, o fluxo reverso e a armazenagem de bens e serviços, assim como do fluxo de informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, com o propósito de atender às necessidades dos clientes”  
Esta definição abrange todo o fluxo de atividades presentes na logística, desde a obtenção de materiais, sua movimentação e armazenagem, até a distribuição aos consumidores finais. Segundo Ballou (2006), a logística / cadeia de suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, e que agregam valor ao consumidor.

Tais atividades podem variar de acordo com a empresa, e Ballou as divide em atividades principais e de suporte. Dentre as principais, temos o serviço ao cliente, transporte, gerência de estoques e fluxos de informações e processamentos de pedidos. Nas atividades de suporte, temos armazenagem, manuseio de materiais, compras, embalagem, cooperação com produção/operações e manutenção de informações.

Estas atividades compõem todo o processo logístico, que envolve, por sua vez, dois tipos de fluxos: o fluxo de materiais e produtos e o fluxo de informações. Dentre os processos logísticos, podemos fazer uma subdivisão em três subprocessos:

- a) Logística de Abastecimento: composta das atividades que disponibilizam os materiais e componentes (de origem nacional ou importada) para a produção. Inclui atividades de armazenagem, movimentação, transporte e estocagem.
- b) Logística Interna: composta de atividades de suporte logístico à produção, ou seja, de abastecimento à linha de produção, de acordo com suas necessidades.
- c) Logística de Distribuição: composta de atividades para disponibilizar o produto aos clientes finais. Dentro deste subprocesso encontramos atividades de transporte, embalagem e fluxo de informações (recebimento pedido, programação, etc.).

Em seu âmbito internacional, a logística compreende os processos necessários para se adquirir uma mercadoria de determinado país (exportador) até um destino final em outro país (importador). Assim, é classificada como importação ou exportação, de acordo com sua posição nesse fluxo.

Segundo Silva (2007), o fluxo de material de uma cadeia de suprimentos internacional é

completamente diferente do fluxo em operações dentro de um país. Ele menciona barreiras operacionais como tempo de trânsito, embalagens e aduana. Inclui também um grande desafio, que é o gerenciamento de estoques.

Dessa forma, se faz necessário um gerenciamento logístico internacional de forma integrada, analisando todas as atividades do fluxo, pois cada decisão tem grande impacto em toda cadeia. Segundo Rodrigues (2007), é preciso unificar as diversas atividades, tendo como principais objetivos os pontos abaixo:

- a) Redução dos custos globais
- b) Altos giros de estoques
- c) Continuidade do fornecimento
- d) Obtenção do nível de qualidade desejado
- e) Rapidez nas entregas
- f) Registros, controles e transmissão de dados instantâneos e confiáveis

A atividade principal da logística internacional é a modalidade do transporte. Em função desta escolha, são definidos os demais controles necessários.

## **MODOS DE TRANSPORTE INTERNACIONAL**

Para se realizar o transporte e a distribuição de qualquer tipo de carga, podem ser utilizados diversos modos de transporte. Eles podem ser classificados em:

- a) Terrestre: Rodoviário, Ferroviário e Dutoviário
- b) Aéreo
- c) Aquaviário: Hidroviário e Marítimo

O transporte terrestre compreende a movimentação de cargas por terra firme, podendo ser rodoviário, ferroviário e dutoviário.

O transporte aéreo, por sua vez, compreende a movimentação de cargas pelo ar através de aeronaves, aviões e helicópteros. É o modal mais rápido, vencendo em menor espaço de tempo enormes distâncias. Contudo, apresenta restrições de peso e volume de carga, além de um valor de frete muito elevado, o que muitas vezes o torna inviável.

Por isso, este modal é mais adequado ao transporte de mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes e com urgência de entrega.

Seu manuseio é mais cuidadoso, o que reduz o risco de danos à carga. Assim, permite o transporte em embalagens menos reforçadas, o que reduz o custo com embalagens, seguro e estocagem.

Por fim, o transporte aquaviário compreende a movimentação de cargas através das águas, podendo ser através de oceanos, rios, lagos etc. O transporte aquaviário é dividido em marítimo, fluvial e lacustre. Segundo Silva (2007), eles podem ser classificados como transporte internacional, dependendo da geografia e da soberania do país.

O transporte marítimo corresponde ao transporte através de mares e oceanos. É o modo mais utilizado para o transporte internacional de mercadorias. Tem como veículo transportador os navios, que possuem grande capacidade de transporte de cargas, dos

mais diversos tipos. Segundo Keedi (2007), os navios podem ser de carga geral, especializados, multi-propósitos ou porta-containers. Para a realização do transporte marítimo é necessária a existência de portos, que desempenham um importante papel de interação entre os diversos modais.

Dentre os pontos positivos do modo marítimo, destacam-se o baixo custo de transporte e a grande capacidade de carga. Contudo, entre suas desvantagens, pode-se mencionar a necessidade da construção de portos, os freqüentes congestionamentos nos mesmos e a exigência de embalagens mais reforçadas para certos tipos de carga.

Segundo Silva (2007), o transporte marítimo pode ser dividido, quanto à sua classificação internacional, em “longo curso” (ligação entre países distantes) e “cabotagem internacional” (ligação entre países próximos). Exemplo: Brasil e Uruguai.

## **CUSTOS LOGÍSTICOS**

### **CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE INVENTÁRIO**

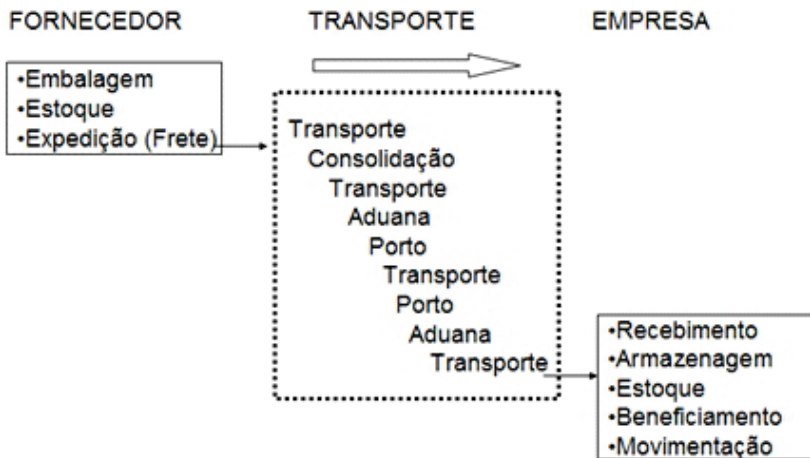
Segundo Faria & Costa (2010), os estoques ou inventários são classificados como ativos tangíveis, comprados ou produzidos por uma empresa, com objetivo de serem comercializados ou utilizados em suas próprias operações. Os custos de manutenção de inventário são os necessários para disponibilizar materiais e produtos no sistema logístico. Faria & Costa (2010) ressaltam que os custos para manter o estoque devem incluir apenas os variáveis, de acordo com o nível de estoque. Eles são agrupados em: custo de capital (oportunidade), custos de serviços de inventário (impostos e seguros), custos de espaço de armazenagem e custos de risco de estoques.

O custo de oportunidade de estoque implica na exigência de um capital que poderia ser utilizado em outros investimentos, mas que quando é destinado a isso, a empresa não obtém a taxa de retorno que obteria com esses investimentos. O maior motivador para a redução de níveis de estoque é o elevado custo de oportunidade de capital.

### **CUSTOS DA LOGÍSTICA DE ABASTECIMENTO – MATERIAL IMPORTADO**

Segundo Faria & Costa (2010), os chamados custos de obtenção, que são vinculados ao processo de compra (como os custos de transporte, seguros e embalagens) são incorporados aos materiais adquiridos. No caso das mercadorias importadas, são englobadas todas as atividades logísticas, partindo do fornecedor no exterior até a fábrica no país importador, conforme exemplificado na figura 1.

De acordo com os Incoterms – Termos de Comércio Internacional –, os fornecedores podem incluir ou não os custos logísticos nos preços dos produtos. Como exemplo, caso uma venda seja Ex-Works (EXW), o comprador recolherá a mercadoria no fornecedor e assumirá todos os custos a partir desse momento; quando uma venda é Free on Board (FOB), o comprador assume os custos a partir do embarque da mercadoria. Nesse caso, na sua fatura comercial, serão incluídos os custos do fornecedor do frete, entre outros, para entregar a mercadoria embarcada.



**Figura 1:** Custos de obtenção do material importado (Faria, Ana Cristina de, p.143)

Entre os custos logísticos de materiais importados, podemos mencionar o custo de frete inter-nacional, impostos de importação, custos com despachante aduaneiro, seguro internacional, armazenagem no porto ou aeroporto e capatazia. Alguns elementos variam de acordo com o modal utilizado. Como exemplo, o modal marítimo possui uma taxa chamada AFRMM (Adicional de Frete para Renovação da Marinha Mercante), enquanto no modal aéreo existe o ATAERO (Adicional de Tarifas Aeroportuárias).

## **DECISÕES NA ESCOLHA DO MODAL DE TRANSPORTE INTERNACIONAL EM FUNÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS**

Segundo Bowersox et al.(2007), o transporte é a área operacional da logística que geograficamente movimenta os estoques. Devido à sua fundamental importância e custo visível, a área de transportes tem recebido crescente atenção. Isso torna relevante a análise do transporte de itens de maior valor agregado, pois possuem elevada importância quanto ao custo de estoque. Com o foco em tais itens, podem ser alcançadas maiores reduções de custo em termos de transporte e inventário.

Um recurso muito utilizado para identificar os itens mais importantes dentre uma grande quantidade é a Curva ABC. Este método de classificação permite separar os itens de maior importância ou impacto, e que normalmente totalizam uma menor quantidade.

Em muitas empresas, a análise ABC é elaborada para validar os modais que estão sendo utilizados para transportar itens de maior valor agregado ao estoque.

Segundo Bowersox et al.(2007), sob a ótica do sistema logístico, três fatores são fundamentais para o desempenho nos transportes: custo, velocidade e consistência (variações no tempo de movimentação). A busca por um equilíbrio entre a velocidade e o custo do serviço é necessária, assim como alinhar a velocidade com a consistência para mensurar o indicador de qualidade do transporte.

Segundo Ballou (2006), o transporte é um campo fundamental de decisões no mix logístico. Mesmo com a variedade de formatos dessas decisões, Ballou destaca, dentre as principais, a seleção de modais. A escolha de um modal de transporte depende de características como: 1) tarifas dos fretes; 2) confiabilidade; 3) tempo de trânsito; 4) perdas, processamentos das respectivas reclamações, rastreabilidade; 5) considerações de mercado do embarcador; 6) considerações relativas aos transportadores.

O grau de importância atribuído a cada uma dessas variáveis pode variar de empresa para empresa. Na maioria delas, a primeira análise a ser feita refere-se às tarifas de frete, seguido muitas vezes pelo tempo de trânsito e sua variação.

Ballou (2006) explica que a melhor opção se encontra no trade-off entre o valor do serviço de transporte e o custo indireto do estoque devido ao desempenho do modal selecionado. Nas empresas, é importante que exista um procedimento de escolha de modal que pondere as variáveis e possibilite uma escolha eficiente, que agregue valor à cadeia.

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

### **PERFIL DA EMPRESA E DO PROJETO**

Neste estudo, o projeto foi realizado numa empresa multinacional situada no interior do estado de São Paulo. Por solicitação sua, seu nome será mantido em sigilo. Assim, será adotado o nome fantasia de “XY LTDA” no decorrer deste trabalho. O desenvolvimento foi feito através de um projeto 6 Sigma dentro da empresa.

A equipe foi composta por colaboradores de áreas da empresa que seriam envolvidos em caso de aplicação deste projeto: planejamento de material importado, comércio exterior e transportes, inventário e importação. Dentro do escopo, foi considerado todo o processo de frete in-bound dos componentes importados da empresa XY LTDA.

O modal de transporte internacional para todos os itens é o marítimo. Porém, quando é identificado um item crítico ou em caso de necessidade, o mesmo é enviado por via aérea. Na empresa, não existem procedimentos ou critérios para analisar os itens importados e identificar o modal mais adequado a eles.

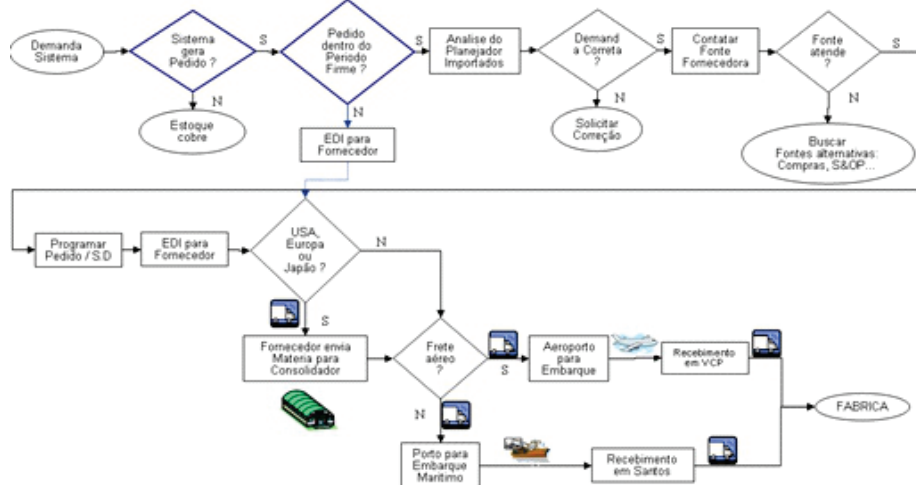
### **PERFIL DO PRODUTO**

No projeto, foram selecionados alguns componentes importados para o aprofundamento das análises. Tais componentes eram de pequeno a médio porte, possuindo volume (m<sup>3</sup>) adequado ao modal marítimo, e com alto valor agregado. Eles foram divididos nas seguintes famílias: controles, tampas, temporizadores, válvulas e carcaças.



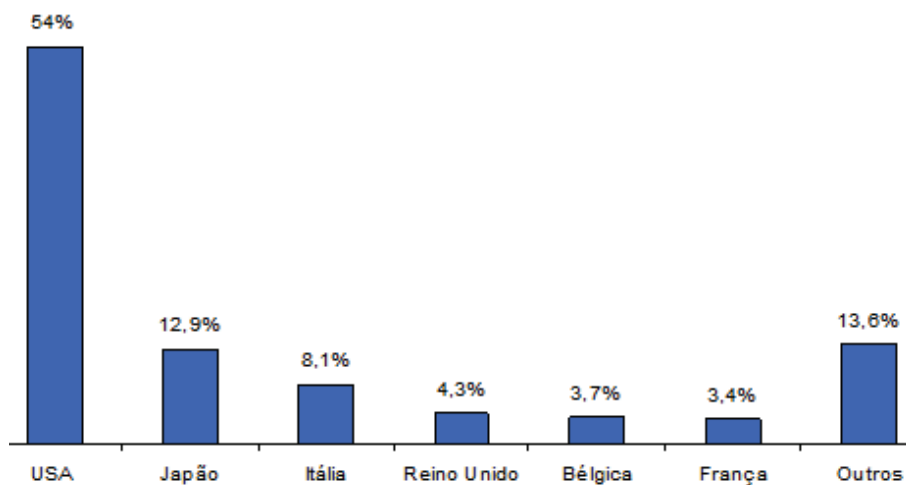
## DESENVOLVIMENTO

O fluxo desde o momento no qual o sistema apontava a necessidade de um componente e en-viava programação para o fornecedor até o fluxo logístico para a planta da XY LTDA, estava organizado conforme a Figura 2:



**Figura 2:** Fluxo de material importado (Adaptação da base de dados da empresa)

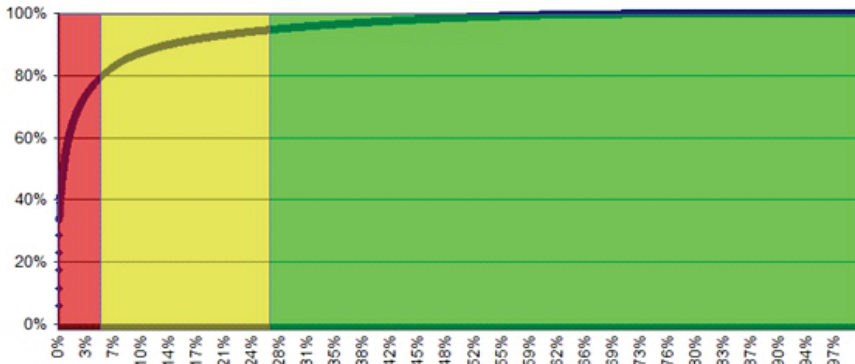
As origens dos itens importados e seu grau de importância podem ser vistas no gráfico:



**Gráfico 1:** Origens de material importado (Adaptação da base de dados da empresa)

Mais da metade do material importado pela empresa XY Ltda. provém dos Estados Unidos. Assim, foi definido que apenas a análise desses itens seria realizada. Os 54% representam um total de 9.328 itens de diferentes valores e pesos.

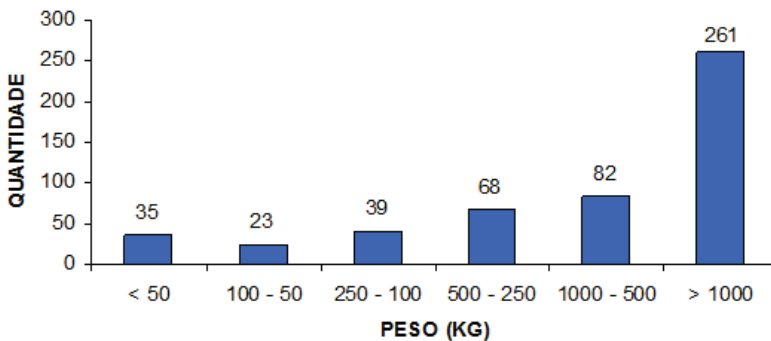
Como o projeto tinha como objetivo identificar itens com potencial de importação através do modal aéreo, a equipe de trabalho optou por realizar uma curva ABC, classificando os itens de acordo com seu grau de importância. O gráfico obtido foi o seguinte:



**Gráfico 2:** Curva ABC (Fonte: Adaptação da base de dados da empresa)

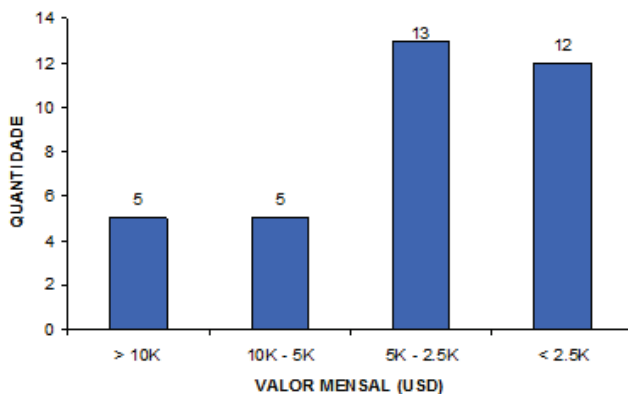
Pode-se observar que os itens A correspondiam a apenas 5% dos itens e a 80% do seu valor total; os itens B, equivalentes a 22%, correspondiam a 15% do valor; por fim, os itens C eram 73% do total, equivalentes a apenas 5% do valor total.

A partir dessa análise, foram selecionados 508 itens com alto valor agregado. Porém, para identificar os itens potenciais para o modal aéreo, foi necessário classificar esses itens de acordo com o peso médio de programação.



**Gráfico 3:** Classificação por peso – Itens A (Adaptação da base de dados da empresa)

Na segunda parte da análise, foram selecionados os itens com peso médio de programação menor que 50 kg e realizada uma classificação pelo valor mensal dos itens:

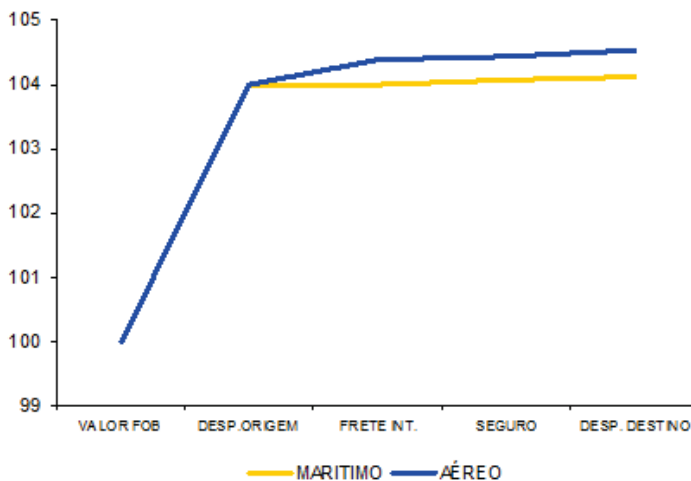


**Gráfico 4:** Classificação por valor mensal – Itens com peso inferior a 50kg (Adaptação da base de dados da empresa)

O time de trabalho selecionou os itens com valores mensais acima de US\$ 2.500,00, totalizando 23 itens para se realizar um comparativo entre o modal aéreo e marítimo. Também foi analisado o volume dos itens em questão para verificar se todos estariam adequados ao transporte pelo modal aéreo.

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma vez realizada a comparação entre os valores de frete, observou-se que o total das despesas pelo modal aéreo é 0,4% maior que pelo modal marítimo. Segue abaixo gráfico com o comparativo entre as despesas dos dois modais:



**Gráfico 5:** Comparativo modal marítimo e aéreo (Adaptação de dados da empresa)

A tabela a seguir agrupa alguns produtos por famílias e mostra as diferenças de despesas entre o modal marítimo e o aéreo:arítimo. Segue abaixo gráfico com o comparativo entre as despesas dos dois modais:

**Tabela 1:** Comparação de valores modais por famílias de produtos  
(Adaptação da base de dados da empresa)

| FAMÍLIA DE PRODUTO | TOTAL MARÍTIMO | TOTAL AÉREO      |
|--------------------|----------------|------------------|
| CONTROLES          | R\$ 163        | R\$ 471          |
| TAMPAS             | R\$ 41         | R\$ 166          |
| TEMPORIZADORES     | R\$ 74         | R\$ 314          |
| VÁLVULAS           | R\$ 70         | R\$ 385          |
| MÓDULOS            | R\$ 60         | R\$ 286          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>R\$ 409</b> | <b>R\$ 1.622</b> |

Apesar das despesas do modal aéreo serem maiores que as do marítimo, há uma oportunidade de ganho graças ao menor tempo de trânsito quando as peças são trazidas através do modal aéreo.

De fato, foi realizado um comparativo entre os tempos de trânsito de cada modal, assim como os valores que estes itens em trânsito representam. Constata-se que, ao optar pelo modal aéreo, se alcança uma redução de 74% no valor de inventário em trânsito mensal apenas para estas 23 peças.

Traduzindo esses 74% de redução no valor de inventário para o ganho real de fluxo de caixa, e considerando para esta natureza de ganho um fator de 0,03, o ganho anual atinge R\$ 111.000,00, como pode ser observado na tabela abaixo, com o comparativo de valores de inventário em trânsito por família de produtos:

**Tabela 2:** Comparativo dos valores de inventário em trânsito por família de produto  
(Adaptação da base de dados da empresa)

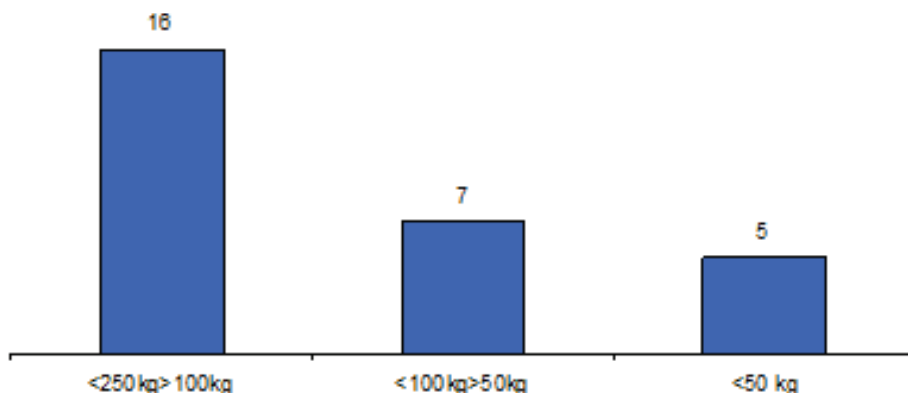
| FAMÍLIA DE PRODUTO | INVENTÁRIO EM TRÂNSITO - MARÍTIMO (MENSAL) | INVENTÁRIO EM TRÂNSITO - AÉREO (MENSAL) | DIFERENÇA (MENSAL) | GANHO ANUAL EM FLUXO DE CAIXA |
|--------------------|--|---|--------------------|-------------------------------|
| CONTROLES          | R\$ 228.548                                | R\$ 58.980                              | R\$ 169.568        | R\$ 61.044                    |
| TAMPAS             | R\$ 41.434                                 | R\$ 10.693                              | R\$ 30.741         | R\$ 11.067                    |
| TEMPORIZADORES     | R\$ 67.561                                 | R\$ 17.435                              | R\$ 50.126         | R\$ 18.045                    |
| VÁLVULAS           | R\$ 34.357                                 | R\$ 8.866                               | R\$ 25.490         | R\$ 9.177                     |
| MÓDULOS            | R\$ 44.983                                 | R\$ 11.608                              | R\$ 33.374         | R\$ 12.015                    |
| <b>TOTAL</b>       | <b>R\$ 416.881</b>                         | <b>R\$ 107.582</b>                      | <b>R\$ 309.299</b> | <b>R\$ 111.348</b>            |

Ao se comparar o total adicional anual pago por se optar pelo modal aéreo com os ganhos anuais obtidos com a redução do inventário em trânsito, obtêm-se o ganho final demonstrado na tabela a seguir:

**Tabela 3:** Demonstrativo final de ganhos (Adaptação da base de dados da empresa)

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| <b>GANHO ANUAL EM FLUXO DE CAIXA</b> | <b>R\$ 111.348</b> |
| <b>PERDA ANUAL EM FRETE</b>          | <b>R\$ 14.556</b>  |
| <b>GANHO FINAL</b>                   | <b>R\$ 96.792</b>  |

Após esta primeira análise, e com os resultados positivos obtidos, foi proposto ao time de trabalho realizar uma nova análise, desta vez selecionando apenas itens de alto valor mensal, de modo a se verificar os ganhos que seriam obtidos com a redução do tempo de trânsito. Foram selecionados todos os itens com valor mensal superior a US\$ 10.000,00 e com peso médio de programação inferior a 250 kg. Foram encontrados 28 itens, distribuídos conforme o gráfico abaixo:



**Gráfico 6:** Itens com valor maior que US\$ 10 mil e peso inferior a 250 kg  
(Fonte: Base de dados)

Neste caso, o comparativo entre os índices de cada modal mostraram-se 0,4% maiores para as despesas através do frete aéreo. O detalhamento das diferenças obtidas nos valores de fretes agrupados por família de produtos é apresentado na Tabela 4.

A análise de ganhos na redução de inventário em trânsito apontou para uma redução em 74% nesse valor, chegando a um ganho anual de R\$ 547.000,00, como pode ser observado na Tabela 5, com o comparativo de valores de inventário em trânsito por família de produtos.

**Tabela 4:** Comparativo de valores de modais por família de produto  
(Base de dados da empresa)

| FAMÍLIA DE PRODUTO | TOTAL MARÍTIMO   | TOTAL AÉREO      |
|--------------------|------------------|------------------|
| CARCAÇAS           | R\$ 220          | R\$ 1.143        |
| CONTROLES          | R\$ 623          | R\$ 1.915        |
| MODULOS            | R\$ 568          | R\$ 1.675        |
| TEMPORIZADOR       | R\$ 309          | R\$ 1.416        |
| VALVULAS           | R\$ 154          | R\$ 892          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>R\$ 1.873</b> | <b>R\$ 7.041</b> |

**Tabela 5:** Comparativo de valores de inventário em trânsito por família de produto  
(Fonte: Adaptação da base de dados da empresa)

| FAMÍLIA DE PRODUTO | INVENTÁRIO EM TRÂNSITO - MARÍTIMO (MENSAL) | INVENTÁRIO EM TRÂNSITO - AÉREO (MENSAL) | DIFERENÇA (MENSAL)   | GANHO ANUAL EM FLUXO DE CAIXA |
|--------------------|--|---|----------------------|-------------------------------|
| CARCAÇAS           | R\$ 129.670                                | R\$ 33.463                              | R\$ 96.207           | R\$ 34.634                    |
| CONTROLES          | R\$ 831.998                                | R\$ 214.709                             | R\$ 617.289          | R\$ 222.224                   |
| MODULOS            | R\$ 782.978                                | R\$ 202.059                             | R\$ 580.919          | R\$ 209.131                   |
| TEMPORIZADOR       | R\$ 247.786                                | R\$ 63.945                              | R\$ 183.841          | R\$ 66.183                    |
| VALVULAS           | R\$ 57.274                                 | R\$ 14.780                              | R\$ 42.494           | R\$ 15.298                    |
| <b>TOTAL</b>       | <b>R\$ 2.049.706</b>                       | <b>R\$ 528.956</b>                      | <b>R\$ 1.520.750</b> | <b>R\$ 547.470</b>            |

Novamente foi realizada a comparação entre o adicional anual pago por se optar pelo modal aéreo em relação aos ganhos anuais obtidos em fluxo de caixa com a redução do inventário em trânsito. Foi obtida uma redução significativa:

**Tabela 6:** Demonstrativo final de ganhos  
(Fonte: Adaptação da base de dados da empresa)

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| <b>GANHO ANUAL EM FLUXO DE CAIXA</b> | <b>R\$ 547.470</b> |
| <b>PERDA ANUAL EM FRETE</b>          | <b>R\$ 62.018</b>  |
| <b>GANHO FINAL</b>                   | <b>R\$ 485.452</b> |

O time de trabalho considerou a segunda análise realizada válida e interessante, e foi definida a realização de um projeto piloto com as 28 peças selecionadas para se avaliar a viabilidade de mudança do modal marítimo para o modal aéreo para estas peças. Após esta validação e definição da mudança de modal, foi ressaltado que existem outras fontes potenciais de redução de custo com a mudança do modal, como um estudo que poderá ser realizado para a diminuição das quantidades de estoque de segurança destes componentes devido ao menor tempo de trânsito.

## **CONCLUSÕES**

Conforme observado, as decisões na área de logística possuem caráter estratégico, pois trazem vantagens competitivas graças às reduções de custos. Entre as atividades da logística que incluem custos, pode-se destacar o serviço de transporte, que é o maior componente do custo logístico, seguido pelos estoques. Portanto, as decisões relativas aos transportes são de extrema importância, e é primordial escolher o modal correto.

Cada modalidade possui atributos específicos e características operacionais diferenciadas conforme os tipos de carga. As características dos produtos a serem transportados devem também ser levadas em conta. Para itens importados, também é necessário levantar os custos por modal relacionados à importação.

Outro custo a ser avaliado é o de manutenção de inventário, pois, de acordo com o modal, é possível haver diferentes tempos de trânsito, o que influi nos custos. Também é possível definir o modal mais adequado levando em conta as variáveis de custos, as especificidades dos modais de transporte e os tipos de carga.

Como pode ser observado no projeto da XY LTDA., partimos de um cenário onde todos os componentes importados possuíam como modal padrão o marítimo. Após o estudo, verificou-se que pode ser vantajoso optar pelo modal aéreo em casos de itens de alto valor agregado e baixo peso de programação. Os comparativos entre os valores totais de frete entre o modal marítimo e o aéreo mostraram que as despesas com o aéreo são maiores, pois a empresa possui uma grande vantagem nos valores de frete marítimo, uma vez que suas cargas são consolidadas em contêineres.

Mesmo com a diferença nos valores de frete, obteve-se um ganho significativo de reduções de inventário em trânsito, o que influi diretamente no fluxo de caixa da empresa. Conseguir ganhos para o fluxo de caixa é bastante positivo, pois propicia folga financeira imediata à empresa, dando-lhe melhor capacidade de pagamento de suas obrigações.

Além disso, a redução dos estoques e do fluxo de caixa contribui para a saúde financeira da empresa, pois diminui a necessidade de capital de giro. Este geralmente é financiado pela captação de recursos onerosos no mercado, o que proporciona maior liquidez contribui para a sobrevivência do negócio.

A realização deste projeto foi importante para empresa, pois a equipe de trabalho apontou a necessidade de definir um procedimento para identificar o modal mais adequado para a importação dos componentes. Ao se realizar este estudo, analisando todas as opções, foi possível obter ganhos para tornar os negócios da empresa mais saudáveis.

## **BIBLIOGRAFIA**

Ballou, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial – 5ª edição – Editora Bokman – 2006.

Bowersox, Donald J; Closs, David J. & Cooper, M. Bixby Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística – 2ª edição – Editora Elsevier – 2007.

Faria, Ana Cristina de & Costa, Maria de Fátima Gameiro Gestão de Custos Logísticos – 1ª edição – Editora Atlas – 2010.

Glossary of Terms - Council of Supply Chain Management Professionals. Disponível em: <http://cscmp.org/> - Acesso em : 07/03/2011.

Keedi, Samir Logística de Transporte Internacional – Veículo de competitividade – 3ª edição – Editora Aduaneiras – 2007.

Rodrigues, Paulo Roberto Ambrosio Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional – 4ª edição – Editora Aduaneiras – 2007.

Silva, Luiz Augusto Tagliacollo Logística no Comércio Exterior – 2ª edição – Editora Aduaneiras - 2007



A G Ê N C I A

**GR**

**10000**



fec  
Faculdade de Engenharia Civil,  
Arquitetura e Urbanismo



[www.fec.unicamp.br/lalt](http://www.fec.unicamp.br/lalt)