



SISTEMA LOGÍSTICO DA SOLUÇÕES USIMINAS: OTIMIZAÇÃO DE CARGA, ROTEIRIZAÇÃO E REVISÃO DA MALHA LOGÍSTICA¹

*Gil Marques de Araújo²
Gustavo Figueredo³
Igor Bristof⁴
Pedro Luiz Guglak Junior⁵
Liciane Carneiro Magalhães⁶*

Resumo

Este trabalho descreve a metodologia que será utilizada no projeto de otimização do sistema logístico da Soluções Usiminas, o qual será executado pela Webb – Soluções em Suprimentos e Logística, uma consultoria especializada. O objetivo é obter ganhos no custo operacional e na produtividade das entregas através da otimização de carga, roteirização e da revisão da malha logística com pontos de produção fixos. O uso de duas ferramentas computacionais, visando a solução ótima, faz parte da metodologia adotada. São elas, o roteirizador e formador de cargas, Axiadis, e o TransCAD, sistema que integra SIG com modelagem de demanda e funcionalidade logística. A aplicação desta metodologia prevê um expressivo resultado financeiro, além de ganhos de processo.

Palavras-chave: Roteirização; Otimização de carga; Logística.

SOLUÇÕES USIMINAS LOGISTICS SYSTEM: CARGO OPTIMIZATION, ROUTING AND LOGISTICS NETWORK REVIEW

Abstract

This paper describes the methodology of the Soluções Usiminas logistics system optimization project, which will be executed by Webb – Supply and Logistics Solution, a specialized consultancy firm. The goal is to reduce the operational cost and have more delivery productivity through cargo optimization, routing and logistics network review with production fixed places. The use of two computational tools, aiming the optimal solution, is part of the adopted methodology. They are Axiadis, which executes the routing and the cargo consolidation, and TransCAD, a system that integrates GIS with demand models and logistics functionality. This methodology application forecasts an expressive financial result, besides, the process optimization.

Key words: Routing, Cargo Optimization, Logistics.

¹ *Contribuição técnica ao 29º Seminário de Logística – Suprimentos, PCP, Transportes, 17 e 18 de junho de 2010, Joinville, SC, Brasil.*

² *Gerente de Suprimentos e Logística da Soluções Usiminas.*

³ *Consultor Webb – Soluções em Suprimentos e Logística.*

⁴ *Logística da Soluções Usiminas.*

⁵ *Logística da Usiminas.*

⁶ *Logística da Soluções Usiminas.*



1 INTRODUÇÃO

A Soluções Usiminas, empresa do grupo Usiminas, foi criada a partir da incorporação de cinco empresas beneficiadoras e distribuidoras de aço, totalizando 14 plantas no território brasileiro, desde o nordeste até o sul do país. Estas plantas se dividem em três unidades de negócio: Distribuição, Tubos e Serviços e atendem a diversos setores da economia: Indústria Automotiva, Autopeças, Moveleira, Construção civil, Linha Branca, entre outros.

A estratégia da Usiminas ao realizar esta incorporação foi obter vantagens competitivas na distribuição do aço através do ganho logístico que as 14 plantas podem proporcionar ao sistema. Diante deste cenário, a Soluções Usiminas realizará um projeto que tem como objetivo otimizar sua operação logística. Este projeto será desenvolvido em duas etapas e terá início em 23/03/2010:

- otimização de carga e roteirização, obtendo ganhos no custo de transporte e na produtividade das entregas; e
- revisão da malha logística com pontos de produção fixos, levando em consideração a engenharia fiscal, política de estoques, produção, capacidade de CDs e custo total.

1.1 Escopo

Para a realização deste projeto foi contratada uma consultoria especializada, Webb – Soluções em Suprimentos e Logística. Assegurando a sustentabilidade operacional, o escopo do projeto contempla uma visão integrada do planejamento logístico, redesenho da malha, modelos operacionais e o dimensionamento dos recursos. O *lead-time* e nível de serviço serão considerados *input* do projeto.

O planejamento e programação do projeto envolvem os seguintes pontos:

- entendimento da previsão de vendas e do crescimento da empresa;
- proposição de estratégias tributárias;
- definição da estratégia de estoques ao longo da malha;
- avaliação de impactos no planejamento e otimização de cargas e roteirização; e
- avaliação de oportunidades na programação da produção.

Já o redesenho da malha logística se depara com os aspectos descritos abaixo:

- definição da quantidade, localização e capacidade dos CDs;
- revisão dos pontos de expedição por cliente;
- definição dos pontos de estoques;
- dias de estoque;
- definição das rotas de transporte e atributos dos serviços logísticos; e
- custo total (investimento, custo operacional, custo de estoque e impactos tributários).

Os modelos operacionais envolvem desenho esquemático, premissas operacionais e procedimento de serviço para cada tipo de operação. O macro dimensionamento dos recursos para cada operação, por exemplo, veículos, estrutura de armazenagem, empilhadeiras e equipamentos de carga, também farão parte do escopo do trabalho.

O trabalho será desenvolvido em todas as operações das 3 unidades de negócio da Soluções Usiminas no Brasil, Distribuição, Tubos e Serviços. O cenário de distribuição da empresa é composto por cerca de 8.000 clientes, 1 milhão de



toneladas por ano, 68% de volume CIF, estimativa de crescimento de 40% para 2010, gasto anual de frete em torno de 40 milhões, total de 15 transportadores e 80% do volume é concentrado nos Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, com grande dispersão para os demais.

O percentual da cada unidade de negócio dentro do volume total de vendas é 50% Distribuição, 42% Serviços e 8% Tubos. Dessa forma, a unidade de Distribuição deve concentrar as principais oportunidades do projeto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Otimização de Carga e Roteirização

Laporte *et al.*⁽¹⁾ afirmam que o problema de roteirização de veículos consiste em definir roteiros de veículos que minimizem o custo total de atendimento, cada um dos quais iniciando e terminando no depósito ou base dos veículos, assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende.

A etapa 1 deste projeto se baseia na definição de Laporte *et al.*⁽¹⁾ para definir a metodologia de trabalho. Esta etapa do projeto é pragmática e voltada para resultados, pois é considerada de ganho rápido. As macro atividades estão dispostas na figura abaixo:

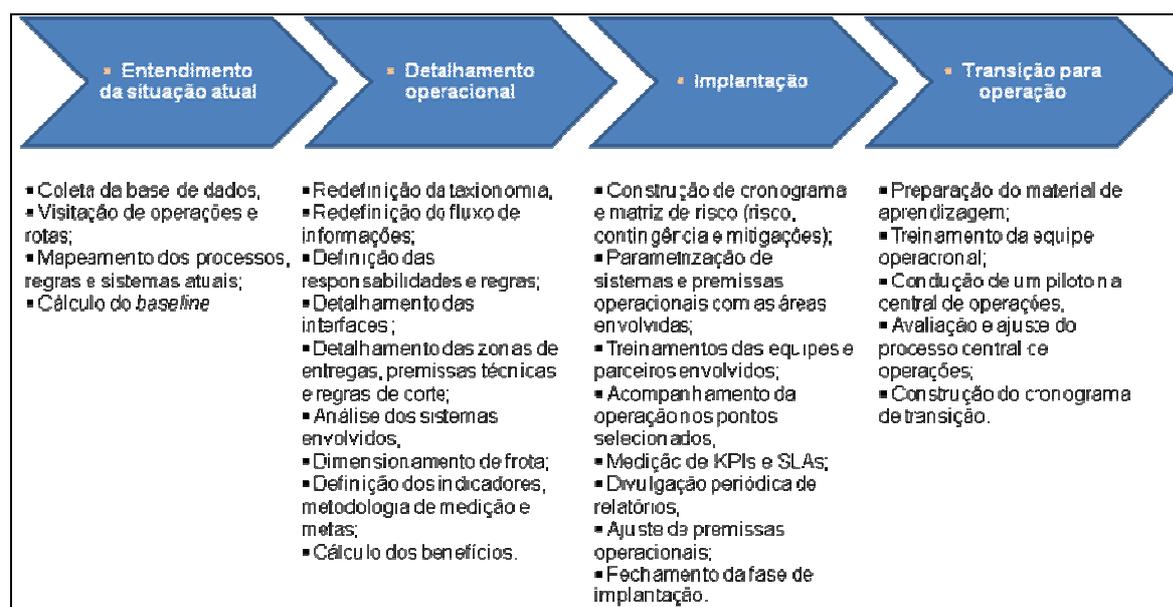


Figura 1. Macro atividades da Etapa 1 do projeto.

O primeiro passo será a construção da base de dados, a qual será focada nas operações que apresentam oportunidades de roteirização e formação de cargas. Para isto, deve-se conhecer o perfil de consumo dos clientes, por exemplo, faseamento, lote médio, restrições de veículos, janelas de trabalho, tipo de embalagem, colocação do pedido, frequência de entrega e calendarização. Em adicional, por parte da Soluções Usiminas, será necessário ter informações do número de viagens por veículo, tempos de carga e descarga, perfil de veículos, regras de consolidação, regras de ocupação, número de entregas, faseamento, formação de carga, procedimento de solicitação de veículo e retorno de canhotos.



Segundo Bodin *et al.*⁽²⁾, problemas de roteirização podem ser do tipo roteirização pura ou combinados de roteirização e programação. Condicionantes temporais não são importantes para a definição dos roteiros e das sequências de atendimento no caso de problemas de roteirização pura. Situações em que estão presentes restrições de janelas de tempo (horário de atendimento) e de precedência entre tarefas (coleta deve preceder a entrega e ambas devem estar alocadas ao mesmo veículo) caracterizam um problema de roteirização e programação. Baseado nestas características pode-se definir o problema da etapa 1 deste trabalho como um problema de roteirização e programação.

Após o levantamento dos dados, será quantificado o custo logístico ao longo da cadeia, que vai desde a área administrativa (somente custo da estrutura de roteirização), custo de estoque, armazenagem e transporte. São fatores de custo: diesel, pedágio, impostos, custo capital etc.

Hoje, algumas plantas da Soluções Usiminas utilizam um modelo de roteirização baseado em *clusters*, ou seja, um agrupamento de cidades que formam regiões fundamentado na metodologia científica de *clustering*. Através desse estudo foram criadas 50 regiões em todo do Brasil, gerando aproximadamente 150 rotas de distribuição. O aprofundamento deste modelo fará parte da metodologia utilizada pela consultoria.

Como parte do detalhamento operacional, a consultoria irá descrever como a estrutura da empresa irá executar a roteirização e formação de carga. Para isto, as interfaces com outras áreas, o fluxo de informações, as interfaces tecnológicas, os sistemas, a conectividade, a estrutura e o grau de centralização das funções são primordiais.

2.1.1 Roteirizador e formador de carga Axiodis

Para obter a solução ótima da etapa 1 do projeto, a consultoria terá o apoio de um software de planejamento e otimização de transportes, o Axiodis. Ele é um sistema completamente customizável que permite distintas funcionalidades de acordo com a natureza e complexidade da operação logística.

Uma atenção especial será direcionada para a fase de premissas técnicas, onde será conduzido um rigoroso processo de validação com o time operacional e com a área comercial.

Os dados de entrada para o roteirizador serão:

- calendarização;
- *lead time* por cliente;
- SKUs mais representativos;
- lote mínimo e médio;
- janelas de trabalho;
- horário de corte de carteira; e
- prioridades de entrega.

Para o formador de carga, os dados de entrada serão:

- dimensões, peso, volume por SKU;
- empilhabilidade;
- tipo de carga;
- endereços por CEP dos clientes;
- restrições por clientes;
- restrições legais;
- tempos de carga e descarga;



- movimentos médios; e
- curva de demanda.

Na Figura 2 segue a ilustração do roteirizador e formador de carga e dos resultados que podem ser obtidos, como por exemplo, dimensionamento da frota e clusters de clientes.

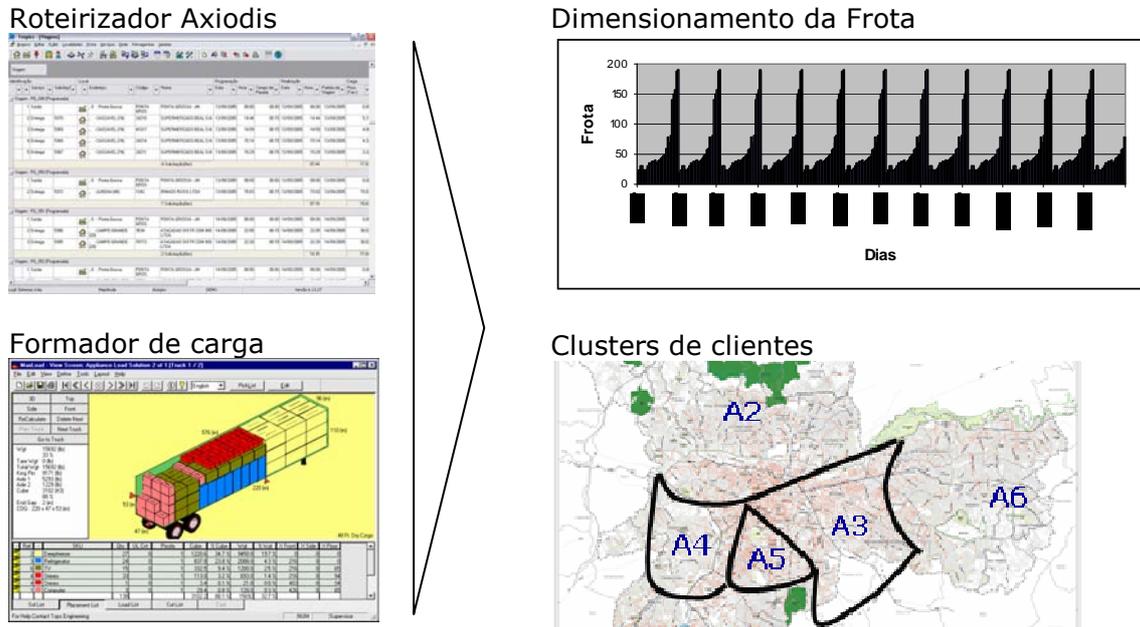


Figura 2. Ilustração do roteirizador e formador de carga.

A Figura 3 mostra, através de um fluxograma, as premissas dos roteiros de distribuição. São elas:

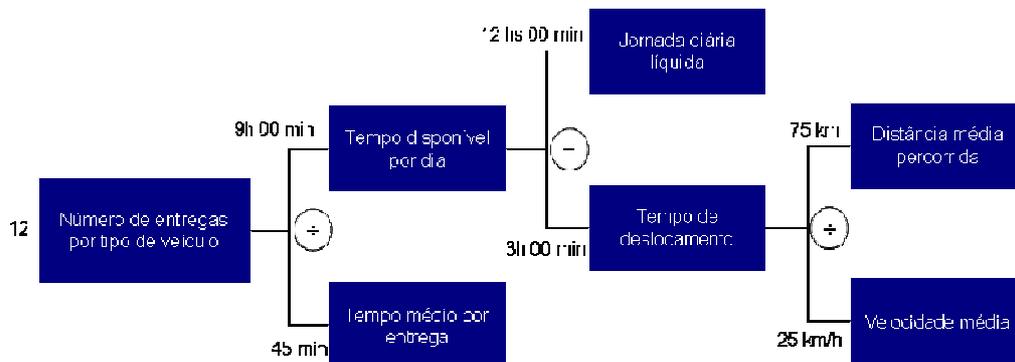


Figura 3. Premissas dos roteiros.

As variáveis que são otimizadas durante a aplicação do software estão listadas como segue:

- nº de entregas por tipo de veículo;
- perfil de veículo mais adequado;
- tamanho da frota;
- rotas fixas potenciais;
- áreas de roteirização ou cluster de clientes;



- mix de produtos ótimo por veículo; e
- sequenciamento das entregas.

A etapa 1 do projeto será finalizada com a construção de um edital que conterà a especificação técnica do sistema de transporte da Soluções Usiminas. Este edital será lançado no mercado por meio de um BID de Transporte (processo de concorrência) que premiará, ao final, os fornecedores com melhor estrutura e preço para atender a distribuição da Soluções Usiminas. O resultado deste BID prevê uma redução no custo de transporte.

2.2 Revisão da Malha com Pontos de Produção Fixos

A logística de uma empresa é responsável por quatro áreas: a localização das facilidades, a estratégia de estoques, a estratégia de transporte, e o nível de serviço aos clientes. As definições de cada área devem ser feitas conjuntamente, analisando como cada uma interfere nas demais, segundo Ballou⁽³⁾.

Dessa forma, a metodologia de revisão de malha parte inicialmente do entendimento do negócio e de toda a cadeia logística da Soluções Usiminas para a definição dos modelos de simulação com objetivo de aproximar o máximo possível a simulação da realidade operacional. O desenho da rede permite a visualização das incoerências do sistema, no que se refere ao nível de serviço, aos modais de transporte, critérios sobre a armazenagem etc.

Segundo Novaes⁽⁴⁾, a atividade de logística deve interferir no sistema logístico global de maneira a integrar, os diversos segmentos da seqüência de escoamento, desde sua fabricação até o consumo final, envolvendo a produção, a transferência e a distribuição. Os canais de escoamento e distribuição no processo macro-logístico são complexos porque envolvem um grande número de variáveis e se apresentam de inúmeras formas, conforme o caso. A técnica de disponibilizar os produtos para um determinado mercado, na quantidade adequada, no local desejado, no momento certo e com menor custo é na verdade um exercício que exige experiência, habilidade, agilidade, e que invariavelmente requer uma infra-estrutura de suporte confiável.

A Figura 4 apresenta as fases da simulação da malha logística, descrita nos itens a seguir.

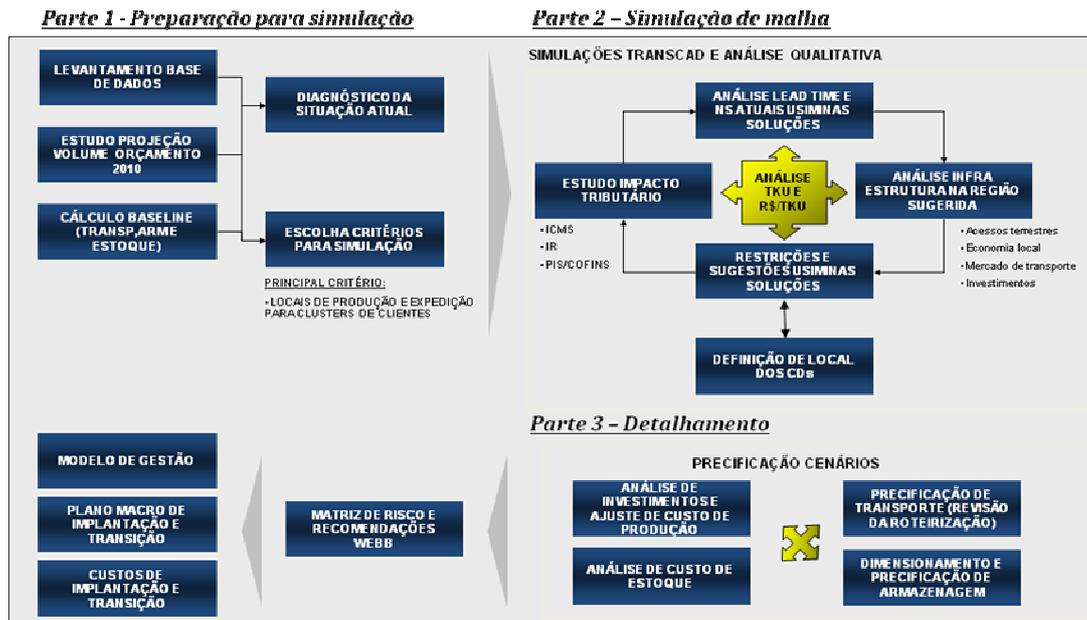


Figura 4. Fases da simulação da malha.

2.2.1 Preparação para simulação (Parte 1)

A parte 1 compreende a construção da base de dados, diagnóstico da situação atual e a definição dos cenários para simulação. Para manter a consistência na simulação, a estratégia da consultoria é construir esta base com os dados do último ano e atualizar os volumes e demais premissas comerciais sobre esta base.

A excelência operacional das empresas orienta-se através de processos além das suas operações internas, envolvendo seus fornecedores e clientes. O nível de serviço é uma destas preocupações. Segundo Johansson *et al.*⁽⁵⁾, uma empresa deve quantificar seus esforços pelas quatro “Medidas de Valor”: *Qualidade* melhor do produto e melhor *Serviço ao Cliente*, *Tempo de Ciclo* reduzido e menor *Custo* para o cliente.

Na parte de nível de serviço, é preciso entender os requerimentos de cada canal de venda e conduzir reuniões para parametrizar o nível adequado por canal por região. Segue a Figura 5 como ilustração.



Itens	Canal 1	Canal 1	Canal 2	Canal 2	Etc.
	Região 1	Região 2	Região 1	Região 2	
1. Agendamento entrega	x	x			
2. Viabilidade status pedido		x			
3. Disponibilidade de produtos			x	x	x
4. Entregas urgentes	x				
5. Entrega programada	x	x		x	
6. JIT	x	x			
7. Venda consignada	x		x		

CLUSTER	MÉDIA DE DIAS	
	HISTÓRICO 2007	OBJETIVO 2013
Canal 1 / Região 1	2,6	1,8
Canal 1 / Região 2	3,1	2,2
Canal 2 / Região 1	3,0	3,0
Canal 2 / Região 2	2,5	1,8
Etc.	2,8	2,2

Figura 5. Nível de serviço por canal por região.

A partir deste entendimento, é aplicada uma seqüência lógica e robusta para determinar a relação ótima entre nível de estoque e nível de serviço. Esta aplicação deve ser validada pelo comitê do projeto e em seguida serão utilizadas as informações da base de dados para recomendar a melhor política para cada ponto de estoque.

Segundo Ballou⁽⁶⁾, o gerenciamento de estoque pode ser medido através da probabilidade de utilizar um produto do estoque atual para atender um pedido. Esta taxa de atendimento do item é chamada de nível de serviço. Portanto, o nível de estoque de produto acabado é uma função matemática do nível de serviço, além da utilização dos ativos fixos refletida nos ciclos produtivos e dos volumes e variabilidades da demanda.

Ainda segundo Ballou⁽⁶⁾, a curva de contribuição de lucro da companhia é resultado da diferença entre receitas e custos nos diversos níveis de serviço. O nível de serviço ideal no sistema de planejamento logístico localiza-se no ponto da curva onde o lucro é máximo, ou seja, para calcular o nível de estoque requerido, primeiro deve-se calcular o nível de serviço que gera o maior valor econômico para a companhia. Para isso, é necessário calcular os custos de estoque e os custos de venda perdida.

O estoque de ciclo é dimensionado com base no *lead-time*, no tempo de ciclo de planejamento e produção e no tempo de trânsito. De acordo com Bowersox⁽⁷⁾, uma parcela do estoque médio é composta pelo estoque de segurança, o qual contém duas componentes:

- parcela que cobre as variações de curto prazo de demanda; e
- parcela que cobre a variabilidade da cadeia de abastecimento.

A Figura 6 representa o gráfico do estoque de ciclo comentado anteriormente.

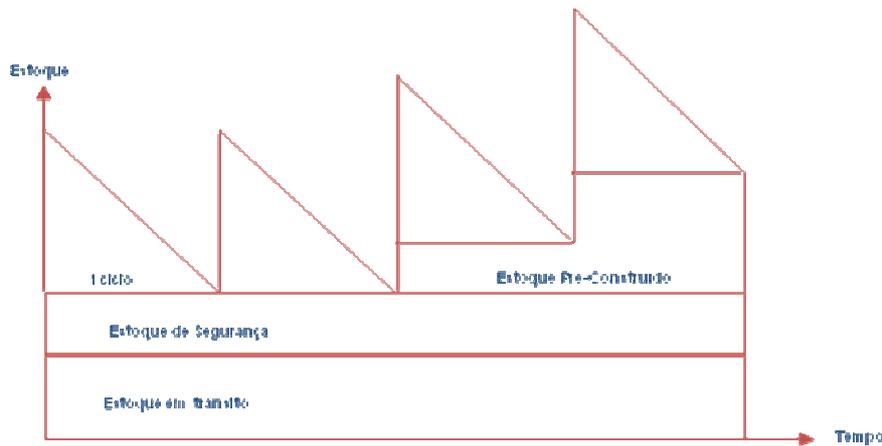


Figura 6. Estoque de ciclo.

A atividade descrita anteriormente será realizada para a unidade de negócio Distribuição no caso de abertura de novos CDs e de mudança da lógica de expedição.

Os estudos tributários serão suportados pela consultoria, no entanto a validação técnica será responsabilidade da equipe da Soluções Usiminas. O principal tributo levado em consideração neste estudo é o ICMS.

2.2.2 Simulação da malha (Parte 2)

A simulação da malha é um processo iterativo de simulação que define a composição de custo e nível de serviço de cada cenário de malha logística. Esta atividade será desenvolvida no TransCAD, um sistema utilizado para armazenar, mostrar, gerenciar e analisar dados de transporte, combinando uma plataforma de SIG (Sistema de Informação Geográfica) com um sistema de modelagem de transportes (Melo e Ferreira Filho⁽⁸⁾).

Segundo Caliper⁽⁹⁾, o sistema trabalha com todos os modais de transporte e quando aplicado a modelos de roteirização e logística, pode ser utilizado por setores públicos e privado, por exemplo:

- operações de coleta e entrega;
- planejamento da distribuição;
- manutenção de facilidades/oportunidades (Facility maintenance);
- coleta e entrega porta-a-porta;
- varrição de ruas ou remoção de neve;
- coleta de lixo sólido e reciclável; e
- cálculo de distâncias percorridas.

A partir desta simulação, a consultoria identificará os números e as localizações ótimas para os pontos de estoque em cada um dos cenários desejados. A expectativa inicial não será mudar os CDs atuais e sim verificar se existe demanda e oportunidade para a abertura de novos CDs. Nestes casos, será analisado um potencial compartilhamento com a Usiminas. A simulação dos cenários potenciais otimizará diferentes variáveis que suportarão o processo de decisão. A simulação se inicia no TransCAD a partir da alimentação dos dados mostrados na Figura 7.

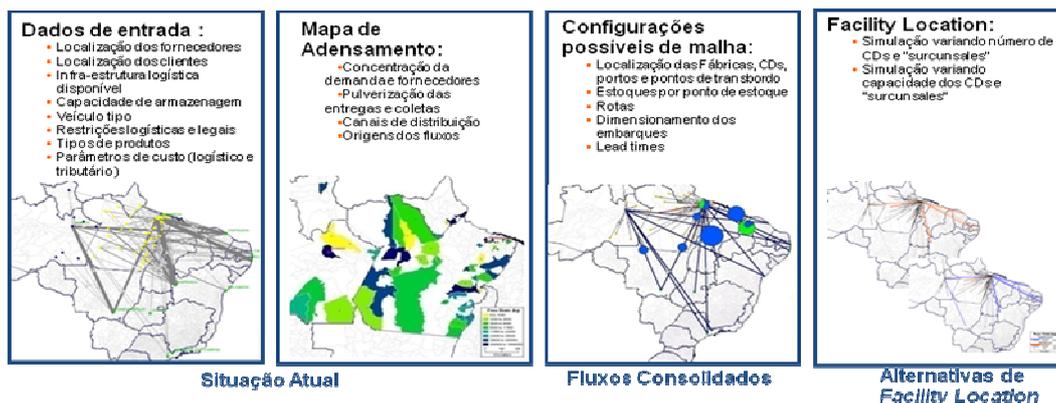


Figura 7. Simulação da malha.

Para um cálculo mais acurado do custo de transporte serão aplicados diferentes R\$ x TON x Km de acordo com a base de dados da Soluções Usiminas e com a base de dados proprietária da consultoria. A expectativa é que esta análise propicie uma importante redução de custo logístico para a unidade de negócio Distribuição. Como exemplo, durante um trabalho de revisão da malha logística, Chao⁽¹⁰⁾ sugere que o custo total de transporte pode ser medido segundo a fórmula:

$$C_T = C_{TR} + C_{TX} - LA_{NS}$$

onde: C_T = Custo Total

C_{TR} = Custo de Transporte Regular

C_{TX} = Custo de Transporte Extra (urgente)

LA_{NS} = Lucro Associado ao Nível de Serviço

O custo de transporte regular e o custo de transporte extra nesta fórmula estão associados ao custo de frete (distribuição). Já o lucro associado ao nível de serviço está relacionado como o aumento da venda, como consequência do aumento da capacidade de movimentação do produto. Esta abordagem é bastante relevante para a obtenção dos resultados previstos com este trabalho.

2.2.3 Detalhamento (Parte 3)

Finalmente na parte 3 desta fase, haverá o detalhamento dos custos, a construção da matriz de avaliação e do plano de implantação para o cenário final. A precificação do transporte será executada a partir do resultado da otimização de carga e roteirização que é foco da etapa 1 do projeto. O tipo de modal será considerado nesta precificação, além dos *clusters* de atendimento a clientes partir de cada CD e planta como resultado das simulações do TRANSCAD.

A consultoria possui simuladores específicos para dimensionar os armazéns considerados em cada cenário e calcular uma estimativa para o custo operacional. Neste caso, serão utilizados os custos unitários das regiões de cada CD e métricas de dimensionamento.

Para a construção do fluxo de caixa de cada cenário, serão definidas as componentes das entradas e saídas, bem como as premissas necessárias para os cálculos financeiros. A análise de risco e complexidade operacional serão consideradas para a recomendação do cenário final. O plano de implantação será dividido em fases ao longo do tempo, considerando as limitações de capacidade da Soluções Usiminas.



3 RESULTADOS PREVISTOS

A execução deste projeto de otimização da operação logística proporcionará benefícios significativos a Soluções Usiminas. Os ganhos previstos estão ligados a grandes economias e à padronização de processos. Baseado nos resultados obtidos em outros projetos desta mesma magnitude, os benefícios financeiros previstos para cada etapa deste trabalho são:

- Etapa 1 – Otimização de carga e roteirização: Ganho anual de R\$ 2.000.000,00; e
- Etapa 2 – Revisão da malha logística: Ganho anual de R\$ 9.000.000,00.

Além de uma economia desta magnitude, a Soluções Usiminas obterá ganhos com a equalização dos processos logísticos das 14 plantas. Seguem alguns exemplos importantes:

- modelo único de distribuição - rotas;
- mais eficiência no gerenciamento dos processos, facilitando tomadas de decisão;
- logística verde – busca contínua pela redução da utilização dos recursos logísticos, tais como combustível, CO₂, energia elétrica, entre outros; e
- modelo único de cotação de frete – poder de barganha (volume).

4 DISCUSSÃO

Os ganhos previstos para a Soluções Usiminas neste projeto possuem a mesma magnitude quando comparados a resultados obtidos por empresas do mesmo setor ou de outros setores da economia. Por exemplo, a Usiminas siderúrgica está finalizando um projeto de revisão da sua malha logística, o qual seguiu o mesmo escopo e metodologia da etapa 2 do projeto da Soluções Usiminas. Os resultados obtidos são muito robustos e já estão próximos de uma economia anual de R\$ 100.000.000,00. Deste total, 20% referem-se à redução do custo operacional logístico e 80% são ganhos tributários.

No setor agroindustrial, o redesenho da malha logística, envolvendo a otimização da operação de transferência e distribuição, revisão da capacidade de armazenagem, recomendação de incentivos fiscais e análise da cobertura de estoque aumentou a margem da Syngenta em 3 pontos percentuais e reduziu seu custo operacional logístico em 15%.

Já o grupo FEMSA, Fomento Econômico Mexicano S.A, realizou um projeto envolvendo toda a cadeia de suprimentos da companhia, englobando a cervejaria Kaiser e vendas de refrigerantes. Neste projeto foi estruturado todo o processo de planejamento integrado, com definição de nível de serviço e malha logística. O grupo obteve uma redução de 11% no custo total de distribuição (armazenagem e transporte).

5 CONCLUSÃO

Os ganhos previstos neste trabalho serão de grande importância para a melhor integração da cadeia de suprimentos da Soluções Usiminas e, conseqüentemente, para a obtenção de vantagens competitivas. A realização de um projeto deste porte utilizando técnicas de roteirização permite ganhos significativos, tanto do ponto de vista financeiro, quanto em termos da qualidade do serviço, permitindo maior



quantidade e fidelidade de clientes. A real obtenção destes resultados impulsionará investimentos futuros na busca pela melhoria contínua de processos e serviços. Deve-se destacar também que a utilização de ferramentas de planejamento logístico facilita a manipulação de grande quantidade de dados, identificação e correção de erros.

REFERÊNCIAS

- 1 Laporte, G.; Gendreau, M.; Potvin, J. Y. e Semet, F. (2000). Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem, *International Transactions in Operational Research*, v.7, n4/5, p.285-300.
- 2 Bodin, L. D.; Golden, B.; Assad, A. e Ball, M. (1983). Routing and scheduling of vehicles and crews: The state of the art. *Computers and Operations Research*, v. 10, n.2.
- 3 Ballou, Ronald. H. (1998). *Business Logistics Management*. Prentice Hall, New Jersey, 4th ed.,U.S.A.
- 4 Novaes, A. G. (1989). *Sistemas Logísticos: Transporte, Armazenagem e Distribuição Física de Produtos*. Editora Edgar Blücher, São Paulo.
- 5 Johansson, H. J.; Mchugh, P.; Pedlebury, A. J. e Wheller A. W. (1995). *Processos de Negócios: Como criar sinergia entre a estratégia de mercado e a excelência operacional*. Biblioteca Pioneira de Administração e Negócios, São Paulo : Pioneira, 227 p.
- 6 Ballou, Ronald. H. (2001). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. – 4. Ed. – Porto Alegre: Bookman.
- 7 Bowersox, D. J. e Closs, D. J. (2001). *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. – São Paulo: Atlas.
- 8 Melo, A. C. S. e Ferreira Filho, V. J. M. (2001). Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos. *Pesquisa Operacional*, Julho 2001, Vol.21, n. 2, p.223-232. ISSN 0101-7438.
- 9 Caliper Corp. (1996). *TransCAD – The Premier GIS for Transportation, Logistics, and Operations Research*.
- 10 Chao, W. (2001). *Identificação de gargalos na cadeia logística utilizando técnicas de simulação: Avaliação da malha de distribuição de GLP em São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.