

**INOVAÇÃO NA GESTÃO DO AGRONEGÓCIO PARANAENSE:  
SOFTWARE PARA OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA DA CAPTAÇÃO DE LEITE DE UMA  
COOPERATIVA AGROPECUÁRIA<sup>1</sup>**

*Ricardo Silveira Martins<sup>2</sup>, Weimar Freire da Rocha Júnior<sup>3</sup>, Paulo do Carmo Martins<sup>4</sup>,  
Luiz Carlos Takao Yamaguchi<sup>5</sup>, Débora Silva Lobo<sup>6</sup>, Homero Fernandes de Oliveira<sup>7</sup>*

**RESUMO**

O objetivo geral desta pesquisa foi o desenvolvimento e implementação da otimização da gestão da logística de captação de leite na Cooperativa Agropecuária Castrolanda (PR). Tal preocupação tem referências na reestruturação experimentada pelo setor e no processo de granelização da coleta, que viabilizou a implementação de nova logística. O modelo utilizou a heurística das economias de Clark e Wright (CW), minimizando a distância total percorrida, como uma *proxy* dos custos de transporte, sujeita às restrições de produção nas propriedades, capacidade dos tanques, tipo de caminhão acessível nas estradas principais, secundárias e nas vias de acesso. As principais conclusões que podem ser extraídas deste trabalho referem-se às vantagens oferecidas pelo modelo desenvolvido em relação às sistemáticas empíricas e aos modelos comerciais importados e que foram originalmente desenvolvidos para solucionar problemas de otimização aplicáveis aos meios urbanos.

**Palavras-chave:** Agronegócio do leite; logística agroindustrial; Paraná.

<sup>1</sup> Com base na pesquisa desenvolvida pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)/Gado de Leite, financiada pelo Fundo Setorial Verde-Amarelo, Conv. Finep 01.02.0166.00.

<sup>2</sup> Professor do Mestrado em Desenv. Regional e Agronegócios da Unioeste/Campus de Toledo e membro do Translog - Grupo de Pesquisas em Transportes e Logística Agroindustrial Cx. Postal 520 85.900-970 Toledo PR – Brasil - ricleimartins@uol.com.br

<sup>3</sup> Professor do Mestrado em Desenv. Regional e Agronegócios da Unioeste/Campus de Toledo e membro do Translog - Grupo de Pesquisas em Transportes e Logística Agroindustrial Cx. Postal 520 85.900-970 Toledo PR – Brasil - wrocha@unioeste.br

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Leite e Professor da FEA/UFJF, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, Cep. 36.038-330, Juiz de Fora MG – Brasil – pmartins@cnppl.embrapa.br

<sup>5</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, Cep. 36.038-330, Juiz de Fora MG – Brasil – takao@cnppl.embrapa.br

<sup>6</sup> Professor Adjunto da Unioeste/Campus de Toledo e membro do Translog - Grupo de Pesquisas em Transportes e Logística Agroindustrial Cx. Postal 520 85.900-970 Toledo PR – Brasil - dslobo@uol.com.br

<sup>7</sup> Professor Assistente da Unioeste/Campus de Toledo e das Faculdades Sul Brasil e membro do Translog - Grupo de Pesquisas em Transportes e Logística Agroindustrial Cx. Postal 520 85.900-970 Toledo PR – Brasil - sistemas@fasul.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio do leite é marcado por transformações substanciais a partir dos anos de 1990. Em meio aos novos cenários, a produção primária cresceu substancialmente, de 14,5 bilhões de litros em 1990 para 19,1 bilhões de litros em 1999, o que representou uma taxa de crescimento anual de 3,31%, com um aumento de produtividade de 5,51 % a.a. (YAMAGUCHI et al., 2001).

Dentre as transformações, alguns acontecimentos merecem destaque. Por exemplo, em 1992, o Estado deixou de tabelar os preços, nos diversos níveis, após mais de 45 anos de controle no mercado. No plano macroeconômico, a estabilização da economia (Plano Real) possibilitou um significativo crescimento da demanda por lácteos. No âmbito nacional, o incremento da atividade na região Centro-Oeste alcançou níveis extremamente significativos, colocando o estado de Goiás dentre os expoentes da produção nacional.

Por outro lado, as importações também cresceram significativamente, o que coloca o Brasil na condição de sexto país maior produtor de leite e, ao mesmo tempo, o oitavo maior importador (BRANDÃO e LEITE, 2001). Isso representou uma média de comprometimento de divisas de US\$ 400 milhões/ano nos anos 90 (MARTINS, 2001).

No segmento industrial, houve processo de aquisições de laticínios de mercados regionais por grandes empresas nacionais e principalmente transnacionais. Novas plantas industriais foram estruturadas, com maior capacidade de processamento, e houve racionalização na distribuição, com a reorganização dos canais.

No plano operacional, as transformações tiveram como foco a qualidade da matéria-prima, materializadas na granelização da coleta e do transporte e no resfriamento do leite na propriedade. Até a primeira metade dos anos noventa, o transporte do leite das propriedades até as usinas de beneficiamento ocorria por caminhões comuns, sendo o leite acondicionado em latões.

A partir da segunda metade da década, foi introduzida e rapidamente disseminada a coleta a granel, com transporte em caminhões com tanques isotérmicos, com implicações logísticas importantes. A implantação do sistema de coleta de leite a granel, no Brasil, transcorre de forma rápida a ponto de ser considerada como uma das mais aceleradas do mundo, indo de encontro ao Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL), instituído pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Essa transição ocorreu de forma mais intensa no estado do Rio Grande do Sul, que hoje possui 100% do leite produzido na forma granelizada. O PNQL prevê a granelização total até o ano de 2005 nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e até o ano de 2011 nas regiões Norte e Nordeste. Nos principais estados produtores, a coleta granelizada já predomina dentre os sistemas de captação utilizados (figura 1).

FIGURA 1 - PERCENTUAL DE GRANELIZAÇÃO DO LEITE CAPTADO PELAS COOPERATIVAS, SEGUNDO OS ESTADOS BRASILEIROS - 2002

ESTADOS	%
Santa Catarina	95
São Paulo	89
Minas Gerais	88
Paraná	79
Rio Grande do Sul	78
Goiás	78
Espírito Santo	49
Rio de Janeiro	41
Mato Grosso do Sul	24
Bahia	17
Brasil	79

FONTE: NOGUEIRA NETTO (2003)

A coleta de leite a granel produz inúmeras transformações no agronegócio do leite. Esse sistema de coleta reduz os custos de captação da matéria-prima, elimina postos de resfriamento, aumenta a produtividade na fazenda e aumenta sensivelmente a qualidade do leite que chega para processamento nas indústrias. O processo consiste na coleta do produto *in natura* resfriado nas propriedades diretamente para os caminhões-tanques isotérmicos através de mangote flexível e bomba especial auto-aspirante diretamente do resfriador. Isso possibilita que o leite

recolhido na propriedade conserve suas propriedades pelo resfriamento imediato (SOBRINHO et al., 1995; JANK e GALAN, 1998).

A introdução do conceito de logística de transporte possibilita o fechamento de postos de resfriamento, a redução de rotas de coleta e o aumento da quantidade de carga transportada por caminhão, redundando em significativas economias nos custos de transporte (MARTINS et al., 1999) e em ganhos em qualidade (SOBRINHO et al., 1995). A figura 2 detalha alguns parâmetros que podem ilustrar estes ganhos.

FIGURA 2 - PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO COLETA GRANEL E COLETA EM LATÕES PARA O LEITE NA COOPERATIVA SUDCOOP (MEDIANEIRA – PR)

PARÂMETROS	COLETA EM LATÕES (DEZEMBRO DE 1992)	COLETA A GRANEL (MAIO DE 1999)
Recepção de leite	8.690.820	10.361.905
Número de produtores	7.389	3.693
Média litros/dia/produtor	37,9	90,5
Número de linhas	135	62
Número de veículos	142	52
Número de viagens/dia	173	72
Volume médio/veículo	1.974	6.428
Temperatura média leite (o C)	22	6,2

FONTE: FONSECA (2001)

Os novos procedimentos adotados referentes às operações logísticas, contudo, deram-se, em geral, de modo empírico. Com a pressão permanente de produtos importados quase sempre subsidiados na origem e o distanciamento da produção em relação aos principais centros de consumo, as empresas reconhecem a dificuldade de incorporação de novas ferramentas que reduzam o custo de captação e otimizem as linhas, os veículos e postos de resfriamentos.

No Brasil, somente as maiores empresas do setor, estão implantando procedimentos de otimização. Dada a inexistência de ferramentas que considerem as características nacionais, estas empresas estão se valendo de softwares importados customizados (dentro de suas restrições originais de aplicabilidade ao setor) e destinados originalmente à captação de lixo urbano ou a distribuição de gás de cozinha.

O objetivo geral desta pesquisa foi, então, o registro dos procedimentos e dos resultados obtidos pelo desenvolvimento e implementação de um software para captação de leite na Cooperativa Agropecuária Castrolanda, gerando ferramenta de gestão ágil e segura (software específico), que possibilitou aprimorar o processo de captação de leite junto aos produtores, nos aspectos custos de captação, frota e pagamento ao transportador, considerando as inconstâncias ditadas pela oscilação da produção nas propriedades ao longo do ano (safra e entressafra) e a freqüente entrada e saída de produtores na atividade, como estratégia de sustentabilidade da Castrolanda, com repercussão no desenvolvimento regional, haja vista o potencial de geração de renda e emprego da atividade.

## **2 LOGÍSTICA EMPRESARIAL - ALGUNS ASPECTOS**

A palavra Logística tem origem francesa (do verbo loger, que significa “alojar”) e por muito tempo foi entendida como um termo militar, representando a arte de transportar, abastecer e alojar as tropas. Surgindo depois, um significado mais amplo, tanto para uso militar como industrial: “(...) a arte de administrar o fluxo de materiais e produtos, da fonte para o usuário” (BALLOU, 1993, p. 10).

Definições tradicionais de logística podem ser encontradas em Ballou (1993, p.17) que diz que a: “Logística é responsável por diminuir o hiato entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem e na condição física que desejarem”.

Verlangieri (2001) define logística como sendo o sistema de administrar qualquer tipo de negócio de forma integrada e estratégica, planejando e coordenando todas as atividades, otimizando todos os recursos disponíveis, visando o ganho global no processo no sentido operacional e financeiro.

Na atualidade, percebe-se que o conceito de Logística Empresarial está muito difundido, sendo que, a grande maioria das empresas está utilizando-se da

grande variedade de estudos na área para aumentar seus lucros e reduzir seus custos. Sendo assim, cabe agora verificar as várias definições de Logística Empresarial existentes.

De acordo com Wood Júnior (2000, p.196), nas empresas, a logística tem ganhado diferentes definições, correspondendo a uma importante amplitude de objetivos, experimentada ao longo do tempo.

Segundo Christopher (1997, p. 2), a "(...) logística empresarial é o processo com o qual se dirige de maneira estratégica a transferência e a armazenagem de materiais, componentes e produtos acabados, começando dos fornecedores, passando pelas empresas, até chegar aos consumidores".

A logística empresarial pode ainda ser definida, de acordo com Martins (2003, p. 14), como um "Processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes."

Ainda segundo esse autor, a logística empresarial tem a missão de satisfazer as necessidades do cliente, facilitando as operações relevantes de produção e marketing, disponibilizando o produto certo, no lugar certo, na hora certa, com qualidade e preço justo.

A definição de logística empresarial proposta por Ballou (1993, p. 24) é de que esta "Trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviços adequados aos clientes a um custo razoável."

A definição mais recente de logística empresarial é dada pelo North American Council of Logistics Management (NACLM) citado por Ramos (2002, p. 11): "Logística empresarial é o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e o

armazenamento, eficiente e eficaz em termos de custo, de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correlatas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de obedecer às exigências dos clientes.”

Atualmente, a visão logística exige algo mais: a união de fabricantes, atacadista e varejistas para viabilizar a competitividade da cadeia de suprimentos, integrando os seguintes subsistemas: logística de suprimento, logística de produção e logística de distribuição. Esta é uma concepção do Council of Logistic Management dos Estados Unidos (a maior organização profissional de logística no mundo).

A abertura dos mercados e as conseqüentes expansões das oportunidades de negócios e da competição são forças das mais vigorosas no impulsionamento da logística. Com o progresso industrial, a disponibilidade de ofertas mais amplas por parte de mais competidores ocorre simultaneamente à agilidade de escolha de fontes de suprimento e de compra muito mais amplas. Desta forma, o mercado espera e exige níveis de serviço de maior eficiência e efetividade. Do ponto de vista do posicionamento frente ao cliente, a logística pode representar importantes forças competitivas na concorrência, em termos de custo, qualidade e prazos.

No contexto da atualidade, a logística tem ocupado uma posição estratégica nas decisões empresarias, impulsionada por fatores, tais como:

- Aumento da competição: um fator importante para o sucesso da empresa é que ela possa fornecer produtos com vantagens competitivas em relação aos concorrentes. Dado o aumento da concorrência, as empresas estão sendo obrigadas a tornar-se eficazes e a encontrar na logística um fator estratégico para proporcionar maior agilidade a seus negócios, bem como prever possíveis atitudes da concorrência. A logística é um fator estratégico (agilidade, confiabilidade e flexibilidade).
- Ciclo de vida dos produtos: agilidade para desenvolver e colocar no mercado novos produtos, pois, devido ao rápido avanço tecnológico e às constantes e crescentes mudanças dos produtos, o ciclo de vida desses

diminuiu muito. As empresas estão sendo obrigadas a inovar sua linha de produtos para se manterem no mercado.

- Clientes mais exigentes e mais bem informados: logística de produção para proporcionar produtos com qualidade e tecnologia. Antes de comprar o cliente pesquisa preço, qualidade, assistência técnica, garantias.
- Racionalização da base de fornecedores: melhora as condições para garantir produtos sempre disponíveis e na qualidade necessária. Por outro lado, garante-se relações mais estreitas e de longo-prazo empresa-fornecedor, com vínculos de maior confiança e qualidade, produtos de melhor qualidade, com estoques menores, redução do *lead time*.
- Demanda por parcerias: Relacionamento simbiótico, com compromissos de longo-prazo entre as partes.

A logística empresarial tem como principal objetivo reduzir os custos e maximizar os lucros das empresas. Segundo Ching (1999) este objetivo pode ser alcançado através da agilidade de informação e flexibilização no atendimento de entrega dos produtos aos consumidores.

Ainda segundo este autor, a logística representa um fator econômico em virtude da distância existente tanto dos recursos (fornecedores), como de seus consumidores, e esse é um problema que a logística tenta superar. Se ela conseguir diminuir o intervalo entre a sua produção e a demanda, fazendo com que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem e na condição física que desejarem, é comprovado que ambas ganharam (CHING, 1999).

Segundo Kobayashi (2000, p.18) as finalidades da logística empresarial, atualmente, podem ser compreendidas nos "8R" abaixo apresentados:

- *Right Material* (materiais justos);
- *Right Quantity* (na quantidade justa);
- *Right Quality* (de justa qualidade);
- *Right Place* (no lugar justo);

- *Right Time* (no tempo justo);
- *Right Method* (com o método justo);
- *Right Cost* (segundo o custo justo);
- *Right Impression* (com uma boa impressão).

Para satisfazer essas exigências é necessário que a logística reorganize globalmente as funções de abastecimento de materiais, componentes, etc.; de produção e compra no atacado; de desenvolvimento dos produtos e distribuição física; de vendas e, assim sucessivamente, procurando estruturá-las juntamente, tornando-as um sistema. Segundo Christopher (1997) estas funções devem ser integradas à estratégia empresarial e orientadas para o atendimento das necessidades dos clientes.

Dentro das empresas existem atividades que podem ser classificadas como primárias para o atendimento dos objetivos logísticos de custo e nível de serviços. Essas atividades-chaves são: o processamento de pedidos, a manutenção de estoques e o transporte.

De acordo com Ballou (1993), essas atividades são consideradas primárias porque contribuem com a maior parcela do custo total da logística, ou seja, elas são essenciais para a coordenação e o cumprimento da tarefa logística.

Para a maioria das empresas o transporte é a atividade logística que possui maior importância, por absorver, em média, de um a dois terços dos custos logísticos. A administração da atividade de transporte geralmente envolve decisão quanto ao método de transporte, aos roteiros e à utilização da capacidade dos veículos.

Sendo assim, segundo Martins (2003), as atividades de transporte são medidas de acordo com as distâncias percorridas entre os pontos de produção e de consumo e o tempo em que os fluxos ocorrem. Esse parâmetro é conhecido como "tempo de trânsito", sendo uma variável importante, pois influi nos volumes de estoque, nos custos de manutenção de estoques, nos períodos de cobrança e também no nível de serviços que uma empresa pode oferecer.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 COOPERATIVA AGROPECUÁRIA CASTROLANDA

A Cooperativa Agropecuária Castrolanda foi fundada por imigrantes holandeses, no ano de 1951, em Castro (PR). Encontra-se inserida no segmento agropecuário, tendo como um dos principais produtos o leite. A Castrolanda reúne 563 associados, 206 bovinocultores e um rebanho de 13.000 vacas, para uma produção média em torno de 1.200 litros/dia/fornecedor.

A Castrolanda participa do pool ABC - Arapoti, Batavo e Castrolanda, desde sua criação em 2001, que comercializa conjuntamente mais de 400 mil litros de leite resfriados por dia. A função do pool é captar leite de forma eficiente e negociar a venda nas melhores condições possível, sem a industrialização ou qualquer beneficiamento.

As características da região de atuação da Castrolanda podem ser resumidas no elevado volume de leite e pequenas distâncias entre as propriedades, excelente padrão de sanidade do produto, boa infra-estrutura de estradas rurais, elevado nível de tecnificação do produtor e baixa sazonalidade da produção.

#### 3.2 PROCESSO DE FORMATAÇÃO DO PROBLEMA E DA MODELAGEM

O trabalho foi iniciado com visitas técnicas a Cooperativa Castrolanda e operadores (transportadores) para que fosse bem entendido o processo empírico desenvolvido pela empresa nas condições atuais. Constatou-se que o leite é vendido na modalidade FOB, num volume médio diário entre superior a 400.000 l, sendo a coleta organizada de forma empírica e com a ajuda dos motoristas.

Os veículos utilizados atualmente são toco (capacidade de 8.500l), truck (capacidade de 12.300-13.500 l) e carreta (capacidade de 19.000-26.500 l) e as rotas são basicamente fixas, com pequenas alterações no período de pico da safra.

A primeira atividade da pesquisa consistiu, então, na formação do banco de dados das propriedades. Foram estabelecidas as variáveis relevantes no caso, a saber: posicionamento geográfico; tanque de resfriamento: capacidade e marca; avaliação das condições de acesso de veículos; horário das ordenhas. Foram visitadas 461 propriedades para o levantamento de tais informações.

Outro fator importante para o planejamento está no fato da produção ser bastante diferente entre um produtor e outro. Existem propriedades com produção de até 200 litros por dia, já outros chegam a produzir mais de 14.000 litros por dia. E por último, como fator a ser considerado na roteirização da coleta está o fato de que alguns produtores necessitam que a coleta seja efetuada diariamente, enquanto que outros podem ter a coleta a cada 48 horas, em função da relação produção diária e capacidade do tanque de resfriamento da propriedade.

Constatou-se, no início do processo de modelagem, na consulta a literatura especializada, que algumas características do processo, tais como restrição dos veículos na origem, não viabilizavam o conhecimento de outras experiências que pudessem auxiliar no processo.

Por outro lado, a dispersão geográfica das propriedades e a ausência de um sistema de georeferenciamento das estradas rurais constituíam-se numa dificuldade adicional que tornavam singular o problema e afastavam das experiências de problemas conhecidos.

Assim, dentro destas adversidades, iniciou-se o processo procurando facilitar o problema da dispersão geográfica agregando os produtores em 5 agrupamentos: Ponta Grossa, Carambeí-Tronco-Castro, Piraí, Carretas Castrolanda e Carretas Carambeí, sendo estas 2 últimas por critérios de especificidade do veículo para coleta.

Como uma caracterização geral dos agrupamentos, enquanto regiões de produção, Piraí e Ponta Grossa são agrupamentos compostos de pequenos produtores, em geral, e são distantes também da "base operacional", considerada a sede

administrativa da Castrolanda. Estes aspectos implicarão resultados ruins nos aspectos custo, distância e densidade da coleta nestas áreas. Já as áreas denominadas carretas Carambeí e carretas Castrolanda reúnem grandes produtores, implicando alta densidade da coleta, uma vez que estão localizados muito próximos da base. O agrupamento Carambéi-Castro é o que reúne mais produtores, porém com grande diversidade tecnológica e de produção diária. Reúne também diversidades quanto a avaliação de acesso de veículos às propriedades.

Num passo intermediário, o conjunto foi testado utilizando a metodologia de p-medianas, mas os resultados obtidos para os agrupamentos apresentavam alta dispersão no número de produtores. Dessa forma, a roteirização que se seguiria ficaria prejudicada considerando que há a possibilidade de até três tipos de caminhão para coleta em cada um dos agrupamentos, levando a caminhões rodando com capacidade de carga muito abaixo da capacidade.

Para cada agrupamento, foi gerada uma matriz de distâncias entre os produtores, a partir do princípio da distância euclidiana. A distância real foi resultante da correção pelo parâmetro 2,00. Embora a literatura indicasse para distâncias rodoviárias e meios urbanos o parâmetro 1,3 constatou-se, pelo confronto dos resultados com a quilometragem tirada empiricamente, que a especificidade local, tais como circunstâncias de relevo e de características de estrada rural, não referendavam a sugestão de outros estudos.

A escolha da heurística contemplou as limitações do modelo, quanto às restrições ao tipo de caminhão e ao fato de haver coletas diárias e em dias alternados; os estudos de casos documentados; e os algoritmos disponíveis (Método de ganhos de Clark & Wright) e redes neurais.

A heurística utilizada foi a das economias de Clarke e Wright (CW). Segundo Novaes (2001), esta heurística é bastante conhecida e ainda muito utilizada como parte de outros procedimentos, foi originalmente desenvolvida para resolver o problema clássico de roteamento de veículos. Baseia-se na noção de economias,

que pode ser definido como o custo da combinação, ou união, de duas subrotas existentes. Trata-se de uma heurística iterativa de construção baseada numa função gulosa de inserção. O algoritmo é bastante apropriado para o problema em questão, uma vez que permite a limitação do tipo do caminhão e por não requerer grande capacidade computacional, sendo de fácil implementação.

Inicialmente, cada cliente é servido por um veículo, constituindo rotas entre o depósito e cada cliente. Seja  $c_{ij}$  o custo de viagem partindo de um cliente  $i$  a um cliente  $j$ , podendo ser dado em distância percorrida ou tempo de deslocamento. Segundo definição de Liu & Shen (1999), duas rotas contendo os clientes  $i$  e  $j$  podem ser combinadas, desde que  $i$  e  $j$  estejam ou na primeira ou na última posição de suas respectivas rotas e que a demanda total das rotas combinadas não ultrapasse a capacidade do veículo.

Em cada iteração, todas as combinações de rotas possíveis são analisadas através de

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}, \quad (1)$$

onde 0 representa o depósito. As duas rotas que renderem a maior economia de combinação são unidas. Por ser sempre escolhida a maior economia dentre as possíveis, a função de escolha é dita gulosa. Como a cada nova combinação de subrotas as economias são novamente calculadas e atualizadas para a próxima combinação de subrotas, o método é dito iterativo (LIU & SHEN, 1999).

Para melhor se entender este método, pode-se dizer que na escolha de dois pontos  $i$  e  $j$  para constituir a seqüência de um roteiro, procura-se seleccionar o par com maior valor do ganho  $T_{ij}$ . Há combinações, no entanto, que violam as restrições de tempo, capacidade, etc, não sendo por isso factível. O método explora esse conceito, sendo descrito a seguir:

1. Calcular os ganhos  $e_{ij}$  para todos os pares  $i, j$  ( $i \neq j, i \neq d$  e  $j \neq d$ );
2. Ordenar os pares  $i, j$  na ordem decrescente dos valores do ganho  $T_{ij}$ ;

3. Começar pelo par  $i, j$  com maior ganho  $T_{ij}$  e proceder na seqüência obtida em (2);
4. Para um par de nós  $i, j$ , correspondente ao  $K$ -ésimo elemento da seqüência (2) verificar se  $i$  e  $j$  estão ou não incluídos em um roteiro já existente:
  - a) Se  $i$  e  $j$  não foram incluídos em nenhum dos roteiros já abertos, então criar um novo roteiro com os nós  $i$  e  $j$ ;
  - b) Se exatamente um dos pontos  $i$  ou  $j$  já pertence a um roteiro pré-estabelecido, verificar se esse ponto é o primeiro ou último do roteiro (adjacente ao nó  $d$ , depósito). Se isso ocorrer, acrescentar o arco  $i, j$  a esse roteiro. Caso contrário, passar para a etapa seguinte, saltando o par  $i, j$ ;
  - c) Se ambos os nós  $i$  e  $j$  já pertencem a dois roteiros pré-estabelecidos (roteiros diferentes), verificar se ambos são extremos dos respectivos roteiros (adjacentes ao nó  $d$ ). Nesse caso fundir os dois roteiros em um só. Caso contrário, passar para a etapa seguinte, pulando o par  $i, j$ ;
  - d) Se ambos os nós  $i$  e  $j$  pertencem a um mesmo roteiro, ir para a etapa seguinte;
  - e) Continuar o processo até que a lista completa de "ganhos" seja exaurida. Se sobrar algum ponto não incluído, em nenhum roteiro, deverão ser formados roteiros individualizados, ligando o depósito a cada ponto e retornando à base.

Este é o algoritmo para identificar se os pontos  $i$  e  $j$  estão incluídos numa rota.

**Se  $i$  e  $j$  não estão em nenhum roteiro Então**

Criar um roteiro com  $i$  e  $j$

**Senão**

**Se  $i$  ou  $j$  estiver em um roteiro Então**

**Se** este nó é um extremo de um roteiro **Então**

Agrega  $i$  e  $j$  ao roteiro

**Senão**

Abandonar o par  $i$  e  $j$

**Senão**

**Se**  $i$  e  $j$  estão em roteiros diferentes **Então**

**Se**  $i$  e  $j$  são extremos de seus roteiros **Então**

Unir os dois roteiros

**Senão**

Abandonar o par  $i$  e  $j$

**Senão**

Abandonar o par  $i$  e  $j$

#### 4 RESULTADOS

Atualmente, a coleta de leite dos produtores associados a Castrolanda é feita, principalmente, por duas empresas prestadoras de serviço. A Castrolanda informa as quantidades a serem entregues a seus clientes, com respectivas localizações e as empresas tomam as decisões quanto às propriedades a serem coletadas. Nesse processo, feito de forma empírica, existem ineficiências potenciais quanto a roteirização e a utilização da frota.

O processo de roteirização é preparado semanalmente de forma a se compatibilizar com as ordenhas dos produtores e a capacidade dos tanques de resfriamento. As coletas ocorrem diariamente entre os caminhões, mas apenas as propriedades com maiores volumes de produção têm coleta diária e tanque não compatível para armazenamento para 2 dias; no máximo, a coleta ocorrerá em 48 horas, para que se garanta a qualidade do leite (temperatura). Foram formadas linhas,

considerando-se o tempo para coleta e as quantidades totais coletadas nas propriedades das linhas, sendo algumas destas fixas e outras móveis, isto é, que podem ser reformatadas de acordo com as necessidades de captação e disponibilidades de veículos (capacidade de transporte). Segundo uma das empresas prestadoras de serviço, a quilometragem média diária é estimada em 5.000 km.

Observa-se a existência de diferenciação das quantidades produzidas entre os períodos de safra (meses de maio – outubro) e entressafra (novembro – abril). Na safra, as linhas são refeitas, pois muitos produtores que tinham coleta a cada 48 horas passam a ter coleta diária.

Os destinos são bastante regulares, pois existem contratos que garantem determinadas quantidades periódicas que são entregues na própria Cooperativa Batávia, localizada em Carambeí, integrante do pool, em localidades como Londrina, Lobato e Toledo (PR); Araçatuba, Guaratinguetá, Itararé, Araras, Ribeirão Preto e Buri (SP), Araquari (SC), Poços de Caldas (MG) e Itumbiara (GO). Porém, existem vendas eventuais a clientes não regulares.

A frota para coleta envolve caminhões toco, truck e carreta, dependendo das condições de acesso das estradas e no interior das propriedades, área para manobra e volume de produção da linha. A capacidade de transporte dos veículos depende da potência dos cavalos e da capacidade dos equipamentos de carga (tanques), sendo observada atualmente a seguinte diversidade: toco, truck, carretas (19.000 l, 22.000 l, 24.000 l, 24.300 l, 24.800 l, 25.000 l, 25.550 l, 26.000 l, 26.300 l, 26.400 l, 26.500 l, 27.400 l e 29.000 l).

Quanto ao sistema de pagamento, o leite é vendido FOB, isto é na propriedade. Para o produtor, o rateio é feito considerando-se itens como a produção, a distância da propriedade até a sede da empresa e o número de coletas, com ponderações respectivamente de 50%, 25% e 25%. Para as transportadoras, a remuneração ocorre na base R\$/km, sendo variável conforme a capacidade de carga do caminhão. Por exemplo, as faixas de remuneração são 19.000 – 22.000 l, 22.000 – 24.000 l, 24.000 l e acima de 26.000 l.

#### 4.1 CUSTOS DO TRANSPORTE DE LEITE

Cabe inicialmente considerar que os veículos utilizados para fins de apuração de custos foram VW 23.210 truck (12.700 kg) e VW 15.180 toco (8.500 kg) e para carretas, veículo Mercedes-Benz. A quilometragem média diária rodada pelos veículos foi estimada em:

- toco: 250 km;
- truck: 250 km;
- carreta: 120 km na coleta e 800 km na transferência;
- bi-trem: 800 km.

A tabela 1 mostra o custo de captação de leite (em R\$/t), segundo diferentes tipos de veículo. Conforme se observa, o volume transportado exerce influência significativa na redução dos custos de transporte. No quadro do comparativo dos veículos, destaca-se a economicidade da coleta com carretas.

Porém, a realidade muitas vezes contraria esta lógica econômica imediata em função de fatores adicionais, tais como a qualidade das vias de tráfego nos meios rurais e de acesso e pátios das propriedades.

Há que se considerar que estas vantagens da carreta apenas se concretizam, também, caso haja uma quantidade a ser coletada compatível com a capacidade do veículo, pois, de outra forma, os custos de rodar (R\$/km) são desfavoráveis.

Após a coleta de leite nas propriedades, parte é destinada a indústrias localizadas em outras regiões do estado ou em outros estados, requerendo nesse caso a operação conhecida como transbordo (transferência da carga entre tanques). O transporte, nesse caso, é realizado em veículos com maior capacidade de transporte, como a carreta, de 27 toneladas, e o bi-trem, com capacidade de 39 t. Os custos estimados para estes dois tipos de veículos, foram de, respectivamente, R\$0,07/t para a carreta e R\$0,05/t para Bi-trem, conforme mostrado na tabela 2.

TABELA 1 - CUSTOS, DISTÂNCIA PERCORRIDA E VOLUME TRANSPORTADO NA CAPTAÇÃO DE LEITE, SEGUNDO OS VEÍCULOS

CUSTOS/VEÍCULO	R\$/MÊS	KM/MÊS	R\$/KM	T/MÊS	R\$/T	R\$/L
Toco		11.250		338		0,0274
Fixos	4.298,86		0,44		12,73	
Variáveis	4.954,55		0,38		14,68	
Total	9.253,41		0,82		27,42	
Truck		11.250		540		0,0176
Fixos	4.529,66		0,44		8,39	
Variáveis	4.979,93		0,41		9,22	
Total	9.509,59		0,85		17,61	
Carreta		3.600		750		0,015
Fixos	8.257,79		2,29		11,01	
Variáveis	2.996,56		0,83		4,00	
TOTAL	11.254,36		3,13		15,01	

FONTE: Dados da pesquisa

Novamente, realça-se a economicidade dos veículos com maior capacidade de carga, desde que transportando a plena capacidade.

TABELA 2 - CUSTOS, DISTÂNCIA PERCORRIDA E VOLUME TRANSPORTADO NA TRANSFERÊNCIA DO LEITE PARA AS INDÚSTRIAS, SEGUNDO OS VEÍCULOS

CUSTOS/VEÍCULO	R\$/MÊS	KM/MÊS	R\$/KM	T/MÊS	R\$/T	R\$/L
Bi-trem		16.000		444		0,0005
Fixos	10.615,82		0,66		0,02	
Variáveis	13.318,05		0,83		0,03	
Total	23.933,86		1,49		0,05	
Carreta		16.000		312		0,0007
Fixos	8.802,93		0,55		0,03	
Variáveis	11.158,05		0,70		0,04	
TOTAL	19.960,98		1,25		0,07	

FONTE: Dados da pesquisa

Comparativamente a outras cargas dos agronegócios (figura 3), percebe-se que o preço do frete do leite é inferior. Isto poderia causar algumas dificuldades na organização e sustentabilidade do transporte terceirizado. Porém, há que se considerar também alguns outros fatores para contrabalançar esta observação: por um lado, a regularidade da oferta por parte dos embarcadores permite a organização da prestação do serviço, com maiores garantias quanto a horizontes de planejamento e viabilização dos investimentos nos tanques de resfriamento dos veículos; por outro, as rotas são, em geral, mais curtas que as dos outros produtos, o que permite

ganhos em termos do investimento em capital, viabilizando uma frota menor do que nas outras cargas, e o menor custo do retorno do caminhão vazio; além disso, os equipamentos (semi-reboques) são significativamente mais baratos que aqueles utilizados para a conservação de cargas refrigeradas, por exemplo.

Ainda é possível destacar, da figura 3, que o setor está remunerando adequadamente os prestadores de serviço, tendo por base o custo apurado e os preços constatados no mercado.

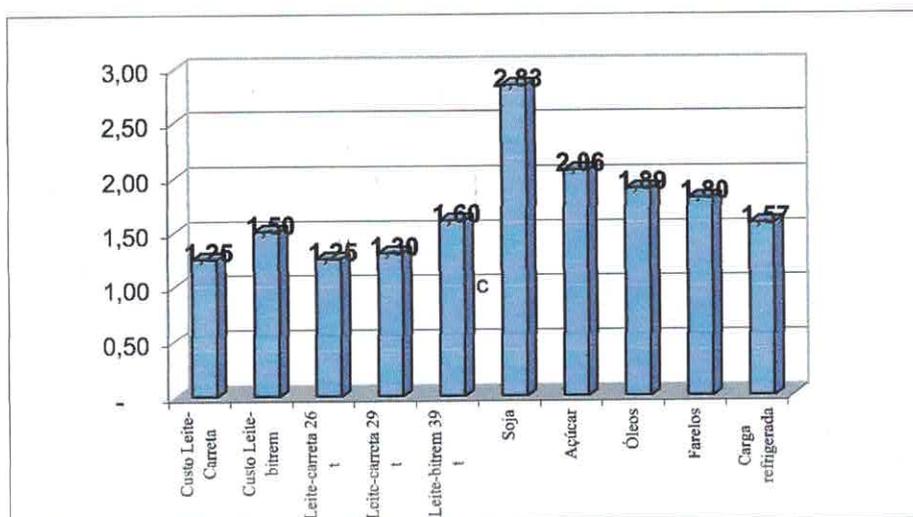


FIGURA 3 - CUSTOS ESTIMADOS E FRETES DE PRODUTOS TRANSPORTADOS (R\$/KM) PARA DISTÂNCIAS DE 1.000 KM

FONTE: Dados de Pesquisa e dados de frete do Sifreca ([sifreca.esalq.usp.br](http://sifreca.esalq.usp.br))

## 4.2 RESULTADOS DA OTIMIZAÇÃO

O modelo desenvolvido gera informações para dois dias de coleta, o que implica "visitar" todas as propriedades no período. Chama-se a atenção para a alta estabilidade dos resultados, o que tem implicações logísticas importantes.

As tabelas 3 e 5 detalham os resultados da otimização. A coleta organizada em em 37 rotas diárias implicaria rodar 2,5 mil km diariamente, captando um volume médio de 435 mil litros de leite e visitando 260 produtores.

Os veículos teriam a ocupação bastante razoável, com ressalva para o caso do agrupamento “carretas Carambéi”, que agrega rotas e produtores que representam um volume relativamente pequeno diante da capacidade de transporte das carretas.

As rotas são razoavelmente curtas (baixa quilometragem), sinalizando para a economicidade da coleta comparativamente a outras regiões brasileiras, particularmente nas regiões de expansão recente de Goiás, Mato Grosso e Pará. Como o volume médio de leite coletado nas propriedades também é alto, a densidade média é extremamente elevada para a realidade brasileira, com destaques para os resultados do agrupamento “Carretas Castrolanda” (846,72 l/km – dia 1 e 913,09 l/km dia 2).

Quanto a gestão da frota, tabelas 4 e 6, constata-se as vantagens de economias de custos para a coleta com carretas. No caso, nas rotas específicas para uso destes padrões de veículos, Carretas Castrolanda e Carretas Carambéi, pois implicam, além do transporte de maiores quantidades (9 rotas captam pelo menos 188 mil litros/dia), o acesso às propriedades mais bem localizadas quanto ao posicionamento das rodovias principais e secundárias com pavimento asfáltico.

As tabelas 7 e 8 e as figuras 4 e 5 mostram os dados obtidos pelo processamento do modelo de otimização da gestão logística de captação de leite, conforme algumas simulações. Ressalta-se que esses dados são apresentados a título de ilustração, já que o modelo permite inúmeras possibilidades de análise.

Em termos conceituais, os modelos de referência dos resultados referem-se a simulações. O chamado modelo *original* refere-se aos resultados obtidos pelo processo de modelagem, na forma real. O modelo *truck* refere-se a uma simulação, considerando-se que a coleta poderia ocorrer apenas com a utilização de trucks e carretas (portanto, sem modelo *toco*), procurando dimensionar as vantagens econômicas de se aumentar a capacidade média dos veículos utilizados. O modelo *toco* se refere a uma outra simulação, considerando-se que a coleta poderia ocorrer apenas com a utilização de tocos e carretas (portanto, sem modelo *toco*), procurando

dimensionar as vantagens econômicas de se otimizar algumas linhas que resultavam em coleta com grande capacidade ociosa dos veículos. O modelo *48 h* considerava que todos os produtores tinham tanques de resfriamento com capacidade igual ou superior a dois dias de produção, implicando a viabilidade da coleta a cada dois dias (48 h), o que poderia apresentar grande vantagem do custo da coleta.

A tabela 7 oferece uma visão geral da quilometragem média diária rodada, para as diferentes regiões, indicando a economicidade proporcionada pelo uso do software, uma vez que antes da implantação registravam-se 5.000 km diariamente.

Para todos os caso ilustrados pelas figuras, registra-se as vantagens da coleta 48 h para todos os parâmetros. Porém, a viabilização deste sistema implica alto custo de capital para a aquisição e preparação das instalações para aumentar a capacidade de armazenamento nas propriedades.

TABELA 3 - INFORMAÇÕES DOS AGRUPAMENTOS, CONFORME RESULTADOS DO MODELO DE OTIMIZAÇÃO - DIA 1

AGRUPAMENTOS	ROTAS	KM TOTAL	KM MÉDIA	LITROS COLETADOS	NÚMERO DE PRODUTORES	CAPACIDADE OCUPADA DOS VEÍCULOS	DENSIDADE MÉDIA (l/km)
Pirai	5	453,33	90,666	45.034,00	39	83,43%	99,34
Ponta Grossa	2	221,48	110,74	19.622,00	15	77,25%	86,59
Carambel—Castro	21	1.644,65	78,317	187.410,00	159	84,24%	113,95
Carretas Castrolanda	7	195,81	27,973	165.796,00	30	89,38%	846,72
Carretas Carambel	2	94,81	47,405	28.432,00	18	53,65%	299,88
TOTAL	37	2.610,08	71,02	446.294,00	261	77,59%	289,70

FONTE: Dados de Pesquisa

TABELA 4 - INFORMAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS VEÍCULOS GERADAS PELO MODELO DE OTIMIZAÇÃO, SEGUNDO OS AGRUPAMENTOS, DIA 1

AGRUPAMENTOS	TOCO				TRUCK				CARRETAS			
	Rotas	km Total	Litros Coletados	Densidade Média (l/km)	Rotas	km Total	Litros Coletados	Densidade Média (l/km)	Rotas	km Total	Litros Coletados	Densidade Média (l/km)
Pirai	2	240,39	16.072,00	66,86	3	212,94	28.962,00	136,01	0	0	0	0
Ponta Grossa	0	0	0	0	2	221,48	19.622,00	88,59	0	0	0	0
Carambel-Castro	10	937,46	75.417,00	80,45	11	707,19	111.993,00	158,36	0	0	0	0
Carretas Castrolanda	0	0	0	0	0	0	0	0	7	195,81	165.796,00	846,72
Carretas Carambel	0	0	0	0	0	0	0	0	2	94,81	28.432,00	299,88
TOTAL	12	1.177,85	91.489,00	77,67	16	1141,61	160.577,00	140,66	9	290,62	194.228,00	289,70

FONTE: Dados de Pesquisa

TABELA 5 - INFORMAÇÕES DOS AGRUPAMENTOS, CONFORME RESULTADOS DO MODELO DE OTIMIZAÇÃO - DIA 2

AGRUPAMENTOS	ROTAS	KM TOTAL	KM MÉDIA	LITROS COLETADOS	NÚMERO DE PRODUTORES	CAPACIDADE OCUPADA DOS VEÍCULOS	DENSIDADE MÉDIA (l/km)
Pirai	4	416,52	104,13	39.022,00	39	92,04%	93,69
Ponta Grossa	2	316,06	158,03	14.314,00	14	56,35%	45,29
Carambel - Castro	22	1.461,91	66,45	184.261,00	157	84,59%	126,04
Carreiras Castrolândia	7	170,21	24,32	155.417,00	31	83,78%	913,09
Carreiras Carambel	2	104,19	52,095	32.684,00	19	61,67%	313,70
TOTAL	37	2.468,89	81,00	425.698,00	260	75,69%	298,36

FONTE: Dados de Pesquisa

TABELA 6 - INFORMAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS VEÍCULOS GERADAS PELO MODELO DE OTIMIZAÇÃO, SEGUNDO OS AGRUPAMENTOS - DIA 2

AGRUPAMENTOS	TOCO			TRUCK			CARRETAS					
	Rotas	km Total	Litros Coletados	Densidade Média (l/km)	Rotas	km Total	Litros Coletados	Densidade Média (l/km)	Rotas	Km Total	Litros Coletados	Densidade Média (l/km)
Pirai	2	220,21	15.657,00	71,10	2	196,31	23.365,00	119,02	0	0	0	0
Ponta Grossa	0	0	0	0	2	316,06	14.314,00	45,29	0	0	0	0
Carambel - Castro	14	890,14	105380	487,06	8	484,03	69.906,00	144,42	0	0	0	0
Carreiras Castrolândia	0	0	0	0	0	0	0	0	7	170,21	155.417,00	913,09
Carreiras Carambel	0	0	0	0	0	0	0	0	2	104,19	32.684,00	313,70
TOTAL	16	1.110,35	121.037,00	109,01	12	996,4	107.585,00	107,97	9	274,4	188.101,00	685,50

FONTE: Dados de Pesquisa

TABELA 7 - QUILOMETRAGEM TOAL DIÁRIA PERCORRIDA, SEGUNDO OS MODELOS SIMULADOS, POR AGRUPAMENTO, DIAS 1 E 2

AGRUPAMENTOS	MODELOS			
	Original	Truck	Toco	48 h
<b>Dia 1</b>				
Pirai	434,93	394,38	438,10	355,48
Ponta Grossa	268,77	268,77	299,97	219,71
Carambei-Castro	1.553,28	1.514,78	1.624,73	1.385,55
Carretas Castrolanda	183,01	183,01	183,01	90,13
Carretas Carambei	90,74	90,74	90,74	86,14
TOTAL	2.530,73	2.451,67	2.636,54	2.136,99
<b>Dia 2</b>				
Pirai	364,90	333,36	360,35	295,85
Ponta Grossa	269,65	227,19	370,84	185,72
Carambei-Castro	1.298,21	1.280,44	1.336,38	1.145,82
Carretas Castrolanda	572,13	572,13	572,13	281,75
Carretas Carambei	311,06	311,06	311,06	295,85
TOTAL	2.815,95	2.724,18	2.950,75	2.204,99

FONTE: Dados de Pesquisa

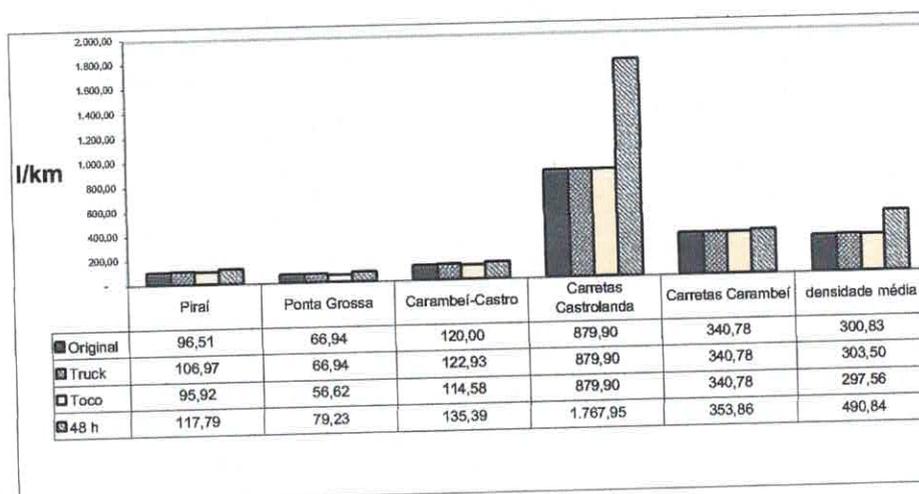


FIGURA 4 - DENSIDADE MÉDIA DIÁRIA NA CAPTAÇÃO DO LEITE, SEGUNDO OS MODELOS SIMULADOS, POR AGRUPAMENTO

FONTE: Dados da pesquisa

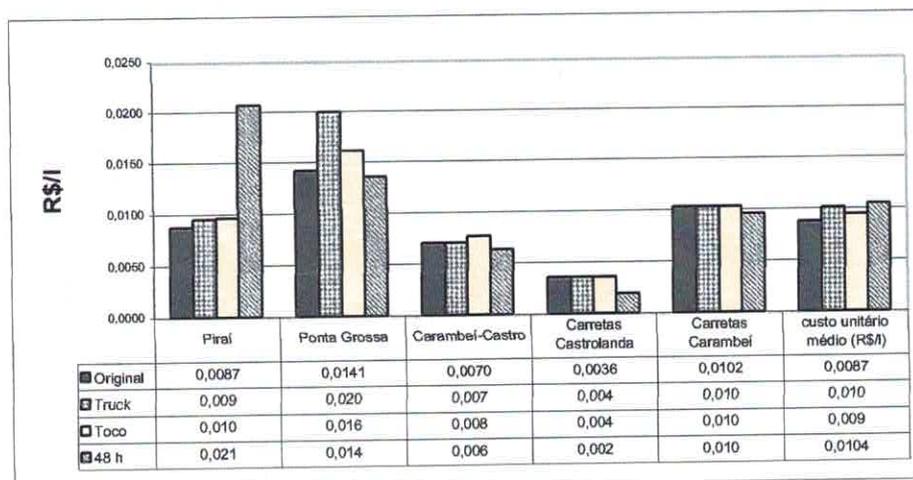


FIGURA 5 - CUSTO MÉDIO DIÁRIO NA CAPTAÇÃO DO LEITE, SEGUNDO OS MODELOS SIMULADOS, POR AGRUPAMENTO

FONTE: Dados da pesquisa

## 5 CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento de uma ferramenta de gestão da logística de captação de leite na Cooperativa Agropecuária Castrolanda. A ênfase no processo de racionalização foi dada nos aspectos custos de captação, frota e pagamento ao transportador, considerando as inconstâncias ditadas pela oscilação da produção nas propriedades ao longo do ano (*safr*a e *entressafr*a) e a freqüente entrada e saída de produtores na atividade, como estratégia de sustentabilidade da Castrolanda.

O setor de produção de leite passou por um processo de grande transformação no plano operacional, com a implementação da granelização da coleta e do transporte e no resfriamento do leite na propriedade. Esse novo processo substituiu o acondicionamento do leite em latões, com importantes repercussões na qualidade da matéria-prima, possibilitando alternativas na gestão da logística do processo.

Os procedimentos metodológicos da pesquisa envolveram a formação do banco de dados das propriedades, constando do posicionamento geográfico; tanque

de resfriamento: capacidade e marca; avaliação das condições de acesso de veículos; e horário das ordenhas. No processo de modelagem, constatou-se, na consulta à literatura especializada, que algumas características do processo, tais como restrição dos veículos na origem, não viabilizavam o conhecimento de outras experiências que pudessem auxiliar no processo.

Por outro lado, a dispersão geográfica das propriedades e a ausência de um sistema de georeferenciamento das estradas rurais constituíam-se numa dificuldade adicional que tornavam singular o problema e afastavam das experiências de problemas conhecidos.

Para cada agrupamento, foi gerada uma matriz de distâncias entre os produtores, a partir do princípio da distância euclidiana. A distância real foi resultante da correção pelo parâmetro 2,00, após comparações das rotas produzidas e das respectivas quilometragens reais aferidas, embora a literatura indicasse para distâncias rodoviárias e nos meios urbanos o parâmetro 1,3.

A escolha da heurística contemplou as limitações do modelo, quanto às restrições ao tipo de caminhão e ao fato de haver coletas diárias e em dias alternados, tendo sido utilizada a das economias de Clarke e Wright (CW).

Os resultados gerados proporcionam a possibilidade de um gerenciamento eficiente da logística, à medida que são racionalizados os custos da coleta e a frota utilizada. A racionalização diária das rotas permite a transparência quanto aos resultados econômicos da frota, viabilizando alternativas de gerenciamento quanto a destinação dos veículos, busca de negócios complementares no período de entressafra e utilização de parcerias com autônomos para a redução do volume de capital imobilizado nos ativos (caminhões) de alta especificidade.

Fundamentalmente, a racionalização da coleta proporciona o melhor gerenciamento das variáveis mais relevantes do custo de captação, que são o volume de leite coletado, a quilometragem percorrida na coleta, que formam o indicador da densidade (litros de leite por km), e o número de veículos apropriados às condições da coleta.

As principais vantagens oferecidas pelo modelo desenvolvido em relação às sistemáticas empíricas e aos modelos comerciais importados e que foram originalmente desenvolvidos para solucionar problemas de otimização de captação de lixo urbano ou de distribuição de gás de cozinha, podem ser enumeradas conforme se segue:

- 1) Foi desenvolvido especificamente para solucionar o problema de otimização da gestão logística de captação de leite, em nível de propriedades;
- 2) Permite otimização com frota diversificada;
- 3) Permite avaliação específica das condições das propriedades; e
- 4) Permite gerar relatórios específicos de acordo com o interesse da Castrolanda.

Por outro lado, sinalizou-se para a economicidade da coleta à medida que seja ampliada a capacidade de armazenamento nas propriedades, sejam utilizadas mais carretas na coleta e bi-trens no transporte de longa distância.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

BRANDÃO, A.S.P. e LEITE, J.L.B. Características principais do comércio internacional de leite. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. (Ed.) **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001, p.167-180.

CHING, Yuh Hong. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 1999.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custo e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

CLARK G., WRIGHT, J. W. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. **Operations Research**, v. 12, p. 568-581, 1964.

CORDEAU, J. F.; GENDREAU, M.; LAPORTE, G.; PORVIN, J. Y.; SEMET, F., A guide to vehicle routing heuristics, **Journal of the Operational Research Society**, vol. 58, p. 512-522, 2002.

FONSECA, L. R. L. Granelização do leite. **Leite e derivados**. 10(56), 66-68, 2001.

JANK, M.S. ; GALAN, V.B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 15, 1998, Juiz de Fora, **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG, 1998, p. 72-82.

KOBAYASHI, Shun'ichi. **Renovação da Logística: como distribuir estratégias de distribuição física global**. São Paulo: Atlas, 2000.

LIU, Fuh-Hwa & SHEN, Sheng-Yuan, A Method for Vehicle Routing Problem with Multiple Vehicle Types and Time Windows. **Proc. Natl. Sci. Council.**, vol 23, n. 4, p. 526-536, 1999.

MARTINS, P. do C. Efeitos de políticas públicas sobre a cadeia produtiva de leite em pó. In: VIEIRA, R. de C.M.T.; TEIXEIRA FILHO, A.R.; OLIVEIRA, A.J. de; LOPES, M.R. (Ed) **Cadeias produtivas no Brasil. Análise da competitividade**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa: Secretaria de Administração Estratégica, 2001. p.239-72.

MARTINS, R. S. **Operador logístico**. Brasília: IDAQ/CNT, 2003.

MARTINS, R. S., SANTOS, C. V., TEIXEIRA, S. R. Alterações da rede logística e expansão do mercado de leite longa vida no Brasil. **Organizações rurais e agroindustriais**. Lavras-UFLA: , v.1, n.2, p.55 - 69, 1999.

NOGUEIRA NETTO, V. **Inserção do Brasil no Mercado Internacional de Lácteos**. Palestra apresentada no I Seminário Removendo Obstáculos para o Crescimento da Exportação de Lácteos do Brasil, 2003.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

RAMOS, Ana Amélia Bossatto. **A logística sob a ótica do cliente no ramo alimentício: um estudo de caso.** Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2002. Dissertação: Mestrado em Engenharia de Produção (Gestão da Qualidade e Produtividade).

SOBRINHO, F.F.; COUTINHO, G.H. ; COURA, J.D. **Coleta de leite a granel.** Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995 (Monografia).

VERLANGIERI, Marcos Valle. **Está mudando o perfil das empresas que utilizam logística.** Veiculado em jan/2001. Pesquisado na internet em 26 de maio de 2003, <http://guiadelogistica.com.br>.

\_\_\_\_\_. **Logística no organograma das empresas.** Veiculado em dez/1998. Pesquisado na internet em 26 de maio de 2003, <http://www.guiadelogistica.com.br>.

WOOD JUNIOR, Tomaz. **Mudanças Organizacionais.** 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2000.

YAMAGUCHI, L.C.T.; MARTINS, P.C.; CARNEIRO, A.V. Produção de leite no Brasil nas três últimas décadas. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. (Ed.) **O agronegócio do leite no Brasil.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001, p.33-48.

2º seminário itinerante sobre a **Economia Paranaense**

Artigos - Instalar Acrobat - Salir

TOLEDO maio 2004

realização patrocínio