

LOGÍSTICA DE TRANSPORTE NA COLETA DE LEITE: INSTRUMENTO PARA GESTÃO EM UMA COOPERATIVA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Débora Silva Lobo

Unioeste/Campus de Toledo

Homero Fernandes de Oliveira

Unioeste/Campus de Toledo e da Faculdades Sul Brasil

Ricardo Silveira Martins

Weimar Freire da Rocha Júnior

Paulo do Carmo Martins

Embrapa Gado de Leite/ FEA/UFJF

Luiz Carlos Takao Yamaguchi

Embrapa Gado de Leite/Juiz de Fora

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento e implementação de um software para gestão da logística de coleta de leite na Cooperativa Agropecuária Castrolanda (PR). Isto se deve a reestruturação do setor e ao 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, sujeito às restrições de produção nas propriedades, de capacidade dos tanques e do tipo de caminhão acessível nas estradas principais, nas vias secundárias e 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 os quais foram originalmente desenvolvidos para solucionar problemas de otimização aplicáveis aos meios urbanos.

ABSTRACT

The general purpose of this paper was the development and implementation of the optimization of the management of the logistics of the milk supply of the Cooperativa Agropecuária Castrolanda. Such concern has its references on the reorganization experimented by the Brazilian milk sector and in the process of the collecting in a granary way, that allowed the implementation of a new logistics. The model used a heuristics of savings of Clark and Wright, minimizing the total distance traveled, as a proxy of the transportation costs, subject to the constraints of the production on each farm, the capacity on their tanks, the type of truck that can access the main roads, the secondary ones and the way of access of each farm. The main conclusions that can be obtained from this work are the advantages offered by the model developed in relationship to the actual empiric systematic and to the imported commercial models that was originally developed to solve problems of optimization applied to urban systems.

1. INTRODUÇÃO

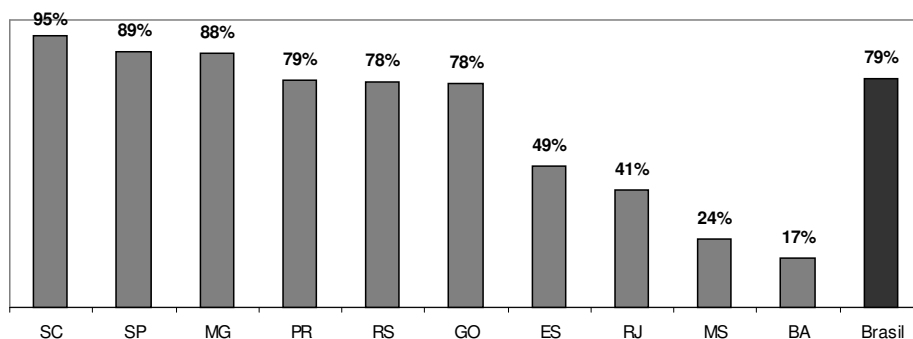
A queda de preços dos lácteos e o crescimento da demanda dos mesmos, nos anos 90, levaram à reestruturação dos negócios do leite no Brasil. No segmento primário os produtores adotaram tecnologias visando a redução de custo de produção e a obtenção de ganhos de escala. Como consequência, a produção cresceu 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%, um aumento de produtividade de 5,51 % a.a. (Yamaguchi *et al.*, 2001).

Como as importações também cresceram significativamente, o Brasil está 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 um processo de aquisições de laticínios de mercados regionais por grandes empresas nacionais e transnacionais. Novas plantas industriais foram estruturadas, com maior capacidade de processamento, e houve racionalização na distribuição, com a reorganização dos canais.

Um ponto relevante mereceu atenção por parte das empresas. Buscou-se a racionalização na captação do leite “in natura”. 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, determinando implicações logísticas importantes. A implantação do sistema de coleta de leite a granel, no Brasil, transcorre de forma rápida sendo considerada como uma das mais aceleradas do mundo, atendendo, assim, 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 é predominante no sistema de captação utilizado (Figura 1).

Figura 1: Percentual de granelização do leite captado pelas cooperativas, segundo os estados brasileiros (2002).



Fonte: Nogueira Netto (2003)

A coleta de leite a granel determina 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 ser processado nas indústrias. A coleta do produto resfriado é feita nas propriedades, diretamente para os caminhões-tanque isotérmicos, através de mangote flexível e bomba especial auto-aspirante diretamente do tanque. Isso possibilita que o leite recolhido mantenha suas propriedades pelo resfriamento imediato (Sobrinho *et al.*, 1995; Jank e Galan, 1998).

A introdução do conceito de logística de transporte levou ao fechamento de postos de resfriamento, redução de rotas de coleta e 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 empresa Frimesa, do Paraná, reduziu de nove para duas as unidades de resfriamento, e a captação do leite é totalmente feita por esse processo desde 1997. A sua produção cresceu de 8,6 milhões de litros/mês para 12,3 milhões de litros/mês. entre dezembro de 1992 e maio de 2000. O número de linhas de rota de

captação caiu de 135 para 62 e a frota, de 142 para 52 veículos, sendo que o volume transportado por veículo elevou-se de 2 para 7 mil litros.

Contudo, os novos procedimentos adotados ocorreram, em geral, de modo empírico. Com a pressão permanente de produtos importados, quase sempre subsidiados na origem, além do distanciamento da produção em relação aos principais centros de consumo, levam as empresas a reconhecerem a necessidade de incorporação de novas ferramentas, que reduzam o custo de captação e otimizem as linhas, os veículos e postos de resfriamentos, com consciência da dificuldade de implementação.

No Brasil, somente as maiores empresas do setor, estão implantando procedimentos de otimização. A inexistência de ferramentas nacionais levou as empresas ao uso de softwares importados customizados (dentro de suas restrições originais de aplicabilidade ao setor) e destinados originalmente à captação de lixo urbano ou à distribuição de gás de cozinha.

O objetivo geral deste artigo foi, então, o registro dos procedimentos de otimização e dos resultados obtidos pelo desenvolvimento e implementação de um software para captação de leite na Cooperativa Agropecuária Castrolanda, gerando uma ferramenta de gestão ágil e segura (software especialista), que possibilitou aprimorar o processo de captação de leite junto aos produtores, nos aspectos custos de captação, frota e pagamento ao transportador – considerando as incondições ditadas pela oscilação da produção nas propriedades ao longo do ano (safra e entressafra) e a freqüente entrada e saída de produtores na atividade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A abertura dos mercados e as conseqüentes expansões das oportunidades de negócios e da competição são forças das mais vigorosas no impulsionamento da logística. Aplicado aos interesses empresariais, o aprimoramento da logística tem sido usado como uma eficiente ferramenta na busca da competitividade. Num ambiente no qual boa parte das adequações estruturais internas já foi implementada, então resta às empresas buscarem a otimização ao longo da cadeia. Vista dessa maneira, a logística apóia as decisões empresariais sobre *o que, como e quanto* produzir, entendida, na literatura econômica, como a tríade de problemas econômicos básicos. As iniciativas que visam otimização logística devem trabalhar com um conjunto de informações referentes às quantidades a serem movimentadas, as origens, os destinos e as necessidades e especificidades dos ativos do transporte, dentro dos prazos adequados e as condições necessárias de armazenagem.

2.1 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 resfriado por dia. A função do pool é captar leite de forma eficiente e negociar a venda do mesmo sem beneficiamento, conseguindo as melhores condições possíveis.

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.

2.2 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 de a produção ser bastante diferente entre um produtor e outro. Existem propriedades que produzem até 200 litros por dia, enquanto outras chegam a produzir mais de 14.000 litros por dia. O último fator a ser considerado na roteirização da coleta é a necessidade de que alguns produtores têm de uma coleta diária, enquanto outros podem ter coleta a cada 48 horas, em função da produção diária e capacidade do tanque de resfriamento da propriedade.

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.

Características gerais dos agrupamentos, considerando-se as regiões de produção são: Piraí e Ponta Grossa, compostos de pequenos produtores, distantes da “base operacional”, considerada a sede administrativa da Castrolanda; carretas Carambeí e carretas Castrolanda compostas de grandes produtores, localizados muito próximos da base, levando a uma alta densidade da coleta; Carambeí-Castro, reúne o maior número de produtores, porém com grande diversidade tecnológica, de produção diária e com diversidade de tipos de veículos para acesso.

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 o parâmetro 1,3 para distâncias rodoviárias em meios urbanos, 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 Clark e Wright (CW). Segundo Novaes (2001), esta heurística, 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 definida como o custo da combinação, ou união, de duas sub-rotas 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.

Cada cliente é servido por um veículo, constituindo rotas individualizadas entre o depósito e ele. 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 sub-rotas as economias são novamente calculadas e atualizadas para a próxima combinação de sub-rotas, 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 sequência de um roteiro, procura-se selecionar 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 sequência obtida em (2);
4. Para um par de nós i, j , correspondente ao K -ésimo elemento da sequência (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

3. 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 compradores e suas localizações, e as empresas tomam as decisões quanto às propriedades a terem coletados seus leites. Nesse processo, feito de forma empírica, existem ineficiências potenciais quanto a roteirização e a utilização da frota.

3.1 Resultados da racionalização

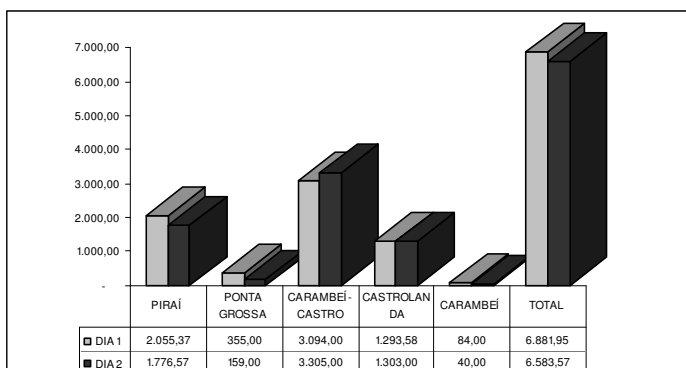
Considerando-se a especificidade do produto, que tem que ser coletado no prazo limite de 48 horas após a ordenha, o modelo desenvolvido gera informações para dois dias de coleta, o que implica “visitar” todas as propriedades no período. Chama-se a atenção para a alta

estabilidade dos resultados, o que tem implicações logísticas importantes, em termos de previsão da coleta e investimentos na frota.

A coleta organizada em 31 rotas diárias implicaria rodar 6,7 mil km diariamente (Figura 2), captando um volume médio de 392,3 mil litros de leite (Figura 3).

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, dado o nível de especialização do produtor, a densidade média é extremamente elevada para a realidade brasileira, com destaques para os resultados do agrupamento “Carambei” (Figura 4).

Figura 2 – Quilometragem total percorrida para a captação de leite, Cooperativa Castrolanda, segundo os agrupamentos



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 3 – Litros de leite coletados, por agrupamento, dias 1 e 2, Cooperativa Castrolanda

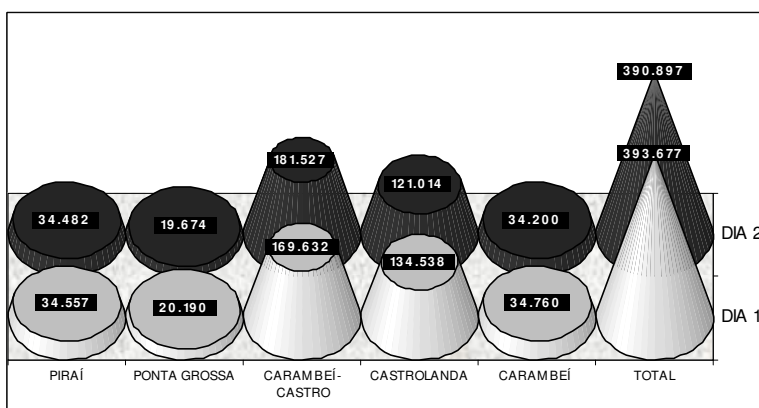
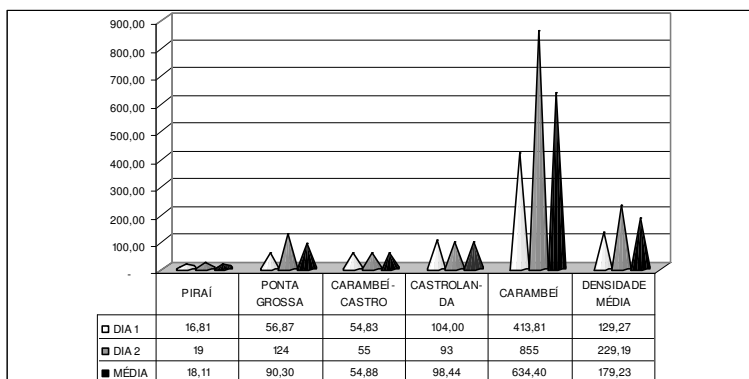


Figura 4 – Densidade da coleta (l/km), por agrupamento, dias 1 e 2, Cooperativa Castrolanda



Fonte: Resultados da pesquisa.

3.2 Estimativas de custos de transporte de leite

O sistema de custeio adotado nesta fase de implantação de um novo processo logístico foi o custo-padrão. O objetivo é estabelecer medidas de comparação que permitam efetuar o controle dos custos. Segundo Horngren (1978, p.198) “Os custos-padrão são custos pré-determinados que deveriam ser atingidos dentro de operações eficientes. Servem para aferição de desempenho, para fazer orçamentos úteis, para nortear preços, para obter um custo significativo de produto e para economia de escrituração”.

Os objetivos do custo-padrão são:

- Avaliação do desempenho e eficácia operacional da empresa, mediante comparação do custo estimado e custo real;
- Apuração das responsabilidades, mediante identificação das causas das variações;
- Oportunidade de redução de custos, mediante ações corretivas sobre as variações ocorridas;

O custo-padrão deve ser cuidadosamente calculado, tendo em vista a repercussão que o mesmo pode representar dentro da empresa. É de fundamental importância sua correta estimativa, bem como sua constante revisão e adequação a fim de incorporar mudanças tecnológicas ou mesmo operacionais para estabelecimento de padrões futuros.

Para o caso do custeamento na prestação de serviços de transporte, a utilização do custo-padrão pode ser de grande importância como ferramenta de controle e acompanhamento dos custos. Para tanto, é necessário que se estabeleça um custo-padrão que reflita a realidade de uma empresa ou de um negócio e que, de fato, se realize acompanhamento dos resultados mediante comparação entre o custo orçado (padrão) e realizado (custo real), procedendo às devidas correções que se fizerem necessárias.

Cabe, inicialmente, considerar que o custo-padrão orçado para a coleta de leite considerou como 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, com respectivos desempenhos e necessidades de manutenção obtidos nos manuais dos veículos e no mercado.

A quilometragem média diária rodada pelos veículos e a carga média tracionada foram estimadas, tendo por base que em cerca de 50% do mês os veículos fazem duas rotas/dia, levando aos seguintes valores:

- toco: 300 km e 7,8 t
- truck: 250 km e 10,6 t
- carreta: 250 km e 22 t

A Tabela 1 mostra o custo de captação de leite (em R\$/t, em R\$/l e em R\$/km), segundo diferentes tipos de veículo. Conforme se observa, o volume transportado e a quilometragem rodada exercem influência significativa na redução dos custos de transporte, no tocante à contribuição ao rateio dos custos fixos da atividade.

Tabela 1 – Custos, distância percorrida e volume transportado na captação mensal de leite, segundo os veículos

Custos/Veículo	R\$/mês	km/mês	R\$/km	t/mês	R\$/t	R\$/l
Toco		13.250		356	28,08985	0,0281
Fixos	5.945,00		0,44037			
Variáveis	4.053,03		0,30022			
Total	9.998,03		0,74059			
Truck		11.250		478	19,92912	0,0199
Fixos	4.799,93		0,42666			
Variáveis	4.726,19		0,42011			
Total	9.526,12		0,84677			
Carreta		11.250		990	15,41870	0,015
Fixos	6.242,83		0,55492			
Variáveis	9.021,68		0,80193			
Total	15.264,51		1,35685			

No quadro do comparativo dos veículos, destaca-se a economicidade da coleta com carretas. O princípio da escala da coleta por veículo mostrou-se bastante significativo, uma vez que a destinação do veículo truck representa um ganho de 29% em relação ao toco. A possibilidade de melhora ainda é mais favorável no caso do uso de carretas, implicando uma redução de custos de 25% em relação ao truck e quase 50% em relação ao toco. No entanto, a realidade inviabiliza a aplicação desta lógica econômica em função de fatores adicionais, como a qualidade das vias de tráfego nos meios rurais e de acesso e os pátios das propriedades.

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

Com base nesses custos apurados, estimou-se a coleta diária dos cerca de 392 mil litros de leite por R\$/km e por R\$/litro. O custo médio (entre os dias 1 e 2) estimado para a coleta, com a remuneração da quilometragem, foi de R\$6.203,04 (Figura 5), implicando em um custo unitário de R\$0,92/km

Caso o pagamento ocorresse em R\$/l, o custo diário da coleta seria de R\$8.004,75 (Figura 6), equivalendo a um custo unitário de R\$0,20/l. Esse custo seria 23% inferior ao frete atualmente praticado no mercado regional (R\$0,026/l). Na prática estes custos serão ainda menores por que a coleta atinge atualmente quase 500 mil litros dia, cerca de 65 mil além do volume total que foi utilizado para esta simulação operacional do modelo.

Para este adicional, entende-se que o acréscimo de quilometragem será ínfimo. Isto implica que a coleta ocorrerá com maior densidade (1 de leite/km), e os veículos reduzirão o nível de capacidade ociosa, fazendo convergir os custos por R\$/km e R\$/l. Por exemplo, no caso do custo da coleta na base de remuneração R\$/l atingir o valor de R\$6.203,04, o custo unitário do leite coletado seria de R\$0,016/litro, 38,46% inferior ao valor praticado no mercado no momento.

Figura 5 – Custo total da coleta, segundo os agrupamentos, em R\$/km

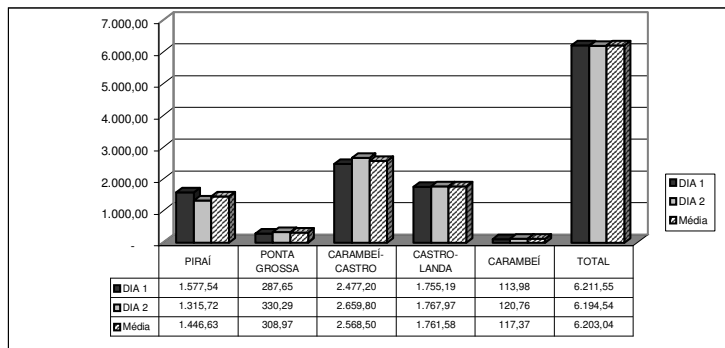
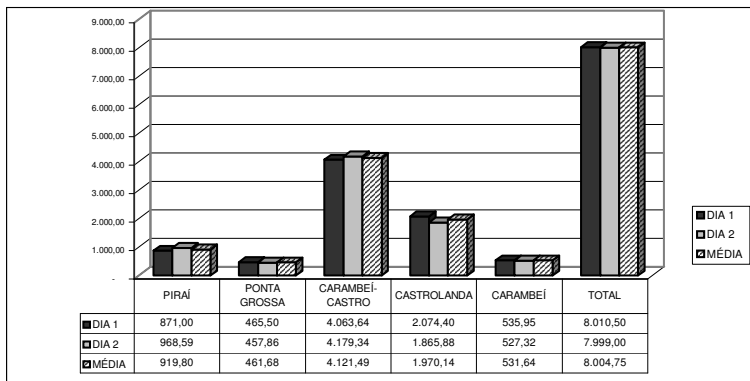


Figura 6 – Custo total da coleta, segundo os agrupamentos, em R\$/l



4. Considerações finais

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 e na racionalização da frota.

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 à 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, a saber: 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 pela ferramenta desenvolvida em relação às sistemáticas empíricas e aos modelos comerciais importados podem ser enumeradas como:

1. Desenvolvida especificamente para solucionar o problema 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.

Considerando-se que o processo anteriormente em uso baseava-se no critério FOB, isto é, o comprador do leite arcava com os custos da coleta, a Castrolanda não tinha informações precisas e sistematizadas sobre os parâmetros mais relevantes da coleta: o custo (R\$/l) e a densidade do transporte (l/km). Sendo assim, as tentativas de aferir a eficiência dos resultados são inócuas.

Foram apresentados alguns resultados construídos a partir de informações da empresa e dos prestadores do serviço. Deve-se ressaltar que um processo otimizado pode obter resultados reais ainda melhores à medida que aumentar a eficiência do transporte, isto é, aumentando o volume de leite captado sem o igual aumento da quilometragem. Neste caso, a estratégia da empresa de agregar novos produtores localizados nas áreas já atendidas e de estimular o aumento da produção dos produtores já integrados pode proporcionar melhoria ainda mais significativa.

O desenvolvimento de uma ferramenta de gestão nestes moldes implica profundas transformações na coleta de leite no Brasil. Atualmente, apesar da pressão de produtos importados, normalmente subsidiados na origem, o processo de coleta é feito, via de regra, de forma empírica.

A disseminação desta ferramenta pode ser um marco na logística do agronegócio brasileiro, e do leite, particularmente, considerando-se o imenso potencial de redução de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.
- HORNGREN, Charles Thomas. *Contabilidade de Custos : um enfoque administrativo*. São Paulo: Atlas, 1978.
- 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
- 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., 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 Látexes*. Palestra apresentada no I Seminário Removendo Obstáculos para o Crescimento da Exportação de Látexes do Brasil, 2003.
- NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- SOBRINHO, F.F.; COUTINHO, G.H. ; COURA, J.D. *Coleta de leite a granel*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995 (Monografia)
- 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.
-