

CUSTOS E OTIMIZAÇÃO DE ROTAS NO TRANSPORTE DE LEITE A LATÃO E A GRANEL: UM ESTUDO DE CASO.

Iraúê Casarin Vieira da Silva¹
Ricardo Pereira Reis²
Marcos José Negreiros Gomes³

RESUMO:

Este trabalho compara os sistemas de transporte de leite a latão e a granel no 1º percurso, levando em consideração indicadores econômicos de custos, ponto de nivelamento, otimização de rotas e formas de pagamento pelo frete. O estudo foi realizado em uma empresa receptora de leite situada no oeste de Minas Gerais e o modelo de otimização baseou-se no Problema de Percorso de Veículos em Vértices (PPV). Utilizou-se do software SisGRAFO. Na análise constatam-se deficiências operacionais do sistema de transporte de leite a latão, a forma de remuneração dos carreteiros e a otimização das rotas. Sugere-se a adoção da remuneração do carreteiro mediante o volume transportado e não pelo percurso rodado.

PALAVRAS-CHAVE: transporte de leite, latão e granel, otimização de rotas.

Abstract: This present work compares the can and the bulk milk transportation systems in the first run, taking into consideration the economical cost indexes, leveling point, optimization of routes and the forms of payment for the freight. The study was carried out at a milk receptor company in the western side of Minas Gerais and the optimization model was based on the Vehicles Path Vertices Problem (PPV). The SisGRAFO software was used. In the analysis operational deficiencies in the bulk milk transportation system were verified, as well as deficiencies in the remuneration of the carters and in the optimization of routes. The adoption of a system which rewards the carter per transported volume instead of traveled distance comes as a suggestion.

KEY-WORDS: milk transportation, can and bulk, optimization of routes.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

Com o fim do tabelamento em 1991 e o início da abertura dos mercados, os produtores têm-se defrontado com realidades das quais não estavam acostumados, como a livre concorrência com preços, questões de qualidade e a eficiência dos produtores concorrentes. E, apesar do parque industrial brasileiro mostrar-se competitivo em termos de custos e qualidade, esse segmento do complexo agroindustrial também vem sofrendo uma competição cada vez maior, resultando dessa forma, em uma maior pressão no segmento

produtivo por custos mais reduzidos e por uma qualidade melhor.

Assim, considerando o complexo leiteiro como um todo, pode-se inferir que o seu pleno crescimento e desenvolvimento está fortemente relacionado com aspectos estruturais e de manejo na atividade leiteira, os quais ditam o custo da produção e a viabilidade ou não do produtor e de toda a cadeia subsequente. Portanto, é de se esperar que esforços concretos e eficientes sejam direcionados a esse elo da cadeia.

O transporte (1º percurso) representa, na atualidade, entre 4% a 25% do preço do leite recebido pelo produtor, chegando, em algumas regiões do Brasil, a 40%. Essa diferença é

¹ MS em Administração Rural, Extensionista da EMATER-MG.

² DS em Economia Rural, Professor da Universidade Federal de Lavras, Fax: (35) 3829-1772.

³ DS em Engenharia de Sistemas da Computação, Professor da Universidade Estadual do Ceará.

determinada pela baixa densidade de produção, que é a relação da quantidade produzida pela quantidade de quilômetros percorridos pelo veículo, das fazendas às plataformas de recepção (Sobrinho, Coutinho e Coura, 1995).

O transporte de leite a granel, por sua vez, tem-se mostrado aos países e às empresas que o adotaram como um grande avanço para a pecuária leiteira, pois tem permitido ganhos de qualidade, redução de trabalhos tidos como árduos (horários de ordenha, movimentação dos latões) e uma série de outras vantagens que fazem do sistema a granel superior ao tradicional sistema de coleta a latão.

Em termos históricos, o transporte de leite a granel teve seu início nos EUA em 1940 no Estado da Califórnia (Bulk Milk Handling, 1957). Em 1941, o programa de granelização captou novos adeptos, mas foi paralisado pelos acontecimentos internacionais (2ª Guerra Mundial), retornando em 1947, com o fim da guerra. Em 1957, ocorreu a primeira conferência sobre o assunto e, conforme dados da época, o transporte de leite a granel difundia-se rapidamente pelo país todo, impulsionado por diversos aspectos positivos percebido e aceitos pelos produtores e pela indústria. Atualmente o sistema do transporte a granel predomina praticamente em todos os EUA.

No Brasil, o sistema de granelização foi introduzido pela CCGL em 1985 e vêm expandido-se rapidamente ao longo desses últimos anos.

Após a crise do petróleo nos anos 70, o combustível passou a ter um valor mais expressivo nos custos, levando a uma atenção especial na redução dessa despesa, que é representada principalmente pelo primeiro percurso na coleta de leite. O transporte a granel tem um grande potencial na redução dos custos do primeiro percurso, pois permite realizar coleta em dias alternados e, devido a independência de horários é possível racionalizar de forma mais eficiente a linha de coleta.

Extrapolando de forma abstrata o impacto do processo de granelização, é fácil imaginar seus resultados em algumas frentes de estudo da atividade leiteira, uma vez que o sistema exige um grau maior de investimento em recursos fixos. Por exemplo, é de se esperar uma diminuição nos chamados safristas, pois seu sistema de produção dificilmente atende condições de qualidade da indústria moderna. A sazonalidade da produção tende a diminuir e os ganhos de qualidade são esperados, principalmente com a adoção de

incentivos do tipo pagamento por qualidade do leite. A indústria pode receber o leite em um sistema mais organizado, uma vez que o tempo não é mais um fator limitante na coleta de leite.

O sistema de transporte de leite a granel e todas as mudanças exigidas por ele, tem-se mostrado como uma alternativa considerável ao processo de tecnificação e melhoria do complexo agroindustrial leiteiro, além de apresentar-se com um grande potencial na redução dos custos de produção.

Este trabalho centra seu estudo no aspecto econômico da mudança de coleta de leite a latão para a coleta de leite a granel, enfocando principalmente aspectos referentes ao transporte. Busca otimizar rotas de leite considerando o transporte a granel e proceder análise econômica dos custos dos veículos envolvidos.

2 METODOLOGIA

A base deste estudo está na teoria dos custos, sendo comparados um caso real e um simulado considerando o transporte de leite a granel com capacidade de transporte de 6000 litros/viagem.

Os dados foram obtidos em uma empresa receptora de leite situada na região oeste de Minas Gerais, coletados no período de julho a agosto de 1997. Os valores monetários bem como os índices de rendimento dos veículos foram baseados em indicadores regionalizados.

O modelo de análise consta:

custos: para análise de custo (Filho, 1986; Nicholson, 1998; Reis, 1997) utilizou-se a função,

$$Y = f(\sum X_i + \sum X_j) \quad (1)$$

onde:

Y = custo do transporte;

$\sum X_i$ = somatório dos custos fixos;

$\sum X_j$ = somatórios dos custos variáveis;

(b) Ponto de Equilíbrio: o ponto de equilíbrio é aquele em que a receita se iguala aos custos (Iudicibus, 1988 e Leone, 1989), sendo representado por,

$$Q = \frac{CFT}{P - CVM_e} = PE, \quad (2)$$

onde:

Q = quantidade vendida ou produzida (ou quilometragem percorrida);

CFT = custo fixo total;

P = preço unitário do produto (R\$/Km);

CVMe = custo variável médio;

(c) Problema de Percurso de Veículos em Vértices (PPV): conforme Gomes (1996), o PPV pode ser descrito como o problema de determinar um conjunto ótimo de rotas de entrega/coleta a partir de um ou múltiplos depósitos, sobre um número de clientes dispersamente distribuídos em uma região geográfica, sujeito a um conjunto de restrições laterais (demanda máxima conduzida nos veículos, tempo de serviço, distância máxima, horários de atendimento, etc). A formulação genérica do Problema de Percurso de Veículos pode ser colocada como se segue.

$$\text{Minimizar } \sum_{v=1}^{nv} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^v \quad (3)$$

Sujeito a

$$\sum_v \sum_i x_{ij}^v = 1 \quad (j = 2, \dots, n), \quad (4)$$

$$\sum_v \sum_j x_{ij}^v = 1 \quad (i = 2, \dots, n), \quad (5)$$

$$\sum_i x_{ip}^v - \sum_j x_{pj}^v = 0 \quad (p = 1, \dots, n) \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (6)$$

$$\sum_i q_i (\sum_j x_{ij}^v) \leq Q^v \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (7)$$

$$\sum_i t_i^v \sum_j x_{ij}^v + \sum_i \sum_j t_{ij}^v x_{ij}^v \leq T^v \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (8)$$

$$\sum_i x_{i1}^v \leq 1 \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (9)$$

$$\sum_j x_{1j}^v \leq 1 \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (10)$$

$$X = (x_{ij}^v) \in S, \text{ e} \quad (11)$$

$$x_{ij}^v \in \{0,1\} \quad (i,j = 1, \dots, n) \quad (v = 1, \dots, nv). \quad (12)$$

Onde:

n = número de vértices com demanda incluindo o depósito;

nv = número de veículos;

Q^v = capacidade do veículo v ;

q_i = demanda no vértice i , onde $q_1 = 0$ e $q_i \leq Q^v$, $\forall i, v$;

T^v = tempo máximo permitido para o veículo v ;

t_i^v = tempo necessário para o veículo v entregar ou receber no vértice i (tempo de serviço em i por v);

t_{ij}^v = tempo de percurso do veículo v entre os vértices i e j , $t_{ij}^v = \infty$;

$$x_{ij}^v = \begin{cases} 1, & \text{se a ligação } ij \text{ é usada pelo veículo } v \\ 0, & \text{Caso contrário.} \end{cases}$$

S = conjunto formado pelas restrições de quebras de subrotas ilegais que não incluem o vértice origem.

A função objetivo (3) deseja minimizar o custo total do percurso de um conjunto de veículos iguais ou distintos. As restrições (4) e (5) definem que cada vértice demanda é servido por exatamente um veículo. As equações (6) consideram a continuidade do percurso (rota), ou seja, se um veículo entra em um vértice com demanda ele deve sair. As equações (7) são as restrições de capacidade dos veículos e de modo similar as equações (8) são relativas ao tempo total da rota. As equações (9) e (10) garantem que a disponibilidade de veículos não será excedida. As restrições (11) representam a proibição de sub-rotas ilegais. E as restrições (12) definem as variáveis de decisão do modelo.

Para a utilização do modelo matemático de percurso de veículo foi elaborado uma “mapa-esboço” com todas as estradas possíveis sendo registrado a quilometragem (com precisão de 0,1 km) existente entre cada vértice da malha rodoviária. Foi considerado somente os fornecedores de leite para a empresa em questão, não anotando os concorrentes no mapa.

Este mapa foi editado pelo programa SisGRAFO, software projetado para problemas de otimização utilizando-se de um ambiente gráfico.

Posteriormente, foi introduzida as restrições pertinentes ao problema e rodado o software obtendo, após seis tentativas e adaptações, os resultados discutidos neste estudo.

Os dados e parâmetros considerados nos cálculos foram:

custo fixo: veículos, pneus, câmaras, recauchutagem, peças/retífica do motor, tanque rodoviário de 6.000 litros, latão de leite de 50 litros, licenciamento e taxas referentes ao veículo e porcentagem de sucata do caminhão e do tanque. Os custos fixos foram contabilizados pela depreciação.

custo variável: salário motorista/dono caminhão, salário do ajudante, combustível (diesel), óleo carter/câmbio/diferencial, reposições, lavagem dos veículos, entre outros gastos variáveis.

parâmetros: preço pago por quilometro percorrido, preço pago por litro transportado, quilometragem mensal percorrida e rendimento em quilômetros/litro de combustível consumido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O caso real: situação atual

Neste caso, têm-se a existência de sete rotas distintas, perfazendo um total diário de 678 Km e um volume de leite transportado de 16.540 litros; os veículos são caminhões toco da marca Mercedes-Benz. O custo do transporte de leite (1º percurso) ao produtor foi de R\$ 0,033/litro de leite transportado e o preço pago pela indústria aos carreteiros foi de R\$ 0,5713/km percorrido. Dessa forma, ocorre um superávit em benefício da empresa no valor de R\$ 4.754,36 mensais (Quadro 1).

O preço médio pago pelo litro de leite pela indústria ao produtor foi de R\$ 0,28458 (mês de julho de 1997) e o custo de transporte (R\$ 0,033/l) cobrado do produtor representou 11,59% do preço pago pelo produto.

Dentre os percursos, as rotas 4 e 6 apresentaram um déficit de arrecadação em relação ao remunerado (caminhoneiros) devido o baixo volume transportado (1.344 litros e 1.497 litros, respectivamente) e esta diferença foi reposta pelo superávit das demais rotas.

Na média, tem-se um custo por litro de leite na ordem de R\$ 0,02342 para o transporte de 1º percurso e o volume de leite transportado por veículo foi de 2.363 litros, 52,51% da capacidade de transporte do veículo, considerando 4.500 litros por veículo.

Na avaliação do carreteiro, somente a rota 5 foi viável economicamente ao longo do tempo, pois sua remuneração cobriu os custos fixos e variáveis e ainda teve uma margem de R\$ 0,0265/km, conforme Quadro 2. Já as demais rotas continuarão funcionando no curto e médio prazos. Entretanto, no longo prazo terão dificuldades em repor seus veículos, pois estão operando cobrindo os custos variáveis e somente parte dos custos fixos. Nesse aspecto, as rotas 2, 4 e 3 foram as mais deficientes e necessitam de um aumento em sua remuneração por quilometro de R\$ 0,2235, R\$ 0,1958 e R\$ 0,1845, respectivamente, ou então aumentar seus raios de ação.

QUADRO 1. Características das sete rotas de leite na região de estudo, considerando os valores arrecadados e pagos no transporte de 1º percurso.

Rotas	Km/dia	l/dia	l/km	Preço Pago Empresa		Preço Frete Produtor		Diferença (P-E) R\$
				R\$/mês(E)	R\$/l (E')	R\$/l (P')	R\$/mês(P)	
Rota 1	110,0	4.329	39,35	1.885,29	0,01452	0,0330	4.285,71	2.400,42
Rota 2	77,0	2.520	32,73	1.319,70	0,01746	0,0330	2.494,80	1.175,10
Rota 3	82,0	1.800	21,95	1.405,40	0,02603	0,0330	1.782,00	376,60
Rota 4	78,0	1.344	17,23	1.336,84	0,03316	0,0330	1.330,56	-6,28
Rota 5	132,0	2.782	21,08	2.262,35	0,02711	0,0330	2.754,18	491,83
Rota 6	93,0	1.497	16,10	1.593,93	0,03549	0,0330	1.482,03	-111,90
Rota 7	106,0	2.268	21,40	1.816,73	0,02670	0,0330	2.245,32	428,59
Total	678,0	16.540	24,40	11.620,24			16.374,60	4.754,36
Média	96,9	2.363		1.660,08	0,02342	0,0330	2.339,23	679,15

Velocidade Média 19,64 km/h
Tempo Médio 4: 56 h

Analisando as rotas através de seus respectivos pontos de equilíbrio, quando o valor recebido por quilômetro foi de R\$ 0,5713 e os cálculos de custos foram em função da quilometragem diária percorrida em cada rota, todas

as rotas, a exceção da rota 5, deveriam aumentar sua quilometragem diária para cobrir todos os custos ou que a remuneração por quilômetro fosse reajustada conforme o custo total de cada rota (Quadro 2).

QUADRO 2. Preços, custos e o ponto de equilíbrio para as rotas em estudo, considerando o preço pago ao carreteiro e o custo total do veículo em R\$/km.

Rotas	Preço R\$/km	Custos			Diferenças (R\$/km)		Ponto Equilíbrio(km)	
		Fixo(F) R\$/km	Variável(V) R\$/km	Total (T) R\$/km	(PP-V)	(PP-T)	Custo (T)	Preço (PP)
		Rota 1	0,5713	0,2123	0,4179	0,6302	0,1534	-0,0589
Rota 2	0,5713	0,2637	0,5311	0,7948	0,0402	-0,2235	77,0	505,6
Rota 3	0,5713	0,2477	0,5081	0,7558	0,0632	-0,1845	82,0	321,5
Rota 4	0,5713	0,2408	0,5263	0,7671	0,0450	-0,1958	78,0	417,4
Rota 5	0,5713	0,1709	0,3739	0,5448	0,1974	0,0265	132,0	114,3
Rota 6	0,5713	0,2115	0,4662	0,6777	0,1051	-0,1064	93,0	187,2
Rota 7	0,5713	0,1953	0,4279	0,6232	0,1434	-0,0519	106,0	144,4
Média	0,5713	0,2149	0,4538	0,6687	0,1175	-0,0974	96,9	177,1

A rota 5 tem seu ponto de equilíbrio em 114,3 km diários, abaixo da sua quilometragem diária de 132 km, indicando que a rota está cobrindo todos os seus custos e está tendo um resíduo positivo.

O maior custo total foi da rota 2, devido o fato de ser a de menor rodagem (77km);já, a rota 5, por apresentar um trajeto maior, tem seu custo total mais diluído e portanto o de menor valor (R\$ 0,5448/km), Quadro 2.

Considerando uma análise baseada em valores expressos em R\$/l, a situação de remuneração aos carreteiros seria bastante diferenciada da remuneração por quilômetro. Levando-se em conta o valor de R\$ 0,033/l cobrado de frete ao produtor, as rotas 1, 2, 5 e 7

estariam operando com resíduos positivos e as rotas 3, 4 e 6 estariam trabalhando em processo de descapitalização (Quadro 3).

Dentre as sete rotas, considerando a remuneração ao carreteiro baseada em litros transportados, a rota 1 mostra-se altamente atrativa, pois seu custo total por litro de leite é de R\$ 0,01601 e, caso fosse repassado integralmente o valor cobrado do produtor pelo frete, esta rota teria uma lucratividade de 106,12%. Entretanto, como a remuneração é feita através da quilometragem percorrida, o preço correspondente recebido pelo carreteiro em função do volume transportado é de R\$ 0,01452/litro, ou seja, não é possível cobrar todos os custos, apesar de ser a rota mais eficiente daquelas analisadas.

QUADRO 3. Dados comparativos dos valores cobrados dos produtores, pagos aos carreteiros e os custos de transporte na região de estudo, expressos em R\$/l.

Rotas	Preço Cobrado Produtor (PC) R\$/l	Preço Pago ao Carreteiro (PP) R\$/l	Custos			Diferença dos Custos			
			Fixo(F) R\$/l	Variável(V) R\$/l	Total (T) R\$/l	Preço Cobrado ao Produtor		Preço Pago ao Carreteiro	
			(PC-V)	(PC-T)	(PP-V)	(PP-T)			
Rota 1	0,03300	0,01452	0,00540	0,01062	0,01601	0,02238	0,01699	0,00390	-0,00150
Rota 2	0,03300	0,01746	0,00806	0,01623	0,02429	0,01677	0,00871	0,00123	-0,00683
Rota 3	0,03300	0,02603	0,01128	0,02315	0,03443	0,00985	-0,00143	0,00288	-0,00841
Rota 4	0,03300	0,03316	0,01398	0,03054	0,04452	0,00246	-0,01152	0,00261	-0,01136
Rota 5	0,03300	0,02711	0,00811	0,01774	0,02585	0,01526	0,00715	0,00937	0,00126
Rota 6	0,03300	0,03549	0,01314	0,02896	0,04210	0,00404	-0,00910	0,00653	-0,00661
Rota 7	0,03300	0,02670	0,00913	0,02000	0,02913	0,01300	0,00387	0,00670	-0,00243
Média	0,03300	0,02342	0,00881	0,01860	0,02741	0,01440	0,00559	0,00482	-0,00399

3.2 O caso simulado: transporte a granel

Para o transporte a granel, foi considerado uma capacidade de volume transportado de até 6.000 l de leite por veículo como restrição de volume. A restrição de tempo não foi considerada

diretamente no modelo matemático devido as oscilações que ocorrem normalmente nas rotas. Entretanto, o fator tempo foi analisado tomando-se como base a velocidade média das rotas, incluindo no cálculo todos os tempos de parada. Após editado o mapa e definido as restrições, o software SisGRAFO foi rodado várias vezes com adaptações manuais nas rotas até encontrar a solução ótima.

Os resultados das simulações estão apresentados no Quadro 4.

Das sete rotas iniciais obteve-se três rotas de coleta a granel com uma redução de 8,01% na

quilometragem a percorrer, o que representa uma redução de 54,3 km diários, ou ainda, uma redução de R\$ 930,65 mensais no gasto com transporte de leite no 1º percurso.

QUADRO 4. Características de três rotas de leite na região de estudo, considerando os valores arrecadados e pagos no transporte de 1º percurso- caso simulado de transporte a granel.

Rotas	km/dia	l/dia	l/km	Preço Pago Empresa		Preço Frete Produtor		Diferença (P-E) R\$
				R\$/mês(E)	R\$/l (E')	R\$/l (P')	R\$/mês(P)	
Rota 1	231,8	5.664	24,43	3.972,82	0,02338	0,0330	5.607,36	1.634,54
Rota 2	159,0	5.222	32,84	2.725,10	0,01740	0,0330	5.169,78	2.444,68
Rota 3	232,9	5.654	24,28	3.991,67	0,02353	0,0330	5.597,46	1.605,79
Total	623,7	16.540		10.689,59			16.374,60	5.685,01
Média	207,9	5.513	26,52	3.563,20	0,02154	0,0330	5.457,87	1.894,67
Velocidade Média	19,64 km/h							
Tempo Médio	10: 35h							

O volume de leite transportado por veículo aumentou em 133,32%, ou seja, partiu de uma média de 2.363 litros no caso real para 5.513 litros de leite no transporte a granel indicando assim uma melhor utilização dos veículos.

O percurso por veículo aumentou consideravelmente, sendo estimado uma necessidade média de praticamente 10:40h para percorrer e coletar o leite de todos os pontos de coleta. No caso a granel, tendo como pressuposto que o leite é resfriado na propriedade, este tempo de coleta não acarretaria problemas significantes relacionados a qualidade do leite, pois o produto já se encontraria à temperaturas baixas (4 a 5 °C) o que permite sua conservação por um tempo relativamente grande.

No Quadro 5 tem-se o demonstrativo simulado de como ficaria os custos referentes a cada uma das três rotas. Pode-se observar que todas as rotas estão trabalhando com resíduos positivos pagando os custos variáveis e fixos; das três rotas, a 3 é a mais lucrativa.

Na análise do ponto de equilíbrio, os resultados baseados no preço pago sugerem uma possibilidade de redução no valor pago ao carreteiro, sendo que as rotas 1 e 3 poderiam receber por quilometro um valor próximo de R\$ 0,45 e estariam operando com resíduo positivo, ao passo que a rota 2 deveria ser remunerada em pelo menos R\$ 0,5458 para equilibrar a receita com as despesas.

QUADRO 5. Preços, custos e ponto de equilíbrio para as rotas em estudo, considerando o preço pago ao carreteiro e o custo total do veículo em R\$/km – caso simulado de transporte a granel.

Rotas	Preço Pago(PP) R\$/km	Custos			Diferenças (R\$ /km)		Ponto equilíbrio (km)	
		Fixo(F) R\$/km	Variável (V) R\$/km	Total (T) R\$/km	(PP-V)	(PP-T)	Custo (T)	Preço (PP)
Rota 1	0,5713	0,1543	0,2791	0,4334	0,2922	0,1379	231,8	122,4
Rota 2	0,5713	0,2093	0,3365	0,5458	0,2348	0,0255	159,0	141,7
Rota 3	0,5713	0,1537	0,2785	0,4322	0,2928	0,1391	232,9	122,3
Média	0,5713	0,1681	0,2935	0,4616	0,2778	0,1097	207,9	125,8

No Quadro 6, a análise do caso simulado tem como base os valores expressos em R\$/l transportado. No geral um maior volume transportado por quilômetro representa um menor custo por litro; a rota 2 transporta em média 32,84 l/km e possui um custo relativo de R\$ 0,01662/l que, entre as três rotas, é o de menor custo.

Se a remuneração fosse realizada em função do volume transportado e considerando o custo de R\$ 0,033/l transportado ao produtor, a rota 2 seria a mais atrativa, com um ganho de R\$ 0,01638/l, e as demais apresentariam valores próximos a R\$ 0,015/l. De qualquer forma, ambas as rotas seriam atrativas, pois seus custos não atingem R\$ 0,018/l (Quadro 6).

QUADRO 6. Dados comparativos dos valores cobrados dos produtores, pagos aos carreteiros e os custos de transporte na região de estudo, expressos em R\$/l - caso simulado de transporte a granel.

Rotas	Preço		Custos			Diferença dos Custos			
	Cobrado	Pago ao				Preço Cobrado ao		Preço Pago ao	
	Produtor (PC)R\$/l	Carreteiro (PP) R\$/l	Fixo(F) R\$/l	Variável(V) R\$/l	Total (T) R\$/l	Produtor (PC-V)	(PC- T)	Carreteiro (PP-V)	(PP-T)
Rota 1	0,03300	0,02338	0,00631	0,01142	0,01774	0,02158	0,01526	0,01196	0,00564
Rota 2	0,03300	0,01740	0,00637	0,01025	0,01662	0,02275	0,01638	0,00715	0,00078
Rota 3	0,03300	0,02353	0,00633	0,01147	0,01780	0,02153	0,01520	0,01206	0,00573
Média	0,03300	0,02154	0,00634	0,01107	0,01741	0,02193	0,01559	0,01048	0,00414

Nesse caso, a empresa em estudo poderia reduzir o custo do frete ao produtor para R\$ 0,020/l de leite transportado sem inviabilizar as rotas, pois estas ainda estariam operando com uma margem de lucro próximo dos 10%. Esse novo valor de frete representa ao produtor uma redução de aproximadamente 39% no custo do frete, ou ainda, um custo de frete de 7,03% sobre o preço do litro de leite (R\$ 0,28458). Essa redução do custo de transporte pode significar ao produtor um incremento de R\$ 0,013/l no valor a receber pelo litro de leite.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa SisGRAFO utilizado para otimizar as rotas é de fácil operação, permitindo uma rápida visualização dos resultados e uma intervenção nas decisões conforme a necessidade e conhecimento da realidade local. O modelo de otimização de rotas apresentou-se bem ajustado às necessidades do estudo.

Pela presente análise, o transporte de leite a granel apresentou significativas redução no custo de frete por diminuir a quilometragem total a rodar diariamente e diminuir o número de veículos envolvidos na operação, além de possibilitar ganhos em relação a qualidade do produto.

Uma redução no número de veículos permite uma melhor utilização dos mesmos acarretando em uma maior escala de volume transportado com reflexos nos custos totais de transporte, sendo possível reduzir o custo de transporte sem entretanto inviabilizar as rotas de coleta.

O sistema de remuneração do frete é outro ponto importante, pois quando se paga por quilometro rodado passa-se a incentivar o aumento do percurso das rotas no ponto de vista do carreteiro como forma de obter escala. Entretanto, se o pagamento fosse realizado tomando como

base o volume transportado é de se esperar que os integrantes da cadeia (produtor e carreteiro), desde que repassado possíveis economias, viessem a colaborar na redução do custo de transporte. O sistema de pagamento baseado em R\$/l transportado premeia a rota que possui uma maior eficiência de transporte, enquanto o sistema de R\$/Km pode acarretar distorções de eficiência.

Apesar das vantagens apresentadas pelo sistema de coleta a granel, existe a presença de uma restrição que pode ser decisiva e deve ser levado em conta: o tempo de coleta do leite, que tende a aumentar consideravelmente no sistema a granel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BULK MILK HANDLING.** Michigan: Michigan State University, 1957. 132p.
- FILHO, A.F. Custo e sistema de transporte do primeiro percurso do leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.137, p.14-16, maio/1986.
- GOMES, M.J.N.; **Contribuições para otimização em grafos e problemas de percursos de veículos:** sistema SisGRAFO. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996. 294p. (Tese - Doutorado)
- IUDICIBUS, S. **Análise de custos.** São Paulo: Atlas, 1988. 169p.
- LEONE, G.S.G. **Custos:** planejamento, implantação e controle. São Paulo: Atlas, 1989. 512p.

NICHOLSON, W. **Microeconomic theory:** basic principles and extensions. 7 ed. Fort Worth: Dryden Press, 1998. 821p.

REIS, R.P. **Introdução à teoria econômica.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 108 p.

SOBRINHO, F.F.; COUTINHO, G.H.; COURA, J.D. **Coleta de leite a granel.** Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995. 96p. (Monografia)