

PROGRAMAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CLIENTES COM ESTOQUE GERENCIADO PELO FORNECEDOR (*VENDOR-MANAGED INVENTORY - VMI*)

Mariana de Siqueira Guersola
Universidade Federal do Paraná
marianaguersola@gmail.com

Maria Teresinha Arns Steiner
Universidade Federal do Paraná e Pontifícia Universidade Católica do Paraná
tere@ufpr.br; maria.steiner@pucpr.br

Cassius Tadeu Scarpin
Universidade Federal do Paraná
cassiusts@gmail.com

Gustavo Valentim Loch
Universidade Federal do Paraná
gustavo.gvalentim@gmail.com

Resumo

A utilização de sistemas de estoque gerenciado pelo fornecedor (*Vendor Managed Inventory – VMI*), os quais melhoram o desempenho de entrega, tem estado atrelada à utilização da troca eletrônica de dados (*Electronic Data Interchange – EDI*), a qual necessita de altos investimentos. O objetivo deste trabalho foi propor um algoritmo para a definição diária do cronograma de entrega, baseado em previsão de demanda, que viabilize o *VMI* sem necessitar de *EDI*. O estudo de caso foi realizado em uma distribuidora de GLP. O algoritmo foi desenvolvido para evitar atrasos de entrega e simultaneamente reduzir os custos de transporte. As principais vantagens da utilização do *VMI* foram alcançadas. Houve mais de 90% de diminuição no risco de falta de estoque para os clientes e a programação da distribuição do fornecedor tornou-se mais eficiente, tendo melhorado o nível de serviço, a utilização da capacidade, e as economias de escala e de distância.

Palavras-Chaves: Estoque gerenciado pelo fornecedor; Troca eletrônica de dados.

Abstract

The Vendor Managed Inventory (VMI), which improves delivery performance, has been linked to the Electronic Data Interchange (EDI) usage, which requires high investments. The main goal of this paper was to propose an algorithm that defines the daily delivery Schedule, based on forecasted demand, making the VMI feasible without the need for EDI. The case was conducted in an LPG distributor. The algorithm was developed to avoid delivery delays and to reduce the transportation costs. The main advantages of VMI were achieved. The risk of inventory lack for customers decreased more than 90%. The supplier's distribution schedule became more efficient, improving service levels, capacity utilization and economies of scale and distance.

Keywords: Vendor Managed Inventory; Electronic Data Interchange.

1. INTRODUÇÃO

Serviços de entrega mais customizados têm se tornado um fator cada vez mais importante na obtenção de vantagem competitiva pelas empresas de distribuição de produtos, isto em função da exigência crescente dos clientes no que diz respeito a prazos e qualidade de entrega (MELO e FERREIRA FILHO, 2001). A distribuição física define o sucesso no processo de atendimento aos clientes, sendo, portanto, uma das principais atividades das empresas, e entre as principais decisões de distribuição física de produtos está a programação de veículos (ENOMOTO e LIMA, 2007).

Belfiore, Costa e Fávero (2006) trazem o conceito de Problema de Estoque e Roteirização, no qual o estoque do cliente é gerenciado pelo fornecedor, que decide quando entregar e quanto entregar de mercadoria, administrando o reabastecimento ótimo dos estoques e também a distribuição física. O objetivo passa a ser determinar a cada dia quais clientes visitar e qual rota percorrer de modo a minimizar os custos de distribuição, obedecendo à restrição de que as demandas dos clientes sejam atendidas.

O estudo de caso abordado neste trabalho foi realizado em uma empresa distribuidora de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) a granel, que objetiva tratar sua distribuição física como um Problema de Estoque e Roteirização, sem a utilização de *Electronic Data Interchange (EDI)*, ou seja, sem receber eletronicamente informações sobre a necessidade de reabastecimento dos clientes. A empresa atua principalmente no Paraná e possui uma base de armazenagem de GLP na região metropolitana de Curitiba, de onde origina sua distribuição utilizando três caminhões-tanque. São atendidos 436 clientes no estado do Paraná, todos classificados por prioridade, e ela necessita decidir o cronograma de entrega baseando-se apenas na previsão de demanda gerada a partir do histórico de consumo de cada cliente.

Cunha (2000) afirma que se deve buscar uma solução customizada para cada problema, pois uma solução para determinado tipo de dados pode não ser adequada a outro problema similar. Alvarenga e Novaes (2000) afirmam que a distribuição física ocupa um lugar de destaque nos problemas logísticos das empresas não apenas em função dos custos envolvidos, mas também pela necessidade de melhorar os níveis de serviço de atendimento aos clientes.

O objetivo desse estudo de caso é propor um algoritmo para a escolha de quais clientes atender a cada dia, de forma a viabilizar o estoque gerenciado pelo fornecedor sem a utilização de troca de dados por via eletrônica, buscando maior economia de escala e redução dos custos de transporte, sem comprometer o nível de serviço exigido pelos clientes.

O estudo de caso foi limitado ao atendimento no estado do Paraná, pois em Santa Catarina e São Paulo o número de clientes atendidos ainda é muito pequeno, o que não justificaria a utilização do algoritmo aqui proposto. Limitou-se ainda a propor um algoritmo para filtragem dos clientes, sem estudar a previsão de demanda, uma vez que a utilizada atualmente já é considerada adequada pela empresa, e sem se preocupar com o agrupamento e a roteirização dos veículos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DISTRIBUIÇÃO FÍSICA

O sucesso de qualquer cadeia de suprimentos está estreitamente relacionado à boa utilização do transporte, o qual significa mover o produto de um local para outro e exerce papel crucial em função de os produtos raramente serem fabricados e consumidos no mesmo local (CHOPRA e MEINDL, 2003). O objetivo do transporte é deslocar espacialmente o carregamento, mantendo a integridade da carga e respeitando os prazos de entrega (ALVARENGA e NOVAES, 2000).

Christopher (2010) afirma que o objetivo de qualquer sistema logístico é o de

satisfazer os clientes e que o gerenciamento logístico causa importante impacto no valor percebido pelo cliente, o qual define vantagem competitiva. Esse valor percebido é constituído em grande parte pela distribuição física, a qual consiste em viabilizar a disponibilidade de produto. O autor afirma que a falta de estoque pode causar impacto negativo na percepção e no comportamento do cliente, enquanto um alto nível de serviço melhora a retenção do cliente e também aumenta a possibilidade de desenvolvimento de novos clientes.

Bowersox e Closs (2010) colocam que qualidade, em logística, é sinônimo de confiabilidade, o que torna a capacidade de manter níveis de disponibilidade de estoque fundamental. Alvarenga e Novaes (2000) afirmam que a concorrência entre as empresas exige melhores níveis de serviço, que podem ser traduzidos, entre outros, pela confiabilidade e segurança. Para os autores, quanto maior o nível de serviço em transportes, mais caro ele será para a empresa.

Segundo Balou (2006), o transporte é a atividade que absorve a maior parcela de custos na cadeia logística, podendo chegar a dois terços do custo logístico total. Chopra e Mendel (2003) afirmam que o custo de transporte é diretamente proporcional ao grau de responsividade em relação ao cliente, quanto maior a rapidez de atendimento, maiores os custos.

Alvarenga e Novaes (2000) afirmam que a escolha do período de atendimento aos clientes depende de dois fatores antagônicos: de um lado o atendimento aos clientes, que se sentem melhor atendidos com entregas mais frequentes; de outro o custo de transporte para o fornecedor. Os autores colocam que os custos diretos envolvidos em transporte são: depreciação do veículo; remuneração de capital; salários e gratificações dos funcionários; seguro; licenciamento; combustível, lubrificação, pneus e manutenção.

Segundo Bowersox e Closs (2010), distância é um dos principais fatores no custo de transporte, uma vez que afeta diretamente os custos variáveis como combustível e manutenção. Para Daibert (2009) um dos custos mais difíceis de serem mensurados, e que causa maior impacto na imagem da empresa perante os clientes é o custo de falta de produto.

2.2. ESTOQUE ADMINISTRADO PELO FORNECEDOR E O CRONOGRAMA DE ENTREGA

No *Vendor-Managed Inventory (VMI)*, ou estoque administrado pelo fornecedor, o fornecedor é responsável por todas as decisões referentes ao estoque de produto do cliente. A decisão de reabastecimento passa a ser então do fornecedor, que precisa ter acesso às informações de demanda do cliente para que possa tomar essa decisão (CHOPRA e MEINDL, 2003). A utilização de sistemas de distribuição desse tipo ganhou impulso com a disseminação da tecnologia de troca de dados por via eletrônica (*Electronic Data Interchange - EDI*), que é de uso comum no *VMI* e ajuda ao fornecedor manter-se informado dos níveis de estoques nos clientes pelos quais é responsável (BALLOU, 2006).

Segundo Christopher (2010), o fornecedor assume a responsabilidade de manter o estoque dentro dos limites superior e inferior que o cliente deseja manter disponível. O autor coloca que entre as vantagens do *VMI* para o cliente está a diminuição do risco de falta de estoque e para o fornecedor o planejamento e programação mais eficiente da produção e distribuição, melhorando a utilização da capacidade. O nível de desempenho de entrega do fornecedor é melhorado (DAIBERT, 2009).

A resolução do problema do *VMI* envolve três decisões inter-relacionadas: quando atender cada cliente, quanto fornecer de produto, e que rota utilizar no atendimento. As decisões podem ser modeladas de duas formas: modelo de frequência de atendimento, em que as entregas obedecem a uma periodicidade; e modelo de instante de atendimento, no qual os momentos de entrega são variáveis de decisão (ZNAMENSKI, 2006).

Segundo Znamenski e Cunha (2003), o problema de estoque-roteirização com demanda determinística, combinação entre o problema de reposição de estoques e o problema de roteirização de veículos, tratado como modelo de instante de atendimento, é especialmente

encontrado nos sistemas logísticos *VMI*.

Chopra e Mendel (2003) afirmam que o cronograma de entrega, no qual se deve decidir quais clientes serão visitados, é uma das decisões operacionais mais importantes relacionadas ao transporte, que objetiva eliminar falhas no serviço. Ao designar clientes para atendimento, além de atender às demandas dos mesmos, deseja-se maximizar a economia. Há dois princípios que norteiam o gerenciamento de transporte: a economia de escala, obtida com a diminuição do custo de transporte por unidade, e a economia de distância (BOWERSOX e CLOSS, 2010).

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A empresa estudada presta dois tipos de serviços, sendo que o primeiro diz respeito à instalação e manutenção de tanques, que são dimensionados de acordo com a área disponível, legislações aplicáveis e necessidade de consumo de cada cliente. Esses tanques podem variar em suas capacidades de 90kg até 20.000kg. A utilização real dos tanques é, em geral, de 65% (valor utilizado neste trabalho como referência), pois é necessário um mínimo de gás no tanque para pressurização. Este índice de utilização real pode variar de acordo com a temperatura ambiente, dada normalmente pelas condições do clima (épocas do ano) ou condições do ambiente no qual está localizado o tanque. Os tanques instalados nas propriedades dos clientes são de propriedade da empresa estudada.

O segundo serviço diz respeito à distribuição de gás para clientes que já estão com tanques instalados. São atendidos 436 clientes no estado do Paraná, entre os quais estão edifícios, indústrias, restaurantes, hospitais e outros. Todos estes clientes estão classificados por prioridade e todos devem ser reabastecidos antes que seu estoque de gás se esgote por completo. É a distribuidora que decide, em função do histórico de consumo, quando reabastecer cada cliente.

Existem restrições de alguns clientes quanto aos dias e horários de entrega, devido à logística do próprio cliente ou às restrições do departamento de trânsito, que proíbe o estacionamento em algumas regiões durante os horários de movimento. Alguns clientes só podem ser atendidos aos sábados, ou apenas em horários restritos como, por exemplo, após às 20:00h.

São utilizados três caminhões-tanque para a distribuição de gás no Paraná, cada um com capacidade total de 10.000kg e capacidade útil de 9.000kg, já que são necessários no mínimo 1.000kg para obtenção de pressurização. A entrega é feita por meio de mangueiras apropriadas para tanques estacionários. A soma total em kg prevista para todos os clientes a serem atendidos não pode ultrapassar a capacidade útil dos caminhões.

Para cada caminhão, a empresa possui uma equipe de um motorista e um ajudante, com carga horária real de trabalho de 6h por dia, 6 dias por semana. A empresa tem seus custos acrescidos quando utiliza horas-extras dos funcionários. Cada agrupamento deve tentar respeitar o tempo limite, considerando que cada reabastecimento leva, segundo a empresa, em média 20 minutos.

3.1. SOLUÇÃO ATUAL ADOTADA PELA EMPRESA PARA A DISTRIBUIÇÃO

O processo de distribuição realizado atualmente pela empresa segue algumas etapas. Primeiramente, com base nos registros históricos de consumo dos clientes, é utilizado um programa que faz uma previsão do consumo diário de cada cliente. Conhecendo-se a capacidade útil dos tanques dos clientes, a data do último abastecimento e a previsão de consumo diário é, então, calculada a data provável do término do estoque útil. Com base nesta data é considerada uma margem de segurança de dois dias de consumo para a definição da data máxima de entrega. Uma vez tendo as informações dos clientes e de suas respectivas quantidades a serem reabastecidos nos próximos dias são escolhidos aqueles a serem atendidos no dia, com base na necessidade e prioridade.

As entregas são então divididas entre os caminhões disponíveis através de uma técnica de agrupamento. Como o programa utilizado pela empresa escolhe os clientes a serem atendidos de maneira simplificada (observando somente a data de previsão de entrega), é necessário então o acompanhamento e ajuste dos agrupamentos por um funcionário com experiência que, na prática, com o auxílio dos resultados do programa utilizado, decide os destinos de cada caminhão, incluindo e/ou excluindo clientes. Cada motorista então, sabendo os clientes que deverá atender no dia, escolhe o caminho a ser realizado com base em sua própria experiência.

3.2. DADOS LEVANTADOS

Foram fornecidos os dados levantados de 01 de novembro de 2011 a 19 de dezembro de 2011, já que o programa utilizado atualmente pela empresa foi implementado em novembro de 2011 e passou por uma fase de adaptação. Somente os dados referentes ao mês de dezembro, portanto, refletem a utilização da solução atual. Em função das restrições de entrega é necessária uma semana para que todos os clientes tenham oportunidade de serem atendidos no mínimo uma vez. Foram selecionados então os dados dos dois ciclos de uma semana disponíveis no mês de dezembro, mais especificamente, do dia 5 ao dia 17 de dezembro de 2011, para serem utilizados nos cálculos e comparações.

Dos 436 clientes com tanques instalados, estavam ativos no decorrer do referido período 382, divididos por prioridade (quanto menor o índice de prioridade maior é sua preferência de atendimento) conforme a tabela 2.1 a seguir. Alguns tanques instalados ficam inativos em determinadas épocas do ano devido às necessidades dos clientes que podem ocorrer como, por exemplo, em função da sazonalidade de seus produtos.

Tabela 3.1 Clientes atendidos pela empresa aqui analisada.

PRIORIDADE	Nº DE CLIENTES	TIPO DE CLIENTES
0	7	Hospitais e Grandes Indústrias
1	22	Empresas e Restaurantes de Grande Porte
2	235	Empresas e Restaurantes de Médio Porte
3	96	Empresas e Restaurantes de Pequeno porte
4	4	Condomínios
5	18	Novos Clientes
TOTAL	382	

Fonte: A autora (2012).

Cada um dos caminhões trabalha 6h por dia, das 6:30h da manhã às 14h, com 1h30min de parada para almoço e pode atender no máximo 18 clientes por dia (limite estabelecido pela empresa), distribuindo até 9.000kg de GLP. Assim, o número máximo total de clientes que podem ser atendidos em um dia é de 54, e a demanda máxima atendida é 27.000kg.

Os clientes que têm o horário de estacionamento limitado aos períodos noturnos ou sábados devem ser atendidos necessariamente aos sábados, uma vez que a empresa não realiza atividades à noite. A tabela 2.2, a seguir, mostra as restrições de entrega durante a semana.

Tabela 3.2 Restrições de dias de entrega dos clientes atendidos pela empresa.

RESTRIÇÃO	Nº DE CLIENTES	PRIORIDADES
Nenhuma	348	Sem restrições
Segundas	1	Prioridade 3
Sextas	1	Prioridade 2
Sábados	32	02 de prioridade 0; 04 de prioridade 1; 24 de prioridade 2; 02 de prioridade 3
TOTAL	382	

Fonte: A autora (2012).

A empresa realizou agrupamentos para cada dia estudado com o programa atualmente utilizado. A tabela 2.3, a seguir, mostra a síntese dos resultados obtidos.

Tabela 3.3 Detalhamento dos atendimentos programados pela empresa.

DATA	ATENDIDOS	ATRASOS DE PROGRAMAÇÃO	ATRASO DEVIDO À DATA	MARCADO PARA DATA ERRADA	ATRASOS REALIZADOS	DEMANDA TOTAL (kg)
5/12	53	3	0	1	4	22.167
6/12	54	1	0	2	3	18.472
7/12	45	3	1	1	4	16.345
8/12	52	3	0	6	9	14.160
9/12	54	1	0	11	12	15.768
10/12	51	0	1	0	0	19.705
12/12	49	5	1	8	13	15.534
13/12	54	9	0	11	20	13.536
14/12	49	4	3	3	7	17.735
15/12	48	3	0	6	9	19.319
16/12	51	9	4	6	15	17.728
17/12	48	2	4	0	2	18.847
TOTAL	608	43	14	55	98	187.149

Fonte: A autora (2012).

A coluna “Atendidos” diz respeito ao número total de clientes programados para atendimento pelos três caminhões. A coluna “Atrasos de Programação” mostra o total de clientes que deveriam ser atendidos até essa data, mas que não entraram na programação. Os clientes que estão em atraso, mas não poderiam realmente entrar na programação por terem suas entregas restritas a outro dia da semana estão na coluna “Atraso Devido à Data”.

Os “Marcados para Data Errada” são aqueles que foram programados, mas não puderam ser atendidos em função das restrições de dia de entrega. Os “Atrasos Realizados” correspondem à soma entre os atrasos de programação e os clientes que foram marcados para a data errada e não foram atendidos, computando assim o total de atrasos ao final do dia. A coluna “Demanda Total” mostra o total em kg para os três caminhões previsto para entrega com a programação realizada, considerando apenas os pontos possíveis de entrega.

Pode-se observar que, apesar da quantidade total de gás disponível para entrega não ter sido ultrapassada em nenhum dos dias, em 9 dos 12 dias não foi programado o número máximo de clientes para atendimento, mesmo que houvesse sempre clientes ainda em atraso. Outro aspecto que torna a solução atual inadequada é o fato de não considerar as restrições de dias de entrega, realizando agendamentos em clientes que somente podem ser atendidos em outros dias da semana.

Existe ainda uma falha em relação à programação dos novos clientes, pelo fato de ainda não terem histórico de consumo suficiente para gerar uma previsão de demanda próxima da realidade. Tais clientes são programados com uma frequência muito alta de atendimento, em média uma vez a cada três dias, apesar de serem considerados de baixa prioridade pela empresa, ocupando a capacidade que poderia ser usada para regularizar

clientes em atraso.

Outro aspecto interessante a ser destacado é o fato de diversos clientes estarem programados em dias consecutivos. Isto acontece, pois a empresa não cumpriu “a risca” a programação fornecida, principalmente em função da programação de pontos que não podem ser atendidos nas datas em questão, que acabaram por ser reprogramados para o dia seguinte até que fosse possível o reabastecimento.

4. METODOLOGIA PROPOSTA

As falhas no serviço de entrega na empresa estudada se caracterizam pelos atrasos de entrega, os quais podem significar falta de estoque para os clientes, e pela programação de clientes que não podem ser atendidos no dia da semana específico em função de suas restrições, que geram desperdício de tempo e distância percorrida.

Com o objetivo de melhorar o nível de serviço oferecido aos clientes, reduzindo o número de falhas, e simultaneamente aproveitar a maior vantagem do sistema *VMI* para o vendedor, que consistem em permitir melhor planejamento e programação da distribuição, é aqui proposto um algoritmo para se definir quais clientes atender a cada dia. Tal algoritmo encontra-se sintetizado no fluxograma apresentado na figura 4.2 a seguir.

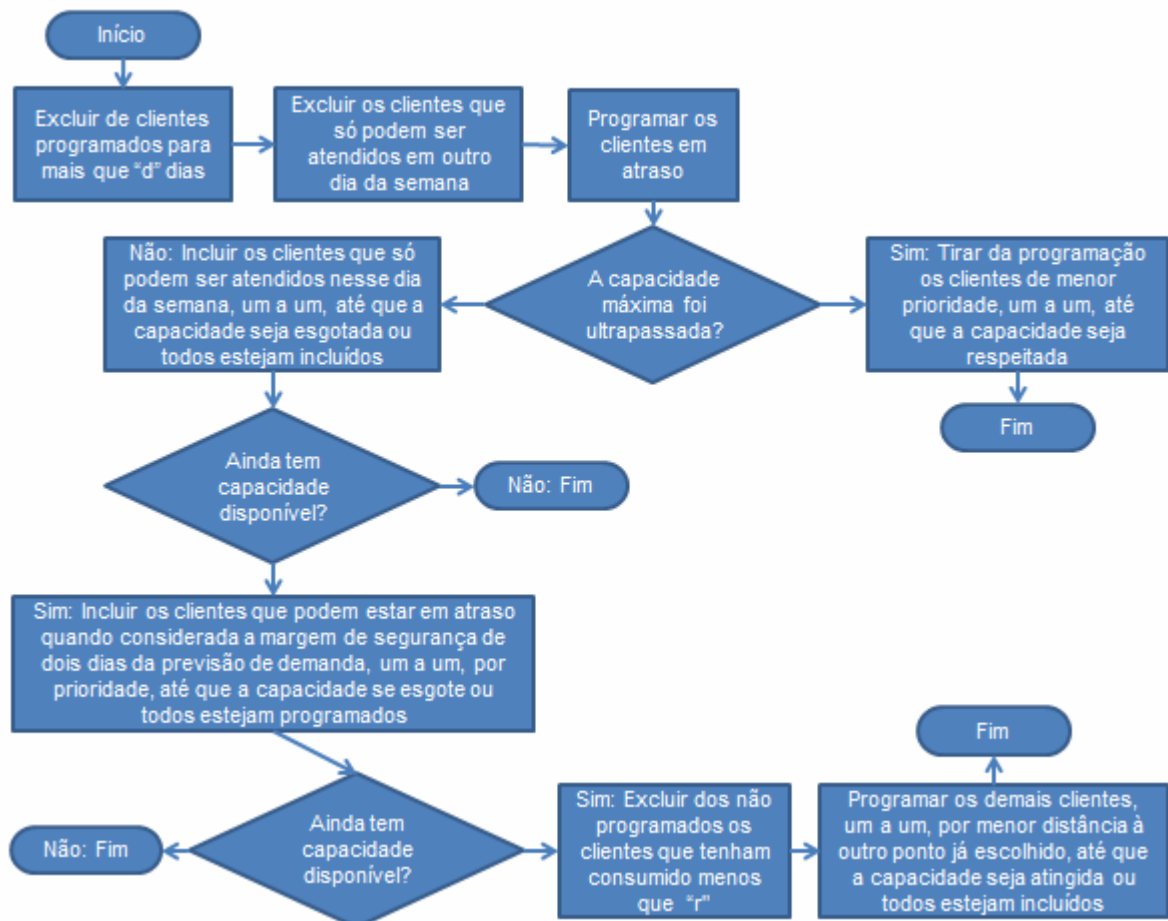


Figura 4.1 Fluxograma para escolha dos clientes a serem reabastecidos.

Fonte: A autora (2012).

Têm-se como informações iniciais de cada cliente, provenientes da etapa de previsão de demanda, a data prevista para reabastecimento, a quantidade a ser entregue em caso de atendimento no dia do planejamento, a prioridade e as restrições de entrega e localização, além da capacidade útil do tanque. Os clientes novos, que ainda não têm uma previsão de consumo adequada, serão programados para reabastecimento a cada 10 dias.

Visando garantir que o método possa continuar sendo utilizado no futuro, mesmo em caso de expansão dos atendimentos, e ainda objetivando dar flexibilidade para que a empresa

possa realizar a escolha de quais clientes atender por dia conforme sua conveniência, o método considera também alguns parâmetros controlados pela empresa:

- **c**: Número de caminhões.
- **p**: Número máximo de clientes atendidos por caminhão.
- **d**: Número máximo de dias de adiantamento de programação, para evitar que clientes programados para uma data muito distante sejam incluídos.
- **r**: Reabastecimento mínimo do tanque, para que a empresa possa atender apenas clientes que já tenham consumido um percentual mínimo da capacidade dos seus tanques.

Uma vez tendo todas essas informações, são excluídos dos clientes programáveis os que só podem ser atendidos em outro dia da semana e aqueles que têm data prevista de entrega para mais que o número de dias máximo estipulado pela empresa.

Em seguida são programados os clientes considerados em atraso real, que são aqueles que estão em atraso superior à margem de segurança de dois dias dada pela previsão de demanda. Esses são os clientes com maior risco de ficar sem produto. No caso desta inclusão, se a capacidade em número máximo de clientes atendidos e/ou a capacidade em peso máximo para entrega tiverem sido ultrapassadas, são retirados da programação os clientes de menor prioridade, e, em caso de empate desse critério, os de menor atraso.

Se após a inclusão dos clientes em atraso real ainda houver capacidade ociosa, são incluídos os clientes que têm data de entrega para os próximos dias, mas só podem ser atendidos nesse dia da semana, um a um, por data de entrega mais próxima, até que a capacidade seja atingida ou todos estejam programados. Desta forma são evitados atrasos reais nos outros dias da semana.

Havendo ainda capacidade disponível, os clientes que podem estar em atraso, considerando a margem de segurança, ou seja, aqueles que têm atraso inferior a dois dias, são incluídos, um a um, por ordem de prioridade e, em caso de empate, por ordem de maior atraso, até que a capacidade seja atingida ou todos estejam incluídos. Todos os passos realizados até aqui objetivam aumentar a confiabilidade do sistema de entrega, evitando falta de estoque para os clientes.

Após todos os clientes em atraso e todos os que potencialmente ficariam em atraso real durante a semana estarem programados, se ainda houver capacidade, serão excluídos dos programáveis aqueles que não tenham consumido o percentual mínimo de seus tanques estipulado pela empresa, evitando que os atendimentos a cada cliente sejam realizados em número muito superior ao mínimo necessário. Esse passo faz com que a economia de escala seja aumentada, uma vez que evita que distâncias sejam percorridas para entregar quantidades muito pequenas.

São então programados os demais clientes, um a um, escolhendo sempre, entre os programáveis, o que tenha a menor distância possível a outro ponto já incluído, até que a capacidade se esgote ou todos estejam programados. Esse passo aumenta a economia de distância, e contribui para aumentar a economia de escala, uma vez que proporciona melhor utilização da capacidade disponível.

Para realização dos testes para comparação com a situação atual serão utilizados os seguintes parâmetros:

- **c = 3**: Mesmo número utilizado na situação real a ser comparada.
- **p = 18**: Mesmo número utilizado na situação real a ser comparada.
- **d = 7**: Todos os clientes que têm restrições de atendimento podem ser atendidos no mínimo uma vez por semana, por isso é necessária a opção de adiantamento de programação de no mínimo 7 dias para garantir que sejam evitados atrasos.
- **r = 0,6** de segunda a quinta e **r = 0,5** sextas e sábados: Os clientes precisarão ter consumido no mínimo 60% da capacidade útil dos seus tanques para

serem reabastecidos. Sextas e Sábados o valor mínimo será menor, 50%, para que sejam adiantados os atendimentos de mais clientes e evitados atrasos em função do não funcionamento da empresa aos domingos.

5. RESULTADOS OBTIDOS

A aplicação do método proposto foi feita para as programações do dia 5 ao dia 17 de dezembro de 2011, mesmas datas para as quais foram fornecidas as informações reais. Foram utilizadas as previsões de demanda fornecidas pela empresa e foi considerado para a programação de cada dia que a empresa tivesse sido capaz de realizar a programação sugerida para o dia anterior, já que não acontecem marcações para datas erradas e as restrições de capacidade foram atendidas. A tabela 5.1 sintetiza os resultados obtidos.

Tabela 5.1 Detalhamento da programação de atendimentos proposta.

DATA	ATENDIDOS	ATRASOS DE PROGRAMAÇÃO	ATRASO DEVIDO À DATA	MARCADO PARA DATA ERRADA	ATRASOS REALIZADOS	DEMANDA TOTAL (kg)
5/12	54	7	1	0	7	22.880
6/12	23	1	1	0	1	4.308
7/12	12	2	2	0	2	3.587
8/12	14	3	3	0	3	7.757
9/12	54	6	6	0	6	17.911
10/12	54	0	0	0	0	22.978
12/12	41	0	0	0	0	17.651
13/12	20	0	0	0	0	7.067
14/12	18	1	1	0	1	3.723
15/12	29	1	1	0	1	12.777
16/12	54	4	4	0	4	14.019
17/12	54	0	0	0	0	23.270
TOTAL	427	25	19	0	25	157.928

Fonte: A autora (2012).

Após a programação do primeiro dia restaram ainda 7 clientes em atraso. Isto ocorreu porque a quantidade de atrasos acumulados até a data em questão era muito grande e a capacidade de atendimento não foi suficiente para regularizar os atendimentos em um único dia. Todos os atrasos que aconteceram nos demais dias foram devido à data, ou seja, eram clientes que não poderiam ser atendidos no dia da semana programado. Todos os atrasos realizados foram iguais aos atrasos de programação, já que não foram marcados clientes para datas erradas.

Durante a primeira semana ainda estava acontecendo um ajuste ao novo método. Durante a segunda semana, porém, era esperado que não existissem mais atrasos, já que houve o cuidado de antecipar sempre a programação dos clientes que têm restrições de atendimento. Pode-se observar, porém, que nos dias 14, 15 e 16 ocorreram atrasos devido à data. Os clientes que formaram esse atraso foram atendidos no sábado anterior, dia 10, e só poderiam ser atendidos novamente no sábado, dia 17. O fato de esses clientes precisarem de atendimento em menos de uma semana, apesar de suas restrições de estacionamento, mostra a necessidade de que os tamanhos de seus tanques instalados sejam revistos.

Em alguns dias não foi necessário utilizar a capacidade máxima de atendimento, nem em número de clientes e nem em quantidade fornecida, pois todos os demais clientes da empresa com data de entrega prevista para a semana seguinte, ainda não haviam utilizado o mínimo estipulado de 60% da capacidade de seus tanques, não tendo assim o reabastecimento adiantado.

A demanda por gás utilizou, em média, apenas 48,74% da capacidade dos caminhões. A verdadeira restrição de atendimento está no número de clientes, o qual é

limitado pelo horário de trabalho das equipes de entrega, sendo que a capacidade máxima é utilizada apenas em alguns dias da semana. Caso a empresa decida expandir seus negócios na região do Paraná pode ser considerada a alternativa de, ao invés de comprar mais caminhões, colocar duas equipes de trabalho em cada caminhão.

Cada equipe trabalharia 6h por dia, e a troca de trabalhadores seria realizada em lugar e horário estipulado na região de entrega, para que não houvesse o retorno do caminhão à cidade sede da empresa, o qual não seria necessário já que existe ociosidade de capacidade. Essa solução diminuiria o custo por kg de entrega da empresa, pois aumentaria a capacidade de atendimento sem aumentar os custos na mesma proporção. Não seria necessário investimento em aquisição de novos veículos e manutenção dos mesmos, e a distância média percorrida diminuiria em função de cada caminhão atender mais clientes por dia em uma mesma região.

Outra forma de melhorar a utilização da capacidade atual seria investir em contratos com clientes que podem ser atendidos nos dias da semana de menor movimento (terças, quartas e quintas), em locais que não apresentem restrições de estacionamento.

Foi realizada uma comparação entre a situação real de programação da empresa e os resultados do método proposto, conforme apresentado na tabela 5.2.

Tabela 5.2 Comparação entre os métodos atual e proposto para escolha de clientes

	ATRASOS DE PROGRAMAÇÃO	ATRASSO DEVIDO À DATA	MARCADO PARA DATA ERRADA	ATRASOS REALIZADOS	DEMANDA MÉDIA POR CLIENTES (kg)
Atual	43	14	55	98	307,81
Proposto	25	19	0	25	369,85
Diferença	-41,86%	35,71%	-100,00%	-74,49%	20,16%

Fonte: A autora (2012).

Os atrasos de programação foram reduzidos em 41,86%. Os atrasos devido à data aumentaram 35,71%, isso ocorreu em função de o programa atual permitir a programação de clientes que não podem ser atendidos, o que reduz o atraso devido à data, porém aumenta os atrasos reais. Não foram realizadas mais programações para a data errada. Os atrasos realizados, ou quantidade total de falhas, tiveram redução de 74,49%. A demanda média por cliente em quantidade de produto aumentou 20,16%, o que incide melhoria na economia de escala.

Durante a primeira semana de testes ocorreu uma adaptação ao novo método, e os atendimentos estavam sendo regularizados. Ao utilizar apenas os dados referentes à segunda semana de programações para comparar o método atual com o proposto observa-se que a redução de falhas foi ainda maior, como mostra a tabela 5.3 a seguir.

Tabela 5.3 Comparação entre os métodos atual e proposto após adaptação

	ATRASOS DE PROGRAMAÇÃO	ATRASSO DEVIDO À DATA	MARCADO PARA DATA ERRADA	ATRASOS REALIZADOS	DEMANDA MÉDIA POR CLIENTES (kg)
Atual	32	12	34	66	343,47
Proposto	6	6	0	6	363,46
Diferença	-81,25%	-50,00%	-100,00%	-90,91%	5,82%

Fonte: A autora (2012).

Os atrasos de programação foram reduzidos em 81,25%. Os atrasos devido à data reduziram 50%. As marcações para datas erradas foram eliminadas. Os atrasos realizados tiveram redução de 90,91%, e esse valor só não chegou a 100% em função da incompatibilidade dos tamanhos dos tanques dos clientes, como visto anteriormente.

6. CONCLUSÕES

Apesar de o referencial teórico apontar para uma situação antagônica entre o nível de serviço oferecido aos clientes e o custo de transporte, o algoritmo proposto para escolher diariamente os clientes a serem atendidos resultou em um aumento significativo da confiabilidade de atendimento, sem a necessidade de investimentos adicionais em veículos e funcionários, e ainda melhorando as economias de escala e de distância. A redução total de falhas após adaptação ao novo método foi superior a 90%. Vale salientar que não foi considerada nessa solução a diferença entre a distância total percorrida no modelo atual e no proposto, já que não existe disponibilidade de informação quanto à situação atual neste sentido. Também não foram consideradas situações operacionais do dia-a-dia da empresa, como o cliente não receber a carga por algum motivo.

A solução mostrou-se como uma boa alternativa de programação de atendimentos para uma empresa que quer trabalhar com o estoque gerenciado pelo fornecedor mesmo sem ter acesso às tecnologias de compartilhamento eletrônico de informações. Utilizando uma previsão de demanda baseada em histórico de consumo e um algoritmo adequado para organização e programação dos atendimentos é possível operar um sistema *VMI* sem a necessidade dos altos investimentos em *EDI*. Este fato pode contribuir com uma visão alternativa as necessidades inerentes ao sistema *VMI*, uma vez que se pode implementar um sistema *VMI* sem o *EDI*, desde que se tenha previsões de demanda confiáveis.

As principais vantagens da utilização do *VMI* foram alcançadas. Houve uma grande diminuição no risco de falta de estoque para os clientes e a programação da distribuição do fornecedor tornou-se mais eficiente, tendo melhorado o nível de serviço, a utilização da capacidade e as economias de escala e de distância, uma vez que atendendo sem atrasos os clientes não será necessário voltar a esse cliente em um período de tempo menor.

A economia de distância, não se dá na distância percorrida em um dia, mas sim ao somar toda a distância percorrida em um período maior (mensal, por exemplo). Então se um determinado cliente era visitado 3 vezes por mês para seu abastecimento, com o controle do consumo através da previsão e o sistema de minimização de atrasos aqui proposto esse número de visita pode ser reduzido a 2 vezes por mês. Guardadas as devidas proporções de demandas dos clientes, a quantidade de idas a um determinado cliente diminui, mas a quantidade de gás entregue a cada visita é maior, gerando então a economia de distância.

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Realizar um estudo sobre a adequação dos tamanhos dos tanques instalados em cada cliente, para que os atrasos de entrega possam ser reduzidos a zero e também para que a economia de escala seja aumentada, já que a empresa poderia reabastecer quantidades maiores ainda, percorrendo as mesmas distâncias.
- Realizar um estudo sobre quais percentuais mínimos de utilização do tanque pelos clientes considerar a cada dia para realizar a programação de atendimentos de forma a garantir o nível de serviço e maximizar a economia de escala.
- Aplicar técnicas de agrupamento e de roteirização de veículos aos grupos de atendimento escolhidos que determinem quais clientes cada caminhão deve atender e quais rotas utilizar minimizando os custos de transporte.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALVARENGA, A. C. e NOVAES, A. G. N. **Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física**. 3ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
- [2] BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. 5ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

- [3] BELFIORE, P. P., COSTA, O. L. V. e FÁVERO, L. P. L. Problema de estoque e roteirização: revisão bibliográfica. **Produção**, Dez 2006, vol.16, nº3, p.442-454.
- [4] BOWERSOX, D. e CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2010.
- [5] CHOPRA, S. e MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- [6] CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- [7] CUNHA, C. B. Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais. **Transportes**, v. 8, n. 2, p. 51-74, 2000.
- [8] DAIBERT, G. B. D. **Implantação do VMI – Vendor Managed Inventory – em uma Empresa da Indústria Aeronáutica**. 2009. 107ª Dissertação de mestrado – Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- [9] ENOMOTO, L. M. e LIMA, R. S. Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista. **Produção**, Abril de 2007, vol.17, nº 1, p.94-108.
- [10] MELO, A. C. S. e FERREIRA FILHO, V. J. M. Sistemas de roteirização e programação de veículos. **Pesquisa Operacional [online]**. 2001, vol.21, n.2, pp. 223-232.
- [11] ZNAMENSKI, A. **Heurísticas para o Problema de Distribuição com Estoques Geridos pelo Fornecedor**. 2006. Tese de Doutorado em Engenharia – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [12] ZNAMENSKI, A. e CUNHA, C. B. O problema de estoque-roteirização com demanda determinística. **Transportes**. 2003, vol.11, nº2.