

ANÁLISE DE SISTEMA UTILIZADO POR REDE DE SUPERMERCADOS PARA DISTRIBUIÇÃO DE MERCADORIAS DE SEDE PARA FILIAIS

BALZ, Gabriela; DIEL, Pedro; GENZ, Lucas; RUPPENTHAL, Ivete Linn.

FAHOR, Curso de Engenharia de Produção, Faculdade Horizontina, Horizontina-RS, Brasil.

Autor Correspondente: gb002497@fahor.com.br

RESUMO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de supermercados da região noroeste do Rio Grande do Sul, possuindo sede na cidade de Santa Rosa. O objetivo desta pesquisa é minimizar os custos de transporte de mercadorias da rede de supermercados, através de métodos de Pesquisa Operacional, tendo como foco analisar se a empresa está operando da maneira mais eficaz seu sistema de distribuição de mercadorias de sua sede para suas filiais. Para isso foram analisadas as quantidades de carga em palete que cada filial utiliza semanalmente, também foi realizada entrevista com funcionários para coletar os dados quanto a rota atual. Para alcançar os objetivos utilizou-se a ferramenta *Solver* do *Microsoft Excel*, a fim de obter a solução ótima por meio da programação linear. Através dos resultados obtidos pode-se observar que não houve redução na quilometragem, mas em compensação houve uma redução do tempo de entrega semanal de 15,6%. Neste trabalho pode-se destacar a importância da Pesquisa Operacional, tanto para a otimização dos recursos, quanto para a minimização de custos.

Palavras chave: Otimização, Custo Mínimo, Transportes, Supermercado.

ANALYSIS OF SYSTEM USED BY SUPERMARKET NETWORK FOR DISTRIBUTION OF HEADQUARTERS FOR BRANCHES

The case study was carried out in a supermarket company in the northwestern region of Rio Grande do Sul, with headquarters in the city of Santa Rosa. The objective of this research is to minimize the costs of transporting goods from the supermarket chain through

Operational Research methods, focusing on whether the company is operating its goods distribution system from its headquarters to its subsidiaries. For that we analyzed the quantities of pallet load that each branch uses weekly, also there was interviewed with employees to collect the data regarding the current route. To achieve the objectives, the Microsoft Excel Solver tool was used to obtain the optimal solution through linear programming. Through the obtained results it can be observed that there was no reduction in the mileage, but in compensation there was a reduction of the weekly delivery time of 15.6%. With this work we could highlight the importance of Operational Research, both for optimizing resources and for minimizing costs.

Keywords: Optimization, Minimum Path, Minimum Cost, Transport, Supermarket.

1 INTRODUÇÃO

Toda empresa que opera no ramo de vendas e que possua mais de uma loja física, necessita analisar quais os meios mais econômicos de distribuição entre suas lojas. Conforme citado pela revista *Veja* (2018), gastos com logística consomem em torno de 12,37% do faturamento geral das empresas.

Para o desenvolvimento desse artigo, foram analisadas e coletadas informações de uma empresa do ramo de supermercados que possui, além de sua sede, outras 9 filiais em localidades próximas. O Sistema de distribuição adotado pela empresa é direto, ou seja, não há escalas entre filiais. Isto demonstra que não há uma preocupação da empresa com a logística de transporte, mesmo sendo relevante o montante gasto nesse setor.

Com isso, este estudo tem como objetivo minimizar os custos de transporte de mercadorias da rede de supermercados, através de métodos de Pesquisa Operacional. Foi avaliado como o transporte é feito pela empresa e foram coletados dados sobre o mesmo. Foi elaborado um modelo de programação linear, utilizando a demanda semanal de cada filial, bem como a capacidade de carga de cada veículo, ambos em paletes. Com isso obteve-se uma rota de transporte com o auxílio da Ferramenta *Solver* do software *Excel*, onde em seguida foram analisados os dados, a fim de minimizar os custos da empresa.

O presente artigo está estruturado da seguinte maneira. Uma breve introdução contextualizando o caso de estudo bem como seu problema, em seguida um referencial teórico conceituando o que foi abordado neste artigo. Na sequência, consta a forma como foi

o desenvolvimento e análise de dados e por fim, uma conclusão levando em consideração a possível melhoria comparada ao sistema atual.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional, ou simplesmente PO, é um ramo da engenharia que desenvolve e aplica métodos científicos que auxiliam na tomada de decisão, baseando-se em modelos matemáticos de otimização para determinadas situações, das mais diversas complexidades. Segundo Andrade (2009), a Pesquisa Operacional surgiu ao longo da Segunda Guerra Mundial da necessidade de solucionar problemas relacionados as operações militares, o sucesso dessas aplicações estimulou o mundo acadêmico e empresarial a adotar essa metodologia em problemas administrativos.

De acordo com Andrade (2004) a natureza e o ambiente de negócios, mesmo podendo ser logicamente explicados, são mais complexos e mais abrangentes, exigindo uma abordagem mais aberta que permite reconhecer os diferentes aspectos envolvidos. O que facilita a análise e tomada de decisões na Pesquisa Operacional, é a utilização de modelos, o que permite que a tomada de decisão seja melhor avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada.

O início do processo é dado pela observação e cuidadosa formulação do problema, incluindo a coleta de dados relevantes. A etapa seguinte é a construção do modelo matemático que tenta abstrair a essência do problema, parte-se então da hipótese de que esse modelo é uma representação precisa do problema, e que as soluções obtidas são válidas para o problema real. Após, realiza-se experimentações adequadas para testar essa hipótese e modificá-la se necessário, etapa conhecida como validação do modelo. A PO procura sempre encontrar uma melhor solução, conhecida como solução ótima, para o problema (pode haver casos onde existem várias soluções consideradas como melhores). Assim sendo, o objetivo do estudo é identificar o melhor caminho a ser seguido (HILLIER e LIEBERMAN 2010).

2.1.2 Tomada de Decisão

A Pesquisa Operacional é um ramo da ciência administrativa que fornece instrumentos para a análise de decisões (ANDRADE, 2004). Para Lachtermacher (2016), pode-se entender a tomada de decisão como o processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção de uma linha para resolvê-lo. Um problema dá-se quando o estado atual de uma situação é diferente do desejado. A oportunidade ocorre quando as circunstâncias oferecem a chance de ultrapassar ou alterar as metas.

Segundo Andrade (2004), uma decisão apresenta qualidade quando garante o alcance dos objetivos preestabelecidos, de modo eficaz e efetivo. Três características nos possibilitam a avaliação da qualidade: satisfação dos interesses dos envolvidos; adaptação dos meios necessários ao alcance dos objetivos traçados; consistência do curso de ação. Quanto maior a participação dessas características, mais elevada será a qualidade.

2.1.3 Programação Linear

A programação linear é uma área da Pesquisa Operacional com ampla aplicação e apoio à decisão. O termo “programação” tem origem em suas aplicações, não tem haver diretamente com programação de computadores, ou linguagem de programação, foi originalmente desenvolvido para resolver problemas industriais. Dessa forma o termo “programação” está relacionado ao planejamento escasso visando atender as condições operacionais. O termo “linear” expressa que as funções do modelo são funções lineares (ALMEIDA, 2012).

Para Colin (2017) a programação linear trata do problema da distribuição ótima de recursos escassos para a realização de atividades, visando atender um determinado objetivo, como por exemplo: maximização de lucros ou minimização de custos. Por ótimo entende-se que não haja outra solução que seja melhor do que a oferecida (pode haver outras tão boas quanto). Recursos escassos representam nossa realidade de existência finita de recursos, por mais abundantes que sejam.

Normalmente existem inúmeras possibilidades de distribuir os recursos entre as diversas variáveis de decisão, bastando as distribuições satisfazerem as restrições do problema. Entretanto deseja-se achar aquela distribuição que satisfaça as restrições do problema e alcance o objetivo, isto é, que maximize o lucro e minimize o custo. Essa solução é chamada de solução ótima (PINTO, 2008).

2.1.4 Problema de Transporte

Segundo Andrade (2004) o transporte é um problema muito comum em administração de empresas, o problema de transporte é estudado pela Pesquisa Operacional com o objetivo de desenvolver modelos computacionais de fácil resolução.

Dada às origens de um produto, a rede de caminhos possíveis de transporte e os destinos dos mesmos, o objetivo da modelagem e estudo do problema é determinar o carregamento da rede de transporte que minimize o custo total do transporte (ANDRADE, 2004).

De acordo com Lachtermacher (2006), as restrições desses problemas são: as fábricas não podem produzir mais do que sua capacidade instalada e os centros consumidores não desejam receber volumes maiores que a demanda.

2.1.5 Alocação de Recursos

Segundo Andrade (2004), os problemas de alocação de recursos referem-se à atribuição e distribuição de recursos entre as diversas tarefas ou atividades que devem ser realizadas. Geralmente, os recursos disponíveis não são suficientes para que todas as atividades sejam executadas no nível mais alto possível. Dessa forma, procura-se nesses casos encontrar a melhor distribuição possível dos recursos entre as diversas tarefas ou atividades, atingindo assim um valor ótimo do objetivo estabelecido.

Para Andrade (2004) os problemas de alocação de recursos são caracterizados pelos seguintes fatos: existência de um objetivo que possa ser explicitado em termos de variáveis de decisão do problema; existência de restrições à aplicações dos recursos, em relação às quantidades, assim como com relação a maneira de empregá-los. Esse tipo de problema pode ser representado por um modelo de otimização, onde todas as relações matemáticas são lineares.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa desenvolvida utilizou o método explicativo, uma vez que as variáveis encontradas foram caminhões e cidades, também se identificou a dependência das cidades para com os caminhões para atender a demanda. Além disso foram utilizados métodos

quantitativos, baseada na análise do sistema de transporte praticado pela empresa estudada, onde foram tratados através de dados numéricos as distâncias e tempos gastos no transporte, esses dados de tempo foram coletados através de entrevistas com funcionários, enquanto a distância foi extraída com o auxílio do *Google Maps*. Com isso foram analisados os dados da empresa para identificar possíveis melhorias, para após, com o auxílio do *Microsoft Excel*, por meio da ferramenta *solver*, elaborar novas rotas com intuito de redução de custos.

A análise feita foi desenvolvida tendo como base uma rede de supermercados da região noroeste do Rio Grande do Sul, sendo sua sede localizada na cidade de Santa Rosa. Classificando a pesquisa como estudo de caso. A sede tem como principal função a distribuição de mercadorias para suas filiais, espalhadas nas demais localidades da região, o modelo de distribuição utilizado pela empresa no período da pesquisa, é muito eficaz no sentido de manter todas as filiais abastecidas. Porém, obteve-se dúvidas se a maneira atual está sendo eficaz na questão de minimizar os custos de distribuição, pois sabe-se que algumas vezes os caminhões são destinados com menos de 50% (cinquenta por cento) de sua capacidade.

A rede de supermercados trabalha com a distribuição de mercadorias para suas filiais, as quais estão localizadas em outros municípios, porém, para a análise foram destacadas e analisadas apenas entregas para filiais externas. A entrega é feita por 2 (dois) caminhões que dividem suas tarefas ao longo de 9 (nove) horas e 30 (trinta) minutos todos os dias.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Definição do problema e coleta de dados

O objetivo do estudo consiste na minimização de custos na distribuição de mercadorias da sede para as filiais levando em consideração a demanda semanal das filiais. O foco do estudo foi calcular o menor custo para a empresa, sendo assim como base para tal foram elaboradas rotas de transporte com foco na redução do caminho percorrido o que leva a consequência do menor custo, avaliando para isso as limitações da empresa, como tempo, capacidade de carga, número de veículos e motoristas.

Atualmente a entrega da mercadoria é realizada somente da matriz (Santa Rosa -RS) para as filiais, sendo entregue os produtos em uma filial de cada vez, sem a possibilidade de efetuar entrega para mais de uma filial, em uma mesma viagem. Para a formulação da rota mínima foram coletadas informações como distância das filiais entre si e com a sede,

trabalhou-se com os seguintes dados: Custo Médio por Quilômetro; Distância em Quilômetros; Tempo médio de carga e descarga; Capacidade de transporte em Paletes; Tempo de Serviço Diário; Necessidade exigida por filial em Paletes.

A coleta de dados das distancias entre as filiais pode ser vista no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Distância em Quilômetros entre filiais e sede.

Tabela Cidades / Distâncias		Distância em KM
Santa Rosa	Doutor Mauricio Cardoso	54
Santa Rosa	Novo Machado	39
Santa Rosa	Tuparendi	14
Santa Rosa	Cinquentenário	30
Santa Rosa	Santa Lúcia	27
Santa Rosa	Santo Cristo	20
Santa Rosa	Giruá	25
Santa Rosa	Cândido Godoi	32
Doutor Mauricio Cardoso	Novo Machado	40
Doutor Mauricio Cardoso	Tuparendi	41
Doutor Mauricio Cardoso	Cinquentenário	55
Doutor Mauricio Cardoso	Santa Lúcia	52
Doutor Mauricio Cardoso	Santo Cristo	70
Doutor Mauricio Cardoso	Giruá	77
Doutor Mauricio Cardoso	Cândido Godoi	84
Novo Machado	Tuparendi	26
Novo Machado	Cinquentenário	40
Novo Machado	Santa Lúcia	37
Novo Machado	Santo Cristo	54
Novo Machado	Giruá	62
Novo Machado	Cândido Godoi	68
Tuparendi	Cinquentenário	17
Tuparendi	Santa Lúcia	14
Tuparendi	Santo Cristo	29
Tuparendi	Giruá	37
Tuparendi	Cândido Godoi	44
Cinquentenário	Santa Lúcia	20
Cinquentenário	Santo Cristo	46
Cinquentenário	Giruá	53
Cinquentenário	Cândido Godoi	60
Santa Lúcia	Santo Cristo	14
Santa Lúcia	Giruá	50
Santa Lúcia	Cândido Godoi	57

Santo Cristo	Giruá	43
Santo Cristo	Cândido Godoi	29
Giruá	Cândido Godoi	52

Fonte: Os autores (2019)

No Quadro 2 abaixo, está representada a quantidade de paletes necessárias semanalmente.

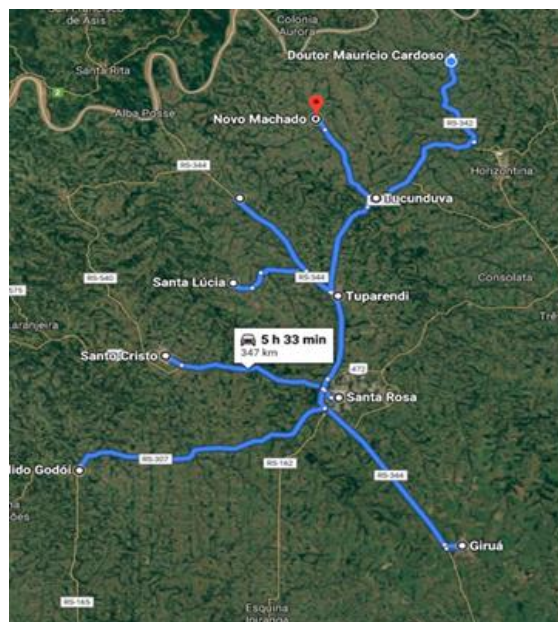
Quadro 2 - Necessidade exigida por filial em Paletes

Cidades	Quantidade de Paletes
Doutor Maurício Cardoso	12
Novo Machado	10
Tuparendi	16
Cinquentenário	10
Santa Lúcia	10
Santo Cristo	14
Giruá	14
Cândido Godói	12

Fonte: Os autores (2019)

A Figura 1, apresentada a seguir demonstra visualmente um mapa, onde é possível localizar a matriz da empresa e suas filiais.

Figura 1 - Mapeamento das cidades



Fonte: Google Maps (2019)

A Figura 2 a seguir apresenta-se a distribuição das informações no *Microsoft Excel* e também é possível ver os resultados obtidos pela ferramenta *Solver do Microsoft Excel*.

A coleta de dados foi elaborada de forma a entender como é feita a logística de transporte da empresa, com o intuito de desenvolver de forma visual da rota desempenhada pela mesma. Essa coleta foi feita através de entrevistas com funcionários responsáveis pela locomoção das cargas. Para alcançar o objetivo geral deste trabalho foi utilizada a ferramenta *Solver do Microsoft Excel* para obter a solução da programação linear (Figura 2), e assim, obteve-se os seguintes resultados ótimos para o modelo desenvolvido: Quantidade mínima de viagens que devem ser feitas; destino(s) de cada viagem; e a quantidade paletes deixadas por viagem na(s) cidade(s) de destino.

Na Figura 2 pode-se observar que cada caminhão teria necessidade de fazer até três viagens nos três dias analisados, totalizando, assim, até seis rotas distintas, sendo um número menor de rotas, comparando-se as oito viagens feitas pelo sistema atual. Houve combinação de todos os caminhões com todas as cidades, como por exemplo, “x23” corresponde ao caminhão 2 (primeiro número) indo para cidade 3 (Tuparendi). As restrições foram a demanda de paletes e capacidade de carga de cada caminhão.

Após obter o resultado foi necessário calcular a quilometragem do percurso, para isso usa-se os dados do Quadro 1, apresentado anteriormente. Observando a Figura 2, percebe-se que o caminhão 1 (x1) levaria sete paletes para a cidade 6 (Santo Cristo) e três paletes para a cidade 7 (Giruá). Nesse caso, por exemplo, é necessário calcular a quilometragem do centro de distribuição (Santa Rosa) até Santo Cristo, após isso soma-se a distância em quilômetros de Santo Cristo à Giruá e, por último, há o retorno de Giruá até Santa Rosa. O mesmo se repete para as demais rotas. A seguir, é possível observar as rotas definidas com a ferramenta *solver*, seus respectivos quilômetros e a quantidade de paletes deixado em cada cidade.

As rotas mostradas na Figura 3, a seguir não necessariamente precisam ocorrer na ordem apresentada, entretanto, só podem ser feitas duas rotas simultaneamente, pois há somente disponibilidade de dois caminhões. Outra restrição é que se cumpram as rotas dentro de um período de três dias (segunda à quarta).

Figura 3: Rotas propostas

	CIDADES	KM	QTD. PALETES
Rota 1	Santa rosa > Santo Cristo	20	7
	Santo Cristo > Giruá	43	3
	Giruá > Santo Rosa	25	
	TOTAL	88	10
Rota 2	Santa rosa > Ciquentenário	30	5
	Cinquentenário > Santa Lúcia	20	5
	Santa Lúcia > Santa Rosa	27	
	TOTAL	77	10
Rota 3	Santa Rosa > Novo Machado	39	2
	Novo Machado > Tuparendi	26	8
	Tuparendi > Santa Rosa	14	
	TOTAL	79	10
Rota 4	Santa Rosa > Dr. Maurício Cardoso	54	6
	Dr. Maurício Cardoso > Novo Machado	40	3
	Novo Machado > Santa Rosa	39	
	TOTAL	133	9
Rota 5	Santa Rosa > Giruá	25	4
	Giruá > Cândido Godoi	52	6
	Cândido Godoi > Santa Rosa	32	
	TOTAL	109	10
TOTAL KM E PALETES		486	49

Fonte: Os autores (2019)

Levando em conta tempo de carga (aproximadamente sessenta minutos, devido a separação de mercadorias) e descarga (aproximadamente quinze minutos) somado ao tempo de deslocamento (média de um minuto por quilômetro percorrido), pode-se calcular o tempo necessário para abastecimento dos mercados. Com base na Figura 3, percebe-se a necessidade de percorrer 486 quilômetros, cinco carregamentos e dez paradas para descargas, o que resultaria ao total de 936 minutos ($486 + 300 + 150$), sem considerar a disponibilidade de dois caminhões, o que resultaria na diminuição do tempo pela metade.

Como o tempo disponível para este abastecimento é 1440 minutos (8 horas diárias X 3 dias), conclui-se que haveria a necessidade de apenas um caminhão e dois motoristas para desempenhar essa função.

O processo seria repetido nos demais três dias (quinta a sábado). Sendo assim o comparativo ficaria 2164 minutos para o atual e 1872 para o novo sistema. tendo diminuído em 15,6% o tempo de entrega semanal.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi destacada a importância da Pesquisa Operacional, mais especificamente na área de programação linear, onde foram abordados dados técnicos da

empresa estudada, bem como, elaboradas novas formas e rotas de distribuição da mercadoria da sede para com as filiais da empresa.

Os resultados do modelo de análise aplicado mostram que a empresa pode ter uma redução de gastos não somente baseada em melhores rotas, mas também na redução de veículos e funcionários, isso obteve-se através da programação linear onde o modelo matemático foi aplicado e resolvido pela ferramenta solver.

Os resultados do modelo matemático mostram que não há necessidade de dois veículos na frota da empresa, sendo que apenas com um veículo pode-se preencher toda demanda das filiais e ainda haver folga. O ganho apresentado seria de aproximadamente 15% em relação ao tempo passando de 1082 minutos para 936 minutos por sequência de rota aplicada, o que possibilitaria em entregas mais ágeis.

Contudo o trabalho avaliou as diversas maneiras possíveis para fazer com que a empresa possa obter menor custo, atendendo assim, o objetivo proposto, adotando a não necessidade de dois veículos ou até mesmo na redução de um funcionário, pois esses se mostram ociosos grande parte do tempo de acordo com os dados gerados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. de F. A. **O que é programação linear?**, Disponível em: <<https://www.marcogandra.com.br>>, Acesso em: 26/04/2019.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para a análise de decisão**. Editora LTC, 2004.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para a análise de decisão**. Editora LTC, 2009.
- COLIN, Emerson C. **Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Venda**, 2ª edição. Editora GEN, 2017.
- HILLIER, G. S. e LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**, 8ª edição. Editora Mcgraw Hill, 2010.
- LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**. 5ª edição. Editora GEN, 2016.
- PINTO, K. C. R. **Aprendendo a Decidir com a Pesquisa Operacional**. 2ª edição. Editora Edufu, 2008.
- SILVA, Ermes Medeiros et al. **Pesquisa Operacional**. 5ª edição. Editora GEN, 2017.