



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



UTILIZAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS DE UM MOTORISTA AUTONOMO NA REGIÃO DE SÃO PAULO

Igor Henrique Inácio de Oliveira
igoroliveira06@outlook.com
FATEC GUARULHOS

Fernando Luiz Marcelo Fava
fernandolui35@hotmail.com
FATEC GUARULHOS

Rodrigo Rodrigues Castorani
rodrigocastorani@hotmail.com
FATEC GUARULHOS

Lucas Lopes Filholino Rodrigues
lucasfilholino@hotmail.com
FATEC GUARULHOS

Marcelo Eloy Fernandes
marceloeloyfernandes@gmail.com
FATEC GUARULHOS

Resumo: O trabalho consiste em analisar os métodos da pesquisa operacional, através da programação linear, modelos matemáticos e o software Lindo, com o foco de melhorar a roteirização realizada por um motorista autônomo pela região de São Paulo, utilizando-se como um problema de transporte e rede de distribuição, com o objetivo de encontrar o menor caminho, para que este motorista possa reduzir seus custos de transportes e melhorar a eficiência do serviço. Com base em cálculos matemáticos, pode-se chegar em uma função objetiva, que demonstra o tempo ou distância percorrida, suas variabilidades e restrições. Após formular a função e suas variáveis, com o auxílio do software Lindo, programa específico para este tipo de trabalho, gera-se relatórios, pelo qual pode-se encontrar as rotas otimizadas, de forma simples e objetiva. Em seguida, comparou-se a solução ótima gerada pelo software com o caminho escolhido pelo motorista, que através de seu conhecimento empírico e auxiliado pelo GPS (Global Positioning System) e Google Maps, encontrou-se uma otimização do percurso de 1.77% km e redução de 6.54% no tempo. Desta forma, utilizando a pesquisa operacional, pode-se reduzir custos de transportes, com uma ferramenta de baixo custo em relação aos softwares específicos do mercado, com a mesma precisão em seus resultados, contribuindo para que o motorista execute seu trabalho de forma eficiente, melhorando seu nível de serviço e atendendo sua demanda.

Palavras Chave: roteirização - pesquisa operacional - otimização - programação linear - menor caminho



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



1. INTRODUÇÃO

Dada à importância da operação de transporte nos custos logísticos e o nível de serviço de uma organização, é relevante estudar a aplicação de técnicas simples e eficazes da pesquisa operacional, a fim de buscar um melhor desempenho operacional e gerar uma vantagem estratégica competitiva, além de se quantificar as operações e dimensionar o impacto financeiro (custo) da mesma.

Para Moreira (2010, p.3) “A pesquisa Operacional lida com problemas de como conduzir e coordenar certas operações em uma organização, e tem sido aplicada a diversas áreas, tais como indústria, transportes, telecomunicações, finanças, saúde, serviços públicos, operações militares etc.”.

Em particular pode-se dizer, que a pesquisa operacional nos auxilia em resoluções de problemas, de diferentes segmentos, através de técnicas e modelos matemáticos, para otimizar processos, obter menores custos de operações, melhorar o nível de serviços e desempenhar um planejamento estratégico competitivo.

“Pesquisa operacional é a aplicação de métodos científicos a problemas, complexos para auxiliar no processo de decisões, tais como projetar, planejar e operar sistemas em situações que requerem alocações eficientes de recursos escassos.”(Arenales et al., 2007, prefácio).

Muitas Técnicas podem ser utilizadas para o desenvolvimento dos problemas de pesquisa operacional, como programação linear, PERT CPM, Gráficos de Gantt e softwares como Lindo e Solver, essas técnicas são aplicadas em áreas como: Logística, custos de transportes, localização de redes de distribuição, administração da produção, análises de investimentos, planejamento organizacional entre outras.

Segundo (GOLDEN; BALL; BODIN, 1981) “Os problemas de roteirização de veículos (Vehicle Routing Problems - VRPs), que são de natureza combinatória, pertencem a uma categoria ampla de problemas de pesquisa operacional conhecida como problemas de otimização de rede. Nessa categoria encontram-se problemas clássicos, como problema de fluxo máximo, problema do caminho mínimo, problema de transporte, problema de designação”.

2. OBJETIVO

O Objetivo deste estudo é através do desenvolvimento das técnicas de pesquisa operacional, avaliar as rotas de um motorista autônomo para validar tais percursos ou sugerir novos trajetos que possam aperfeiçoar os fatores de tempo de trajeto e distância total do percurso.

3. OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo deste estudo é demonstrar que através da pesquisa operacional e programação linear, torna-se possível mensurar a viabilidade de processos, possibilitando aperfeiçoá-los ou validá-los por meio de ferramentas específicas, de baixo custo e acessíveis a empresas e/ou motoristas autônomos.

4. METODOLOGIA

A metodologia escolhida para este estudo será na forma de estudo de caso através de informações coletadas do motorista autônomo e das possíveis rotas utilizadas por este no período das 10 horas às 16 horas. O embasamento teórico para fundamentação desta pesquisa



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



será a revisão da bibliografia, a análise documental e a documentação técnica do software Lindo.

Estes dados serão aplicados pelo software Lindo, originando a melhor roteirização, sendo analisados a posterior os resultados deste levantamento. Segundo, (Araújo et al.,2008) “o estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores”.

5. JUSTIFICATIVA

Existem no mercado muitos aplicativos e softwares de roteirização que auxiliam as empresas e motoristas a optarem por rotas mais curtas e rápidas, pode-se destacar os softwares RoadShow e TransCAD e o aplicativo Google Maps, solucionando assim diversos problemas e gerando um custo menor para um grau de eficiência elevado em suas entregas. Porém, estes softwares, possuem um alto custo de implantação, atingindo assim apenas grandes empresas e operadores logísticos já consagrados no mercado, fazendo com que pequenas empresas e motoristas autônomos fiquem longe dessas ferramentas. Por isso gera-se a necessidade de ferramentas específicas e de baixo custo, como o Software Lindo, que pode auxiliar pequenas empresas e motoristas autônomos a reduzirem o tempo e a distâncias de suas viagens.

Segundo a Fundação Dom Cabral, realizado em 2014, ” revela que 70% das empresas veem a necessidade de terceirizar suas frotas e serviços logísticos para redução de custos e melhorar a eficiência do processo de movimentação de cargas. No Brasil os gastos médios com transportes representam 11% do faturamento de uma empresa. De acordo com o estudo, os custos logísticos no Brasil consomem 11,19% da receita das empresas, que revelam ter um alto nível de dependência de rodovias (85,6%), máquinas e equipamentos (68,5%) e energia elétrica (66,7%)”.

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

6.1. PESQUISA OPERACIONAL

A pesquisa operacional nos auxilia em resoluções de problemas e otimização de processos através de modelos matemáticos, desempenhando um planejamento estratégico competitivo.

A aplicação da pesquisa operacional pode ocorrer através da programação linear, esta por sua vez, auxilia as empresas na busca de tempos e recursos visando sempre a redução de custos e melhores resultados, levando em consideração todas as restrições envolvidas no processo que será otimizado.

Para Carmo et al Enomoto (2005) “a solução otimizada em problemas de roteirização e programação de veículos pode diminuir bastante o custo de transporte, levando uma economia bastante significativa para a empresa distribuidora como para o consumidor final”.

A empresa tem como objetivo a otimização do processo geral de conversão de custos, para maximizar o aproveitamento dos recursos de transporte, identificando as melhores rotas que permitam redução do tempo e distância, ajudando na redução de gastos da transportadora, gerando uma relação lucrativa e proporcionando uma forte parceria com foco no atendimento aos clientes, por isso a necessidade da utilização desse instrumento.

Para uma empresa cumprir seus objetivos sempre existirá a dependência de pelo menos um fator estratégico interno e externo, assim a otimização do resultado se torna um fator de extrema importância.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



6.2. PROGRAMAÇÃO LINEAR

A programação linear é uma aplicação da pesquisa operacional, onde auxilia as empresas na busca de tempos e recursos, visando sempre a redução de custos e melhores resultados, levando em consideração todas as restrições envolvidas no processo que será otimizado.

Através da programação Linear busca-se a otimização do processo geral da conversão dos custos, para maximizar o aproveitamento dos recursos de transporte, identificando as melhores rotas que permitem a redução do tempo e distância, reduzindo consideravelmente os gastos, por isso a necessidade de utilização desse instrumento.

“Programação linear é um aprimoramento da técnica de resolução de sistema de equações lineares via inversões sucessivas de matrizes, com a vantagem de incorporar uma equação linear adicional representativa relacionada com um comportamento que deve ser otimizado”. CAIXETA-FILHO (2004).

“A programação linear é um dos mais importantes instrumentos do campo de pesquisa operacional, é a área de conhecimento que fornece um conjunto de procedimentos voltados para tratar problemas que envolvem a escassez de recursos. São passíveis de solução com o emprego de PL o problema no qual se busca a melhor alocação de recursos, de forma a atingir determinado objetivo de otimização, atendendo as determinadas restrições. Essas limitações podem referir-se ao montante ou a forma de distribuição dos recursos.” (CORRAR; THEÓPHILO e BERGMANN et al.,2007)”.

6.3. FUNÇÃO OBJETIVA

Função objetiva utiliza-se das variáveis de decisão na sua formulação com intuito de formar o objetivo de maximização ou minimização do modelo. Na função objetiva as variáveis de decisão assumem incógnitas que são combinadas com quantidade de cada recurso, produto ou grandeza de processo.

Moreira (2011, p.10) afirma que “Durante a formulação do problema, a combinação de variáveis a que se chega é colocada na forma de uma expressão matemática, que recebe o nome de função objetivo.”.

Conforme Passos (2008, p.11) “Essa função mostra o que se quer otimizar, ou seja, como próprio nome diz, indica o objetivo que se quer atingir (definição do objetivo: meta a atingir).Isto significa dizer que a função objetivo é composta pelas variáveis de decisão.”.

6.4. ROTEIRIZAÇÃO

O roteiro para transporte de cargas é feito a partir de uma origem e destino, sendo necessário realizar uma série de análises para verificar a viabilidade e percurso devido às dimensões da carga, os locais de entregas e o tempo destinado para executar o serviço, o que implica diretamente no custo total.

De acordo com (Laporte et al. 2002) “o problema de roteirização de veículos consiste em definir roteiros de veículos que minimizem o custo total de atendimento, cada um dos quais iniciando e terminando no depósito ou base dos veículos, assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende”.

Através da roteirização, planejam-se as entregas de forma eficiente, com o objetivo de minimizar os custos com a escolha do melhor roteiro, dessa maneira, evitam-se atrasos, gerando um nível de serviço de qualidade, atendendo o cliente no horário previsto.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Alvarenga e Novaes (2000, p.183) conceituam roteirização como: “O processo de distribuição física de produtos incorpora, nas pontas, um roteiro de coleta e entrega em que o veículo visita certo número de clientes localizados numa determinada zona”.

Segundo Novaes a roteirização tem como objetivos principais “[...] propiciar um serviço de alto nível aos clientes, mas mantendo os custos operacionais e de capitais tão baixos quanto possível” (NOVAES (., p.283). Também abordando o tema, Bertaglia op.cit (2009) afirma que” a roteirização é complexa devido a diversas variáveis envolvidas no transporte, levando em consideração o tempo de entrega, a dimensão e peso da carga, números de clientes, tipo de veículo utilizado e restrições no trajeto a ser percorrido”.

6.5. SOFTWARES DE ROTEIRIZAÇÃO

Os softwares roteirizadores desempenham um importante papel na otimização dos processos, reduzindo os custos, mas analisando e simulando estratégias de distribuição.

De acordo com Melo e Filho (2001) apud Enomoto (2007) sistemas de roteirização e programação de veículos, também conhecidos como roteirizadores, são sistemas computacionais que através de algoritmos, geralmente heurísticos, e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para os problemas de roteirização e programação de veículos com resultados satisfatórios, consumindo tempo e esforço de processamento pequeno, quando comparado aos gastos nos tradicionais métodos manuais.

Segundo Novaes (2007), hoje se dispõe, no mercado, de um número razoável de softwares de roteirização, que ajudam empresas a planejar e programar os serviços de distribuição física.

6.6. SOFTWARE LINDO

A ferramenta de pesquisa operacional escolhida pelos autores para a aplicação desse estudo é o software LINDO (Linear Interactive Discrete Optimizer), que foi projetado para solucionar problemas lineares, quadráticos e de programação inteira, avaliar a adequação de resultados, fazer pequenas modificações nos dados ou parâmetros, e obter um ótimo resultado.

É considerado um software com maior facilidade e velocidade na sua utilização e uma das melhores ferramentas de resolução de modelos de otimização. O LINDO maximiza os lucros e minimiza os custos nos problemas constantes de uma empresa tais como, transportes e planejamento de produção, entre outros. Tem como qualidade um resultado confiável e aceitável em situações simples e complexas.

Como o objeto do estudo é o transporte, torna-se necessário entender o principal problema do mesmo. Um problema de transporte refere-se ao problema de distribuição de produtos, de um centro de produção até seu destino final, consistindo em otimizar o transporte, buscando o menor custo do transporte de forma a atender a demanda respeitando os limites de ofertas.

“O problema consiste em transportar o produto dos centros de produção aos mercados consumidores de modo que o custo total de transporte, seja o menor possível (ARENALES bet al.,pág21,2007)”.

7. ESTUDO DE CASO

Para este estudo, utilizou-se o caso prático de um motorista autônomo que transporta materiais não perecíveis, nas regiões próximas da cidade de São Paulo, de forma que o objetivo é minimizar a distância e o tempo das entregas através de um problema de transporte de menor caminho:



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



7.1. ANÁLISE DOS DADOS

A seguir serão apresentadas as rotas que o motorista autônomo faz diariamente em função do cumprimento de suas entregas:

Tabela 1: Demonstração de origens e destinos

ORIGEM	DESTINO	DISTÂNCIA (KM)	TEMPO(MIN)
(A)Gopoúva,Guarulhos	(B) Pirituba	37.1	33
(A)Gopoúva,Guarulhos	(C) Caieiras	42	39
(A)Gopoúva,Guarulhos	(D)Mairiporã	27.1	26
(A)Gopoúva,Guarulhos	(E) Vitória Régia, Atibaia	58.2	62
(A)Gopoúva,Guarulhos	(F)Alvinópolis, Atibaia	52.9	43
(A)Gopoúva,Guarulhos	(G)Bom Jesus dos Perdões	64.9	51
(A)Gopoúva,Guarulhos	(H)Nazaré Paulista	57.6	60
(A)Gopoúva,Guarulhos	(I)Vila Galvão, Guarulhos	6.4	12
(A)Gopoúva,Guarulhos	(J)Jaçanã, São Paulo	7.3	12
(B) Pirituba	(C) Caieiras	11.5	17
(B) Pirituba	(D)Mairiporã	28.1	38
(B) Pirituba	(E) Vitória Régia, Atibaia	62.1	82
(B) Pirituba	(F)Alvinópolis, Atibaia	56.7	63
(B) Pirituba	(G)Bom Jesus dos Perdões	68.7	71
(B) Pirituba	(H)Nazaré Paulista	61.2	79
(B) Pirituba	(I)Vila Galvão, Guarulhos	35	40
(B) Pirituba	(J)Jaçanã, São Paulo	26.5	42
(C) Caieiras	(D)Mairiporã	21.1	27
(C) Caieiras	(E) Vitória Régia, Atibaia	55	71
(C) Caieiras	(F)Alvinópolis, Atibaia	49.7	52
(C) Caieiras	(G)Bom Jesus dos Perdões	61.7	60
(C) Caieiras	(H)Nazaré Paulista	54.3	68
(C) Caieiras	(I)Vila Galvão, Guarulhos	41.7	48
(C) Caieiras	(J)Jaçanã, São Paulo	44.2	49
(D)Mairiporã	(E) Vitória Régia, Atibaia	34	44
(D)Mairiporã	(F)Alvinópolis, Atibaia	28.7	25
(D)Mairiporã	(G)Bom Jesus dos Perdões	40.7	33
(D)Mairiporã	(H)Nazaré Paulista	33.3	41
(D)Mairiporã	(I)Vila Galvão, Guarulhos	20.9	22
(D)Mairiporã	(J)Jaçanã, São Paulo	23.3	22



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



(E)Vitória Régia, Atibaia	(F)Alvinópolis, Atibaia	15.4	33
(E)Vitória Régia, Atibaia	(G)Bom Jesus dos Perdões	30.4	41
(E)Vitória Régia, Atibaia	(H)Nazaré Paulista	42.7	46
(E)Vitória Régia, Atibaia	(I)Vila Galvão, Guarulhos	52.8	59
(E)Vitória Régia, Atibaia	(J)Jaçanã, São Paulo	55.2	60
(F)Alvinópolis, Atibaia	(G)Bom Jesus dos Perdões	15.4	16
(F)Alvinópolis, Atibaia	(H)Nazaré Paulista	27.8	21
(F)Alvinópolis, Atibaia	(I)Vila Galvão, Guarulhos	48.3	42
(F)Alvinópolis, Atibaia	(J)Jaçanã, São Paulo	50.8	43
(G)Bom Jesus dos Perdões	(H)Nazaré Paulista	12.8	11
(G)Bom Jesus dos Perdões	(I)Vila Galvão, Guarulhos	60.9	50
(G)Bom Jesus dos Perdões	(J)Jaçanã, São Paulo	63.3	50
(H)Nazaré Paulista	(I)Vila Galvão, Guarulhos	72.9	55
(H)Nazaré Paulista	(J)Jaçanã, São Paulo	72.7	55
(I)Vila Galvão, Guarulhos	(J)Jaçanã, São Paulo	2.8	7
(J)Jaçanã, São Paulo	-	-	-

Após a coleta das informações dos destinos, buscaram-se as informações de tempo e distâncias entre o ponto de partida “(A) Gopoúva, Guarulhos” e cada um dos destinos, e também incluíram as informações dos tempos e distâncias entre os pontos de entrega, a fim de ter as informações necessárias para a modelagem de um problema de menor caminho para otimizar o percurso.

Utilizando a técnica de modelagem de menor caminho chegou-se aos modelos matemáticos abaixo.

7.2. APLICAÇÃO DA MATRIZ DE DISTÂNCIA

Na tabela 2 matriz distância, agrupou-se os dados coletados quanto a distância, em quilômetros, para obtenção de uma melhor visualização e com isso a modelagem da função objetivo de forma simples para que seja aplicado no software LINDO.

Tabela 2: Matriz distância

ORIGEM / DESTINO	DISTÂNCIA (KM)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	X	34,1	42	27,1	58,2	52,9	64,9	57,6	6,4	7,3
B	X	X	11,5	28,1	62,1	56,7	68,7	61,2	35	26,5
C	X	X	X	21,1	55	49,7	61,7	54,3	41,7	44,2
D	X	X	X	X	34	28,7	40,7	33,3	20,9	23,3
E	X	X	X	X	X	15,4	30,4	42,7	52,8	55,2
F	X	X	X	X	X	X	15,4	27,8	48,3	50,8
G	X	X	X	X	X	X	X	12,8	60,9	63,3

H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	72,9	72,7
I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8
J	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

7.3. FUNÇÃO OBJETIVO PARA O CÁLCULO DA MENOR DISTÂNCIA A SER PERCORRIDA:

Com as informações demonstradas, foi elaborada a função objetivo que pode ser representada através da equação a baixo:

$$Z = \sum_{i,j} c_{ij} (d_{ij} * v_{ij})$$

Aplicou-se o modelo anterior no software LINDO, que retornou os resultados obtidos. Para a leitura do relatório, deve-se estar atento aos seguintes pontos:

O resultado 1 no campo VALUE, indica o caminho no qual o veículo deve passar em seu trajeto. Por exemplo, no caminho “XAB”, a letra inicial é o ponto de partida e a letra final o ponto de destino, ou seja, “XAB” representa que o veículo está saindo do ponto A e dirigindo-se ao posto B, e assim sucessivamente.

O campo “OBJECTIVE FUNCTION VALUE” refere-se à distância total que foi percorrida, sendo a solução ótima para o modelo encontrada pelo LINDO.

7.4 RELATÓRIO DE DISTÂNCIA E QUILOMETRAGEM:

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 14
OBJECTIVE VALUE = 223.000000

FIX ALL VARS. ( 23 ) WITH RC > 11.6000

NEW INTEGER SOLUTION OF 223.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 14
BOUND ON OPTIMUM: 223.0000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 14

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 223.0000

VARIABLE VALUE REDUCED COST
XAB 1.000000 37.099998
XAC 0.000000 42.000000
XAD 0.000000 27.100000
XAE 0.000000 58.200001
XAF 0.000000 52.900002
XAG 0.000000 64.900002
XAH 0.000000 57.599998
XAI 0.000000 6.400000
XAJ 0.000000 7.300000
XBC 1.000000 11.500000
XBD 0.000000 28.100000
XBE 0.000000 62.099998
XBF 0.000000 56.700001
XBG 0.000000 68.699997
XBH 0.000000 61.200001
XBI 0.000000 35.000000
XBJ 0.000000 26.500000
XCD 1.000000 21.100000
XCE 0.000000 55.000000
XCF 0.000000 49.700001
XCG 0.000000 61.700001
XCH 0.000000 54.299999
XCI 0.000000 41.700001
XCJ 0.000000 44.200001
XDE 1.000000 34.000000
XDF 0.000000 28.700001
XDG 0.000000 40.700001
XDH 0.000000 33.299999
XDI 0.000000 20.900000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
2) 0.000000 0.000000
3) 0.000000 0.000000
4) 0.000000 0.000000
5) 0.000000 0.000000
6) 0.000000 0.000000
7) 0.000000 0.000000
8) 0.000000 0.000000
9) 0.000000 0.000000
10) 0.000000 0.000000
11) 0.000000 0.000000
12) 0.000000 0.000000
13) 0.000000 0.000000
14) 0.000000 0.000000
15) 0.000000 0.000000
16) 0.000000 0.000000
17) 0.000000 0.000000
18) 0.000000 0.000000
19) 0.000000 0.000000

NO. ITERATIONS= 14
BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0
    
```

Figura 1: Relatório de valores.
Software LINDO (2015)



Com base nos cálculos desenvolvidos, a solução ótima para a operação apresentada, no tocante ao trajeto com menor distância pode ser demonstrada através de a imagem a seguir, na qual se consegue atingir uma rota com total de 223 km a serem percorridos.

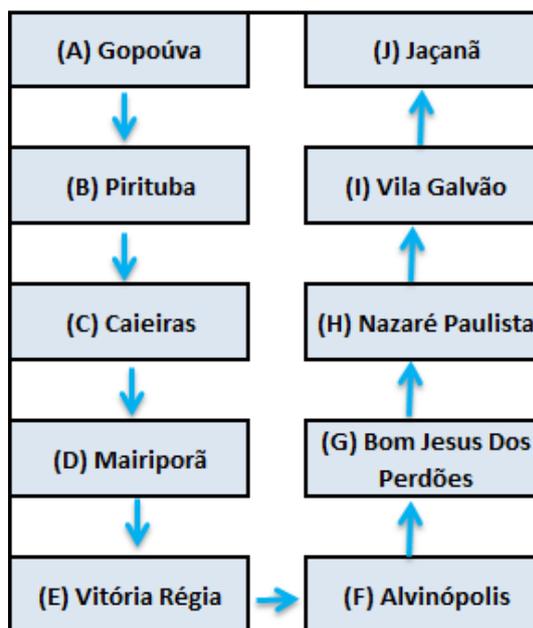


Figura 2: Rota ótima - distância.

Foi elaborado também o modelo matemático para se descobrir qual rota oferece o trajeto a ser percorrido mais rápido.

7.5. MATRIZ TEMPO

A elaboração da matriz 3, a seguir, têm a mesma função da tabela 2 matriz distância, porém desta vez os dados utilizados são referentes a tempo.

Tabela 1: Matriz tempo

ORIGEM / DESTINO	TEMPO EM MINUTOS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	X	33	39	26	62	43	51	60	12	12
B	X	X	17	38	82	63	71	79	40	42
C	X	X	X	27	71	52	60	68	48	49
D	X	X	X	X	44	25	33	41	22	22
E	X	X	X	X	X	33	41	46	59	60
F	X	X	X	X	X	X	16	21	42	43
G	X	X	X	X	X	X	X	11	50	50
H	X	X	X	X	X	X	X	X	55	55
I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7
J	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Dessa forma, a mesma equação utilizada anteriormente representa a função objetivo.

7.5. RELATÓRIO DE TEMPO EM MINUTOS:

Imagem 2: Relatório gerado pelo *LINDO*.

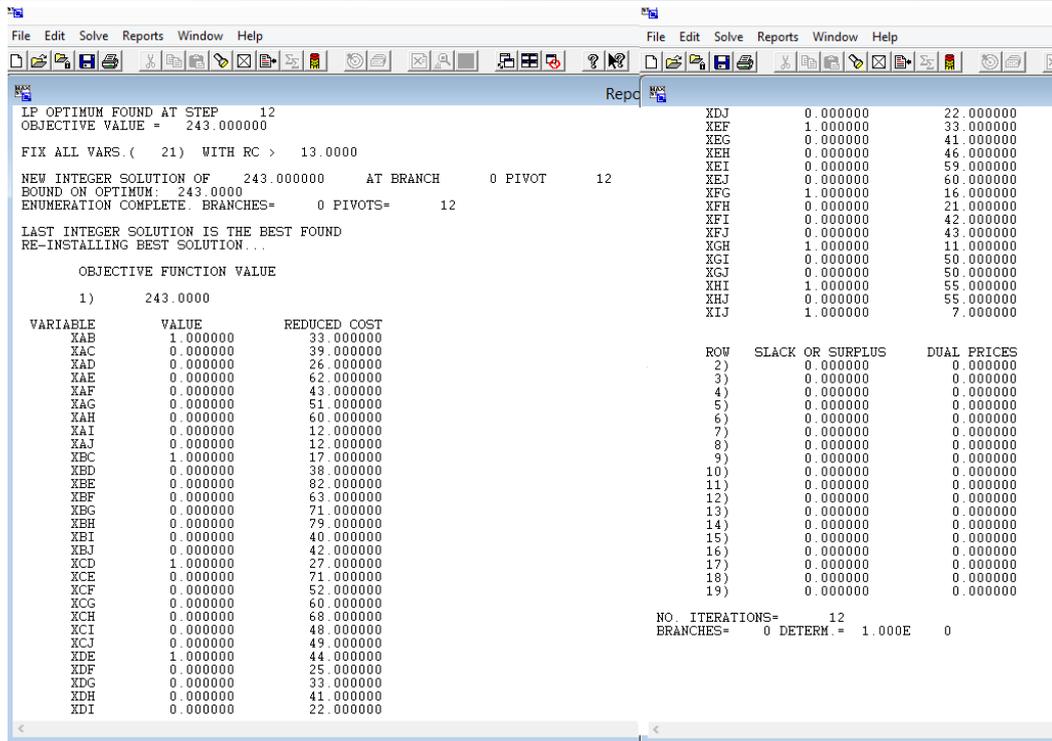


Figura 3: Relatório de valores 2.

Da mesma maneira, através do desenvolvimento dos cálculos com as novas informações, a solução ótima para este caso de transporte no que diz respeito ao menor tempo é a rota apresentada através da imagem a baixo, na qual se consegue atingir cumprimento do percurso com tempo total 243 minutos, ou seja, 4 horas e 3 minutos para realizar o trajeto da origem destino.

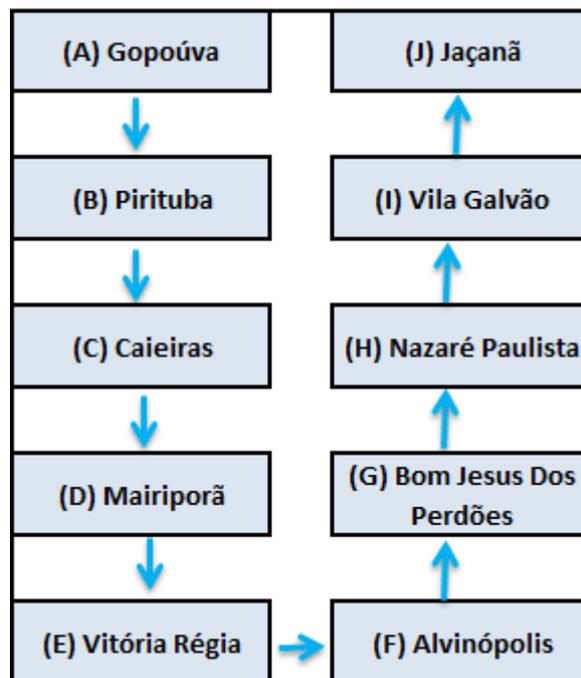


Figura 4: Rota ótima - tempo.

7.6. ROTA UTILIZADA PELO MOTORISTA:

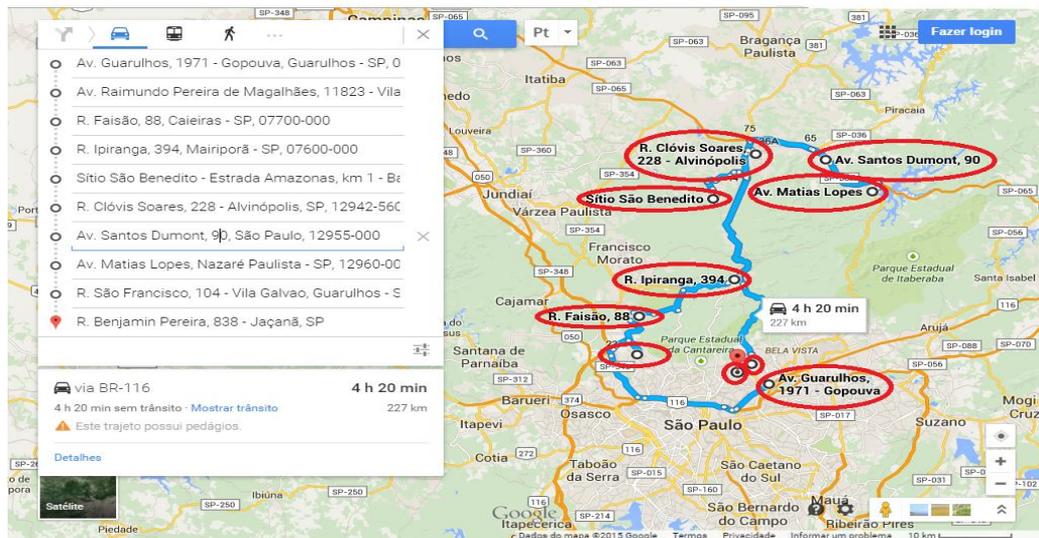


Figura 5: Rota utilizada pelo motorista.

O relatório gerado pelo software Lindo mostrou que a solução ótima para a distância seria 223 km e para o tempo 4h03 minutos ou 243 minutos. O Google maps, ferramenta utilizado pelo motorista autônomo para a roteirização, constatou que a distância de suas entregas foram de 227 km e de tempo 4h20 ou 260 minutos.

CONCLUSÃO

Esse estudo procurou levantar a viabilidade de se aplicar técnicas de pesquisa operacional para a avaliação de pequenas rotas de um motorista autônomo, de forma que foi embasado por levantamento do estado da arte sobre pesquisa operacional, a programação linear e o funcionamento do software LINDO, que são os tópicos chave deste estudo.

A pesquisa de campo foi realizada de forma a se obter dados claros e objetivos sobre como um motorista autônomo que opera sozinho estabelece suas rotas. Foram levantados os dados referentes a uma viagem realizada pelo motorista, de forma que o mesmo estabeleceu sua rota de acordo com seu conhecimento empírico adquirido após alguns anos de experiência no segmento, além de utilizar a ferramenta do Google Maps para inserir os destinos a serem seguidos por escolha própria.

Aplicou-se a técnica de pesquisa operacional e programação linear, modelaram-se os dados de acordo com as técnicas de menor caminho e, posteriormente, testou-se o modelo no software LINDO, que encontrou uma solução ótima para a problemática apresentada.

Após aplicação do modelo à programações lineares matemáticas facilitadas pelo software utilizado, notou-se que a rota ótima para este caso é a mesma rota utilizada empiricamente pelo motorista, de forma que a partir de agora esta técnica é validada por questões matemáticas como sendo o trajeto ótimo para realizar este serviço de coleta e entregas.

Por fim, através deste estudo pode-se observar que a aplicação da pesquisa operacional e programação linear por meio de um software específico de baixo custo são capazes de solucionar os modelos matemáticos propostos de forma viável e deve ser considerado sempre que possível.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



REFERÊNCIAS

ALVARENGA, ANTONIO C.; NOVAES, ANTONIO G. Logística aplicada. Suprimento e distribuição física. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2000.

ARAÚJO, CIDÁLIA et al. Estudo de Caso. Métodos de Investigação em Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2008.

ARENALES, MARCOS; ARMENTANO, VINÍCIUS; MORABITO, REINALDO; YANASSE, HORACIO; Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia; Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BERTAGLIA, PAULO R.. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

CAIXETA-FILHO, JOSÉ VICENTE. Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRAR, LUIZ J.; THEÓPHILO, CARLOS RENATO; BERGMANN, DANIEL REED. Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração. São Paulo: Atlas, 2007.

ENOMOTO, LEANDRO MINORU. Análise da Distribuição Física e Roteirização de um Atacadista do Sul de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá. 2005.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2014. Infraestrutura inadequada, corrupção e impostos minam a competitividade logística do Brasil. Disponível em <<http://www.fdc.org.br/blogspacodialogo/Lists/Postagens/Post.aspx?ID=379>>. Acesso em: 08 de Maio. 2015.

GOLDEN, B.; BALL, M.; BODIN, L. Current and future research directions in network optimization. Computers & Operations Research, v.8, n.2, p. 71-81, 1981.

LAPORTE, G.; M, GENDREAU; J.Y. P. F. SEMET. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem, International Transactions in Operational Research , v.7, n4/5, pp. 285-300, 2002.

MOREIRA, D. A. Pesquisa Operacional: Curso Introdutório. São Paulo: Thomson Learning, 2010.

NOVAES, ANTONIO GALVÃO. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. 3º Ed. Rio de Janeiro. Elsevier. 2007.

PASSOS, E.J. Programação Linear como Instrumento da Pesquisa Operacional. São Paulo: Atlas, 2008.