



# ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO  
ON-LINE

02 a 04  
de dezembro 2020

## APLICAÇÃO DO VBA PARA O PROBLEMA DE ENTREGA DE PRODUTOS DE HIGIENES NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

**Larissa Reis Salgado**

Centro Universitário LaSalle - RJ

**Alexandre de Almeida Nogueira**

Centro Universitário LaSalle - RJ

**Thiago Igor Maia dos Reis**

Centro Universitário LaSalle - RJ

**Pedro da Matta e Andrade Basilio**

Centro Universitário LaSalle - RJ / Programa de Engenharia de Produção COPPE/UFRJ

**Ana Carolina Cellular Massone**

Centro Universitário LaSalle - RJ

**Resumo:** Utensílios de higiene pessoal são essenciais em tempos atuais. A indústria de higiene deve ter o compromisso com a saúde dos consumidores e os produtos oferecidos devem possuir qualidade na fabricação, principalmente no período de Pandemia da COVID-19. Sendo assim, deve-se melhorar o processo logístico de entrega e torná-lo indispensável, uma vez que as empresas do ramo têm muitos clientes. Com isso, o estudo dos problemas de roteamento de veículos é de suma importância, no entanto, são extremamente complexos e difíceis de resolver. Este artigo tem por objetivo apresentar uma solução no software Excel *Visual Basic for Applications* (VBA) para o problema de roteamento de veículo capacitado (PRVC). Foram propostos possíveis clientes e depósito, calculando as distâncias entre eles através do Google Maps, criando cenários distintos. O veículo escolhido neste trabalho foi um caminhão baú de médio porte com até 18m<sup>3</sup> de capacidade. Os resultados apresentaram uma ferramenta de apoio a decisão para escolha da melhor rota em diferentes cenários.

**Palavras-chave:** Higiene Pessoal, Roteamento de Veículo, VBA.

## APPLICATION OF VBA FOR THE PROBLEM OF DELIVERY OF HYGIENE PRODUCTS IN THE METROPOLITAN REGION OF RIO DE JANEIRO

**Abstract:** Personal hygiene utensils are essential in today's times. The hygiene industry must be committed to the health of consumers and the products offered must have quality in manufacturing, especially during the Pandemic period of COVID-19. Therefore, the logistical delivery process must

be improved and made indispensable, since companies in the industry have many customers. Thus, the study of vehicle routing problems is of paramount importance, however, they are extremely complex and difficult to solve. This article aims to present a solution in Excel Visual Basic for Applications (VBA) for capacity vehicle routing problem (CVRP). Possible customers and deposits were proposed, calculating the distances between them using Google Maps, creating different scenarios. The vehicle chosen in this work was a medium-sized trunk truck with up to 18m<sup>3</sup> of capacity. The results presented a decision support tool for choosing the best route in different scenarios.

**Keywords:** Personal hygiene, Vehicle Routing, VBA.

## 1. Introdução

A higiene relacionada à saúde é uma prática básica e primordial para o cuidado e autocuidado do ser humano, vista por diversos pesquisadores como uma Necessidade Humana Básica, o que a torna imprescindível para uma condição de vida saudável (BORDIGNON *et al*, 2016). As práticas associadas à higiene perpassam históricos culturais e questões sociais, dessa forma, os hábitos higiênicos vem se diversificando com o passar dos anos e se baseando por estudos que comprovam sua relação com a prevenção de infecções relacionadas à falta desses hábitos. A partir das descobertas realizadas por pesquisadores da área da saúde, a higienização das mãos entrou em evidência por sua alta capacidade de evitar infecções sendo considerada uma medida primordial contra a propagação dos microorganismos (COELHO, 2011).

Dessa forma, as indústrias de higiene pessoal contribuem de forma relevante para os cuidados em saúde relacionados aos hábitos higiênicos e de limpeza, portanto, precisam seguir recomendações feitas por instâncias que preservem a saúde, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que dispõe de normas para o funcionamento dessas empresas. Segundo a ANVISA (2013), disposto na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 48, a indústria de higiene deve apresentar compromisso com a saúde dos consumidores e os produtos oferecidos devem possuir qualidade na fabricação, embalagens e importação previstos por esses estabelecimentos. Sendo assim, é importante que haja uma logística de entrega desses produtos, para que não ocorra falta de fornecimento para os estabelecimentos que os consomem, sobretudo nos dias atuais, em que a higienização das mãos, sendo com água e sabão ou com álcool em gel está em evidência em razão da pandemia do COVID-19.

Destarte, com a grande demanda por produtos de higiene pessoal, a logística para entrega destes insumos é de extrema importância. Sendo assim, este problema pode ser comparado com um problema de roteamento de veículos (PRV), em que se tem diversos clientes para visitar, saindo e voltando de um depósito. Este problema é estudado por diversos autores como Golden (2008) e Toth e Vigo (2014).

Desse modo, este trabalho tem como objetivo a implementação no *Visual Basic Applications* (VBA) de um modelo de roteamento de veículos capacitados, criando as rotas para atender os clientes selecionados. A abordagem foi desenvolvida em uma empresa de higiene pessoal que tem um centro de distribuição e clientes na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro.

O presente artigo está dividido em cinco seções. A seção 2 contém o referencial teórico sobre problemas de roteamento de veículos e suas variantes. A seção 3, explicita a metodologia que foi utilizada para o desenvolvimento do trabalho. A seção 4 apresenta a implementação do problema no VBA. A seção 5, discute os resultados computacionais. Por fim, as conclusões.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Problemas de Roteamento de Veículos

O PRV foi proposto por Dantzig e Ramser (1959), que consiste no algoritmo que realiza uma interatividade de vértices para formar um conjunto das possíveis rotas para os veículos envolvendo uma sequência de programas lineares com variáveis iguais a um, se e somente se um par de pontos forem correspondidos, e é um dos mais estudados em problemas de otimização combinatória. Segundo Pillac (2013), o PRV trata da concepção de um conjunto de rotas de veículos que atendem demanda de bens ou serviços de um grupo de clientes geograficamente distribuídos, satisfazendo restrições operacionais a um custo mínimo.

Segundo Laporte (2009), o PRV capacitado consiste em projetar  $n$  rotas de veículos que tenham seu ponto de partida e final no centro de distribuição, em que cada cliente deve ser visitado uma única vez por um único veículo, e a demanda total de cada rota não pode ser maior que a capacidade do veículo. Na prática, diversas variantes do problema existem devido a diversidade de regras operacionais e restrições encontradas em aplicações da vida real, como apresentado nos trabalhos de Laporte (1992), Barbarasoglu e Ozgur (1999) e Gendreau, Hertz e Laporte (1994).

Resolver e otimizar problemas envolvendo atribuições turísticas de veículos é um campo de pesquisa conhecido e estudado, intitulado Problema de roteamento de veículos (Toth e Vigo, 2014). A variante básica do problema é a PRV capacitado (PRVC), onde cada cliente tem uma determinada demanda que deve ser atendida baseando-se na capacidade máxima do veículo. O PRV adicionando janelas de tempo para o depósito e os clientes estende o PRVC. O PRV clássico ramificou diversas possibilidades para conseguir se adaptar a aspectos adicionais do mundo real. Esses problemas mais complicados são frequentemente chamados de “PRVs ricos” ou “PRVs multi-atributos”.

O Problema de roteamento de veículos com janela de tempo (PRVJT) é uma adaptação do PRVC, e o atendimento a cada cliente deve ocorrer em um intervalo de tempo pré-definido. Desaulniers (2010) aborda o PRVJT com entregas divididas que consiste em determinar rotas para os veículos com o menor custo para atender a um conjunto de demandas do cliente, respeitando a capacidade do veículo e as janelas de tempo do cliente. A demanda do cliente pode ser satisfeita por vários veículos. Para solução deste problema é proposto o método de Branch-and-Price-and-Cut.

Os PRV's mais comuns são do tipo NP-hard (Breedam, 2001), (Xu e Kelly, 1996), ou seja, de difícil trato computacional, por possuírem crescimento exponencial do tempo de solução em resposta ao aumento do número de variáveis dos problemas. Assim sendo, a utilização de métodos exatos na solução desses problemas se torna muitas vezes inviável mesmo para instâncias de pequeno porte. Por outro lado, problemas realistas são na maioria das vezes de grande porte, o que torna relevante a investigação de métodos que utilizem heurísticas e meta-heurísticas para solução dos modelos matemáticos.

Trabalhos como Laporte (2007) resume os principais resultados conhecidos para o PRV clássico em que apenas as restrições de capacidade do veículo estão presentes. Já em Braekers *et al.* (2015) é feita uma revisão do PRV entre os anos de 2009 e 2015, classificando 277 artigos e suas tendências.

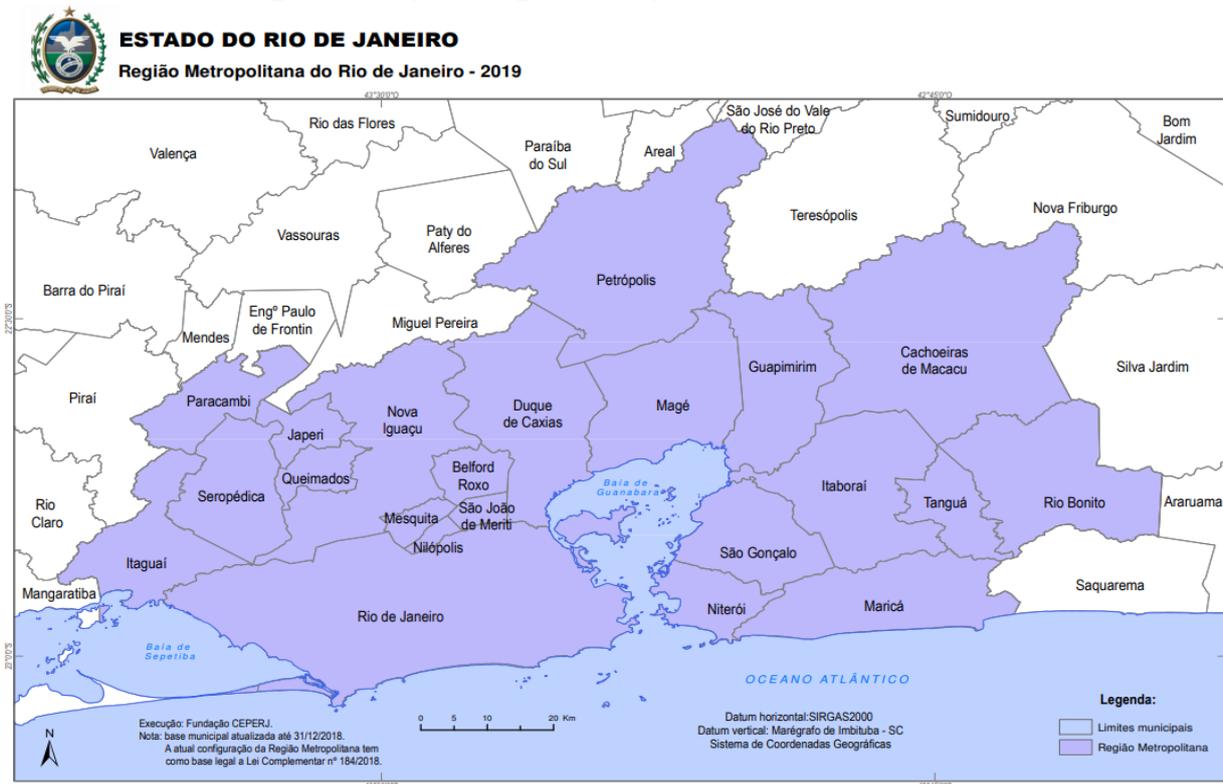
## 3. Metodologia

Devido a grande importância dos produtos de higiene pessoal, principalmente em época da pandemia da COVID-19, a demanda por estes tipos de produto cresceu, fazendo com que a logística para entrega destes insumos seja de extrema importância. Diversas empresas do ramo buscam a minimização dos custos logísticos, portanto a aplicação de

técnicas como a implementação de modelos que auxiliem o gestor na tomada de decisão é primordial.

Sendo assim, este trabalho buscou por meio da pesquisa na literatura o entendimento sobre o problema de roteamento de veículos para que pudesse então formular o problema de entrega de produtos de higiene pessoal na região metropolitana do Rio de Janeiro em uma empresa do ramo. A Figura 1, demonstra as cidades que estão na região metropolitana do Rio de Janeiro e que foram utilizadas, entretanto, a cidade do Rio de Janeiro não foi considerada uma vez que existe uma logística própria.

**Figura 1 - Mapa da região metropolitana do Rio de Janeiro**



**Fonte: Fundação CEPERJ - Centro Estadual de Estatística, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro**

Na Figura 2, é apresentado o caminhão baú utilizado para realização das entregas. Foi escolhido este tipo de veículo devido à grande utilização na empresa estudada. O caminhão comporta 18 m<sup>3</sup> de capacidade de produtos para entrega e normalmente atende mais de um cliente.

**Figura 2 - Caminhão Baú Médio**



**Fonte: Sergomel Mecânica Industrial**

Por último, o estudo do código a ser implementado em VBA para análise das rotas e custo.

#### 4. Aplicação do Problema no *Visual Basic for Applications* (VBA)

Esta seção apresenta a aplicação do problema em questão implementado em VBA. Sabendo que o modelo de PRVC determina que todos os clientes devem ser atendidos e que todo o veículo deve iniciar e terminar em um depósito, foram contempladas 18 cidades como clientes e apenas a cidade de Pirai utilizada como depósito. Cada cidade terá uma demanda existindo uma restrição que não se pode ultrapassar a capacidade do veículo em volume.

**Tabela 1 – Cidades utilizadas**

Classificação	Código	Cidade
<b>Origem:</b>	0	Pirai
	a	Belford Roxo
	b	Duque de Caxias
	c	Guapimirim
	d	Itaboraí
	e	Itaguaí
	f	Japeri
	g	Magé
	h	Maricá
	<b>Destinos:</b>	i
j		Nilópolis
k		Niterói
l		Nova Iguaçu
m		Paracambi
n		Queimados
o		São Gonçalo
p		São João de Meriti
q		Seropédica
r		Tanguá

**Fonte: Autores**

A Tabela 2 apresenta a matriz de distância entre cada uma das cidades. As distâncias obtidas foram retiradas do Google Maps, sendo selecionada a menor distância entre cada uma das cidades.

**Tabela 2: Matriz de distância entre as cidades**

De/Para (Km)	0	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
<b>0</b>	0	69	82	123	139	64	45	110	145	67	71	106	61	41	54	116	72	36	154
<b>a</b>	69	0	59	72	75	58	56	59	82	6	10	44	7	52	23	53	6	43	91
<b>b</b>	82	59	0	56	62	62	60	43	70	21	19	30	23	67	37	39	10	53	78
<b>c</b>	123	72	56	0	53	114	101	23	79	76	75	70	78	108	72	62	66	93	82
<b>d</b>	139	75	62	53	0	114	43	30	27	78	76	34	79	122	88	26	68	108	18
<b>e</b>	64	58	62	114	114	0	72	99	121	59	49	81	64	49	54	89	58	25	129
<b>f</b>	45	56	60	101	43	72	0	71	122	42	42	82	39	12	19	93	47	15	134
<b>g</b>	110	59	43	23	30	99	71	0	58	62	62	48	64	95	59	40	53	80	47
<b>h</b>	145	82	70	79	27	121	122	58	0	84	83	41	88	130	100	38	75	116	42
<b>i</b>	67	6	21	76	78	59	42	62	84	0	4	45	5	52	22	53	10	37	93
<b>j</b>	71	10	19	75	76	49	42	62	83	4	0	43	8	56	26	51	9	41	97
<b>k</b>	106	44	30	70	34	81	82	48	41	45	43	0	49	91	62	12	36	77	52
<b>l</b>	61	7	23	78	79	64	39	64	88	5	8	49	0	46	13	54	11	31	97
<b>m</b>	41	52	67	108	122	49	12	95	130	52	56	91	46	0	36	116	55	20	140
<b>n</b>	54	23	37	72	88	54	19	59	100	22	26	62	13	36	0	69	26	24	108
<b>o</b>	116	53	39	62	26	89	93	40	38	53	51	12	54	116	69	0	46	87	43
<b>p</b>	72	6	10	66	68	58	47	53	75	10	9	36	11	55	26	46	0	43	83
<b>q</b>	36	43	53	93	108	25	15	80	116	37	41	77	31	20	24	87	43	0	127
<b>r</b>	154	91	78	82	18	129	134	47	42	93	97	52	97	140	108	43	83	127	0

**Fonte: Autores**

Com os dados coletados foi criado um *template*, como mostrado na Figura 3. Com a escolha das cidades para entrega é calculada a menor e maior distâncias em quilômetros e sua variação, em percentual. Além disso, é apresentado o código que representa cada uma das cidades e o caminho ótimo para atendê-las. Por fim, é apresentado o cálculo do combustível total gasto entre as distancias do menor e maior caminho, em reais, e sua variação em percentual e absoluta (R\$).

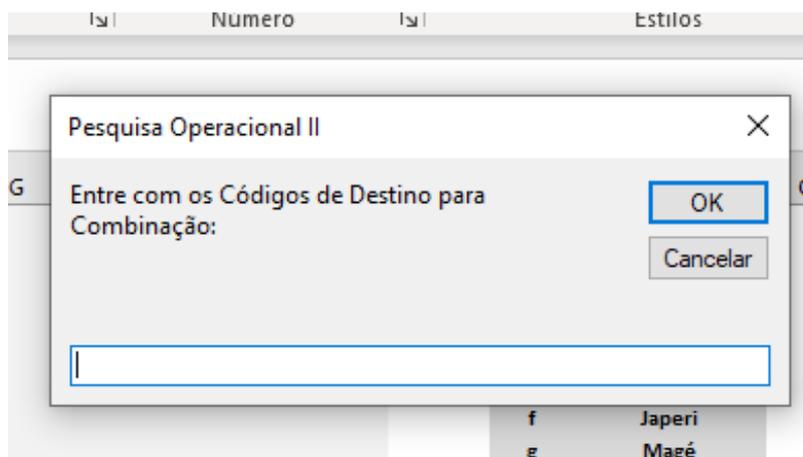
A Figura 3 mostra a quantidade de destinos (QTD Elementos) e, a partir deste dado, é calculada a iteração entre elas, resultante do fatorial do valor apontado. São notados dois botões na imagem: o da esquerda limpa as células para a entrada de novos dados (vassoura) e o da direita roda o código VBA (seta). Selecionando a seta abrirá a tela de seleção das cidades. Deve-se iniciar as entradas com os códigos das cidades de destino, como demonstrado na Figura 4.

**Figura 3 – Layout do Painel de Informações**



Fonte: Autores

**Figura 4 - Input de dados para combinação**



Fonte: Autores

Para a execução da planilha foram criados os seguintes códigos como descritos nos algoritmos 1 e 2. O primeiro limpa os dados da planilha para que possa inicializar uma nova rota. O segundo calcula todas as combinações possíveis, sem repetições, e verifica se a demanda excede a capacidade do caminhão. Se não, são estimadas as distâncias entre os pontos. Inicialmente, é calculada a quilometragem entre a posição de origem

(Piraí) e o primeiro destino, depois entre este e o segundo destino, e assim sucessivamente, até o último destino retornando à origem (Piraí). Se for ultrapassado o limite da capacidade do caminhão quando é escolhido as cidades, aparece uma mensagem como demonstrado na Figura 5.

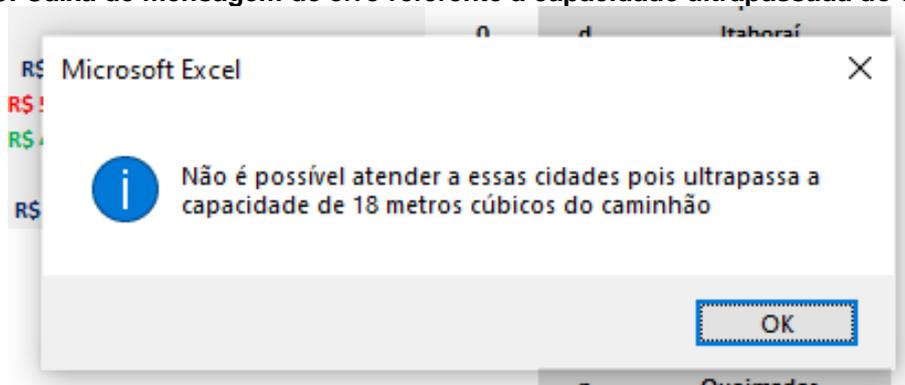
### **Algoritmo 1 – Limpar dados**

*Abrir a aba “TBL\_PRIMARIA”;  
Selecionar a coluna A;  
Limpar todos os dados (Delete);  
Abrir a aba “LAYOUT\_PLAN”;  
FIM*

### **Algoritmo 2 - Entrada dos Códigos de Destino para Combinação**

*Clicar no Botão de Seta;  
Entrar com os códigos de destino no Inputbox;  
A demanda (em metro cúbico) ultrapassa a capacidade de 18 metros cúbicos do caminhão?  
Se sim,  
Escolher um destino que não exceda os 18 metros cúbicos do caminhão;  
Se não,  
Aguardar o cálculo das rotas feito pelo VBA.  
É calculada, através de fórmulas do MS Excel, as distâncias entre o ponto de origem (Piraí) e seu primeiro destino;  
Em sequência, são computadas as quilometragens entre os próprios códigos de destino (vistos na Tabela 4).  
Após o cálculo de distância entre os dois últimos códigos do destino feitos no Inputbox, é mensurado o percurso (km) entre este último e o ponto de origem (Piraí).  
Por fim, são analisadas as rotas de menor e maior caminhos e custos, além das variações entre elas.  
FIM.*

**Figura 5: Caixa de mensagem de erro referente à capacidade ultrapassada do caminhão**



Fonte: Autores

## **5. Discussão dos Resultados**

Foram escolhidos 6 cenários conforme a Tabela 3. Cada um dos cenários apresenta o código de cada cidade e a demanda escolhida para ser atendida. Foram escolhidas demandas iguais para todas as cidades em cada um dos cenários apenas para que se

fizesse os testes computacionais. As cidades nos cenários 1, 2 e 3 foram selecionadas por serem mais próximas do depósito em Pirai, enquanto, nos cenários 4, 5 e 6 as cidades são mais distantes do depósito. O preço do combustível foi definido como R\$ 3,60, sendo um preço médio do Diesel no mercado atual.

**Tabela 3 - Cenários Propostos**

Cenários	1	2	3	4	5	6
Código das Cidades	FNQ	EFLMNQ	AEFIJLMNQ	CHR	CDHKOR	BCDGHKOPR
Demanda em cada cidade	6	3	2	6	3	2

**Fonte: Autores**

Para obtenção dos resultados foi utilizado um computador com Windows 10, Processador Intel® Core™ i7-9750H CPU @ 2.60GHz e 16 GB de Memória RAM. A versão do Excel utilizada foi a do Microsoft Office 365.

A Tabela 4 compara os números resultantes do caminho mínimo nos cenários 1, 2 e 3, representando as cidades mais próximas do ponto de origem (Pirai). Pode-se observar que conforme o número de clientes (cidades) aumenta, a variação percentual de quilometragem e custo cresce. Considerando o número de iterações de cada um dos cenários é possível observar como a variação destoa em cada um, crescendo exponencialmente à medida que se aumenta a quantidade de clientes. Vale observar também que o cenário 3 demora 163 segundos a mais que os outros.

**Tabela 4 - Resultados Cenários 1, 2 e 3**

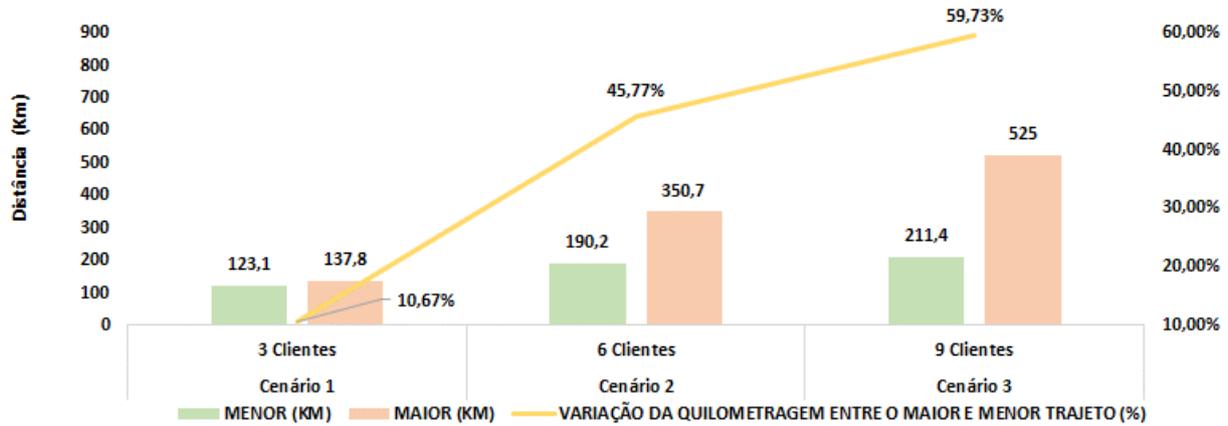
DADOS	Cenário 1 3 Clientes	Cenário 2 6 Clientes	Cenário 3 9 Clientes
MENOR (KM)	123.1	190.2	211.4
MAIOR (KM)	137.8	350.7	525
VARIAÇÃO KM (%)	10.67%	45.77%	59.73%
COD ÓTIMO	NFQ	LNFMQE	MFNLAIJEQ
PREÇO MÉDIO COMBUSTÍVEL (R\$)	3.6	3.6	3.6
CUSTO COMBUSTÍVEL PERCURSO MAIS LONGO (R\$)	496.08	1262.52	1890
CUSTO COMBUSTÍVEL CAMINHO ÓTIMO (R\$)	443.16	684.72	761.04
VARIAÇÃO CUSTO COMBUSTÍVEL (%)	10.67%	45.77%	59.73%
VARIAÇÃO ABSOLUTA (R\$)	52.92	577.8	1128.96
QTD ELEMENTOS	3	6	9
ITERAÇÕES	6	720	362880
TEMPO DE EXECUÇÃO (SEGUNDOS)	18	18	181

**Fonte: Autores**

A Figura 6 representa a variação dos cenários em maior e menor quilometragem. O eixo vertical da esquerda representa a distância em quilômetros, o da direita, a porcentagem da variação da quilometragem. O eixo horizontal representa os cenários com a menor e maior quilometragem entre todas as soluções.

Na Figura 6 é possível observar a diferença relativa entre a menor e maior quilometragem, podendo destacar um aumento em cada um dos cenários, saindo de 10,67% no cenário 1, para 45,77% no 2, e alcançando aproximadamente 59,73% no 3.

**Figura 6: Visualização Gráfica dos Resultados Computacionais alcançados a partir dos Cenários 1, 2 e 3**



Fonte: Autores

A Tabela 5 possui a mesma relação que os cenários anteriores (Tabela 4), apenas aumentando a distância de cada cliente. Vale destacar que o tempo de execução foi praticamente o mesmo.

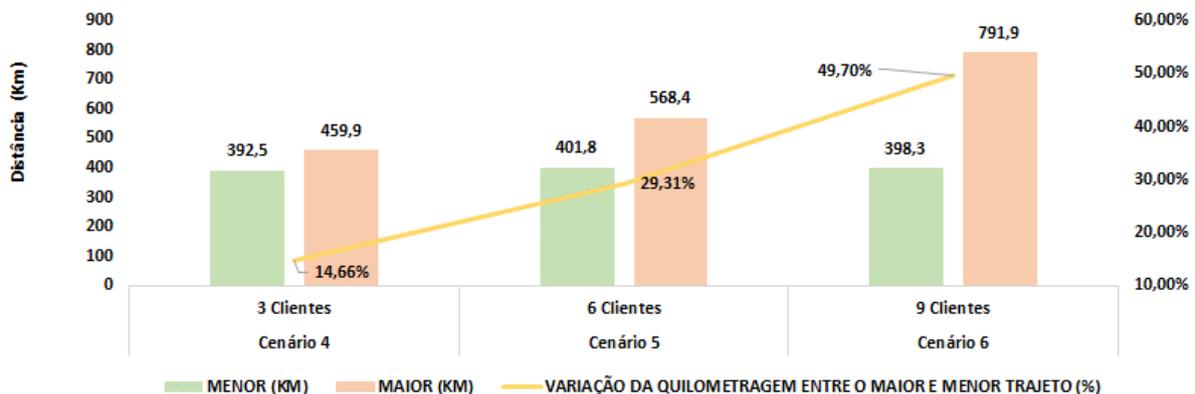
**Tabela 5 - Resultados Cenários 4, 5 e 6**

DADOS	Cenário 4 3 Clientes	Cenário 5 6 Clientes	Cenário 6 9 Clientes
MENOR (KM)	392.5	401.8	398.3
MAIOR (KM)	459.9	568.4	791.9
VARIAÇÃO KM (%)	14.66%	29.31%	49.70%
COD ÓTIMO	CRH	CDRKOH	PBKOHRDGC
PREÇO MÉDIO COMBUSTÍVEL (R\$)	3.6	3.6	3.6
CUSTO COMBUSTÍVEL PERCURSO MAIS LONGO (R\$)	1655.64	2046.24	2850.84
CUSTO COMBUSTÍVEL CAMINHO ÓTIMO (R\$)	1413	1446.48	1433.88
VARIAÇÃO CUSTO COMBUSTÍVEL (%)	14.66%	29.31%	49.70%
VARIAÇÃO ABSOLUTA (R\$)	242.64	599.76	1416.96
QTD ELEMENTOS	3	6	9
ITERAÇÕES	6	720	362880
TEMPO DE EXECUÇÃO (SEGUNDOS)	18	18	179

Fonte: Autores

Na Figura 7 é possível observar a diferença relativa entre a menor e maior quilometragem, podendo destacar um aumento em cada um dos cenários, saindo de 14,66% no cenário 4, para 29,31% no 5, e alcançando aproximadamente 49,70% no 6.

**Figura 7: Visualização Gráfica dos Resultados Computacionais alcançados a partir dos Cenários 4, 5 e 6**



Fonte: Autores

## 6. Conclusão

Considerando a grande demanda por produtos de higiene pessoal, a busca por melhorias na logística é de grande importância. Portanto a minimização das distâncias entre as cidades de entrega pode ocasionar uma diminuição dos custos.

Neste contexto, este artigo apresenta o PRVC resolvido no VBA para o cálculo das distâncias entre as possíveis entregas nas cidades selecionadas, limitado por sua demanda. Os resultados apresentam as variações entre o maior caminho e o menor e os custos levando em consideração o preço do combustível. Como uma ferramenta de apoio a decisão a planilha é uma opção quando se tem poucos clientes e precisa encontrar rotas de forma prática.

Para etapas posteriores deve-se buscar a implementação de um modelo matemático com janelas de atendimento de cada cliente. Outra opção é a implementação em um solver comercial junto com o desenvolvimento de uma meta heurística para resolver instâncias de grande porte.

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e incentivo a pesquisa.

## Referências

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. **Resolução da diretoria colegiada- rdc nº 48, de 25 de outubro de 2013.** Disponível em: <[http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/u\\_anvisa-rdc-48\\_251013%20cosm%c3%a9ticos.pdf](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/u_anvisa-rdc-48_251013%20cosm%c3%a9ticos.pdf)> acessado em: 25 set 2020.

BARBAROSOGLU, G.; OZGUR, D. **A tabu search algorithm for the vehicle routing problem**, Computers & Operations Research 26, 255-270, 1999.

BERBEGLIA, G.; CORDEAU, J.-F.; GRIBKOVSKAIA, I.; LAPORTE, G. **Static pickup and delivery problems: a classification scheme and survey**. Top, Springer, v. 15, n. 1, p. 1–31, 2007.

BORDIGNON, R. P. **Higiene como Princípio Básico de Uma Boa Saúde**. In: **XXI Seminário Internacional de Educação**. Cachoeira do Sul. Rio grande do Sul: Ulbra – Universidade Luterana do Brasil, 2016. v.1,n.1.

BOWERSOX, J.C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. tradução: Luiz Claudio de Queiroz Faria. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

BRAEKERS, K.; RAMAEKERS, K.; NIEUWENHUYSE, V. The Vehicle Routing Problem: State of the Art Classification and Review. **Computers & Industrial Engineering**. Bélgica, v.99, p.300-313, 2016.

BREEDAM, A. V. **“Comparing descent heuristics and metaheuristics for the vehicle routing problem”**. Computer & Operations Research 28, 289-215, 2001.

CEPERJ. Centro Estadual de Estatística, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro. **Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – 2019**. Disponível em: < <http://www.ceperj.rj.gov.br/Conteudo.asp?ident=79> > acessado em: 27 set 2020.

COELHO, M.S.; ARRUDA, C.S.; SIMÕES, S.M.F. **Higienização das mãos como estratégia fundamental no controle de infecção hospitalar: um estudo quantitativo.** v.10 n.1, 2011.

CUNHA, C.B.; BONASSER, U.O.; ABRAHÃO, F. T. M. **Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante.** natal. 2002. acesso em: 24 set. 2020.

DANTZIG, G.B.; RAMSER, J.H. **O problema de despacho do caminhão.** Ciência da Administração, 6 (1), 1959 80–92.

DESAULNIERS, G. Branch-and-Price-and-Cut for the Split-Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows. **Operations Research**, Vol. 58, No. 1, p. 179–192.2010.

GENDREAU, M. ; HERTZ, A.; LAPORTE, G. “A Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem”. **Management Science** 40, 1276-1290, 1994.

LAPORTE, G. The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms, **European Journal of operational Research** v.59, 1992, p.345-458.

LAPORTE, G. What You Should Know about the Vehicle Routing Problem. **Wiley InterScience**, Canadá, v. 54, p. 811-819, 2007.

PILLAC, V.; GUERET, C.; MEDAGLIA, A. L. An Event-driven Optimization Framework for Dynamic Vehicle Routing. **European Journal of Operational Research** 225, 2013.

PORFÍRIO, V.H.M.; MARIQUITO, J.V.M.; SILVA, L.A.G. **O Problema do caixeiro viajante aplicado ao grupo crítico do sistema de entregas de um restaurante.** In: XI ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 17. ANAIS...UNESPAR Faculdades, 2017.

SARUBBI, J.F.M; LUNA, H.P.L. **Um Modelo Linear para o Problema do Caixeiro Viajante com Demandas Heterogêneas.** Natal. 2003. disponível em:< <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2003/pdf/arq0190.pdf>. > acesso em: 12 set. 2020.

SERGOMEL. **CONHEÇA OS PRINCIPAIS TIPOS DE CARROCERIA DE CAMINHÃO.** Disponível em: < <https://www.sergomel.com.br/conteudo/conheca-os-principais-tipos-de-carroceria-de-caminhao.html> > acessado em: 27 set 2020.

TAUFER, F.S.G.; PEREIRA, E.C. **Aplicação do problema do caixeiro viajante na otimização de roteiros.** Minas Gerais. 2011. Disponível em:<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_140\\_885\\_18795.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_140_885_18795.pdf)> Acesso em: 15 set. 2020.

TOTH, P.; VIGO, D. **Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications.** MOS-SIAM Series on optimization (2nd ed.). Philadelphia, PA: SIAM.

XU, J.; KELLY, J.P. **A Network Flow-Based Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem.** Transportation Science 30, p. 379-393, 1996.