



Higor Coimbra Lucindo

**Roteirização de veículos no processo de
atendimento às demandas de manutenção de
uma universidade pública**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. José Eugênio Leal
Coorientador: Prof. Marcos Tanure Sanabio

Rio de Janeiro
Março 2021



Higor Coimbra Lucindo

**Roteirização de veículos no processo de
atendimento às demandas de manutenção de
uma universidade pública**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

José Eugenio Leal

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Marcos Tanure Sanabio

Coorientador

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Mário Antônio Ribeiro Dantas

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Orivalde Soares da Silva Júnior

Instituto Militar de Engenharia - IME

Rio de Janeiro, 31 de março de 2021

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização do autor, do orientador e da universidade.

Higor Coimbra Lucindo

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade Salgado de Oliveira em 2018. O autor também trabalha como técnico administrativo em educação na UFJF lotado na coordenação de manutenção civil da Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão (Proinfra).

Ficha Catalográfica

Lucindo, Higor Coimbra

Roteirização de veículos no processo de atendimento às demandas de manutenção de uma universidade pública / Higor Coimbra Lucindo ; orientador: José Eugênio Leal ; coorientador: Marcos Tanure Sanabio. – 2021.

115 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2021.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial - Teses. 2. Problema de roteamento de veículos. 3. Logística. 4. Sistema de informação geográfica. 5. Meta-heurística. I. Leal, José Eugênio. II. Sanabio, Marcos Tanure. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

Dedico este trabalho à minha esposa, Priscila
Nelly, e à nossa amada filha Maya Manuela.

Agradecimentos

A Deus, por mais essa incrível oportunidade e por ter me iluminado durante todos os momentos difíceis enfrentados nesse período.

Ao orientador, professor José Eugênio Leal, muita gratidão pela orientação, paciência e incentivo em todos os momentos do desenvolvimento da dissertação.

Ao coorientador, professor Marcos Tanure Sanabio, por toda a disponibilidade e contribuição para o desenvolvimento da dissertação.

Gostaria também de agradecer a banca examinadora desta pesquisa, o Prof. Dr. Mário Antônio Ribeiro Dantas e Prof. Dr. Orivalde Soares da Silva Júnior.

A minha esposa amada Priscila Nelly pelo companheirismo, amor incondicional e compreensão pelas inúmeras ausências durante esse período que também contou com a chegada de nossa amada filha Maya Manuela que nasceu durante essa batalha e foi uma incansável guerreira juntos de nós.

Aos meus pais Wilmar e Rita, pelo amor, carinho, paciência e por depositarem toda a confiança em mim e não medirem esforços para minha caminhada nos estudos.

As minhas irmãs Natália e Loren, pelo amor, carinho e apoio.

A minha avó Ilacir (*in memoriam*), que sempre em suas orações pedia a Deus para me proteger e abençoar meus objetivos.

Aos meus sogros por todo apoio e amparo.

Aos coordenadores do setor de manutenção da Proinfra, engenheiros Fábio Brum e Raphael Teixeira, pelo apoio e contribuição para o sucesso da pesquisa.

A gerência de transporte da Proinfra pela disponibilidade e fornecimento de informações cruciais para o desenvolvimento da dissertação.

Aos meus amigos Patrícia Oliveira, Pedro Duarte e Thiago Edmar, por todo apoio e incentivo nos momentos difíceis oriundos dessa batalha que é o mestrado.

A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e a Universidade Federal de Juiz De Fora por esse fantástico projeto do MINTER.

A CAPES, "O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho.

Resumo

Lucindo, Higor Coimbra; Leal, José Eugênio (orientador); Sanabio, Marcos Tanure (coorientador). **Roteirização de veículos no processo de atendimento as demandas de manutenção de uma universidade pública.** Rio de Janeiro, 2021. 115p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Na atualidade, as organizações públicas e privadas buscam otimizar seus processos de modo que, estes garantam a qualidade dos serviços e o retorno sobre o capital investido nas diversas operações que estão envolvidas. Com isso, as organizações que não se preocupam em desenhar seus processos com eficácia e eficiência, estarão sujeitas a falhas, onerando assim os custos de operação. O estudo em questão propõe uma política de atendimento às demandas de manutenção e a utilização de uma ferramenta de roteirização diária no desempenho das operações do setor de manutenção de uma universidade pública do estado de Minas Gerais. O Problema de Roteirização de Veículos (PRV), do inglês *Vehicle Routing Problem* (VRP), como é conhecido na literatura, é definido como o atendimento a pontos de demanda geograficamente dispersos, por intermédio de uma frota de veículos disponíveis que, em geral, partem e retornam a um depósito central. O PRV tem como objetivo encontrar rotas viáveis com um menor custo que respeite as restrições operacionais, como duração da jornada de trabalho, capacidade dos veículos, duração das rotas, entre diversas outras. No trabalho será proposta uma metodologia que sugere uma nova política de distribuição de profissionais e materiais necessários para realização dos atendimentos às demandas de manutenção das unidades internas e externas da universidade e faz uso de um software de solução do PRV para verificar o desempenho das políticas propostas. Os resultados do estudo para as estratégias propostas apresentaram reduções significativas, variando de 17,86% a 66,27% do custo mensal, além de oportunidades de ganhos operacionais frente ao cenário atual. Espera-se que o software de PRV seja utilizado na programação diária dos roteiros dos veículos do setor.

Palavras-chave

Problema de roteamento de veículos; Logística; Sistema de informação geográfica; Meta-Heurística.

Abstract

Lucindo, Higor Coimbra; Leal, José Eugênio (supervisor); Sanabio, Marcos Tanure (co-advisor). **Vehicle routing in the process of meeting the maintenance demands of a public university**. Rio de Janeiro, 2021. 115p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Currently, public and private organizations seek to optimize their processes in order to guarantee the quality of services and the return on capital invested in the various operations that are involved. As a result, organizations that are not concerned with designing their processes effectively and efficiently, will be subject to failures, thus increasing operating costs. The study in question proposes a policy to meet maintenance demands and the use of a daily routing tool in the performance of operations in the maintenance sector of a public university in the state of Minas Gerais. The Problema de Roteamento de Veículos (PRV), from the English Vehicle Routing Problem (VRP), as it is known in the literature, is defined as the service to meet geographically dispersed demand points, through a fleet of available vehicles that, in general, depart and return to a central depot. The VRP aims to find viable routes at a lower cost that respects operational restrictions, such as working hours, vehicle capacity, duration of routes, among others. In the work, a methodology will be proposed that suggests a new policy for the distribution of professionals and materials needed to fulfill the demands of maintenance of the university's internal and external units and makes use of a VRP solution software to verify the performance of the proposed policies. The results of the study for the proposed strategies showed significant reductions, varying from 17.86% to 66.27% of the monthly cost, in addition to opportunities for operational gains compared to the current scenario. It is expected that the VRP software will be used in the daily programming of the routes for vehicles in the sector.

Keywords

Vehicle routing problem; Logistics; Geographic information system; Metaheuristics.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 RELEVÂNCIA E MOTIVAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	14
1.2.1 OBJETIVOS PRINCIPAL	14
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	14
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 GERENCIAMENTO DA ROTINA DO TRABALHO DO DIA-A-DIA	16
2.1.1 QUALIDADE EM SERVIÇO	16
2.1.2 QUALIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS	17
2.2 LOGÍSTICA	17
2.2.1 GESTÃO DE TRANSPORTES	18
2.2.2 CUSTOS DA FROTA	18
2.2.3 CUSTOS FIXOS	19
2.2.4 CUSTOS VARIÁVEIS	21
2.3 PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO.....	23
2.4 ABORDAGENS PARA SOLUÇÃO DOS PRVs	26
2.4.1 MÉTODOS EXATOS	26
2.4.2 MÉTODOS HEURÍSTICOS	26
2.4.3 MÉTODOS META-HEURÍSTICOS	28
2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS	29
2.5.1 PROBLEMA BÁSICO DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS E SUAS EXTENSÕES	30
2.5.2 TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO DOS PRVs.....	32
2.5.3 PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM JANELA DE TEMPO	33
2.6 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIGs)	34
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 METODOLOGIA GERAL	36
3.2 INSTRUMENTO DE ROTEIRIZAÇÃO ADOTADO	36

3.2.1 MODELO UNIFICADO DO VRP SPREADSHEET SOLVER	36
3.3 META-HEURÍSTICA DO VRP SPREADSHEET SOLVER	39
3.4 VRP SPREADSHEET SOLVER	40
 4 APLICAÇÃO - ROTAM.....	 45
4.1 A PROINFRA	45
4.2 O SETOR DE MANUTENÇÃO.....	46
4.3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	47
4.3.1 PONTOS DE DEMANDA	47
4.3.2 AS ÁREAS DE ATUAÇÃO.....	49
4.3.3 ESTRUTURA DO SETOR	49
4.4 POLÍTICA DE ATENDIMENTO AS DEMANDAS.....	53
4.4.1 PLANILHA DE CONTROLE DAS DEMANDAS.....	54
4.5 COLETA DE DADOS E <i>INPUTS</i> DO MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO PROPOSTO.....	56
4.5.1 DADOS DA ABA <i>VRP SOLVER CONSOLE</i>	56
4.5.2 DADOS DA ABA <i>LOCATIONS</i> – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE DEMANDA ..	57
4.5.3 DADOS DA ABA <i>DISTANCES</i>	58
4.5.4 DADOS DA ABA <i>VEHICLES</i>	58
4.6 TRATAMENTO DOS DADOS E APLICAÇÃO NO <i>VRP SPREADSHEET SOLVER</i> ..	59
 5 RESULTADO E DISCUSSÕES.....	 63
5.1 INDICADORES ANALISADOS.....	63
5.1.1 CUSTOS DOS VEÍCULOS	63
5.1.2 DISTÂNCIA PERCORRIDA	65
5.1.3 TEMPO EM TRÂNSITO.....	66
5.1.4 NÚMERO DE VEÍCULOS UTILIZADOS	68
5.2 ANÁLISE DE DESEMPENHO NO <i>VRP SPREADSHEET SOLVER</i>	69
5.2.1 NÚMERO DE EXPERIMENTOS	69
5.2.2 TEMPO DE PROCESSAMENTO.....	70
 6 CONCLUSÃO.....	 71
6.1 FUTURAS PESQUISAS.....	72
 Referências bibliográficas	 73

Apêndice81

Anexos 107

Lista de Siglas

PRV	- Problema de roteirização de veículo
VRP	- <i>Vehicle Routing Problem</i>
Reuni	- Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
Proinfra	- Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão
GRD	- Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia
IPVA	- Imposto sobre Veículos Automotores
MDVRP	- Problema de roteirização de veículos com múltiplos depósitos
VRPSD	- Problema de roteirização de veículos com entregas fracionadas
FSVRP	- Problema de roteirização de veículos com dimensionamento de frota homogênea
HFFVRP	- Problema de roteirização de veículos com frota heterogênea fixa
FSMVRP	- Problema de roteirização de veículos com dimensionamento de frota heterogênea
PVRP	- Problema de roteirização de veículo periódico
TDVRP	- Problema de roteirização de veículo com tempo dependente
VRPTW	- Problema de roteirização de veículo com janela de tempo
VRPSTW	- Problema de roteirização de veículo com janelas de tempo flexíveis
PDP	- Problema de coleta e entrega
ALNS	- <i>Adaptive Large Neighborhood Search</i>
LNS	- <i>Large Neighborhood Search</i>
PRVDE	- Problema de roteirização de veículos com divisão de entregas
PRVJT	- Problema de roteirização de veículos com janela de tempo
PRVC	- Problema de roteirização de veículos capacitados
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
SIGT	- Sistema de Informação Geográfica para Transportes
VBA	- <i>Visual Basic for Applications</i>
ETEC	- Escritório técnico
SIGA	- Sistema Integrado de Gestão Acadêmica
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
UFJF	- Universidade Federal de Juiz de Fora
GIS	- Geographic Information System
CEP	- Código de Endereçamento Postal

Lista de Figuras

FIGURA 1: ESTRUTURA DO VRP <i>SPREADSHEET SOLVER</i> .	40
FIGURA 2: ABA VRP SOLVER CONSOLE..	41
FIGURA 3: ABA 1. <i>LOCATIONS</i>	42
FIGURA 4: ABA 2. <i>DISTANCES</i>	42
FIGURA 5: ABA 3. <i>VEHICLES</i>	42
FIGURA 6: ABA 4. <i>SOLUTION</i>	43
FIGURA 7: ABA 5. <i>VISUALIZATION</i>	43
FIGURA 8: ORGANOGRAMA DO SETOR DE MANUTENÇÃO DA PROINFRA..	46
FIGURA 9: UNIDADES INTERNAS..	47
FIGURA 10: UNIDADES EXTERNAS..	48
FIGURA 11: ILUSTRAÇÃO DA ROTA EXEMPLO..	52
FIGURA 12: ROTA EXEMPLO ROTEIRIZADA.....	52
FIGURA 13: MAPA DE ATENDIMENTO DAS UNIDADES INTERNAS.....	53
FIGURA 14: MAPA DE ATENDIMENTO DAS UNIDADES EXTERNAS.....	54
FIGURA 15: FLUXOGRAMA DO PROCESSO ATUALIZADO.....	55
FIGURA 16: CONFIGURAÇÕES E INPUTS DA ABA VRP <i>SOLVER CONSOLE</i>	56
FIGURA 17: CUSTOS DOS VEÍCULOS.	64
FIGURA 18: DISTÂNCIA PERCORRIDA.	66
FIGURA 19: TEMPO EM TRÂNSITO.	67
FIGURA 20: NÚMERO DE VEÍCULOS UTILIZADOS.	69
 FIGURA A 1: FLUXOGRAMA DO PROCESSO..	 81
 FIGURA AN 1. 1: TIPO DE SERVIÇO.....	 111
FIGURA AN 1. 2: REQUISIÇÃO DE SERVIÇOS INTERNOS.	112
 FIGURA AN 2. 1: PLANTA GERAL DO CAMPUS UFJF	 113
 FIGURA B 1: PLANILHA ELETRÔNICA DE CONTROLE DE DEMANDAS.....	 82
FIGURA B 2: RESUMO DO QUANTITATIVO DE DEMANDAS..	83
FIGURA B 3: ABA ANÁLISE DE DESEMPENHO.....	84
 FIGURA C 1: ABA <i>LOCATIONS</i>	 85
FIGURA C 2: ABA <i>DISTANCES</i>	86
FIGURA C 3: ABA <i>VEHICLES</i>	87
FIGURA C 4: ABA <i>SOLUTION</i>	88

Lista de Tabelas

TABELA 1: TIPOS DE PRV.....	24
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DOS PRVs.	25
TABELA 3: APLICAÇÕES PRÁTICAS DOS PRVs.	25
TABELA 4: FROTA DE VEÍCULOS.....	50
TABELA 5: ROTA EXEMPLO.....	51
TABELA 6: RESUMO CENÁRIO X.....	60
TABELA 7: RESUMO CENÁRIO Y.....	61
TABELA 8: CUSTOS DOS VEÍCULOS.	63
TABELA 9: COMPARAÇÃO - CUSTOS DOS VEÍCULOS.	64
TABELA 10: DISTÂNCIA PERCORRIDA..	65
TABELA 11: COMPARAÇÃO – DISTÂNCIA PERCORRIDA.	65
TABELA 12: TEMPO EM TRÂNSITO.....	67
TABELA 13: NÚMERO DE VEÍCULOS UTILIZADOS.	68
TABELA D 1: QUANTITATIVO DE OPERADORES/FUNÇÃO.	89
TABELA D 2: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DAS UNIDADES INTERNAS E EXTERNAS.	90
TABELA D 3: TEMPO MÉDIO DE PARADA DOS VEÍCULOS.	91
TABELA D 4: NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS TRANSPORTADOS/LOCAL – 1 VEZ.	92
TABELA D 5: MATERIAIS TRANSPORTADOS EM OUTUBRO DE 2019.....	97
TABELA D 6: CUSTOS DOS VEÍCULOS FONTE: O AUTOR.....	98
TABELA D 7: DADOS DO VEÍCULO KOMBI – GMF – 7170	106
TABELA E 1: EXPERIMENTOS EM X2 PARA O TEMPO DE 60 SEGUNDOS.....	108
TABELA E 2: EXPERIMENTOS EM X2 PARA O TEMPO DE 120 SEGUNDOS.....	108
TABELA E 3: EXPERIMENTOS EM X2 PARA O TEMPO DE 10 MINUTOS.....	109
TABELA E 4: EXPERIMENTOS EM X2 PARA O TEMPO DE 15 MINUTOS.....	109
TABELA E 5: EXPERIMENTOS EM Y2 PARA O TEMPO DE 60 SEGUNDOS.....	110
TABELA E 6: EXPERIMENTOS EM Y2 PARA O TEMPO DE 120 SEGUNDOS.....	110
TABELA E 7: EXPERIMENTOS EM Y2 PARA O TEMPO DE 10 MINUTOS.....	111
TABELA E 8: EXPERIMENTOS EM Y2 PARA O TEMPO DE 15 MINUTOS.....	111

1

Introdução

1.1

Relevância e motivação

Atualmente a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) possui vinte e duas unidades acadêmicas e vinte e nove unidades administrativas. Partes dessas unidades são localizadas no campus da universidade e as demais são dispersas nas regiões centrais, norte e nordeste do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Nos últimos anos a universidade teve um aumento expressivo de seu espaço físico, viabilizado pela expansão da educação superior com o desdobramento do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni).

A Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão (Proinfra) tem como finalidade: execução, acompanhamento, fiscalização dos projetos e das obras de engenharia. A expansão física do campus e a adesão de mais algumas unidades administrativas aumentaram as atividades da Proinfra. Além de administrar as ações de sustentabilidade, bem como a ocupação e o uso das áreas pertencentes à instituição, é responsável também por planejar, gerenciar e executar a manutenção de todas as unidades. Nesse contexto, percebeu-se a necessidade de utilizar-se de métodos de gerenciamento mais eficientes e eficazes, devido ao aumento expressivo do campus e do número de unidades a serem administradas.

O setor de manutenção da Proinfra, conta atualmente com aproximadamente duzentos funcionários, sendo esses distribuídos nas diversas áreas de atuação como: civil, elétrica, eletrônica, mecânica, informática, parques e jardins, etc.

No presente trabalho a ênfase é dada ao problema de roteirização da frota de veículos destinada ao transporte dos funcionários e cargas (materiais) para atendimento às demandas requisitadas ao setor de manutenção da Proinfra. Atualmente o planejamento e o controle das operações logísticas de transportes estão baseados nas experiências dos profissionais envolvidos na operação e não em uma pesquisa científica, sendo este planejado e realizado de maneira empírica, sem a garantia da otimização dos recursos envolvidos. A motivação para a pesquisa em questão, parte da oportunidade de melhoria do planejamento da logística de distribuição dos funcionários e materiais, onde o objetivo principal do estudo implica em criar uma nova política de atendimento às demandas e adotar uma ferramenta de roteirização para verificar o desempenho da política e que viria a ser utilizada diariamente no desempenho nas operações.

Portanto, este trabalho busca responder às seguintes perguntas de pesquisa:

- Qual o cenário atual das operações diárias desempenhadas pelo setor de manutenção da Proinfra?
- Qual o impacto da proposta de uma nova política de atendimento as demandas de manutenção em concomitância com a utilização de uma ferramenta de roteirização de veículos no dia a dia das operações?

1.2

Objetivos do trabalho

1.2.1

Objetivo principal

O objetivo principal da pesquisa é elaborar uma política de atendimento às demandas solicitadas ao setor de manutenção da Proinfra e adotar uma ferramenta de roteirização que será usada na comparação das diversas estratégias propostas e que possa ser utilizada no dia a dia para a racionalização do transporte de distribuição dos funcionários e carga (materiais).

A racionalização implica em melhorar a utilização dos veículos disponíveis e dos recursos humanos, reduzir os custos de manutenção da frota e os gastos excessivos com combustíveis bem como aumentar o número de atendimentos diários das demandas.

1.2.2

Objetivos específicos

Apresentar revisão bibliográfica atualizada sobre os problemas de roteirização de veículos (PRVs) e, de forma sucinta, temas como: logística, gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia, qualidade em serviços, gerenciamento de frotas de veículos e teoria dos grafos;

Definir o escopo estudo e a ferramenta a ser utilizada na solução do PRV encontrado;

Realizar a pesquisa de campo a fim de obter os dados necessários para realização do estudo;

Apresentar a solução do problema de roteirização através da ferramenta *VRP spreadsheet solver*;

Analisar os resultados obtidos e propor recomendações para futuros estudos;

Disponibilizar para a Proinfra os resultados da pesquisa e o produto final, objetivando uma futura implantação.

1.3

Metodologia de pesquisa

De acordo com Ludovico (2010) quanto à sua finalidade, esta pesquisa será classificada como metodológica e aplicada. Metodológica porque, a partir de dados informados pelo setor de manutenção da Proinfra, será construído um modelo para planejar as rotas visando solucionar o PRV. É definida como aplicada devido ao fato que poderá resolver, de maneira prática, um problema real.

No que diz respeito à natureza da pesquisa, esta é quantitativa, pois o estudo envolve o uso de dados numéricos e análise em *softwares* especializados.

1.4

Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada em seis capítulos, sendo esta parte introdutória o capítulo 1.

No capítulo 2 será apresentada a revisão bibliográfica.

O capítulo 3 relata o método de solução a ser utilizado.

No capítulo 4, tem-se a aplicação: Apresentação do problema, caracterização do problema e metodologia de desenvolvimento.

O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos e discussões.

Por fim, no capítulo 6 encontram-se as conclusões e sugestões para futuras pesquisas na área de transporte e logística.

2

Referencial teórico

2.1

Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia

O gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia ou GRD, é uma ação de verificação diária que cria, preserva ou melhora a padronização dos procedimentos. Campos (1988) aconselha que a padronização seja iniciada pelo processo e tarefas prioritárias, que são aquelas que provocam vigoroso impacto na qualidade do produto ou serviço. Salienta ainda a importância do gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia, através do qual os processos são estabelecidos e a previsibilidade da qualidade de produtos e serviços é alcançada.

O GRD é direcionado à autoridade e responsabilidade de cada pessoa, sendo as funções operacionais responsáveis pela ocupação de maior parte do tempo do trabalhador. Para evitar anomalias é necessário que a padronização do processo seja respeitada. Portanto, a finalidade do gerenciamento da rotina é criar novos padrões, alterar ou respeitar padrões existentes, pois “A padronização é o cerne do gerenciamento” (Campos, 1998, p. 26).

Neste sentido, Carvalho et al. (2005) destaca que, apesar do GRD ser responsabilidade de cada funcionário envolvido no processo, é necessário que haja um monitoramento constante do gestor para que as tarefas desempenhadas sejam maximizadas.

2.1.1

Qualidade em serviço

A garantia da qualidade em serviços é construída por toda a equipe de trabalho, que se encarrega de atender as necessidades dos usuários transmitindo confiança, segurança e acessibilidade em tempo hábil (Campos, 1998).

Carvalho et al. (2012) associa a qualidade em serviços às seguintes dimensões expressivas: confiabilidade, credibilidade, segurança, tangibilidade, resposta, competência, velocidade, flexibilidade, entendimento do cliente, acessibilidade, atendimento, conveniência, cortesia, consistência e comunicação. Essas dimensões dizem respeito à satisfação do usuário. Juran (1992) salienta que qualidade em serviços é atender satisfatoriamente as exigências do contratante.

As principais características das intervenções em serviços são constituídas pela intangibilidade dos serviços, simultaneidade da produção e consumo do serviço. Essas características definem a avaliação dos resultados e a qualidade dos serviços prestados. A avaliação pode ser dificultada pela intangibilidade, visto que a padronização dos serviços é uma tarefa difícil, o que torna a gestão do processo mais complexa (Gianesi et al. 1996).

2.1.2

Qualidade dos serviços públicos

A mudança da cultura organizacional da administração pública foi imposta por usuários cada vez mais exigentes e responsáveis pela busca da melhoria contínua na qualidade dos serviços por parte da gestão pública (Abreu et al. 2007).

Monteiro (1991) afirma que a “alavancagem do país para o desenvolvimento depende fundamentalmente do serviço público”. Na visão do autor os funcionários públicos são os grandes consumidores do país, os órgãos públicos os maiores fornecedores de bens e serviços e o Estado responsável pelo maior consumo da produção nacional. Para Lucas et al. (2012) deve existir excelência no serviço público e não simplesmente fornecer documentos e encaminhar pessoas, mas buscar entender o usuário, atuar com qualidade e segurança nos atendimentos a fim de satisfazer o usuário.

Para que a organização consiga inovar na prestação dos serviços sem que ocorram conflitos, é necessária a análise constante do gestor além da comunicação com os servidores, já que há organizações que não admitem mudanças bruscas em sua estrutura, o que dificulta as ações do gestor e torna o desafio ainda maior (Bergue, 2010).

2.2

Logística

Segundo Ballou (2011), a administração pode, através de um estudo denominado como logística, propiciar melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e aos consumidores através de planejamento, organização e controle efetivos nas atividades de movimentação e armazenagem, otimizando assim o fluxo de produtos. De acordo com Carvalho (2002), a logística é uma área da gestão responsável por fornecer recursos, equipamentos e informações para a execução de operações como o transporte, gerenciamento de informações, movimentação de materiais, processamento de pedidos e armazenagem. O autor destaca que a logística deve ser compreendida como uma operação estratégica, que engloba planejamento, implementação e controle dos fluxos de produtos/materiais, serviços e informação do ponto de origem até o ponto de consumo.

Ao abordar o histórico da evolução logística, Ballou (2011) afirma que até a década de 50 as responsabilidades diante das operações logísticas eram divididas de forma interna na organização. Essa subdivisão ocasionava um conflito de objetivos, atrapalhando o funcionamento logístico das organizações. De acordo com Pires (2009), a logística, apesar de ter preservado o seu propósito ao longo de décadas, no atual cenário sofre alterações radicais em suas metodologias de aplicação. Para Fleury et al. (2012) há dois principais fatores responsáveis por essas alterações: a economia e a tecnologia. As constantes transformações econômicas e a crescente globalização implicam na facilidade de acesso à informação propiciada pelos avanços tecnológicos além do contínuo progresso na integração das operações, fatores esses que apontam cada vez mais para um horizonte altamente exigente, competitivo e com decisões cada vez mais racionais e previamente analisadas.

2.2.1

Gestão de transportes

O transporte é considerado uma das principais atribuições logísticas, visto que representa, em geral, 60% dos custos logísticos e, na maior parte das organizações, assume um papel imprescindível no desempenho de diversas dimensões do atendimento às demandas. As funções predominantes do transporte na logística estão associadas, principalmente, às dimensões de tempo e utilidade de lugar, sobretudo quando o transporte é estratégico, para que seja distribuído o produto certo, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo e com o menor custo possível (Ballou, 2006).

Bowersox et al. (2001) consideram o transporte um dos princípios mais visíveis das operações logísticas, assumindo como principal objetivo o fluxo de produtos de um local de origem até um determinado destino, sempre buscando minimizar tempo e custo.

Ballou (2006) salienta que os principais desafios para uma eficiente gestão de transportes partem da necessidade de aumentar a eficiência através da máxima utilização de veículos e pessoal de transporte, ao mesmo tempo em que reduz os custos totais e eleva o nível de serviço logístico ao encontrar os melhores trajetos a serem percorridos e definidos pela minimização do tempo total ou distância.

De acordo com Novaes (2007), as formas eficientes de planejar as operações de transporte são: conhecer os fluxos nas diversas ligações da rede, o nível de serviço atual, o objetivo futuro, a capacidade dos veículos e as características da carga. Nazário (2000) afirma que ao buscar o melhor planejamento e controle das operações, as organizações vêm aperfeiçoando cada vez mais suas operações de gestão de transporte com investimentos em tecnologia da informação. Já para Bowersox et al. (2001) as decisões primordiais a serem tomadas na gestão de transportes são: a seleção do modal, a roteirização do transportador, a programação dos veículos e a consolidação do embarque.

O transporte pode ser realizado de formas diferentes. Em relação aos modais, podem ser classificados em: rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e aeroviário ou pela combinação desses. Sendo assim, ao funcionário responsável por gerenciar os transportes é facultado escolher a melhor opção ou combinação entre os modais, considerando as características das cargas. Por outro lado, as empresas privadas escolhem o melhor modal considerando diferentes decisões operacionais, visando maximizar o retorno financeiro ou minimizar os custos de transporte, atendendo as exigências de segurança e ambientais, entre outras.

2.2.2

Custos da frota

Sá (1994, p. 119) estabelece que o custo é um "investimento para que se consiga um bem de uso ou de venda; o mesmo que gasto, despesa; aplicação de meios para a produção". Ao se tratar dos custos de transportes em geral, esses são classificados em fixos e variáveis.

Para Ballou (2006) os custos com transporte estão relacionados às especificidades de cada tipo de serviço realizado, tais como: mão-de-obra, combustível, manutenção, terminais de carga e descarga, administrativos, dentre outros. O cálculo do custo do transporte é crucial para que a empresa consiga medir o desempenho e a eficiência da sua frota de veículos.

Os custos fixos normalmente são expressos em reais (R\$)/mês. Segundo Leone (1972), trata-se daqueles que não variam diretamente com o volume de produção. Os custos fixos mais comuns nas frotas são: depreciação do veículo, remuneração do capital investido no veículo, salário e encargos dos motoristas e ajudantes, licenciamento, IPVA e seguros. Já os custos variáveis, geralmente referidos em R\$/quilômetro (Km), são conceituados por Leone (1972) como sendo aqueles custos diretamente proporcionais ao volume de produção. Os custos variáveis mais comuns nas frotas são: combustível, óleos e lubrificantes, pneus, lavagem, manutenção e revisões dentre outros (Ballou, 2006).

A seguir será apresentada a eq. (1) baseada na metodologia do custo padrão que utiliza os preços unitários e os índices unitários de consumo/utilização para o cálculo do custo mensal de um veículo (Guia do transportador, 2020).

$$C_T = C_F + C_V \times d \quad (1)$$

Onde:

C_T : custo mensal (R\$/mês);

C_F : custo fixo (R\$/mês);

C_V : custo variável (R\$/Km);

d : distância percorrida no mês (Km).

Nas próximas seções serão apresentados, de forma sucinta, os custos fixos e variáveis que geralmente compõem os custos de uma frota.

2.2.3 Custos fixos

2.2.3.1 Depreciação

De acordo com Sá (1990), a depreciação indica a perda de valor que os valores imobilizados de utilização sofrem em determinado período, em geral trata-se da perda de valor pelo uso.

A depreciação nos veículos é determinada pela eq. (2) quando se conhece os valores do veículo novo, o tempo de utilização do veículo e o valor de venda adotando o tempo de utilização (Guia do transportador, 2020).

$$D = ((1 - V_U / V_N) \times V_N) / (12 \times n) \quad (2)$$

Onde:

D : depreciação (R\$);

V_N : valor do veículo novo;

V_U : valor do veículo usado (com n anos de uso);

n : número de anos de uso.

2.2.3.2 Remuneração

A remuneração implica no retorno ou emolumento mínimo do investimento do capital investido na frota, ou seja, o custo de oportunidade de imobilizar o capital em veículos ao invés de realizar outros investimentos menos arriscados. Na prática, a maior dificuldade está na determinação da taxa de juros que, muitas vezes, fica sendo a taxa paga pela poupança (Guia do transportador, 2020). A seguir, a eq. (3) demonstra como é calculada a remuneração.

$$R = (2 + (n - 1) \times ((V_U / V_N) + 1) \times i \times V_N) / 24 \times n \quad (3)$$

Onde:

R : Remuneração (R\$);
 V_N : valor do veículo novo;
 V_U : valor do veículo usado (com n anos de uso);
 n : número de anos de uso;
 i : Taxa de juros.

2.2.3.3 Salário dos funcionários

O salário dos funcionários trata-se do valor mensal que a empresa custeia com salários e encargos dos motoristas e ajudantes. A eq. (4) representa, de forma geral, o cálculo do salário (Guia do transportador, 2020), onde:

$$S_T = n \times S_L \times (1 + E_S) \quad (4)$$

Onde:

S_T : salário dos funcionários (R\$/mês);
 n : quantidade de funcionários;
 S_L : salário do motorista ou ajudante (R\$);
 E_S : percentual de encargos sociais (%).

2.2.3.4 Licenciamento, IPVA e seguros

As leis que regulamentam os sistemas de transporte de veículos exigem o pagamento de algumas taxas anualmente, que são o IPVA (Imposto sobre Veículos Automotores), a taxa de licenciamento anual e o seguro obrigatório. Além dessas taxas obrigatórias, geralmente as empresas possuem seguros que cobrem contra danos pessoais, riscos contra terceiros, colisões, incêndios e roubos (Guia do transportador, 2020). A seguir, a equação geral – eq. (5) representa esses custos obrigatórios.

$$C_o = TX_s / 12 \quad (5)$$

Onde:

C_o : custos obrigatórios (R\$/mês);

TX_s : taxas anuais.

Nos casos em que houver outras taxas, como no caso da contratação de outros seguros não obrigatórios, soma-se os valores empregados nas taxas anuais.

2.2.4

Custos variáveis

Os custos variáveis são calculados de acordo com a equação geral – eq. (6) representada a seguir (Guia do transportador, 2020).

$$\text{Custo Km} = \text{Gasto do período} / \text{Intervalo em Km do período} \quad (6)$$

2.2.4.1

Manutenção

São exemplos de gastos com manutenção das revisões preventivas e corretivas. Consideram-se tanto os gastos com peças de reposição, material de oficina e/ou mão-de-obra. Quando a empresa não tem o valor médio gasto com manutenção, orienta-se utilizar o percentual do valor do veículo zero quilômetro para computar esse custo entre 0,5% e 1,0% (Guia do transportador, 2020). A seguir, a eq. (7) representa os gastos com manutenção.

$$M_T = C_{med} / Km_{med} \quad (7)$$

Onde:

M_T : manutenção (R\$/Km);

C_{med} : custo mensal médio com manutenção (R\$/mês);

Km_{med} : quilometragem média mensal percorrida (Km/mês).

2.2.4.2

Pneus

Os custos com pneus resultam do consumo destes ao serem utilizados nos veículos. É admitido que cada pneu seja recapado uma única vez ao longo da sua vida útil (Guia do transportador, 2020). A seguir, a eq. (8) apresenta o cálculo dos gastos com pneu.

$$C_P = ((P_P + N_r \times P_r) / (V_P + N_r \times V_r)) \times N_P \quad (8)$$

Onde:

C_P : custo dos pneus (R\$/Km);
 P_P : preço do pneu novo com câmara e protetor (R\$/unid.);
 N_r : número de recapagens;
 P_r : preço da recapagem (R\$/unid.);
 V_P : vida útil do pneu novo (Km);
 V_r : vida útil da recapagem (Km);
 N_P : quantidade de pneus do veículo.

2.2.4.3 Combustível

O custo do combustível refere-se à despesa existente por cada quilômetro rodado pelo veículo. Para o cálculo desse custo é crucial que se tenha o preço médio de mercado do combustível utilizado e o índice de consumo do veículo por quilômetro (Guia do transportador, 2020), ou o seu inverso. A seguir, a eq. (9) representa o cálculo do custo.

$$C_P = P_C + C_S \quad (9)$$

Onde:

C_P : custo do combustível (R\$/Km);
 C_S : eficiência de consumo do veículo (Km/L);
 P_C : preço do litro do combustível utilizado (R\$/L).

2.2.4.4 Óleo

Os custos com óleos de lubrificação utilizam como base para o cálculo o tempo médio necessário para a troca, a quantidade de litros utilizados por troca e o preço médio do litro do óleo (Guia do transportador, 2020). A seguir, a eq. (10) representa o cálculo do custo.

$$O_I = (L / Km) \times P_o \quad (10)$$

Onde:

O_I : custo dos óleos de lubrificação (R\$/Km);
 L : quantidade de litros utilizados pelo veículo (L);
 Km : quilometragem rodada entre as trocas (Km);
 P_o : preço do litro do óleo utilizado (R\$/L).

2.2.4.5 Lavagem

Os custos com lavagem do veículo são periódicos e ocorrem em um determinado intervalo de quilômetros rodados (Guia do transportador, 2020). A seguir, a eq. (11) representa o cálculo do custo.

$$C_L = P_L / Km \quad (11)$$

Onde:

C_L : custo com a lavagem do veículo (R\$/Km);

P_L : preço da lavagem do veículo (R\$);

Km : intervalo entre as lavagens (Km).

2.3

Problemas de roteirização

A roteirização de veículos equivalente ao inglês “*routing*” é responsável pelo processo de determinação de uma ou mais rotas ou sequências de paradas a serem cumpridas por veículos de uma frota, com o objetivo de visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais predeterminados que necessitam de atendimento.

A roteirização é a técnica que visa encontrar as melhores rotas que um veículo deve fazer através de uma malha. Este processo, que comumente tem como objetivo minimizar o tempo ou a distância, é uma decisão frequente na logística (Ballou, 2001).

Os Problemas de Roteirizações de Veículos (PRVs) vêm sendo estudados com muita intensidade nas últimas décadas. O enfoque deste problema se resume em reduzir os custos no processo de atendimento das demandas. Dessa forma, os pesquisadores buscam desenvolver metodologias para atender as demandas dos PRVs de forma otimizada, a fim de reduzir os custos logísticos.

Os PRVs, em suma maioria, apresentam elevada complexidade computacional, o que os tornam muito interessante para aplicação prática. As restrições básicas do problema mais comumente tratado na literatura consistem em: (I) Cada cliente é visitado uma única vez por um único veículo; (II) Cada rota é iniciada num depósito e finalizada no mesmo depósito e; (III) Todas as demandas ou ofertas de todos os clientes devem ser satisfeitas.

Certamente a otimização da operação de transportes está diretamente ligada à redução do custo logístico total. De acordo com Lima (2006), os transportes representam 59,5% dos custos logísticos no Brasil.

As principais decisões operacionais do transporte de distribuição concentram-se na utilização da frota (Ballou, 1993). Quando uma empresa possui frota própria dos veículos, frequentemente encontra problemas relacionados ao despacho de veículos que saem de uma base central (depósito) para uma série de paradas intermediárias e, ao fim, retornam para a base central (Ballou, 2011). Dessa forma, a melhor utilização da frota de veículos exprime-se na necessidade de um número menor de veículos e em custos operacionais menores. Ainda segundo Ballou (1993), a determinação das melhores rotas, em uma rede de vias, gera trajetos mais curtos, de menor tempo ou uma combinação destes. Para Camargo Júnior (2010) a roteirização não pode ser pensada somente quanto aos seus aspectos geográficos e de custos, mas também no que diz respeito ao sentido temporal, ou seja, as restrições de tempo e horário de atendimento em que deve ser realizado o atendimento a cada ponto.

Novaes (2007) aponta um conceito mais restrito e explica que a roteirização é um processo que tem como finalidade demonstrar, matematicamente, a melhor rota a ser percorrida, com o objetivo de reduzir as distâncias percorridas, o tempo inútil e, por consequência, os custos operacionais. Já Cunha (2000)

define roteirização apenas como a otimização da programação operacional da frota de veículos.

Na prática, ao determinar roteiros de forma empírica, os profissionais responsáveis já agregam alguns resultados satisfatórios, como por exemplo: não permitir que rotas se cruzem ou que tenha o formato abaulado, tendendo para um formato de gota, se possível (Ballou, 2001).

Contudo, apesar de o bom senso atingir resultados simples com certa eficiência, com o aumento da complexidade, no que diz respeito às restrições de número de pontos, velocidade e tempos de paradas, são exigidos métodos que requerem a utilização de sistemas computacionais como ferramenta para o aumento da eficácia (Ballou, 1993).

Embora sejam claros os benefícios da roteirização de veículos, poucas empresas aplicam seus conceitos, apesar dos estudos dessa técnica remeterem ao final da década de 50. O PRV apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1959 com Dantzig e Ramser, através do trabalho *"The truck dispatching problem"*, que teve aplicação real na distribuição de gasolina nas estações de venda de combustíveis. Este serviu como referência para o artigo mais notório na área de roteirização dos autores Clarke e Wright (1964) denominado *"Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points"*, que apresentava o desenvolvimento de um método de melhora de rotas através do método de economias ou ganhos, minimizando as distâncias entre os pontos e criando diversos trajetos possíveis que atendam a demanda, respeitando o tempo e a capacidade dos caminhões (Ballou, 2006).

Este artigo, com 4772 citações, serviu como base para inúmeros importantes trabalhos posteriores, tais como os apresentados por Leal (2008), Altinel e Öncan (2005), Doyuran e Çatay (2011), Juan et al (2011), Pichpibul e Kawtumachai (2013) e Majercakova e Majercak (2015). Na tabela 1 são apresentados alguns tipos de PRV.

SIGLAS	DESCRIÇÃO
VRP	Problema clássico de roteirização de veículos
MDVRP	VRP com múltiplos depósitos
VRPSD	VRP com entregas fracionadas
FSVRP	VRP com dimensionamento de frota homogênea
HFFVRP	VRP com frota heterogênea fixa
FSMVRP	VRP com dimensionamento de frota heterogênea
PVRP	VRP periódico
TDVRP	VRP com tempo dependente
VRPTW	VRP com janelas de tempo
VRPSTW	VRP com janelas de tempo flexíveis
PDP	Problema de coleta e entrega

Tabela 1: Tipos de PRV. Fonte: Silva Júnior (2008)

Ao considerar os autores Bodin *et al.* (1983), Assad (1988) e Laporte *et al.* (2000 *apud* Enomoto, 2007), observa-se que as principais características dos problemas de roteirização e programação são: tipo de frota, depósito dos veículos, tamanho da frota disponível, localização da demanda, natureza da demanda, restrições de capacidade dos veículos, características da rede, requisitos de pessoal, tempos máximos de rotas, operações envolvidas, custos, objetivos e outras restrições (específicas de cada problema).

A tabela 2 traz um resumo das principais pesquisas realizadas referentes às características de sistemas para roteirização de veículos.

CARACTERÍSTICAS	ASSAD (1988)	RONEN (1988)	BODIN (1990)
Uma ou múltiplas bases	Sim	Sim	Sim
Diferentes tipos de veículos	Sim	-	Sim
Coletas e entregas – Coletas de retorno (“backhauls”)	Sim	Sim	Sim
Janelas de tempo	Sim	Sim	Sim
Tempos de carga e descarga	Sim	-	-
Velocidades variáveis	Sim	-	-
Contratação de terceiros	Sim	Sim	-
Limite de peso e volume	Sim	Sim	-
Múltiplos compartimentos por veículo	-	Sim	-
Duração máxima do roteiro	Sim	Sim	Sim
Contabilização de horas extras	Sim	-	Sim
Horários de início e término de viagem	Sim	-	-
Roteiros com pernoite; troca de motoristas	Sim	Sim	-
Locais de parada fixos (e.g. almoço)	Sim	-	-
Restrições de tamanho de veículo e equipamentos para um cliente	Sim	-	Sim
Zonas de entrega e possibilidade de fracionamento de carga	Sim	-	-
Barreiras físicas e restrições de circulação de veículos	Sim	Sim	-
Mais de um roteiro por veículo (quando veículo retorna cedo à base)	Sim	-	-

Tabela 2: Características dos PRVs. Fonte: Cunha (2000)

A análise dessas características pode ser utilizada como ponto de partida em um processo de escolha, objetivando definir uma lista de verificação dos condicionantes práticos de um modelo de roteirização a ser desenvolvido (Cunha, 2000). O Problema de roteirização de veículos traz inúmeras aplicações reais, principalmente no setor de serviços, no comércio, na segurança, na indústria e setor de transporte. A Tabela 3 destaca algumas aplicações práticas:

APLICAÇÃO	AUTOR
Distribuição de manufaturados	Perl, Daskin (1985)
Distribuição de produtos diversos	Dantzig, Ramser (1959); Klots et al. (1992)
Distribuição de bebidas	Golden, Wasil (1987); Eibl et al. (1994)
Transporte escolar	Newton, Thomas (1974), Li, Fu (2002)
Entrega de correspondência	Frederickson (1978)
Distribuição de pão	Derigs, Grabenbauer (1993)
Roteirização de helicópteros	Timlin, Pulleyblank (1990)
Transportes coletivos urbanos	Ceder e Stern (1981)
Serviços de emergência	Daskin (1987)
Distribuição de derivados de petróleo	Ronen et al. (1987), Brown e Graves (1981)
Distribuição de gás	Bell et al. (1983)
Roteirização de células de manufatura flexível	Finke e Kusiak (1985)
Entrega de correspondência bancária	Malmberg e Simons (1989)
Patrulhamento policial e de segurança	Larson (1972), Calvo e Cordone (2003)
Roteirização de navios, cabotagem e logística	Brown et al. (1987), Ronen (2002)
Roteirização de satélites	Lee et al. (2003)
Just-in-time	Vaidyanathan et al. (1999)
Recolhimento de lixo	Beltrami et al. (1974), Kulcar (1996), Angelelli et al. (2002).
Gerência de containers	Nishimura et al. (2004)
Entrega de pizza, fast food, comida, congelados etc.	Golden et al. (2001), Tarantilis et al. (2002).
Exploração de poços de petróleo não surgentes	Goldbarg et al. (2004).

Tabela 3: Aplicações práticas dos PRVs. Fonte: (Goldbarg, 2012)

O surgimento de novas restrições para cada modelo em específico foi alterando a forma clássica do problema de VRP como originalmente modelado. A consideração destas serve para aproximar o problema da realidade e, como consequência, aumenta a sua complexidade.

2.4

Abordagens para solução dos PRVs

Os PRVs pertencem à categoria de problemas conhecidos como *NP-hard*, o que significa que possuem ordem de complexidade exponencial, ou seja, o esforço computacional para sua resolução cresce exponencialmente com o tamanho do problema, sendo inviável, em muitos casos, a utilização de métodos exatos para sua solução. Portanto é comum nos casos reais, devido à dimensão do problema, a utilização de heurísticas ou metaheurísticas que não garantem soluções ótimas, mas sim uma proximidade do ótimo com um tempo computacional aceitável. A seguir será apresentado um estudo relativo aos métodos acima citados.

2.4.1

Métodos exatos

De acordo com Silva Júnior (2008), os métodos exatos são aqueles que possuem a capacidade de garantir uma solução matematicamente ótima para os PRVs. Os resultados produzidos por esse método são eficientes quanto ao tempo computacional quando aplicados a problemas com menor dimensão, no entanto, para problemas maiores, o tempo de processamento do computador pode ser bastante elevado. São aplicações dos métodos exatos: A Programação dinâmica e o método da busca em árvore direta, entre outros.

2.4.2

Métodos heurísticos

De acordo com Souza (2008), heurísticas são técnicas inspiradas em processos intuitivos que procuram uma boa resolução a um custo computacional aceitável, sem, no entanto, ter o compromisso de chegar ao ótimo, nem garantir quão próxima está da resolução ótima.

Os métodos heurísticos para o PRV podem ser classificados em três classes, de acordo com sua estrutura de execução: heurísticas de melhoria, heurísticas construtivas e heurística de duas fases. A seguir serão apresentados, de forma sucinta, as classes citadas acima.

As heurísticas de melhoria partem de uma solução inicial viável e buscam uma melhor solução a cada iteração, ou seja, ao rodar novamente após uma nova iteração o algoritmo de melhoria gera soluções mais satisfatórias. São algoritmos tradicionais desta classe aqueles baseados na troca *k-opt*, proposta por Lin (1965).

Na heurística *k-opt*, *k* ligações da rota atual (resultante de alguma heurística construtiva) são trocadas por *k* novas ligações. Se estas trocas forem viáveis, ou seja, otimizarem a função objetivo e respeitarem as restrições do problema, elas serão conservadas. Quanto maior o valor de *k*, maiores serão as combinações, assim mais lenta será a execução do algoritmo. Os valores mais utilizados para *k*, na prática, são 2 e 3.

Nas heurísticas construtivas, as rotas a princípio são vazias e a cada iteração elas vão sendo constituídas. A formação das rotas é feita de forma sequencial ou paralela, onde as rotas podem ser formadas individual ou simultaneamente. Nessa classe de heurísticas, destaca-se o algoritmo de economias de Clarke e Wright (1964). As heurísticas construtivas citadas serão apresentadas abaixo: O método elaborado por Clarke e Wright (1964) é baseado na abordagem de economias.

Segundo Miura (2008) as restrições básicas do método se resumem em: cada rota tem seu início e término no depósito; cada cliente é atendido em uma única rota; a demanda total de um cliente não pode ultrapassar a capacidade do veículo; o tempo total de um roteiro deve respeitar a jornada de trabalho do motorista.

A seguir será apresentado o conceito de economias de acordo com (Clarke e Wright, 1964)

O procedimento inicia com um número de veículos x_i com capacidade C_i ($i = 1. . . n$) disponíveis para entrega nos pontos P_j ($j = 1. . . M$) a partir do depósito P_0 .

O conjunto de roteiros de uma solução possível é realizado atendendo a cada ponto individualmente, produzindo um percurso total L de acordo com a eq. (12) a seguir:

$$L = 2 \times d_{D,i} + 2 \times d_{D,j} \quad (12)$$

Em que:

- L – distância total percorrida no roteiro;
- $d_{D,i}$ – distância entre o depósito (P_0) e o cliente i ;
- $d_{D,j}$ – distância entre o depósito e o cliente j .

Ao se combinar dois pontos em um roteiro considera-se que o veículo, ao atender o cliente i , visita também o ponto j em um mesmo roteiro. Este cenário é representado pela seguinte eq. (13):

$$L' = d_{D,i} + d_{i,j} + d_{D,j} \quad (13)$$

Em que:

- L' – distância total percorrida na combinação dos nós;
- $d_{D,i}$ – distância entre o depósito (P_0) e o cliente i ;
- $d_{D,j}$ – distância entre o depósito e o cliente j .
- $d_{i,j}$ – distância entre o cliente i e o cliente j .

Por conta da combinação dos dois clientes em uma única rota, gera-se uma redução de custo, ou uma economia de percurso, a qual é representada pela diferença entre L e L' . A eq. (14) demonstra este cenário:

$$G_{i,j} = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j} \quad (14)$$

Em que:

- $G_{i,j}$ – ganho obtido na junção dos pontos;
- $d_{D,i}$ – distância entre o depósito (P_0) e o cliente i ;
- $d_{D,j}$ – distância entre o depósito e o cliente j ;
- $d_{i,j}$ – distância entre o cliente i e o cliente j .

Para aplicar o método, os pontos são combinados dois a dois e a economia de cada par de pontos é calculada. Os pontos são ordenados segundo a ordem decrescente de economia e combinados segundo certas regras para ir formando os roteiros, sempre respeitando as restrições de tempo total de percurso e capacidade dos veículos. Há duas versões desse procedimento, uma constrói várias rotas de forma simultânea e outra constrói um roteiro de cada vez. Em geral métodos de melhoria são aplicados para chegar a soluções mais satisfatórias (Gama, 2011).

Heinen (2006) salienta que o método utilizado na heurística de Clarke e Wright possui uma complexidade relativamente baixa, o que viabiliza a sua aplicação.

2.4.3

Métodos meta-heurísticos

Segundo Ribeiro (1996), as meta-heurísticas são técnicas destinadas a encontrar uma boa solução (eventualmente a ótima), incidindo na aplicação, em cada iteração, de uma heurística subordinada, a qual tem que ser modelada para cada problema em específico.

São basicamente dois os fatores que diferem as meta-heurísticas das heurísticas. Uma é a capacidade das primeiras em esquivar de ótimos locais, através de técnicas específicas a cada uma delas. Outra é o fato das meta-heurísticas serem mais abrangentes, ou seja, são aplicadas em uma variedade maior de problemas (Fraga, 2006).

Na sequência serão apresentadas, de forma sucinta, algumas Meta-heurísticas que já foram utilizadas para solucionar o VRP.

a) Busca Tabu - A metaheurística Busca Tabu (do inglês *Tabu Search* - BT), proposta por Fred Glover (Glover 1986) e Hansen (Hansen, 1986), é uma metaheurística apoiada nas estruturas de vizinhança de maneira adaptativa para utilizar um espaço de soluções. Uma particularidade da BT é o emprego de memória para armazenar informações em relação ao processo de busca, o que evita o retorno das soluções já visitadas (Talbi, 2009). Objetivamente, a estratégia parte de uma solução inicial s_0 e, a cada iteração, a vizinhança N_s da solução corrente s é explorada. A solução s' pertencente à vizinhança com o melhor valor da função objetivo torna-se a nova solução corrente, mesmo sendo s' pior que s ;

b) Algoritmo Genético – De Oliveira (2000) introduz que algoritmos genéticos são uma analogia à teoria evolucionista Neo-Darwiniana, onde uma população inicial é gerada aleatoriamente, tendo características propriamente codificadas, denominadas cromossomos e, durante a evolução, várias gerações sucessivas são criadas, sendo que em uma geração alguns indivíduos são selecionados segundo a análise de suas características, que deve ir de encontro à solução viável, ficando esses indivíduos responsáveis pela origem da próxima geração, que irá apresentar novas características adquiridas através dos operadores genéticos. Mitchell (1997) salienta que o método de otimização utilizado por algoritmos genéticos é a evolução, apreciada por sua força quando projetadas

em sistemas biológicos. O método é muito apreciado por conseguir uma ótima solução com um custo reduzido de processamento em relação a outros algoritmos;

c) Colônia de Formigas – Holldobler et al. (1990) ao conceituá-la, explica que quando uma formiga caminha por um terreno e encontra alimento, ela aplica uma substância no solo chamada feromônio. O feromônio atrai outras formigas do formigueiro para o recolhimento do alimento, onde elas percorrem a trilha construída e intensificam o feromônio sobre ela. Caso tenha diversas trilhas de feromônio, as formigas escolhem de forma probabilística a trilha a ser percorrida fundamentadas na concentração de feromônios dos caminhos. De acordo com Rajendran e Ziegler (2004), a ação dos feromônios é uma forma de memória adaptativa de soluções já encontradas. Dorigo e Blum (2005) salientam que os algoritmos otimizadores que se fundamentam em formigas artificiais buscam, no decorrer da sua execução, atualizar os valores de feromônios de forma que a probabilidade de se gerar soluções de ótima qualidade se intensifique com o passar do tempo. Sendo possível através da concentração dos esforços da resolução do problema em regiões do espaço de busca, onde prever existir soluções de ótima qualidade.

A Meta-heurística Colônia de Formigas tem como ideia geral associar um valor de visibilidade e feromônio para cada aresta de um determinado grafo. A princípio, as formigas selecionam caminhos com mais feromônios e que possuam vizinhos mais próximos. Ao final de cada iteração, os feromônios são atualizados. A repetição dessa operação ocorre até que o número de iterações seja atingido (Colorni et al., 1991);

a) Adaptive Large Neighborhood Search – A meta-heurística ALNS é semelhante à apresentada em Shaw (1998), de nome *Large Neighborhood Search*. De acordo com Rosa (2018) a LNS é constituída de duas etapas: destruição e reparação. O objetivo é partir de uma solução inicial S ao VRP, destruí-la e repará-la de forma a fornecer uma nova solução S_0 . No processo de destruição e reparação aplica-se um conjunto de heurísticas, estando esse conjunto fortemente relacionado ao problema a ser solucionado. Sendo assim, diferentes problemas podem exigir heurísticas variadas. Ainda segundo o autor para o PRV são mencionadas as seguintes heurísticas de destruição: Aleatória, Shaw baseada em função objetivo, Shaw baseada em distâncias, remoção do pior. Já para as heurísticas de reparação, são mencionadas: Guloso, Guloso Aleatório, Guloso Míope, K-Regret, etc. Vieira (2017) apresenta uma descrição detalhada das heurísticas de destruição e reparação utilizadas para o PRV.

A meta-heurística ALNS proposta por Ropke e Pisinger (2006) se difere da LNS ao considerar uma probabilidade para escolher o método de destruição e reparação como base no desempenho passado (Rosa, 2018).

2.5

Classificação dos problemas de roteirização de veículos

Os problemas de roteirização de veículos são classificados em diferentes aspectos. Com relação aos dados de entrada, eles podem ser divididos em determinísticos ou estocásticos. Os problemas determinísticos admitem que todas as informações são conhecidas ao gerar as rotas. Já quando não se têm todas as informações, o problema pode ser tratado como estocástico. Essa incerteza pode afetar dados, como a localização geográfica e a demanda dos clientes.

Ao se tratar da dependência temporal dos dados de entrada, os problemas de roteirização de veículos são divididos em estáticos e dinâmicos (Psarafitis, 1988). Quando todas as informações independem do tempo o problema é

classificado como estático. Já quando existe uma dependência temporal, o problema é tido como dinâmico.

No problema dinâmico e determinístico, as informações são todas conhecidas inicialmente, porém algumas destas informações possuem dependência temporal. Ao se tratar de problemas dinâmicos e estocásticos, somente um subconjunto destas informações é conhecido *a priori*; o restante é revelado gradualmente durante operação (Ghiani *et al.*, 2003).

2.5.1

Problema básico de roteirização de veículos e suas extensões

Uma formulação básica para o modelo clássico de roteirização de veículos foi introduzida por Fischer e Jaikumar (1981) na publicação “*A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing*”, conforme segue abaixo:

Parâmetros:

K : número de veículos;

n : número de clientes para os quais uma entrega deve ser feita. Os clientes são indexados de 1 a n e o índice 0 representa o depósito central;

b_k : capacidade do veículo k ;

a_i : demanda do cliente i ;

$c_{i,j}$: custo de viagem do cliente i para j ;

Variáveis:

$y_i^k = \begin{cases} 1, & \text{se o pedido do cliente } i \text{ é entregue pelo veículo } k \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

$x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{se o veículo } k \text{ viaja diretamente do cliente } i \text{ para o } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

Formulação:

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j \sum_k x_{ij}^k c_{ij} \quad (15)$$

Sujeito a:

$$\sum_i a_i y_i^k \leq b_k; \quad k = 1, \dots, K \quad (16)$$

$$\sum_k y_i^k = \begin{cases} 1, & i=0 \\ K, & i=1, \dots, n \end{cases} \quad (17)$$

$$y_{i,k} = 0 \text{ ou } 1 \quad \begin{matrix} i=0, \dots, n \\ k=1, \dots, K \end{matrix} \quad (18)$$

$$\sum_i x_{ij}^k = y_j^k \quad j=0, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (19)$$

$$\sum_j x_{ij}^k = y_i^k \quad i=0, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (20)$$

$$\sum_{i,j \in S \times S} x_{ij}^k \leq |S| - 1 \quad S \subseteq \{1, \dots, n\}; 2 \leq |S| \leq n - 1; k = 1, \dots, K \quad (21)$$

$$x_{i,j}^k = 0 \text{ or } 1, \quad \begin{matrix} i=0, \dots, n; k=1, \dots, K \\ j=0, \dots, n; k=1, \dots, K \end{matrix} \quad (22)$$

O modelo clássico (eq. (15)) tem por objetivo a minimização dos custos (ou distâncias) totais de viagem, respeitando todas as restrições do problema. A restrição (eq. (16)) corresponde à capacidade dos veículos, limitando a utilização do veículo a sua capacidade máxima (b_k). A restrição (eq. (17)) assegura que todos os veículos iniciem e terminem suas rotas no depósito ($i = 0$). A restrição (eq. (18)) assegura que todos os clientes serão atendidos, sendo cada um deles visitado por um único veículo. As restrições (eq. (19) e (20)) asseguram a conservação dos fluxos, ou seja, cada cliente terá impreterivelmente um único arco de entrada e um único arco de saída associado. Garantindo também que os veículos não interrompam as suas rotas em um cliente. A restrição (eq. (21)) protege contra a formação de subrotas, atribuindo para cada veículo, que os arcos de qualquer subgrafo S do grafo $G(N, A)$ que compõem o problema, não formem circuitos isolados e a restrição (eq. (22)) assegura que as variáveis sejam binárias.

Os problemas de roteirização de veículos podem ser classificados em várias categorias e tipos. Os inúmeros problemas podem ser diferentes nos seguintes quesitos: tipo de carga, tipo de frota utilizada, tipo de operação, localização dos clientes, natureza das restrições, tipo de função objetivo dentre outros (Belfiore, 2006).

Na prática, o modelo Fischer e Jaikumar (1981) estabelece a solução para o problema de roteirização, dividindo o conjunto de clientes em rotas, onde cada uma destas rotas é realizada por um veículo da frota.

Para Póvoa (2005), ainda que o problema básico de roteirização de veículos apresentado por Bodin *et al.* (1983) tenha sido pioneiro e tenha contribuído de forma bastante expressiva, ele não aborda diversas situações realistas, como por exemplo a possibilidade de utilização de múltiplos veículos com capacidade limitada tanto de volume quanto de peso. Na sequência são apresentadas outras extensões do PRV básico, como:

a) No PRV básico um cliente é atendido somente por um veículo. O problema real poderia relaxar esta restrição permitindo que o cliente seja atendido por mais de um veículo, na busca por minimizar o custo total (no caso a distância). Esse problema é conhecido como roteirização de veículos com divisão de entregas (PRVDE);

b) O PRV, muita vezes, pode envolver tanto entregas como coletas de clientes. Adicionalmente, pode misturar entregas e coletas em uma única rota ou o *Backhauling*, em que o veículo executa primeiro todas as entregas na rota e na sequência faz as coletas;

c) Quando cada cliente precisa ser visitado em um determinado período compreendido em uma janela de tempo ou durante o seu horário de funcionamento, tem-se o problema de roteirização de veículos com janela de tempo (PRVJT);

O tempo gasto para concretizar o atendimento também deve ser considerado, podendo ser: tempo de carregamento do veículo no depósito; tempo de descarga em cada cliente; e tempo de deslocamento entre os clientes.

De acordo com Póvoa (2005), existem algumas considerações práticas que não são ajustadas de forma adequada dentro da formulação básica do PRV, mas com frequência são encontradas nos problemas reais, sendo destacadas as seguintes:

a) Múltiplas Mercadorias: em determinados problemas de roteirização os veículos são compartimentados de forma que diferentes mercadorias são armazenadas em compartimentos segregados. Em que cada cliente pode de-

mandar quantidades específicas de diferentes tipos de mercadorias. Esses problemas são comuns na distribuição de alimentos, combustíveis, entre outros.

b) Múltiplos Depósitos: Nas empresas com mais de um depósito, onde estes possuem dependência, ou seja, o veículo pode sair de um depósito e depois de visitar os clientes retorna a outro depósito, iniciando um novo carregamento e continuar em uma viagem subsequente. Sendo assim, os depósitos não devem ser considerados isoladamente. Quando o depósito é independente, ou seja, cada um tem sua própria frota de veículos e sua própria área de cobertura geográfica para atendimento dos clientes, o problema deve ser simplificado em vários problemas similares de roteirização de veículos com um único depósito.

c) Nível de Serviço ao Consumidor: o nível de serviço pode ser avaliado pelo período de tempo em que as exigências dos clientes são cumpridas. Como os clientes e seus pedidos consistem em um processo dinâmico e não periódico qualquer tentativa para definir o problema de roteirização de veículos para um dado período deve ser uma aproximação. São exemplos de aproximações:

(I) Prazo fixo: implica em fixar um prazo na data de entrega dos pedidos. Os pedidos recebidos nos primeiros T dias serão entregues nos próximos T dias (sendo T um período de tempo a ser especificado). Dessa forma, os pedidos demandados no período corrente serão desconhecidos do problema de roteirização deste mesmo período.

(II) Tipicamente Periódico: são os casos em que os clientes são fixos e os seus pedidos são aguardados a cada t dias. Dessa forma, o cliente deve ser atendido T/t vezes durante um período de T dias, e estes atendimentos devem acontecer de acordo com intervalo determinado de dias.

(III) Prioridades de clientes: alocar uma prioridade para cada cliente é uma opção para definir um intervalo de atendimento aos clientes. Quanto menor o tempo restante para o atendimento, maior será a prioridade. Em suma esse tipo de problema tem um objetivo complexo que abarca tanto as prioridades dos clientes roteirizados como o custo de roteirização, buscando conservar o serviço com um retardamento máximo de T -dias.

2.5.2

Técnicas de resolução dos PRVs

De acordo Bodin *et al.* (1983), são técnicas para solucionar os PRVs:

a) Agrupa – roteiriza: implica na operação de agrupar, primeiramente, os arcos ou nós de visitas e, em seguida, construir rotas econômicas para cada agrupamento. Gillett e Johnson (1976) endereçam heurísticas do tipo “cluster first and then route” para a resolução do PRVC.

b) Roteiriza – agrupa: inicialmente, uma grande rota ou ciclo é estabelecido, incluindo todas as entidades a serem visitadas (arcos/e ou nós). Na sequência, esta grande rota é repartida em um número de rotas viáveis. Bodin *et al.* (1978) utilizaram essa técnica na solução do problema de varrição de ruas. Já Golden *et al.* (1982) desenvolveram um algoritmo que utiliza essa estratégia no problema de roteirização com frota heterogênea de veículos. Enquanto Newton *et al.* (1969) e Bodin *et al.* (1979) utilizaram este conceito na roteirização de ônibus escolares.

c) Economias ou Inserções: este modelo inicia-se com um veículo-modelo que atende a cada ponto de entrega e retorna ao depósito. Na sequência, são combinadas duas paradas na mesma rota de modo que um veículo seja eliminado e a distância de viagem reduzida. A distância reduzida é calculada antes e depois da combinação, objetivando determinar quais paradas combinar em uma rota. A operação é iterativo e permanece até que todas as paradas se-

jam apreciadas. O trabalho de Clarke e Wright (1964) é um exemplo de economia/inserção.

d) Melhoria – Troca: conhecido também por troca de arcos ou arestas; melhoria – troca é um procedimento heurístico onde em cada etapa uma solução viável é alterada, resultando em uma nova solução com custo reduzido. Este procedimento permanece até que não sejam mais encontradas reduções no custo.

e) Programação matemática: compreende em algoritmos que são inteiramente baseados em uma formulação de programação matemática para PRVs. Ainda segundo Bodin *et al.* (1983), as técnicas, otimização iterativa e procedimentos exatos, também são estratégias de resolução para os problemas de roteirizações de veículos.

2.5.3

Problema de roteirização de veículos com janela de tempo

O problema de roteirização de veículos com janela de tempo (PRVJT) é uma extensão do PRV básico no qual as demandas são atendidas dentro de um intervalo de tempo, denominado janela de tempo. Segundo Alvarenga *et al.* (2007) o PRVJT é bastante estudado na literatura, sendo considerado um dos problemas mais difíceis da otimização combinatória, onde proporciona consideráveis impactos econômicos nos sistemas logísticos. Com a janela de tempo, são consideradas as situações em que o horário de atendimento se torna um aspecto importante, trazendo essa representação mais próxima às atividades executadas no dia a dia das operações logísticas (Souza, 2019).

Em um cenário real as operações logísticas de forma geral possuem horários de início e fim e jornadas de trabalho a considerar, além de restrições como horário de circulação de alguns tipos de veículos nas vias. De acordo com Gendreau *et al.* (2010), o PRVJT tem por objetivo minimizar o custo total das rotas geradas entre o depósito e os clientes. Em que um conjunto de M veículos partem do depósito objetivando atender as demandas de um conjunto de N clientes, respeitando as restrições impostas pela janela do depósito e de cada cliente. Já Cordeau *et al.* (2001) conclui que o PRVJT incide em minimizar o número total de veículos necessários para gerar as rotas e também em minimizar a distância total percorrida nas rotas por esses veículos.

De acordo com Souza (2019) o PRVJT se resume a quatro elementos: depósito, clientes, veículos e rotas. Os atributos para os elementos do problema são:

- Depósito único;
- Capacidade dos veículos conhecida;
- Os veículos devem permanecer no local do atendimento até que seja atingido o tempo programado para a operação;
- É determinado somente um veículo para cumprir cada rota;
- Toda rota gerada tem como ponto de partida e chegada o depósito;
- Existe um custo correspondente ao deslocamento do veículo que atende um cliente i para um cliente j . A soma dos deslocamentos dos veículos para atender os clientes designados a uma rota é a distância percorrida por aquela rota;
- Cada cliente possui uma demanda determinística (conhecida);
- Cada cliente i possui um tempo de operação s_i para que seja realizado o atendimento.
- Cada cliente deve ser atendido por um único veículo;

- A soma das demandas dos clientes atendidos por um veículo não deve exceder sua capacidade;
- Os veículos realizam todos os atendimentos dentro de um horário de funcionamento, caracterizando uma janela de tempo (T_i ; T_f) para o depósito, em que os atendimentos devem ser feitos num período entre o início (T_i) e o fim (T_f) do horário de funcionamento;
- Cada cliente i possui uma janela de tempo (a_i, b_i).
- Caso algum veículo designado para realizar um serviço a um cliente chegue depois do horário limite para o atendimento, esse não poderá ser realizado;
- Caso o veículo designado para realizar um atendimento chegue antes do horário de início da operação, esse deve esperar o tempo programado da janela de tempo.

2.6

Sistemas de informação geográfica (SIGs)

Inúmeras técnicas computacionais e matemáticas vêm sendo desenvolvidas nos últimos anos buscando planejar, simular e examinar os estudos de pesquisa relacionados ao transporte. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) implicam na representação espacial e numérica dos processos internos e externos das empresas, onde o objetivo é realizar uma representação geográfica dos últimos sistemas de operações.

Os SIGs usam ferramentas de hardware e software para armazenar, manipular, analisar e visualizar dados espaciais georreferenciados (Silva Júnior, 2008). A utilização dessas ferramentas concede recursos de visualização poderosos em diversas escalas geográficas, oferecem aos usuários mapeamentos de múltiplas camadas, análise espacial e recursos de modelagem de padrões, além de, inúmeras vezes, fornecerem recursos de personalização que suportam soluções únicas e específicas (Space et al, 2013).

Um sistema de informação geográfica permite visualizar a localização de clientes e endereços. SIG's são excelentes ferramentas para o planejamento de transportes, devido ao grande número de informações que podem manipular, e por possuir uma rica interface gráfica que proporciona uma visualização dos problemas a serem resolvidos e das alternativas de soluções.

Os SIGs possibilitam trabalhar com dados geográficos complexos, estabelecer relações lógicas entre eles e definir redes, além de realizar diferentes operações de análise, como cálculo de distâncias e identificação de elementos no mapa. Segundo Prata (2009), existem também os SIG's que incorporam algoritmos para a solução de problemas logísticos, como o problema de roteirizações de veículos e proporcionam a inclusão de novas funcionalidades por meio de linguagens de programação.

Segundo Silva (1998) o uso dos SIGs representa uma tecnologia muito útil a ser utilizada pelos profissionais no planejamento do país, economizando tempo e garantindo análises mais seguras. Os SIGs são fundamentais no planejamento do transporte. As empresas responsáveis por desenvolver softwares na atualidade estão cientes, motivo pelo qual produtos novos são planejados para aplicações em transporte, são os chamados Sistema de Informação Geográfica para Transportes (SIGT) (Ávila et al., 2015). Os SIG's desenvolvidos para aplicação nos sistemas de transportes são ferramentas fundamentais no auxílio à decisão na elaboração das rotas. Da última década até os dias atuais a utilização do SIG tem sido primordial na visão de pesquisadores e planejadores de transportes (Bachok et al., 2017).

3 Metodologia

3.1 Metodologia geral

Inicialmente foi realizada uma análise do cenário atual do processo de atendimento, a qual demonstrou a ausência de uma política de atendimento às demandas e do uso de instrumentos computacionais na racionalização do transporte diário de funcionários e cargas (materiais). Diante disso, a atual situação foi apresentada aos coordenadores do setor. Reconhecendo a necessidade de melhoria do processo, foram definidas políticas de atendimento às demandas.

Sendo assim, serão propostos dois cenários, X e Y, sendo cada um composto por três estratégias de atendimento. A ferramenta de roteirização *VRP Spreadsheet Solver* foi adotada para simular os resultados dessas estratégias. Uma vez aprovadas as estratégias propostas, a ferramenta seria utilizada para definir os roteiros diários de distribuição.

As estratégias variam em termos de número de horários de partidas da Proinfra (depósito) e divisão em rotas de atendimento às unidades internas e externas. O conjunto de estratégias X busca atender aos pontos de demanda levantados no cenário atual. O conjunto de estratégias Y usa a política de agrupar pontos de demanda por proximidade geográfica e faz o atendimento a todos os pontos de demanda. Os resultados das estratégias serão comparados com o cenário atual, sendo este cenário denominado “cenário real” e entre as estratégias considerar-se-á os indicadores: custo dos veículos, distância total percorrida, total de horas em trânsito e número de veículos utilizados. A seguir será apresentado o instrumento computacional utilizado para a simulação das estratégias.

3.2 Instrumento de roteirização adotado

A ferramenta adotada deve auxiliar de forma ágil e simples as decisões de nível operacional da logística do setor, devido à grande dinamicidade das operações.

As características da operação que deverão ser consideradas no modelo são: um único ponto de origem, clientes atendidos por um único veículo, demanda determinística, frota heterogênea e janela de tempo.

Grande parte dos *softwares* disponíveis para solucionar os PRVs exigem: alto custo de aquisição; operadores com conhecimento especializado; dificuldade de integração com a infraestrutura do *software* presente nas organizações; intensos treinamentos de profissionais para utilização do programa; carência de ferramentas de suporte que podem ser úteis para calcular o custo da rota, visualizar e checar as diferentes soluções permitidas; desconhecimento do algoritmo utilizado pelo programa, por parte da organização que adquiriu o produto; dificuldade de manutenção do software, necessitando a manutenção de um vínculo com a empresa que o desenvolveu (Erdogan, 2017).

Erdogan (2017), buscando resolver e/ou minimizar essas dificuldades, desenvolveu uma ferramenta gratuita para solucionar PRV construída em *Excel*, capaz de resolver uma grande variedade de problemas de roteirização de veículos. A ferramenta, denominada de *VRP Spreadsheet Solver*, possui código fonte aberto, permitindo assim um maior entendimento do modelo utilizado e possibilidade de adaptações para a realidade da operação. Apresenta também uma interface amigável ao usuário, facilitando assim a utilização. Utiliza o *Visual Basic for Applications* (VBA) para programação do código, sendo esse uma extensão do *Microsoft Excel*, que é um programa padrão para análise quantitativa de pequena e média escala muito utilizado no meio corporativo. É comum os *softwares* possuírem funcionalidades integradas para trocar informações com o *Excel*, o que garante maior acessibilidade da ferramenta em questão (Erdogan, 2017).

Devido a total analogia com o problema real do estudo, será utilizado o *VRP Spreadsheet Solver* na solução. As próximas seções irão apresentar a utilização da ferramenta, assim como o modelo e a meta-heurística na qual está fundamentada.

3.2.1

Modelo unificado do *VRP spreadsheet solver*

Erdogan (2017) propõe uma formulação unificada com flexibilidade para resolver mais de 64 variações do VRP de acordo com as características e restrições consideradas no problema, tais como: quantidade de depósitos, composição da frota, entregas e/ou coletas, janela de tempo, limite de distância e/ou jornada de trabalho, destino final dos veículos, entre outros. A seguir será apresentado o modelo proposto:

Índices utilizados

$(i, j) \in A$: índices associados aos arcos;
 $i \in V_c$: índice associado aos clientes no vértice i ;
 $j \in V_c$: índice associado aos clientes no vértice j ;
 $k \in K$: índice associado aos veículos;
 V_D : conjunto de vértices que contém o(s) depósito(s);
 V_C : conjunto de vértices que contém os clientes;
 $V = V_D \cup V_C$: conjunto de vértices da rede;
 $V_M \subseteq V_C$: conjunto de clientes que devem ser visitados;
 A : conjunto de arcos da rede;
 $G = (V, A)$: rede na qual será resolvido o VRP;

Parâmetros

p_i : lucro no atendimento do cliente i ;
 q_i : demanda de coleta do cliente i ;
 \hat{q}_i : demanda de entrega do cliente i ;
 s_i : tempo de atendimento do cliente i ;
 $[a_i, b_i]$: janela de tempo (JT) do cliente i ;
 K : conjunto de veículos disponíveis;
 $o^k \in V_D$: depósito de origem do veículo k ;
 τ^k : tempo de início do trabalho do veículo k ;
 f^k : custo fixo da utilização do veículo k ;
 Q^k : capacidade do veículo k ;
 D^k : limite de distância percorrida do veículo k ;
 \hat{D}_i^k : limite de tempo de condução do veículo k ;
 W^k : limite de tempo de trabalho do veículo k ;

r^k : depósito de retorno do veículo k ;
 $d_{i,j}$: distância do arco (i, j) ;
 $\hat{d}_{i,j}$: tempo de viagem no arco (i, j) ;
 $c_{i,j}^k$: custo de deslocamento do veículo k através do arco (i, j) ;
 Π : custo de penalização por unidade de tempo para a violação de uma JT;

Parâmetros associados às restrições operacionais

$$\Omega = \begin{cases} 1, & \text{Caso os veículos } v \text{ tenham que retornar aos depósitos especifica dos} \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}$$

$$\beta = \begin{cases} 1, & \text{Caso haja uma restrição de backhaul} \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}$$

$$\Theta = \begin{cases} 1, & \text{Caso as janelas de tempo possam ser violadas, ao custo de } \Pi \text{ por unidade de tempo} \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}$$

Variáveis da decisão

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{Caso o arco } (i, j) \text{ seja percorrido pelo veículo } k \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}$$

$$y_i^k = \begin{cases} 1, & \text{Caso a demanda do cliente } i \text{ seja servida pelo veículo } k \\ 0, & \text{Caso contrário} \end{cases}$$

$$w_{i,j}^k = \text{Quantidade de mercadoria coletada transportada por } k \text{ através do arco } (i, j);$$

$$z_{i,j}^k = \text{Quantidade de mercadoria a ser entregue e transportada por } k \text{ através do arco } (i, j);$$

$$t_i^k = \text{Tempo de chegada do veículo } k \text{ no cliente } i;$$

$$v_i^k = \text{A quantidade violada da janela de tempo no vértice } i;$$

Função objetivo

$$\sum_{i \in V_C} \sum_{k \in K} p_i y_i^k - \sum_{(i,j) \in A} c_{ij}^k x_{ij}^k - \sum_{j \in V_C} \sum_{k \in K} f^k x_{o^k,j}^k - \Pi \sum_{i \in V} v_i \quad (23)$$

Restrições

$$\sum_{k \in K} y_i^k = 1; \quad \forall i \in V_M \quad (24)$$

$$\sum_{k \in K} y_i^k \leq 1; \quad \forall i \in V_C \setminus V_M \quad (25)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ij}^k \leq \sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ji}^k; \quad \forall j \in V_C, k \in K \quad (26)$$

$$\sum_{p \in S, q \in V \setminus S} x_{pq}^k \geq y_i^k; \quad \forall i \in V_C, k \in K, S \subset V : o_k \in S, i \in V \setminus S \quad (27)$$

$$\sum_{p \in S, q \in V \setminus S} x_{pq}^k \geq \Omega y_i^k; \quad \forall i \in V_C, k \in K, S \subset V : i \in S, r^k \in V \setminus S \quad (28)$$

$$\sum_{j \in V_C} x_{o^k, j}^k \leq 1; \quad \forall k \in K \quad (29)$$

$$\sum_{k \in K} x_{ij}^k \leq 1 - \beta; \quad \forall (i, j) \in A : q_i > 0, \hat{q}_j > 0 \quad (30)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} w_{ij}^k - \sum_{j \in V \setminus \{i\}} w_{ji}^k = q_i y_i^k; \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (31)$$

$$\sum_{i \in V_C} w_{i, r^k}^k = \sum_{j \in V_C} q_j y_j^k; \quad \forall k \in K \quad (32)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} z_{ji}^k - \sum_{j \in V \setminus \{i\}} z_{ij}^k = \hat{q}_i y_i^k; \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (33)$$

$$\sum_{i \in V_C} z_{o^k, j}^k = \sum_{i \in V_C} \hat{q}_i y_i^k; \quad \forall k \in K \quad (34)$$

$$t_i^k + (\hat{d}_{ij} + S_i) x_{ij}^k - w^k (1 - x_{ij}^k) \leq t_j^k; \quad \forall (i, j) \in A : j \in V_C, k \in K \quad (35)$$

$$a_i \leq t_i^k \leq b_i - s_i + v_i; \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (36)$$

$$v_i \leq M \cdot \Theta; \quad \forall i \in V_C \quad (37)$$

$$t_{o^k}^k = \tau^k; \quad \forall k \in K \quad (38)$$

$$t_i^k + (s_i + \hat{d}_{ij}) x_{i, r^k}^k \leq b_{r^k} + v_{r^k} + M(1 - \Omega); \quad \forall (i, j) \in A : j \in V_C, k \in K \quad (39)$$

$$w_{ij}^k + z_{ij}^k \leq Q^k x_{ij}^k; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (40)$$

$$\sum_{(i, j) \in A} d_{ij} x_{ij}^k \leq D^k; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (41)$$

$$\sum_{(i, j) \in A} \hat{d}_{ij} x_{ij}^k \leq \hat{D}^k; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (42)$$

$$\sum_{i \in V_C} s_i y_i^k + \sum_{(i, j) \in A} \hat{d}_{ij} x_{ij}^k \leq W^k; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (43)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\}; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (44)$$

$$y_i^k \in \{0, 1\}; \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (45)$$

$$v_i \geq 0; \quad \forall i \in V_C \quad (46)$$

$$w_{ij}^k \geq 0; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (47)$$

$$z_{ij}^k \geq 0; \quad \forall (i, j) \in A, k \in K \quad (48)$$

A função objetivo eq. (23) maximiza o lucro total, subtraindo os custos: com trajeto realizado, de utilização dos veículos e às penalidades devido a violação da janela de tempo.

Com relação às restrições que definem as regras de visita dos veículos aos clientes, a equação eq. (24) garante que cada ponto seja visitado somente uma vez e a equação eq. (25) exige a visita a todos os pontos de demanda. Nas equações eq. (26) e eq. (27) são garantidos, respectivamente, a conservação de

fluxo da solução e a interligação entre o CD (origem) do veículo k e os pontos de demanda. Na sequência a eq. (28) determina que o veículo retorne ao depósito especificado, se necessário, já a eq. (29) define que cada veículo pode ser utilizado apenas uma vez e a eq. (30) define a restrição de *backhaul*.

Em relação às restrições que definem as condições dos clientes, as eq. (31) e eq. (32) garantem a conservação do fluxo dos produtos coletados e as eq. (33) e eq. (34) garantem a conservação do fluxo dos produtos a serem entregues. A eq. (35), elimina as sub rotas e garante a inserção das janelas de tempo. Nas eq. (36) e eq. (37) são definidos os limites inferiores e superiores da janela de tempo dos clientes além da variável que permite violar o intervalo de tempo inserido.

Nas restrições relativas aos veículos, a eq. (38) define o tempo de início de trabalho do veículo k e a eq. (39) determina o limite de tempo para o seu retorno ao depósito, caso necessário. A eq. (40) garante que a capacidade do veículo seja respeitada e as eq. (41), eq. (42) e eq. (43) restringem, a distância, o tempo de condução e o tempo de trabalho de cada veículo, respectivamente. Por fim as eq. (44) a eq. (48) determinam a integridade e não-negatividade das variáveis utilizadas no modelo.

3.3

Meta-heurística do *VRP spreadsheet solver*

No *VRP Spreadsheet Solver* é utilizada uma adaptação do algoritmo meta-heurístico *Adaptive Large Neighborhood Search* proposto por Ropke e Pisinger (2007), por esse permitir acomodar inúmeras variantes do VRP. O algoritmo diversifica a busca através da remoção aleatória de clientes da solução obtida até o momento e de análises de reinserção. Erdogan (2017) define o algoritmo ALNS implementado na planilha do VRP, em linguagem de alto nível, da seguinte forma:

- a) **Passo 1:** Definições do algoritmo ALNS: depósito, clientes, distâncias, durações, veículos;
- b) **Passo 2:** Construção de uma solução atual, inserindo clientes às rotas através de escolhas que resultem no máximo aumento de lucro (equivalente ao incremento mínimo de custo) por etapa;
- c) **Passo 3:** Melhoria da solução atual através de buscas locais definidas pelos operadores Permutação, 1-OPT, 2-OPT e Permutação-veículo;
- d) **Passo 4:** Registro da solução atual como a melhor solução conhecida;
- e) **Passo 5:** Introdução ao loop:
- f) **Passo 5.1:** Destruição da solução atual com a remoção aleatória de vértices;
- g) **Passo 5.2:** Restituição da solução atual através de heurísticas de adição de vértices;
- h) **Passo 5.3:** Melhoria da solução atual através de buscas locais definidas pelos operadores Permutação, 1-OPT, 2-OPT e Permutação-veículo;
- i) **Passo 5.4:** Critério de decisão: a solução atual é melhor do que a melhor solução conhecida?
- j) **Passo 5.4.1:** caso sim, então registre a solução atual como a melhor solução conhecida;
- k) **Passo 5.4.2:** Caso contrário, substituir solução atual pela melhor solução conhecida com probabilidade p ;
- l) **Passo 6:** Execução do loop até que o tempo decorrido seja maior do que o tempo de CPU permitido;
- m) **Passo 7:** Retorna a melhor solução encontrada;
- n) **Passo 8:** Fim do algoritmo LNS;

Na sequência serão apresentadas as funções dos operadores de pesquisa local utilizados na melhoria da solução atual (ERDOGAN, 2017):

1. **Permutação**: busca pelos possíveis pares de pontos de demanda em uma dada solução e constata se a troca dos pares possui viabilidade.

2. **1-OPT**: verifica se é possível remover cada ponto de demanda em uma determinada solução e inserir novamente com uma posição diferente nas rotas;

3. **2-OPT**: busca remover dois arcos da solução de cada vez, e substituí-los por outros dois;

4. **Permutação-veículo**: procura trocar os clientes das rotas de dois veículos de diferentes tipos. Esse operador é fundamental em problemas de frotas heterogêneas.

Os quatro operadores têm como objetivo a melhoria no resultado da função objetivo definida.

3.4

VRP spreadsheet solver

A ferramenta *VRP spreadsheet solver* é composta por um conjunto de planilhas que acomodam os dados utilizados pelo modelo unificado proposto para a resolução do PRV. A figura 1 demonstra, de forma esquemática, o fluxo incremental de informações que os usuários preenchem ao utilizar a ferramenta, sendo todas essas informações inter-relacionadas. O *Excel*, inicialmente possui somente a aba *VRP solver console*. Ao receber os dados iniciais, surgem as demais abas, as quais respeitam a seguinte ordem: 1. *Locations*; 2. *Distances*; 3. *Vehicles*; 4. *Solution*; 5. *Visualization* (Erdogan, 2017). Ao conjugar o *Excel*, SIG público e a metaheurística é possível resolver problemas de rotas de veículos com até 200 pontos de demanda.

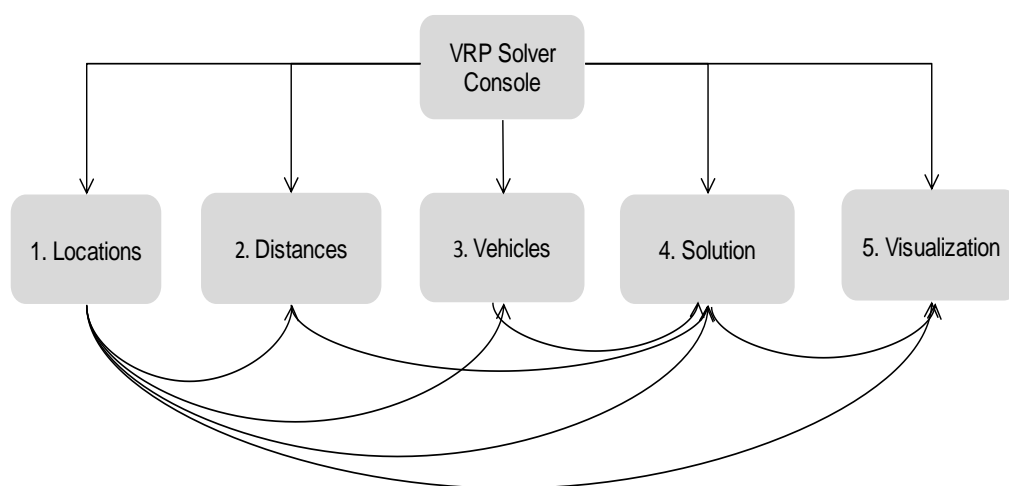


Figura 1: Estrutura do VRP spreadsheet solver. Fonte: Adaptado de Erdogan (2017).

Erdoğan (2017) salienta que a ferramenta possui um sistema de cores, o qual promove melhor percepção na visualização das células da planilha a ser operada. A seguir são apresentadas as finalidades de cada uma das cores:

a) **Células pretas**: essas células não devem ser alteradas, pois são definidas pelo programa.

b) **Células verdes**: as células verdes contêm os parâmetros ou decisões do modelo, sendo então preenchidas pelo usuário;

c) **Células amarelas:** nelas são apresentados os resultados calculados pela ferramenta. Esses resultados podem ser alterados pelo usuário se desejar;

d) **Células laranjas:** apontam algo não conforme como, por exemplo, a chegada de um veículo a um ponto de demanda antes da janela de tempo estipulada;

e) **Células vermelhas:** apontam a ocorrência de um erro como, por exemplo, a violação de capacidade máxima imposta a um veículo.

Na sequência serão apresentadas, de forma sucinta, as principais funções das planilhas que compõem a ferramenta.

A aba inicial *VRP Solver console* é composta por vários parâmetros relacionados com o tamanho do PRV a ser resolvido. Essa aba permite inserir dados como número de depósitos, quantidade de pontos de demanda, unidade utilizada para as distâncias (km, milhas), tipo de rota considerado (menor tempo ou menor distância), número de tipos de veículos disponíveis, se os veículos precisam retornar ao depósito após os atendimentos, tipo de tratamento que será dado à janela de tempo (*soft* ou *hard*), se há restrição de *backhauls*, forma de visualização da resolução gerada (*Bing Maps* e o tempo limite da CPU para a roteirização. Há ainda uma opção de recuperação de dados através de serviços web de informações geográficas (*GIS*) que podem ser utilizadas (Erdogan, 2017). Ao armazenar os parâmetros do PRV, a aba inicial fornece informações para as demais abas que compõe o *VRP spreadsheet solver*, sendo essa operação realizada através dos botões de setup. A aba *VRP solver console* está representada na figura 2.

Sequence	Parameter	Value	Remarks
0.Interface	Language	English	Please refer to the manual for modifying the interface.
	Optional - Bing Maps Key		You can get a free trial key at https://www.bingmapsportal.com/
1.Locations	Number of depots	1	[1,20]
	Number of customers	10	[5,200]
2.Distances	Distance computation method	Bing Maps driving distances (km)	Recommendation: Use 'postcode, country' format for addresses
	Duration computation method	Bing Maps driving durations	
	Bing Maps route type	Fastest	Recommendation: Use 'Fastest'
	Average vehicle speed	70	
3.Vehicles	Number of vehicle types	2	
4.Solution	Do the vehicles return to their depot(s)?	Yes - only once at the end	
	Time window type	Hard	
	Backhauls?	No	If activated, delivery locations must be visited before pickup locations
5.Optional - Visualization	Visualization background	Bing Maps	
	Location labels	Location IDs	
6.Solver	Warm start?	Yes	
	Show progress on the status bar?	No	
	CPU time limit (seconds)	60	Recommendation: At least 60 seconds

Figura 2: Aba VRP solver console. Fonte: O autor.

Na aba *1.Locations* são informados dados dos pontos de demanda a serem visitados, tais como: Local; endereço; coordenadas geográficas (latitude e longitude), onde podem ser inseridas manualmente pelo usuário ou buscadas através do serviço de web GIS, que utiliza os endereços informados como base; janela de tempo (início e fim); necessidade de ser visitado (deve ser visitado, pode ser visitado ou não deve ser visitado); tempo de serviço (para carga ou descarga); demanda de pedidos a serem entregues e/ou coletados (em unidades, peso ou volume) e lucro gerado. A aba *1.Locations* está representada na figura 3.

Location ID	Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Pickup amount	Delivery amount	Profit
0	Depot				00:00	23:59	Starting location	0:00	0	0	0
1	Customer 1				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
2	Customer 2				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
3	Customer 3				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
4	Customer 4				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
5	Customer 5				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
6	Customer 6				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
7	Customer 7				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
8	Customer 8				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
9	Customer 9				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0
10	Customer 10				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0	0	0

Figura 3: Aba 1.Locations. Fonte: O autor.

Na aba 2.*Distances*, estão contidas informações de distância e duração de viagem entre todos os pares de pontos das localidades (depósito e pontos de demanda) especificados na aba 1.*Locations*, onde as distâncias podem ser inseridas manualmente pelo usuário, ou buscadas através do serviço de web GIS, se este estiver habilitado. A aba 1.*Locations* está representada na figura 4.

A aba *VRP solver console* possui um parâmetro que trata o tipo de rota a ser considerado no modelo, podendo ser trajeto mais curto ou mais rápido. As rotas mais curtas geralmente passam pelos centros urbanos, locais que estão sujeitos a velocidades médias mais baixas. Já as rotas mais rápidas, normalmente acabam utilizando percursos periféricos através de vias de alta rolagem. Para encontrar uma melhor solução para o PRV, Erdoğan (2017) sugere a utilização do tipo de rota mais rápida.

From	To	Distance	Duration
Depot	Depot	0,00	0:00
Depot	Customer 1	0,00	0:00
Depot	Customer 2	0,00	0:00
Depot	Customer 3	0,00	0:00
Depot	Customer 4	0,00	0:00
Depot	Customer 5	0,00	0:00
Depot	Customer 6	0,00	0:00
Depot	Customer 7	0,00	0:00
Depot	Customer 8	0,00	0:00
Depot	Customer 9	0,00	0:00
Depot	Customer 10	0,00	0:00

Figura 4: Aba 2.Distances. Fonte: O autor.

Na aba 3.*Vehicles*, estão contidas informações dos tipos de veículos disponíveis para a roteirização. Essa aba contempla os parâmetros: capacidade, respeitando a mesma unidade utilizada na definição da demanda; custo fixo de utilização; custo variável definido em função da distância percorrida, respeitando a mesma unidade utilizada na definição da distância entre pontos; limites operacionais de distância percorrida, jornada de trabalho e tempo de direção; depósito de retorno após a realização da operação e número de veículos disponíveis de cada tipo (Erdoğan, 2017). A aba 3.*Vehicles* está representada na figura 5.

Starting depot	Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Duration multiplier	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Number of vehicles
Depot	T1	1	0,00	1,00	1,00	560,00	08:00	9:00	10:00	Depot	1
	T2	1	0,00	1,00	1,00	560,00	08:00	9:00	10:00	Depot	1

Figura 5: Aba 3.Vehicles. Fonte: O autor.

A aba 4. *Solution*, é estruturada para receber a relação dos pontos de demandas que serão atendidos por cada um dos veículos contidos na aba 3. *Vehicles*. Essa aba utiliza as informações coletadas anteriormente para, dada uma lista de paradas, apresenta um descritivo completo do roteiro: sequência de paradas, distância percorrida acumulada, tempo de direção, tempo de chegada e saída em cada um dos pontos de demanda, duração acumulada da jornada de trabalho dos motoristas, valor acumulado da demanda, lucro líquido (lucro acumulado com os pontos de demanda atendidos menos o custo da rota). Erdogan (2017) salienta que foram utilizados recursos de formatação condicional para que o usuário identifique visualmente as soluções inviáveis, facilitando assim a construção de soluções manuais próximas as viáveis. A aba 4. *Solution* está representada na figura 6.

Total net profit: 0,00

Vehicle:	V1 (T1)	Stops:	11	Net profit:	0,00				
Stop count	Location Name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load	
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	0	
1	Customer 10	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
2	Customer 9	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
3	Customer 8	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
4	Customer 7	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
5	Customer 6	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
6	Customer 5	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
7	Customer 4	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
8	Customer 3	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
9	Customer 2	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
10	Customer 1	0,00	0:00	08:00	08:00	0:00	0	0	
11	Depot	0,00	0:00	08:00		0:00	0	0	

Figura 6: Aba 4. *Solution*. Fonte: O autor.

A aba 5. *Visualization*, é suplementar, permitindo a visualização gráfica dos locais atendidos e das rotas obtidas pela solução. A aba 5. *visualization* está representada na figura 7.

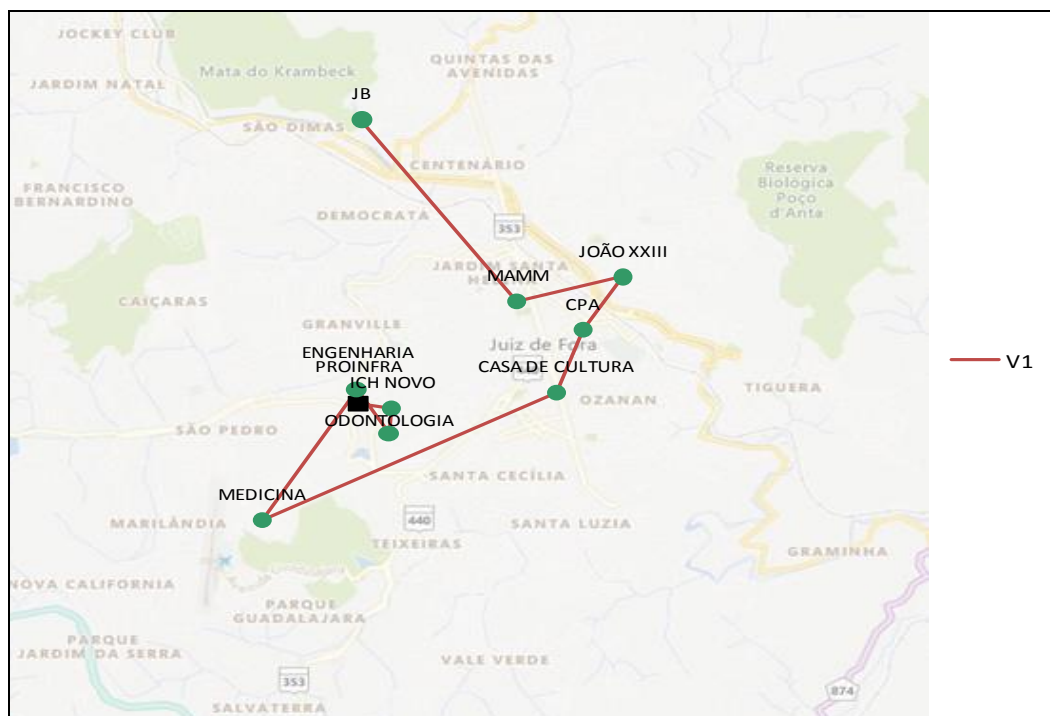


Figura 7: Aba 5. *Visualization*. Fonte: O autor.

Com a geração da solução final, pode ser encontrada uma solução viável e também uma solução inviável na qual uma ou mais restrições do problema são violadas. Se a solução for inviável, fato comum no campo do desenvolvimento de algoritmos, inúmeros softwares de otimização retornam uma mensagem de erro quando problemas desse tipo ocorrem sem, contudo, apontar recomendações ao usuário quanto ao tipo de problema ocorrido e/ou sugestões de correções que possam ser adotadas. Erdogan (2017) entende que ocorre um desperdício de tempo quando não se têm uma sugestão de melhoria, ou informação do erro com exatidão.

O *VRP spreadsheet solver* declara as soluções inviáveis por um método de penalização, o qual proporciona a melhor solução possível ao usuário, ainda que inviável do ponto de vista matemático, permitindo assim que o usuário realize uma análise de viabilidade prática da execução dos roteiros gerados e consiga fazer os ajustes se achar necessário. O algoritmo utilizado é um método de escala quadrática de penalização no qual as violações de janela de tempo, capacidade do veículo, limite de distância, tempo de condução e/ou de trabalho recebem uma determinada pontuação em função da gravidade da penalidade. Erdogan (2017) afirma que a única solução que obrigatoriamente deve ser respeitada pela roteirização é a de visitar todos os pontos de demanda.

A ferramenta analisa previamente os dados antes de executar a roteirização, objetivando encontrar possíveis anormalidades que possam ocasionar soluções inviáveis. Quando se encontra alguma anormalidade, o usuário é informado por uma mensagem com a opção de continuar ou encerrar o processamento. Erdogan (2017) salienta que, se o usuário escolher a opção continuar, provavelmente a solução encontrada será inviável, sendo essa de grande utilidade prática em determinados problemas.

4

Aplicação - ROTAM

A roteirização de veículos no atendimento as demandas de manutenção (ROTAM), é inspirada em uma situação prática de uma universidade pública, mais especificamente no setor de manutenção da Pró-reitoria de Infraestrutura e Gestão (Proinfra), que é responsável por gerenciar todo o processo de atendimento às demandas de serviços de manutenção das unidades acadêmicas e administrativas da instituição. Nas próximas seções o problema será detalhado.

4.1

A Proinfra

A pró-reitoria foi criada em 1960 diante da implantação do campus universitário e atualmente recebe o nome Proinfra. Já no passado teve diversos nomes, o primeiro reitor da universidade, Moacir Borges de Matos, criou a Coplaci (Comissão de planejamento da cidade universitária) com a finalidade de gerar o plano diretor da instituição e iniciar as obras de construção dos edifícios. Em 1967, no reitorado de Gilson Salomão, foi criado o Etec (Escritório técnico), que herdou da Coplaci a finalidade de desenvolver os projetos e construções da implantação do campus, que seguia na fase de construção. Após a etapa de construção, já com o campus em funcionamento, em 1979, no reitorado de Sebastião de Almeida Paiva, o Etec foi transformado em prefeitura da cidade universitária, que absorveu todas as atribuições do Etec e assumiu a manutenção do campus recém implantado. Em 2002, no reitorado de Margarida Salomão, a prefeitura universitária foi transformada em diretoria de logística, absorvendo as atribuições da Prefeitura da cidade universitária. No ano de 2006, no reitorado de Henrique Duque, a diretoria de logística foi transformada em Proinfra, perdurando até os dias atuais.

Atualmente a Pró-Reitoria de Infraestrutura e gestão (Proinfra) é a responsável pelas pequenas manutenções realizadas nas unidades acadêmicas e administrativas de posse da Universidade Federal de Juiz de Fora e por gerir os contratos de manutenção vigentes por meio da fiscalização.

A Proinfra tem como uma de suas principais funções administrar e executar a manutenção do espaço físico, das reformas dos prédios e das redes de eletricidade, telefonia e lógica de posse da instituição. Também é responsável por administrar o uso e ocupação do espaço físico, o sistema de correspondência, protocolo e transporte.

São realizados todos os serviços relativos a pequenas manutenções e reformas: vazamento em telhado; conserto de redes de água e esgoto; poda em árvores; manutenção em aparelhos eletroeletrônicos; troca de vidros quebrados em esquadrias diversas; manutenção em bebedouros; conserto de: portas, portões, janelas, armários, etc.; pinturas prediais e industriais; reboco; troca de: pisos, azulejos, etc.; manutenção e instalação elétrica em geral.¹

¹ Entrevista concedida em 28 de fevereiro de 2020 ao servidor Higor Coimbra Lucindo, pelo coordenador de manutenção elétrica, Engenheiro eletricista Marcio Resende.

4.2

O setor de manutenção

O setor de manutenção atualmente conta com aproximadamente 200 funcionários para atender a uma demanda de aproximadamente 12.000 requisições anuais, sendo esses distribuídos nas diversas áreas de atuação como: civil, elétrica, eletrônica, mecânica, informática, parques e jardins, etc. Atualmente, 90% dos operadores são terceirizados e 10% são funcionários do quadro permanente da instituição. Segundo contrato de manutenção vigente, é dever da instituição fornecer à empresa terceirizada: espaço físico, matéria-prima, máquinas e equipamentos e transporte dos funcionários nos atendimentos diários das demandas. Atualmente, o espaço físico destinado à empresa terceirizada de manutenção é composto por galpões que possuem toda a infraestrutura adequada para as oficinas das áreas específicas, além de refeitórios, vestiários e salas administrativas. A figura 8 representa a estrutura organizacional do setor de manutenção da Proinfra.

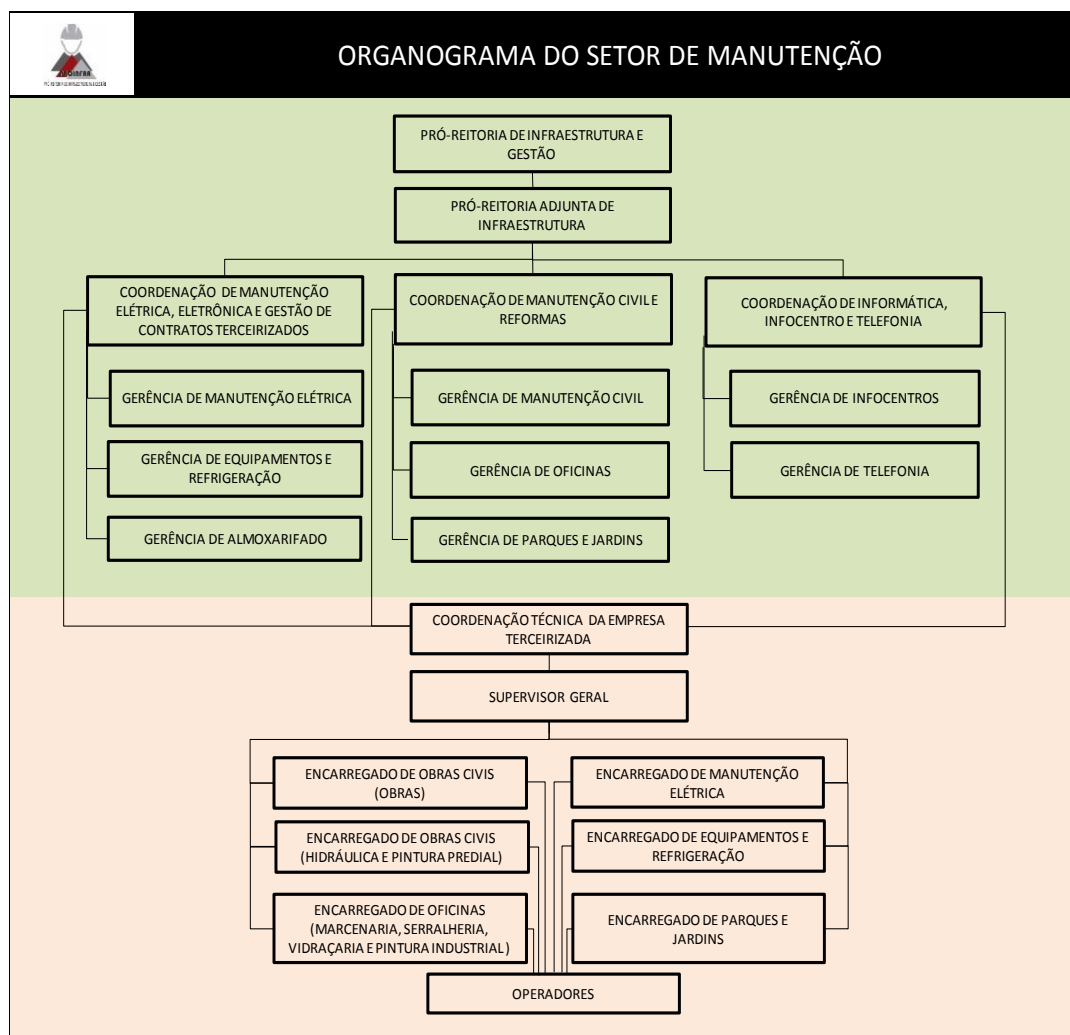


Figura 8: Organograma do setor de manutenção da Proinfra. Fonte: O autor.

O setor conta com uma equipe técnica (fiscais) da instituição, composta pelos coordenadores, gerentes e técnicos de área, e com uma equipe técnica e operacional da empresa terceirizada, a qual contempla engenheiros, técnicos, supervisores, encarregados e operários.

4.3

Descrição do problema

Um estudo preliminar do processo de atendimento às demandas de manutenção foi realizado com o intuito de verificar de onde deriva o PRV a ser estudado. Com o estudo verificou-se que o PRV origina-se de um processo que se inicia quando um usuário, de alguma das unidades administrativas ou acadêmicas, detecta a necessidade de um serviço de manutenção, em que ele se dirige à secretaria da unidade, descreve a solicitação ao secretário responsável por encaminhar as requisições de serviços internos a Proinfra, via sistema integrado de gestão acadêmica (SIGA). Na sequência, a requisição solicitada é encaminhada, chegando via SIGA à gerência da área (civil, elétrica, eletrônica, mecânica, informática, parques e jardins, etc.) que, inicialmente, verifica se possui equipe especializada para executar o serviço solicitado. Possuindo a equipe, a requisição é encaminhada à empresa terceirizada responsável por executar os serviços. Caso não possua equipe especializada, a requisição é recusada via SIGA e arquivada. Para melhor visualizar o processo, o autor construiu o fluxograma conforme figura A.1 do Apêndice A.

O estudo preliminar determinou a necessidade de incluir novas etapas ao processo, visto que não foi observado um planejamento nos atendimentos às demandas, fato esse que inviabiliza a solução do PRV, pois este necessita de uma demanda determinística e planejada para o problema estudado ser solucionado com êxito. A seguir, os subitens da aplicação estarão direcionados a investigar e solucionar pontos essenciais para a solução do PRV.

4.3.1

Pontos de demanda

Os pontos de demanda são as unidades acadêmicas e administrativas da universidade, visto que essas são as responsáveis pelas solicitações dos serviços de manutenção. Atualmente, são vinte macro pontos internos (unidades internas) dispersos no campus universitário, que possui cerca de 1.346.793,80 m² de área. A figura 9 ilustra a dispersão dos pontos do campus.

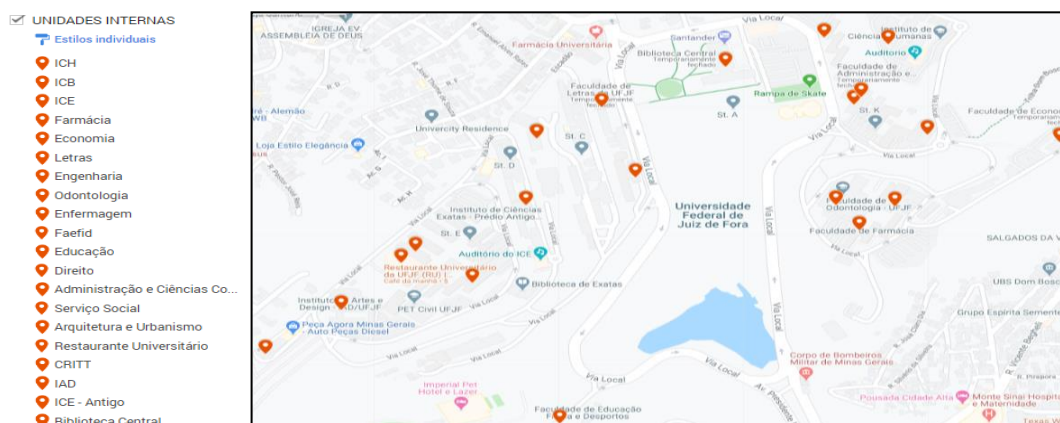


Figura 9: Unidades internas. Fonte: O autor.

A nomenclatura macro pontos foi criada para condensar o número de pontos de demanda, tendo em vista que um ponto de demanda é composto por toda a infraestrutura de uma unidade. Portanto, as unidades internas e externas

são um conjunto de pontos de demanda condensados, os quais estão em uma mesma região.

Além de uma área extensa, o campus possui ainda uma topografia bastante acidentada, tendo em vista que o relevo do município de Juiz de Fora é caracterizado pela presença de “colinas côncavo-convexas e vales, com altitudes compreendidas entre 700 e 900 metros, característico do Vale do Paraíba do Sul e dos contrafortes da Serra da Mantiqueira” (PJF, 2019). Importante destacar que no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora localiza-se um dos pontos mais altos do município, onde está situada a estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com altitude de 936,9 metros (INMET, 2020).

É importante frisar que, por ocasião da construção do *campus* da UFJF, o projeto previu a construção das unidades acadêmicas adaptando-se ao relevo acidentado da área. Dessa forma, tais unidades foram distribuídas em diversas plataformas com diferentes níveis do terreno (Souza, 2013), o que contribuiu para o aumento das distâncias entre edificações do campus, tanto horizontais quanto verticais. Com efeito, inevitavelmente há uma maior dependência de veículos para deslocamentos no *campus*.

Têm-se ainda a cargo da instituição mais dezenove macro pontos externos (unidades externas) dispersos nas regiões centrais, norte e nordeste do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. A figura 10 ilustra a dispersão dos pontos.

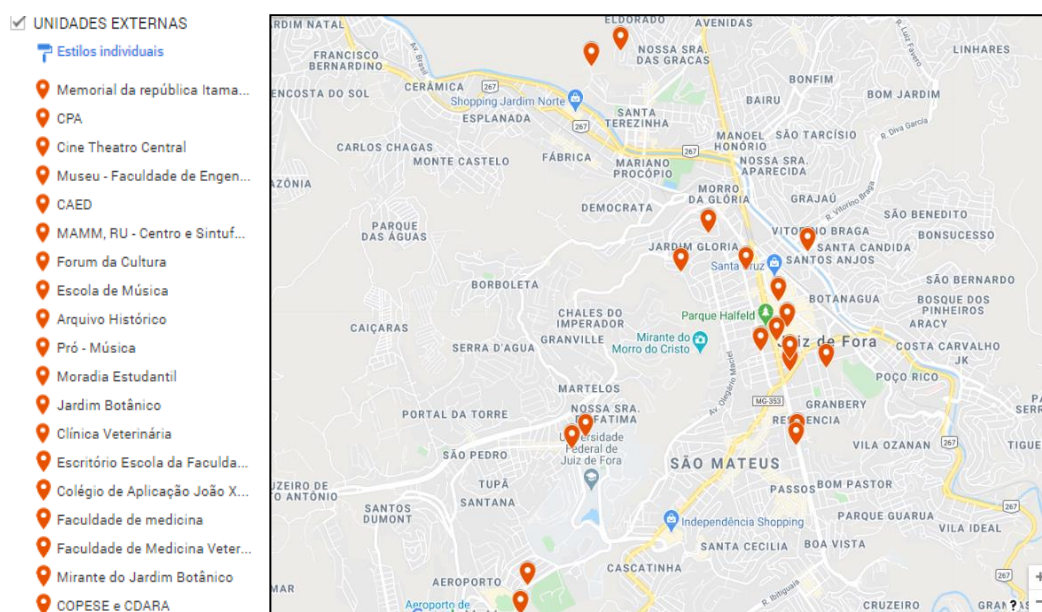


Figura 10: Unidades externas. Fonte: O autor.

Fazem parte desses macro pontos externos (Unidades externas) as unidades acadêmicas, tais como: Faculdade de Medicina, Medicina Veterinária, Fisioterapia, e Colégio de Aplicação; unidades administrativas como: Jardim Botânico, MAMM e as que são compostas por casarões antigos que funcionam como museus, teatros, escolas de música, laboratórios, clínicas, centro de psicologia, escritório escola, etc. Além das edificações pertencentes à universidade, esta ainda é encarregada da administração dos prédios tombados como Cine Teatro Central e Centro Cultural Pró-Música.

É necessário destacar que este estudo não irá abranger a fazenda em Ewbank da Câmara, pertencente à universidade, visto que esse ponto de demanda está situado em um município vizinho que fica a, aproximadamente, setenta quilômetros da Proinfra e já possui uma programação de manutenção estabelecida.

4.3.2

As áreas de atuação

O setor de manutenção possui sete grandes áreas, sendo essas: manutenção civil, manutenção elétrica, equipamentos e refrigeração, informática, parques e jardins, telefonia e oficinas (serralheria, marcenaria, vidraçaria e pintura industrial), conforme apresentado anteriormente na figura 8.

Cada uma das grandes áreas possui equipes técnicas, formadas por funcionários do quadro permanente da universidade e da empresa terceirizada. Além da equipe técnica, a empresa terceirizada conta com operadores específicos de cada área, conforme tabela D.1 do Apêndice D.

Dentro de cada uma das grandes áreas são formadas equipes operacionais, as quais ficam responsáveis por atender às demandas de serviços das unidades acadêmicas e administrativas da universidade. O estudo irá propor que os atendimentos sejam realizados de forma integrada e centralizada, em que um dado profissional chegue à unidade para fazer os atendimentos com um número expressivo de solicitações, objetivando a permanência do operador por, no mínimo, um turno de trabalho (meio dia). Com isso, o planejamento do transporte de funcionários e materiais será realizado com uma exatidão maior, o número de atendimentos tende a ser otimizado, pois o funcionário não se deslocará inúmeras vezes dentro de um único turno de trabalho e, provavelmente, os gastos com a frota de veículos tendem a serem reduzidos.

4.3.3

Estrutura do setor

Atualmente o setor possui uma estrutura sólida, dado que planeja, gerencia e fiscaliza com bastante eficiência a contratação das empresas terceirizadas e os contratos de compras de matérias, máquinas e equipamentos. Além disso, possui um espaço físico suficiente para acomodar todas as atividades desempenhadas internamente.

4.3.3.1

Terceirização

A grande maioria das atividades desempenhadas pelo setor é realizada por empresas terceirizadas, as quais, em sua maioria, fornecem apenas a mão de obra, ficando a universidade responsável por fornecer toda a estrutura necessária para realizar as operações. Os principais contratos da instituição com esse modelo são: os serviços de transporte, onde a universidade possui sua própria frota de veículos, ficando a cargo da empresa a contratação dos profissionais específicos para a função; e os contratos dos serviços de manutenção, onde a empresa contratada fornece apenas a mão de obra.

4.3.3.2

Os serviços

As demandas de serviços partem das unidades acadêmicas e/ou administrativas e são recebidas pelas gerências de cada uma das áreas, as quais são responsáveis por planejar os atendimentos.

Os serviços são solicitados pelas secretarias das unidades via sistema integrado de gestão (SIGA). O sistema oferece ao solicitante a escolha do tipo, conforme representado na figura AN 1.1 do Anexo A.

Após a escolha do tipo de serviço, o solicitante termina de preencher os dados solicitados pelo sistema e na sequência gera a requisição de serviços internos, conforme ilustrado na figura AN 1.2 do Anexo A.

A execução do serviço solicitado será realizada seguindo o processo ilustrado no fluxograma (figura A.1 do Apêndice A).

4.3.3.4

Frota de veículos

A frota de veículos pertencente ao setor de manutenção da Proinfra é composta por diferentes modelos de veículos, sendo classificada como heterogênea, pois possui veículos com diferentes capacidades e modelos. A diversidade da frota se dá pelos diferentes tipos de serviços a serem desempenhados por cada uma das áreas que compõem o setor, porém essa frota possui um objetivo comum, o transporte dos operadores e materiais até os pontos de atendimento.

Por se tratar de um setor de manutenção, não é comum os veículos transportarem, frequentemente, quantidades elevadas de materiais, visto que geralmente os serviços são de pequenos reparos. Com isso, a utilização dos veículos é, em sua maioria, para o transporte dos operadores, caixas de ferramentas e equipamentos de pequeno porte. Para otimizar a utilização da frota, foram feitas adaptações aos diversos veículos, onde a maioria possui estrutura adequada para transportar os diversos equipamentos utilizados pelos operadores nos atendimentos.

A seguir, a tabela 4 apresenta os veículos que compõem a frota que atende ao setor.

<i>Modelo</i>	<i>Placa</i>	<i>Área/Lotado</i>	<i>Capacidade de passageiros</i>	<i>Consumo em Km/l</i>	<i>Tipo de combustível</i>
Kombi	GMF7170	Manutenção civil	8	7,6	Flex
Caminhão caçamba	GMF6250	Manutenção civil	2	3,7	Diesel
Toyota	GMF0555	Manutenção elétrica	4	5,6	Diesel
Toyota	GMF0557	Manutenção elétrica	4	6	Diesel
Caminhão caçamba	GMF6495	Parques e jardins	2	4,3	Diesel
Caminhão pipa	HOE3360	Parques e jardins	2	1,9	Diesel
Caminhão carroceria	GMF5564	Parques e jardins	4	4,7	Diesel
Toyota	GMF0914	Parques e jardins	4	7,1	Diesel
Van	GMF4390	Parques e jardins	10	6,5	Diesel
Kombi	GMF0538	Oficinas	8	3,4	Diesel
Toyota	GMF0530	Oficinas	2	6,8	Diesel
Kombi	GMF7171	Informática	8	7,6	Flex
Honda Fit	GMF5387	Todos os setores	4	10,7	Flex
Microônibus	OPG8503	Todos os setores	32	3,6	Diesel

Tabela 4: Frota de veículos. Fonte: O autor.

Ao analisar a tabela 4, observa-se que os veículos estão lotados em gerências específicas. O estudo propõe uma nova metodologia de utilização da frota, em que os veículos não estarão vinculados às gerências, sendo a utilização de forma integrada, visando à otimização da capacidade dos veículos. Quando o veículo é vinculado a uma única gerência, se assume o risco de ocio-

sidade ou de utilização com capacidade reduzida, o que provoca um aumento significativo dos custos de operação. Além dos riscos citados, é comum algumas áreas ao ultrapassarem a capacidade dos veículos que estão associadas a elas, manterem operadores em ociosidade, até uma nova disponibilidade de transporte, o que onera os custos com mão de obra e reduz o número de demandas atendidas por homem-hora.

4.3.3.5 As rotas

Diariamente a frota de veículos desempenha atividades de transporte dos operadores e materiais aos pontos de demanda. Esse transporte é realizado de acordo com o método de distribuição adotado por cada área. Isso inviabiliza a construção das rotas ótimas, visto que muitas áreas não distribuem os funcionários em lote, mas sim aleatoriamente, dificultando a criação de uma única rota.

O estudo irá propor a distribuição unificada em janelas de tempo especificadas na estratégia a ser adotada e será utilizada também a ferramenta de roteirização *VRP spreadsheet solver*, que irá proporcionar uma melhor organização da logística de transporte do setor.

A seguir, a tabela 5 apresenta o exemplo de uma rota percorrida por um único veículo em um dado dia.

Viagens	Horário de Saída da Origem	Horário de Retorno a Origem	Distâncias percorridas em Km	Locais atendidos	Funcionários ocupantes do veículo
O/D-V1	07:35	07:45	3,4	SETOR 7 - UFJF	2 Marceneiros
O/D-V2	07:47	08:05	1,4	SETOR 2 - UFJF	1 Serralheiro
O/D-V3	08:10	09:40	13,6	SETOR 9 - CPA - MAMM	Vidraçeiro, 1 Serralheiro
D/O-V1	09:50	10:00	1,7	SETOR 7 - UFJF	2 Marceneiros
O/D-V4	10:05	10:20	6,2	SETOR 8 - UFJF	1 Marceneiro
D/O-V2	10:25	10:32	1,4	SETOR 2 - UFJF	1 Serralheiro
D/O-V4	10:35	10:50	6,2	SETOR 8 - UFJF	1 Marceneiro
D/O-V3	11:00	12:05	13,6	SETOR 9 - CPA - MAMM	Vidraçeiro, 1 Serralheiro
-	Almoço	Almoço	-	-	-
O/D-V5	13:05	14:20	18,4	SETOR 9 - Casa de Cultura - Jardim botânico	2 Marceneiros, 1 Serralheiro
O/D-V6	14:25	14:55	7,8	SETOR 10 - Colégio João XXIII	2 Serralheiros
O/D-V7	15:00	15:20	4,4	SETOR 1 - UFJF	Vidraçeiro, 1 Marceneiro
O/D-V8	15:25	15:40	6,2	SETOR 8 - UFJF	1 Marceneiro
D/O-V5,V6,V8	15:40	16:40	27,6	SETOR 9 - Casa de Cultura - Jardim botânico, SETOR 10 - Colégio João XXIII, SETOR 8 - UFJF	2 Marceneiros, 1 Serralheiro
D/O-V7	16:45	17:00	4,4	SETOR 1 - UFJF	Vidraçeiro, 1 Marceneiro

Tabela 5: Rota exemplo. Fonte: O autor.

A tabela 5 apresenta um total de quatorze viagens realizadas por um único veículo no dia. O elevado número de viagens ocorre, pois o veículo deixa o operador no ponto de demanda e imediatamente volta ao local de origem, visto que tem outros operadores aguardando para serem transportados. Ao término da execução do serviço, o operador informa ao motorista por telefone e, no momento oportuno, o motorista vai buscá-lo.

Esse modelo de transporte dos operadores demonstra algumas ineficiências, tais como: risco do operador permanecer ocioso durante um longo período da jornada de trabalho; o veículo passa por um mesmo ponto de atendimento inúmeras vezes no dia, sendo que na maioria das viagens o número de passageiros transportados é muito inferior à capacidade do veículo; à distância percorrida e o tempo em trânsito tende a ser excessivo.

A seguir, a figura 11 ilustra a rota total percorrida pelo veículo no exemplo da tabela 5.



Figura 11: Ilustração da rota exemplo. Fonte: Adaptado de Google Maps (2020); o Autor.

Analisando a figura 11, é notável o cruzamento entre as diversas viagens realizadas, fato que implica na não otimização da rota percorrida, onerando assim os custos da operação.

Com os dados dos pontos de demanda da rota exemplo, realizou-se uma simulação na ferramenta de roteirização, a qual gerou a rota conforme ilustra a figura 12.



Figura 12: rota exemplo roteirizada. Fonte: o Autor.

Ao comparar as figuras 11 e 12, observa-se que na figura 12 não existe mais o cruzamento entre as rotas, além disso, com a roteirização ocorreu uma redução de 44,5% da distância percorrida, 29,8% do tempo em trânsito e 42,2% do custo.

4.4

Política de atendimentos as demandas

O setor não possui um procedimento padrão para planejar o atendimento às demandas. Essa operação é realizada de forma individual por cada uma das gerências. Os métodos mais comuns de atendimento às demandas são: ordem de chegada da solicitação; varredura, onde a equipe se desloca até um ponto de atendimento e permanece até finalizar todas as solicitações pendentes; equipes fixas, onde a equipe total é subdividida e distribuída para cada um dos pontos de atendimento, ficando responsável por atender somente as solicitações do ponto de atendimento ao qual foi designada.

O estudo propõe a integração de todas as gerências, ou seja, utilizará um único método centralizado para planejar os atendimentos das diversas áreas, sendo esse chamado de método unificado de atendimento; serão propostas seis estratégias de atendimento e adotada a utilização da ferramenta de roteirização *VRP Spreadsheet* solver na simulação do transporte dos funcionários e materiais aos pontos de demanda.

A metodologia proposta para o planejamento dos atendimentos subdivide as unidades internas em doze macro setores e as unidades externas em sete macro setores conforme figuras 13 e 14 ilustradas a seguir.

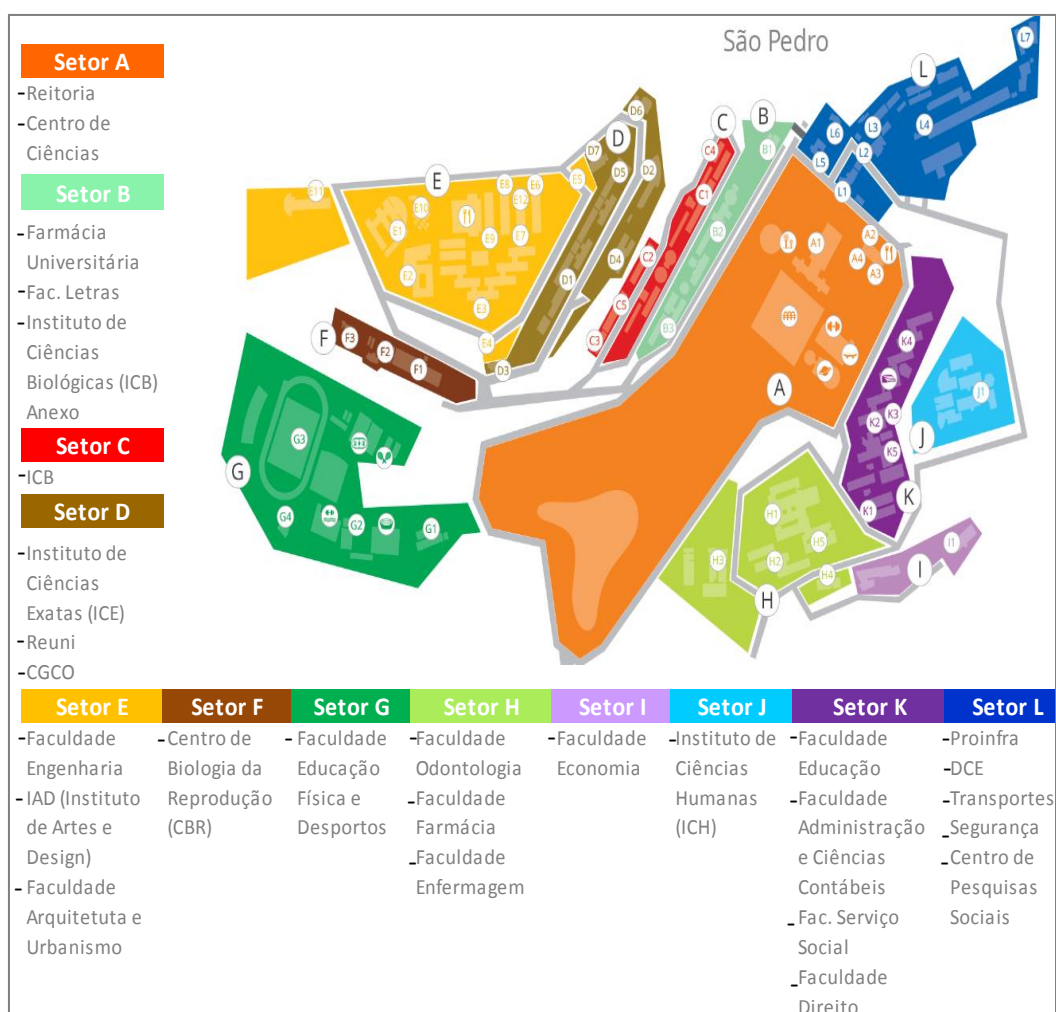
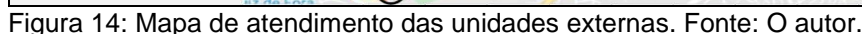


Figura 13: Mapa de atendimento das unidades internas. Fonte: O autor.



A divisão proposta acima será adotada apenas no planejamento dos atendimentos, pois como existem unidades com distâncias muito curtas entre si, é válido agrupar em macro setores, sendo assim um mesmo operador poderá, sem depender de veículo para transporte, realizar atendimento em unidades diferentes, porém próximas geograficamente, o que não provocará um desgaste no operador e tende a utilizar com mais eficiência a produção homem-hora.

4.4.1 Planilha de controle das demandas

Para se ter uma exatidão no planejamento e controle dos atendimentos às demandas, o autor elaborou uma planilha eletrônica de controle de demandas, a qual demonstra detalhadamente todos os macro setores, constando, dados como: número de controle da requisição, local, classificação do serviço, observação, data da autorização, data que a requisição foi encaminhada à empresa terceirizada, data que o serviço foi executado, quantos dias foram necessários para concluir o serviço, qual profissional executou. Além dos dados mencionados a planilha possui um quadro que resume mensalmente o número de requisições autorizadas, encaminhadas e executadas e um quadro de produtividade, o qual mostra de forma resumida o percentual de produtividade de cada um dos funcionários do setor. É importante salientar que a planilha considerou as mesmas cores que estão na configuração do *VRP Spreadsheet Solver* como forma de organização. A figura B.1 do Apêndice B, ilustra a planilha elaborada.

Além das abas detalhadas que contém dados de cada um dos macro setores de (A à S), o autor elaborou um quadro que resume o quantitativo de requisições à serem atendidas em cada unidade requisitante, cuja soma totaliza o número de requisições pendentes por setor, o que viabiliza o planejamentos das rotas. A figura B.2 do Apêndice B apresenta aba resumo.

Além do mais, para facilitar a análise de desempenho do setor, foi elaborado também um quadro conforme figura B.3 do Apêndice B que resume, men-

salmente, o total de requisições autorizadas, encaminhadas e executadas de todos os macro setores. Na mesma aba encontra-se também o quadro que resume a produtividade dos profissionais em todos os macro setores.

Diante da integração dos atendimentos às demandas, a roteirização da frota de veículos que é o foco do estudo, é essencial, visto que para que as solicitações sejam atendidas de forma ótima, o transporte em tempo hábil dos operadores para realizar os atendimentos planejados é fundamental.

Após a elaboração da planilha eletrônica de controle de demandas e um estudo detalhado das etapas do processo, foi elaborado um novo fluxograma para o processo, onde foram inseridas as etapas essenciais para a eficiência do processo. A seguir, a figura 15 apresenta o fluxograma atualizado.

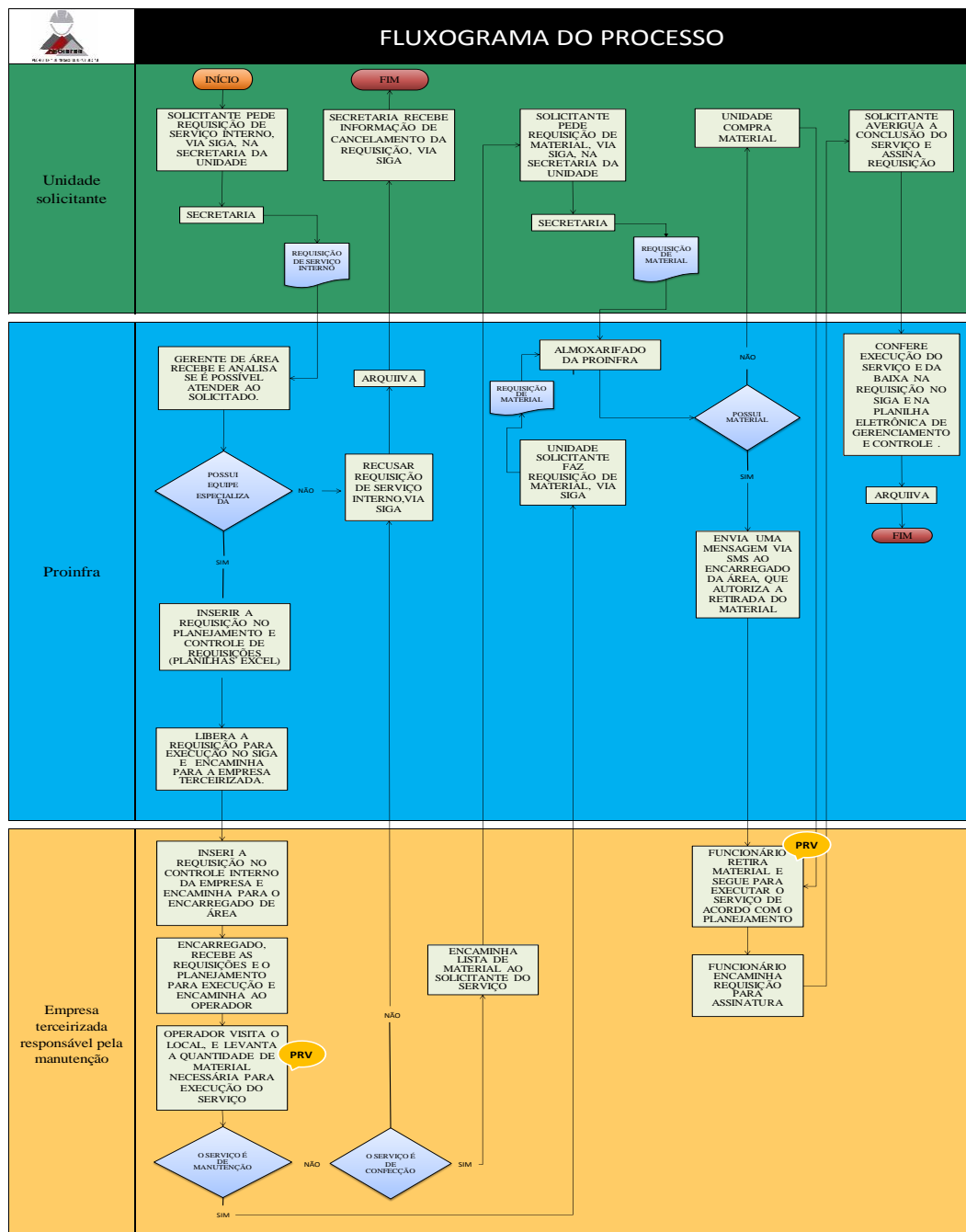


Figura 15: Fluxograma do processo atualizado. Fonte: O autor.

O fluxograma atualizado inclui as seguintes etapas no processo: inserir requisição na planilha eletrônica de controle de demandas, fazer uma análise prévia se o serviço é de manutenção ou confecção e encaminhar ao solicitante a lista de matéria prima necessária para execução dos serviços. O autor considera-se de suma importância as etapas inseridas no fluxograma, tendo em vista que para solucionar o PRV é fundamental o controle do processo.

4.5

Coleta de dados e *inputs* do modelo de roteirização proposto

Nesta seção serão apresentados os dados coletados na pesquisa de campo realizada no mês de outubro de 2019, assim como os dados de entrada do modelo de roteirização proposto.

4.5.1

Dados da aba *VRP Solver Console*

A escolha das configurações constantes na aba *VRP Solver Console* foram determinados pelo autor ao analisar os dados coletados e por parâmetros estabelecidos pelos coordenadores do setor. A seguir, a figura 16 apresenta os *inputs* e configurações da aba *VRP Solver Console*.

Sequence	Parameter	Value	Remarks
0.Optional - GIS License	Bing Maps Key		You can get a free trial key at https://www.bingmapsportal.com/
1.Locations	Number of depots	1	[1,20]
	Number of customers	51	[5,200]
2.Distances	Distance computation method	Bing Maps driving distances (km)	Recommendation: Use 'postcode, country' format for addresses
	Duration computation method	Bing Maps driving durations	
	Bing Maps route type	Fastest - Real Time Traffic	Recommendation: Use 'Fastest'
	Average vehicle speed	40	
3.Vehicles	Number of vehicle types	10	
4.Solution	Do the vehicles return to their depot(s)?	Yes - only once at the end	
	Time window type	Hard	
	Backhauls?	No	If activated, delivery locations must be visited before pickup locations
5.Optional - Visualization	Visualization background	Bing Maps	
	Location labels	Location names	
6.Solver	Warm start?	Yes	
	Show progress on the status bar?	No	
	CPU time limit (seconds)	120	Recommendation: At least 120 seconds

Figura 16: Configurações e inputs da aba *VRP Solver Console*. Fonte: O autor.

Conforme recomendado no manual de utilização da ferramenta *VRP Spreadsheet Solver*, serão utilizados os recursos de *web GIS*, sendo estes proporcionados mediante solicitação de chave de acesso no site: www.bingmapsportal.com. A seguir será detalhado cada um dos *inputs* da aba *VRP Solver Console*.

a) **Quantidade de depósitos:** A Proinfra é o único ponto de depósito, onde estão concentrados os operadores (passageiros e motoristas), materiais (carga) e os veículos.

b) **Quantidade de pontos de demanda:** Foram estabelecidos cinquenta e um pontos de demanda.

c) **Quantidade de tipos de veículos:** A frota de veículos é composta por dez diferentes tipos de veículos, sendo que a mesma possui um total de quatorze veículos.

d) **Distâncias entre os pontos de demanda:** A matriz O/D é calculada por intermédio do *web GIS* associado à estrutura de cálculo da ferramenta *VRP Spreadsheet Solver*, sendo o Km a unidade de medida adotada.

e) **Tempo de duração de viagem entre os pontos:** O tempo de condução em minutos é calculado por intermédio do *web GIS* associado à estrutura de cálculo da ferramenta *VRP Spreadsheet Solver*.

f) **Tipo de rota:** Mais rápido, com tráfego em tempo real. A escolha por essa configuração é devido à grande concentração de pontos de demanda na região central da cidade de Juiz de Fora, o que torna de suma importância a utilização do tempo real.

g) **Os veículos retornam ao depósito:** Sim, apenas uma vez ao final da rota.

h) **Tipo de janela de tempo:** *Hard*, o tratamento mais rígido ocorre, pois é fundamental que os operadores cheguem o quanto antes nos pontos de demanda.

i) **Tempo de CPU?** Como tempo de CPU, será utilizado 120 segundos, buscando obter uma melhor solução.

4.5.2

Dados da aba *Locations* – Localização dos pontos de demanda

Para uma melhor precisão e organização dos dados referentes à localização dos pontos de demanda, foi gerado um banco de dados, onde inicialmente foram levantados os endereços dos pontos de demanda das unidades externas. Na sequência, foi gerado um mapa, utilizando o *google maps*, o qual apresentou de forma precisa a localização, dispersão e coordenadas geográficas dos pontos de demanda, conforme figura 10 apresentada na seção 4.3.1.

Como as unidades internas estão situadas dentro do campus da UFJF e não possuem CEP, a obtenção da localização, dispersão e coordenadas geográficas dos pontos de demanda foi possível ao gerar um mapa no *google maps* contendo todas as unidades internas conforme figura 9 apresentada na seção 4.3.1. A marcação dos pontos no mapa se deu com um apoio de uma planta geral do campus UFJF representada na figura Anexo 2.1 do Anexo 2, na qual estão representados todos os pontos de demanda situados no campus.

Após a obtenção das coordenadas e dados no *google maps* buscando padronizar os dados de *input*, as coordenadas geográficas foram novamente obtidas no *Bing Maps*, conforme tabela D.2 do Apêndice D. Tendo em vista que é esse o GIS integrado ao *VRP Spreadsheet Solver*.

4.5.2.1

Dados da aba *Locations* – Janela de tempo

A janela de tempo para a distribuição dos operadores e materiais aos pontos de demanda foi definida pela coordenação do setor e deve ser respeitada por todas as unidades demandantes, sendo essa de segunda a sexta-feira, com intervalos de uma hora, em dois horários de ida, sendo esses de 07:30 às 08:30 e 13:00 às 14:00 e dois horários de retorno, sendo esses de 11:00 às 12:00 e 16:30 às 17:30. Quando a estratégia realizar a rota intermediária os horários de saída da Proinfra (depósito) serão 09:30 e 15:00, também com a Janela de tempo de uma hora.

4.5.2.2

Dados da aba *Locations* – tempo de parada

Através da pesquisa de campo, foi possível determinar que, em média, os veículos necessitam de três minutos para que os passageiros embarquem e desembarquem nos pontos de demanda das unidades internas. Já nos pontos de demanda das unidades externas ocorre uma variação no tempo de ponto para ponto, como observado na tabela D.3 do Apêndice D.

4.5.2.3

Dados da aba *Locations* – Demanda de operadores e materiais

Através da pesquisa de campo, foi possível determinar, para cada um dos dias pesquisados, a demanda diária de funcionários e materiais para os dias analisados, conforme tabela D.4 e D.5 do Apêndice D. A figura C.1 do Apêndice C, apresenta os dados aba *locations* para o dia 01/10/2019 na rota real do cenário X.

4.5.3

Dados da aba *Distances*

A distância e o tempo de deslocamento entre os pares de pontos do problema foram determinados utilizando o suporte do *web GIS*, disponível na ferramenta *VRP Spreadsheet Solver*, conforme apresentado na figura C.2 do Apêndice C.

4.5.4

Dados da aba *Vehicles*

O setor de manutenção conta com a disponibilidade diária de quatorze veículos de frota própria, conforme apresentado na tabela 4. Os veículos são de uso exclusivo do setor, que também conta com a disponibilidade de oito motoristas diariamente. Os veículos em sua maioria possuem adaptações com intuito de tornar possível a utilização por qualquer uma das áreas (manutenção civil, manutenção elétrica, equipamentos e refrigeração, informática, parques e jardins), fato esse que colabora na otimização da utilização da frota.

4.5.4.1

Dados da aba *Vehicles* – Tipos de veículos

São dez os tipos de veículos disponíveis na frota, o que torna a frota bastante heterogênea, com veículos de passageiros e cargas de diferentes características. A figura C.3 do Apêndice C apresenta os *inputs* da aba *vehicles*.

4.5.4.2

Dados da aba *Vehicles* – Capacidade dos veículos

A capacidade total da frota é de noventa e quatro passageiros, sendo que, por ser uma frota heterogênea, observa-se uma grande variação de capacidade entre os tipos de veículos, porém, na pesquisa de campo, observou-se a

importância dessa configuração para o modelo de roteirização proposto, visto que muitas vezes um veículo pequeno “com uma capacidade reduzida” é suficiente para atender uma determinada demanda, e em outros casos, é fundamental a disponibilidade de um veículo com uma capacidade maior.

4.5.4.3

Dados da aba *Vehicles* – Custos

Os custos fixos e variáveis de cada um dos veículos foram calculados com base na metodologia do custo padrão que utiliza os preços unitários e os índices unitários de consumo/utilização para o cálculo do custo mensal de um veículo (Guia do transportador, 2020). A tabela D.6 do Apêndice D apresenta os custos individuais dos veículos que compõem a frota.

4.5.4.4

Dados da aba *Vehicles* – Multiplicador de duração

Durante a pesquisa de campo não foram observadas a necessidade de utilização desse parâmetro, visto que não existiam distorções nos valores encontrados para os veículos.

4.5.4.5

Dados da aba *Vehicles* – Limite de distância

No modelo de roteirização proposto, limitou-se em 50 km a distância a ser percorrida nas rotas. O limite imposto é devido à janela de tempo definida, o que torna inviável um veículo percorrer mais que o limite de 50 km/rota.

4.6

Tratamento dos dados e aplicação no *VRP Spreadsheet Solver*

Entre os dias 01 e 31 de outubro 2019 foram efetuadas as pesquisas de campo para coleta dos dados referentes ao cenário atual realizado diariamente pela frota de veículos do setor. Para cada um dos veículos foram coletados os seguintes dados em cada uma das viagens realizadas: local de origem e destino, horário de saída da origem, horário de chegada ao destino, quilômetro de início e fim da viagem, tempo de parada para embarque e desembarque dos funcionários, número de funcionários transportados por viagem e número de funcionários transportados uma única vez ao dia por local. Os dados foram obtidos por diário de viagens dos motoristas e por formulário fornecido pelo autor, na sequência os dados foram tratados e armazenados em excel conforme tabela D.7 do Apêndice D.

Após o tratamento e armazenamento dos dados, foram realizados os cálculos diários buscando os seguintes indicadores para cada um dos dias analisados: custo dos veículos, distância total percorrida, total de horas em trânsito e número de veículos utilizados.

Com a obtenção dos indicadores referentes ao cenário real para cada um dos dias analisados e de posse dos parâmetros necessários para aplicação na ferramenta de roteirização *VRP Spreadsheet Solver*, foram estabelecidos três cenários, o cenário real e os cenários roteirizados X e Y, que foram elaborados com base no método unificado de atendimento, o qual estabelece que um mes-

mo operador deva permanecer em um mesmo ponto de demanda por no mínimo um turno de trabalho.

Ao longo desta seção se considera rotas como um serviço de atendimento aos pontos de demanda. Nas rotas pertencentes aos cenários roteirizados X e Y será realizada a roteirização otimizada utilizando o *VRP Spreadsheet Solver* e ela será repetidas tantas vezes quanto definido nas estratégias de cada um dos cenários descritas a seguir:

a) **Cenário real:** refere-se à realidade encontrada em cada um dos dias da pesquisa.

b) **Cenário X:** refere-se à aplicação do modelo de roteirização atendendo aos pontos de demanda estabelecidos em cada um dos dias analisados, porém além dos parâmetros exigidos no modelo foram estabelecidas as janelas de tempo para o transporte ao contrário do que ocorre hoje quando os veículos são liberados sem uma programação. Conforme observado no cenário real. Como no cenário X foi aplicado o método unificado de atendimento setorial foram construídas três possíveis estratégias para atendimento as demandas. As estratégias estão expressas em X_1 , X_2 e X_3 onde as mesmas diferem somente no número de vezes que as rotas serão realizadas diariamente. A tabela 6 ilustra mais claramente este conceito.

Para o cenário X foram elaboradas quatro rotas sendo elas:

I. **Rota real – Unidades internas e Unidades Externas:** refere-se à rota construída com base nos pontos de demanda do cenário real, visto que utiliza como *inputs* os *visit points* e o *delivery amount* de cada um dos dias analisados no cenário real. Os horários de partida da Proinfra para a estratégia X_1 foram definidos em: 07:30, 11:00, 13:00 e 16:30. Já na estratégia X_2 e X_3 , os horários são 07:30 e 16:30.

II. **Rota intermediária – Unidades internas:** refere-se à rota criada para atender as unidades internas em horários intermediários, tendo em vista que mesmo adotando o método unificado de atendimento, podem existir situações em que o operador terminará os serviços antes do horário previsto. Portanto a rota foi elaborada para minimizar a ociosidade dos operadores. Em consenso com os coordenadores do setor de manutenção ficou estabelecido que essas rotas ocorram no máximo em dois horários sendo iniciadas: 09:30 e 15:00. Lembrando que a rota irá percorrer todas as unidades internas. Os horários de partida da Proinfra para as estratégias X_1 e X_2 foram definidos em: 09:30 e 15:00.

III. **Rota carga – Unidades internas:** refere-se à rota criada para transporte de materiais, máquinas e equipamentos aos pontos de demanda das unidades internas. Os horários de partida da Proinfra foram definidos em: 07:30 e 13:00.

IV. **Rota carga – Unidades externas:** refere-se à rota criada para transporte de materiais, máquinas e equipamentos aos pontos de demanda das unidades externas. A tabela 6 apresenta, resumidamente, os dados do cenário X. Os horários de partida da Proinfra foram definidos em: 07:30 e 13:00.

		Característica	Rotas	Rota percorrida / dia
Cenário X	X1	Aplicou-se o modelo de roteirização, usando como base os pontos de demanda obtidos no cenário real para cada dia analisado.	Rota real - Unidades Internas e externas	4
			Intermediária - Unidades Internas	2
			Carga - Unidades Internas	2
			Carga - Unidades Externas	2
	X2		Rota real - Unidades Internas e externas	2
			Intermediária - Unidades Internas	2
			Carga - Unidades Internas	1
			Carga - Unidades Externas	1
	X3		Rota real - Unidades Internas e externas	2
			Intermediária - Unidades Internas	0
			Carga - Unidades Internas	1
			Carga - Unidades Externas	1

Tabela 6: Resumo cenário X. Fonte: O autor.

a) **Cenário Y:** refere-se à aplicação do modelo de roteirização atendendo aos pontos de demanda, porém as rotas foram agrupadas considerando a proximidade entre os pontos de demanda e, para as rotas das unidades internas, foram utilizados os veículos com maior capacidade, visando assim evitar que vários veículos sejam designados a pontos de demandas próximos. Neste cenário as unidades externas serão atendidas três dias da semana: segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira. O cenário Y apresenta também três estratégias para atendimento às demandas, Y_1 , Y_2 e Y_3 , as quais também divergem no número de vezes que a rota será realizada diariamente. A tabela 7 resume as estratégias descritas. O número de veículos utilizados tende a reduzir no cenário Y em relação ao cenário X. Com a diminuição do número de veículos utilizados diariamente, decidiu-se propor o aumento do número de vezes que as rotas serão percorridas nas estratégias de Y em relação ao proposto no cenário X, visando uma maior eficiência no transporte dos funcionários e materiais aos pontos de demanda.

Para o cenário Y foram elaboradas quatro rotas, quais sejam:

I. **Rota – Unidades internas (segunda a sexta - feira):** refere-se à rota construída para percorrer os pontos de demanda das unidades internas de segunda a sexta- feira em janelas de tempo definidas. Os horários de partida da Proinfra para a estratégia Y_1 foram definidos em: 07:30, 09:30, 11:00, 13:00, 15:00 e 16:30. Na estratégia Y_2 , assim ficou disposto: 07:30, 09:30, 11:00, 13:00, e 16:30. Já na Y_3 os horários são 07:30, 11:00, 13:00 e 16:30.

II. **Rota – Unidades externas (segunda, quarta e sexta - feira):** refere-se à rota criada para atender as unidades externas. O atendimento será de somente três vezes na semana buscando otimizar o número de atendimentos em um mesmo dia, tendo em vista que no cenário real os veículos se deslocam mais de uma vez ao dia para um mesmo ponto de demanda para que os operadores realizem serviços em um curtos espaços de tempo. Isso não é tido como eficiente de acordo com o apontado pelos indicadores, pois onera os custos com transporte e não otimiza a hora/homem do operador, visto que ele permanece em trânsito durante grande parte do dia. Os horários de partida da Proinfra para a estratégia Y_1 foram definidos em: 07:30, 11:00, 13:00 e 16:30; estratégia Y_2 determinou-se 07:30 e 16:30; e Y_3 , os horários são 07:30 e 16:30.

III. **Rota carga – Unidades internas (segunda a sexta - feira):** refere-se à rota criada para transporte de materiais, máquinas e equipamentos aos pontos de demanda das unidades internas. Os horários de partida da Proinfra para as estratégias Y_1 e Y_2 foram definidos em: 07:30 e 13:00 e Y_3 somente o horário de 07:30.

IV. **Rota carga – Unidades externas (segunda, quarta e sexta - feira):** refere-se à rota criada para transporte de materiais, máquinas e equipamentos aos pontos de demanda das unidades externas. Os horários de partida da Proinfra para as estratégias Y_1 foi definido em: 07:30 e 13:00, já Y_2 e Y_3 somente o horário de 07:30. A tabela 7 apresenta, resumidamente, os dados do cenário Y.

		Característica	Rotas	Rota percorrida / dia
Cenário Y	Y1	Aplicou-se o modelo de roteirização, usando um novo modelo de atendimento às demandas proposto pelo pesquisador em concomitância com o estabelecido pelos coordenadores do setor, o qual estabele somente três dia da semana para atendimento às unidades externas	Unidades Internas (segunda a sexta - feira)	6
			Unidades externas (seg; qua e sexta - feira)	4
			Carga - Unidades Internas (segunda a sexta - feira)	2
			Carga - Unidades Externas (seg; qua e sexta - feira)	2
	Y2		Unidades Internas (segunda a sexta - feira)	5
			Unidades externas (seg; qua e sexta - feira)	2
			Carga - Unidades Internas (segunda a sexta - feira)	2
			Carga - Unidades Externas (seg; qua e sexta - feira)	1
	Y3		Unidades Internas (segunda a sexta - feira)	4
			Unidades externas (seg; qua e sexta - feira)	2
			Carga - Unidades Internas (segunda a sexta - feira)	1
			Carga - Unidades Externas (seg; qua e sexta - feira)	1

Tabela 7: Resumo cenário Y. Fonte: O autor.

Os cenários foram propostos atendendo às recomendações do autor ao analisar os indicadores - custos dos veículos, distância percorrida, tempo em trânsito e número de veículos utilizados – do cenário atual em concomitância com as regras estabelecidas pela Coordenação de Manutenção da Proinfra, objetivando organizar rotas suficientes para atender as demandas diárias do setor com uma redução no valor dos indicadores analisados.

5 Resultado e discussões

Neste capítulo serão apresentados os resultados referentes ao Cenário real e os resultados obtidos com a roteirização, para os cenários elaborados X e Y.

5.1 Indicadores analisados

Para comparar as diferentes estratégias entre si e com o cenário real são utilizados os seguintes indicadores.

- **Custos dos veículos** correspondentes à soma dos custos fixos e variáveis dos veículos da frota para cada dia analisado;
- **Distância percorrida** representa a soma das distâncias percorridas pelos veículos utilizados em cada dia analisado;
- **Tempo em trânsito** representa a soma dos tempos em trânsito dos veículos utilizados em cada dia analisado;
- **Número de veículos utilizados** refere-se à soma dos veículos que realizaram no mínimo uma viagem em cada dia analisado.

5.1.1 Custos dos veículos

A tabela 8 apresenta os resultados obtidos para os cenários em cada dia analisado, onde observa-se que ocorre expressivas variações no custo.

Data	CUSTOS DOS VEÍCULOS (R\$)						
	Cenário real	Cenário X			Cenário Y		
		X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
01/10/2019	3603,54	2742,5	1447,62	1284,88	901,78	808,53	544,14
03/10/2019	2532,69	3016,78	1584,76	1422,02	901,78	808,53	544,14
04/10/2019	3006,38	3151,06	1651,9	1489,16	3098,98	1907,09	1642,74
07/10/2019	3136,18	2472,58	1312,66	1149,92	3098,98	1907,09	1642,74
08/10/2019	3100,87	2380,46	1266,6	1103,86	901,78	808,53	544,14
09/10/2019	3835,77	2902,42	1527,58	1364,84	3098,98	1907,09	1642,74
10/10/2019	3993,85	2339,9	1246,32	1083,58	901,78	808,53	544,14
11/10/2019	2913,62	2348,66	1250,7	1087,96	3098,98	1907,09	1642,74
14/10/2019	4208,59	2497,86	1325,3	1162,56	3098,98	1907,09	1642,74
15/10/2019	4032,08	3319,62	1736,18	1573,44	901,78	808,53	544,14
16/10/2019	3945,11	3280,66	1716,7	1553,96	3098,98	1907,09	1642,74
17/10/2019	3985,67	3006,7	1579,72	1416,98	901,78	808,53	544,14
18/10/2019	4287,47	2490,62	1321,68	1158,94	3098,98	1907,09	1642,74
21/10/2019	3105,82	3020,78	1586,76	1424,02	3098,98	1907,09	1642,74
22/10/2019	3236,8	2560,94	1356,84	1194,1	901,78	808,53	544,14
23/10/2019	3314,06	3212,34	1682,54	1519,8	3098,98	1907,09	1642,74
24/10/2019	3732,86	3221,34	1687,04	1524,3	901,78	808,53	544,14
25/10/2019	2983,35	3266,34	1709,54	1546,8	3098,98	1907,09	1642,74
28/10/2019	2435,59	2162,62	1157,68	994,94	3098,98	1907,09	1642,74
29/10/2019	3009,04	2958,26	1555,5	1392,76	901,78	808,53	544,14
30/10/2019	3203,49	2349,02	1250,88	1088,14	3098,98	1907,09	1642,74
31/10/2019	2968,69	2553,06	1352,9	1190,16	901,78	808,53	544,14
Total mensal	74571,52	61254,52	32307,40	28727,12	46205,56	30970,38	25154,28

Tabela 8: Custos dos veículos. Fonte: O autor.

Os custos destacados em vermelho correspondem aos maiores custos entre os resultados obtidos para cada dia. Dos dias analisados, em 77,27% os maiores custos foram apresentados pelo cenário real, 13,64% estratégia X1 e 9,09% solução Y1.

O custo médio dos dias analisados para as estratégias de maiores custos foi de R\$ 3.389,61 para o cenário real, R\$ 2.784,30 em X1 e R\$ 2.100,25 em Y1.

Vale destacar que X1 e Y1 são as estratégias “pessimistas” para os respectivos cenários X e Y, enquanto X2 e Y2 são “realistas” e X3 e Y3 correspondem às “otimistas”. Portanto ao analisar a tabela 8 observa-se uma redução gradual dos custos das estratégias destacadas, conforme observado na figura 17 a seguir.

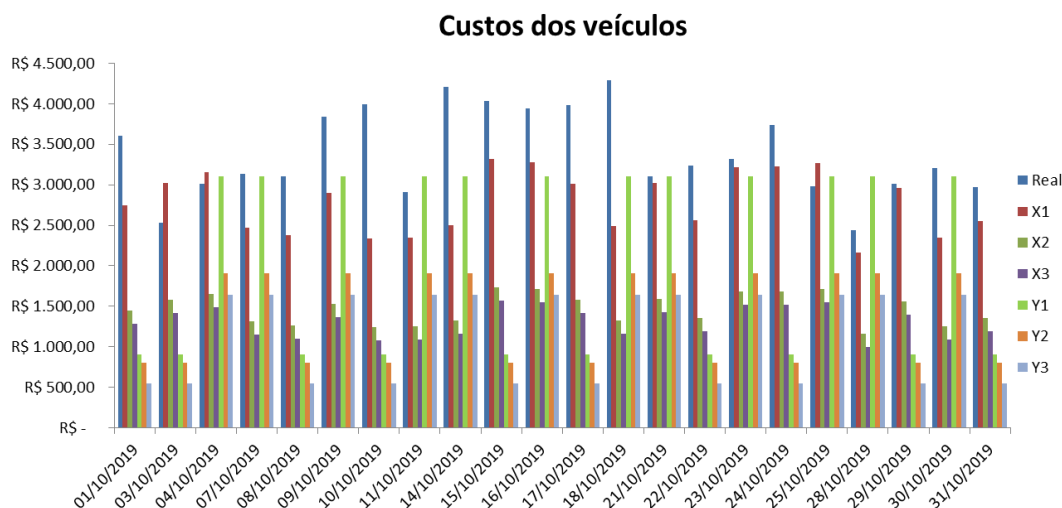


Figura 17: Custos dos veículos Fonte: O autor.

Ao comparar a soma dos custos diários, os resultados obtidos nas seguintes comparações: cenário X e Y ao cenário real, e cenário Y ao cenário X, foram:

Redução X,Y comparado ao cenário real (%)						Redução Y1, Y2,Y3 comparado a X1, X2 e X3 (%)		
X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y1	Y2	Y3
17,86%	56,68%	61,48%	38,04%	58,47%	66,27%	24,57%	4,14%	12,44%

Tabela 9: Comparação – Redução de custos dos veículos. Fonte: O autor.

A redução dos custos dos cenários elaborados em comparação ao cenário real foi expressiva, conforme apresentado na tabela 9. A maior redução foi de 66,27% na estratégia Y3. Ao comparar as estratégias dos cenários propostos, têm-se uma redução de Y em relação a X, sendo nas estratégias “realistas” de 4,14%, já nas estratégias “pessimistas” e “otimistas” as reduções foram mais expressivas sendo respectivamente de 24,57% e 12,44%. Portanto, o cenário Y se mostrou mais lucrativo em relação aos resultados encontrados nos cenários real e X.

As reduções mencionadas ocorreram devido à utilização da ferramenta de roteirização *VRP Spreadsheet Solver* em concomitância com a reorganização no modelo de atendimento as demandas, recomendações do autor e regras estabelecidas pelos coordenadores do setor. É importante destacar que no cenário real não se utiliza da roteirização dos veículos para atendimento as demandas. Nesse cenário, as demandas são atendidas aleatoriamente conforme dados da tabela D.7 do Apêndice D., onde os veículos transportam passageiros ou materi-

ais(carga) para um ponto de demanda e em seguida retornam a origem, sendo que a capacidade dos veículos não é utilizada de forma ótima, fatores esses que contribuem para aumento dos custos.

Vale salientar que a utilização dos veículos nos cenários X e Y respeitaram as janelas de tempo estabelecidas, ou seja, os motoristas não ficaram disponíveis durante todo o dia, como observado no cenário real, mas sim nos horários determinados nas janelas de tempo. Portanto, nos intervalos das janelas de tempo de atendimento, os motoristas ficaram à disposição do setor de transporte para atendimento das diversas operações diárias desempenhadas pelo setor. Sendo assim, a matriz orçamentária da Proinfra irá custear somente as horas que o profissional estiver atendendo ao setor de manutenção.

5.1.2 Distância percorrida

A distância percorrida em cada dia analisado, para cada um dos cenários, estão expressas na tabela 10 apresentada a seguir.

Data	DISTÂNCIA PERCORRIDA (Km)						
	Cenário real	Cenário X			Cenário Y		
		X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
01/10/2019	537	486,38	256,2	230,18	134,3	121,29	80,16
03/10/2019	292	577,42	301,72	275,7	134,3	121,29	80,16
04/10/2019	403	607,26	316,64	290,62	617,66	362,97	321,84
07/10/2019	426	432,74	229,38	203,36	617,66	362,97	321,84
08/10/2019	416	439,26	232,64	206,62	134,3	121,29	80,16
09/10/2019	583	592,18	309,1	283,08	617,66	362,97	321,84
10/10/2019	616	423,74	224,88	198,86	134,3	121,29	80,16
11/10/2019	345	415,06	220,54	194,52	617,66	362,97	321,84
14/10/2019	663	440,58	233,3	207,28	617,66	362,97	321,84
15/10/2019	631	662,38	344,2	318,18	134,3	121,29	80,16
16/10/2019	605	661,1	343,56	317,54	617,66	362,97	321,84
17/10/2019	621	442,42	234,22	208,2	134,3	121,29	80,16
18/10/2019	688	429,54	227,78	201,76	617,66	362,97	321,84
21/10/2019	431	627,14	326,58	300,56	617,66	362,97	321,84
22/10/2019	467	450,38	238,2	212,18	134,3	121,29	80,16
23/10/2019	480	646,98	336,5	310,48	617,66	362,97	321,84
24/10/2019	583	649,18	337,6	311,58	134,3	121,29	80,16
25/10/2019	409	596,02	311,02	285	617,66	362,97	321,84
28/10/2019	231	396,02	211,02	185	617,66	362,97	321,84
29/10/2019	403	541,46	283,74	257,72	134,3	121,29	80,16
30/10/2019	465	414,34	220,18	194,16	617,66	362,97	321,84
31/10/2019	409	465,5	245,76	219,74	134,3	121,29	80,16
Total mensal	10704	11397,08	5984,76	5412,32	8754,92	5568,54	4663,68

Tabela 10: Distância percorrida. Fonte: O autor.

Os resultados destacados em vermelho correspondem à maior distância percorrida no dia analisado, onde em 40,91% deles, as maiores distâncias foram observadas na solução X₁, 31,82% na solução Y₁ e 27,27% no cenário real.

Ao comparar a soma das distâncias percorridas dos dias analisados, os resultados obtidos nas seguintes comparações: cenário X e Y ao cenário real, e cenário Y ao cenário X, foram:

Redução X,Y comparado ao cenário real (%)						Redução Y ₁ , Y ₂ , Y ₃ comparado a X ₁ , X ₂ e X ₃ (%)		
X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
-6,47%	44,09%	49,44%	18,21%	47,98%	56,43%	23,18%	6,95%	13,82%

Tabela 11: Comparação – Redução da distância percorrida. Fonte: O autor.

A redução do indicador ocorreu de forma significativa ao comparar os resultados das estratégias dos cenários X e Y com os resultados do cenário real, porém, na estratégia X1, ocorreu um aumento da distância percorrida em relação ao cenário real. Vale ressaltar que X1 foi considerada como “pessimista” pelo autor e pelos coordenadores do setor, visto que nela define-se um maior número de vezes em que são percorridas as rotas estabelecidas, o que colabora para esse aumento da distância.

Comparando-se as estratégias Y1, Y2 e Y3, com X1, X2 e X3, observou-se uma redução das estratégias de Y em relação a X, onde a maior redução foi de 23,18% na estratégia Y1.

A figura 18 mostra que as maiores distâncias percorridas nos dias analisados pertencem às estratégias X1, Y1 e cenário real.

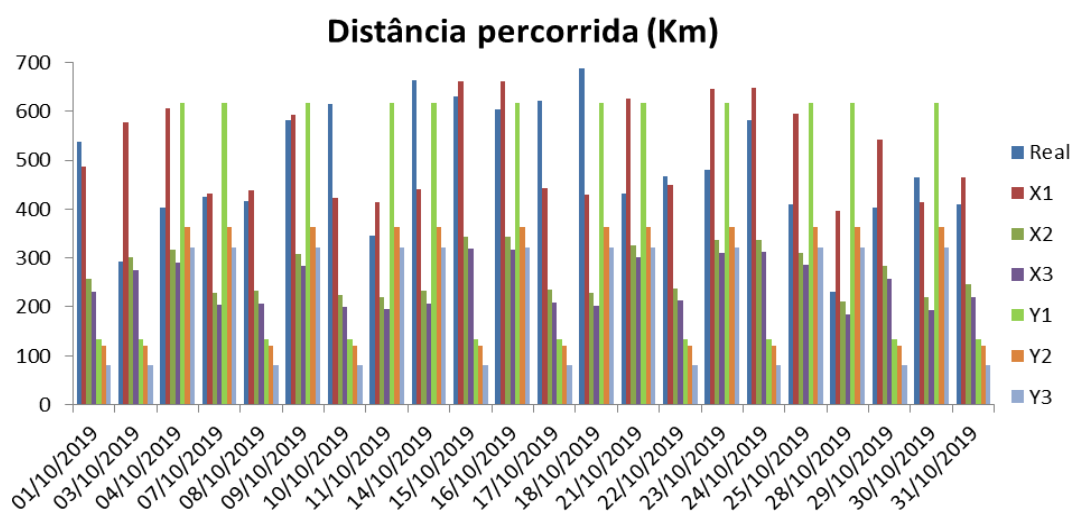


Figura 18: Distância percorrida Fonte: O autor.

Nas estratégias X1, X2 e X3 assim como Y1, Y2 e Y3, as distâncias reduzem gradualmente conforme representado na figura 18, tendo as menores distâncias percorridas X3 e Y3 para cada um dos cenários X e Y. É importante destacar que as estratégias mencionadas possuem também um menor número de vezes que as rotas são percorridas diariamente, e representam soluções “otimistas” na visão do autor e dos coordenadores do setor.

É importante ressaltar que os cenários X e Y foram elaborados em um formato desfavorável, onde o cenário X baseou-se nos pontos de demanda do cenário real e o cenário Y visita todos os pontos independente da demanda. Como os cenários X e Y ao serem aplicados terão as demandas planejadas pelo método unificado de atendimento, é provável que o número de pontos de demanda a serem atendidos diariamente seja reduzido, o que tende a reduzir substancialmente a distância percorrida dos cenários elaborados.

5.1.3

Tempo em trânsito

A tabela 12 apresenta os resultados do indicador para os cenários em cada dia analisado, a redução do tempo em trânsito é crucial para o aumento no número de atendimentos às demandas.

Data	TEMPO EM TRÂNSITO						
	Cenário real	Cenário X			Cenário Y		
		X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
01/10/2019	25:37	29:28	15:02	12:58	8:00	7:12	4:48
03/10/2019	11:05	30:25	15:31	13:27	8:00	7:12	4:48
04/10/2019	19:39	31:44	16:06	14:02	28:16	17:20	14:56
07/10/2019	20:52	26:41	13:41	11:37	28:16	17:20	14:56
08/10/2019	22:17	27:09	13:55	11:51	8:00	7:12	4:48
09/10/2019	25:56	30:20	15:32	13:28	28:16	17:20	14:56
10/10/2019	28:42	26:08	13:30	11:26	8:00	7:12	4:48
11/10/2019	17:09	24:23	12:47	10:43	28:16	17:20	14:56
14/10/2019	32:11	28:08	14:22	12:18	28:16	17:20	14:56
15/10/2019	29:16	33:31	17:11	15:07	8:00	7:12	4:48
16/10/2019	27:43	34:36	17:44	15:40	28:16	17:20	14:56
17/10/2019	26:45	32:16	16:30	14:26	8:00	7:12	4:48
18/10/2019	32:49	26:23	13:35	11:31	28:16	17:20	14:56
21/10/2019	24:17	31:24	16:10	14:06	28:16	17:20	14:56
22/10/2019	25:25	27:48	14:18	12:14	8:00	7:12	4:48
23/10/2019	21:47	33:57	17:19	15:15	28:16	17:20	14:56
24/10/2019	29:31	34:36	17:36	15:32	8:00	7:12	4:48
25/10/2019	19:44	30:43	15:41	13:37	28:16	17:20	14:56
28/10/2019	14:40	22:55	12:11	10:07	28:16	17:20	14:56
29/10/2019	19:27	33:05	16:47	14:43	8:00	7:12	4:48
30/10/2019	22:44	24:01	12:37	10:33	28:16	17:20	14:56
31/10/2019	21:20	27:57	14:21	12:17	8:00	7:12	4:48
Total mensal	518:56	647:38	332:26	286:58	419:12	280:00	227:12

Tabela 12: Tempo em trânsito Fonte: O autor.

Os resultados apresentados mostram que em 68,18% dos dias analisados a solução X₁ possui maior tempo em trânsito, 18,18% a solução Y₁ e 13,64% o cenário real. Conforme já mencionado anteriormente as estratégias X₁ e Y₁ são vistas como “pessimistas” pelo autor e coordenadores do setor, portanto espera-se que essas não venham a ser utilizadas.

Na solução X₁ o tempo em trânsito médio dos dias analisados é 29 horas e 26 minutos, para o cenário real e estratégia Y₁ tem-se respectivamente 23 horas e 35 minutos e 19 horas e 3 minutos, para as demais estratégias ocorrem uma expressiva redução em relação ao cenário real e estratégias X₁ e Y₁ conforme apresentado na figura 19.

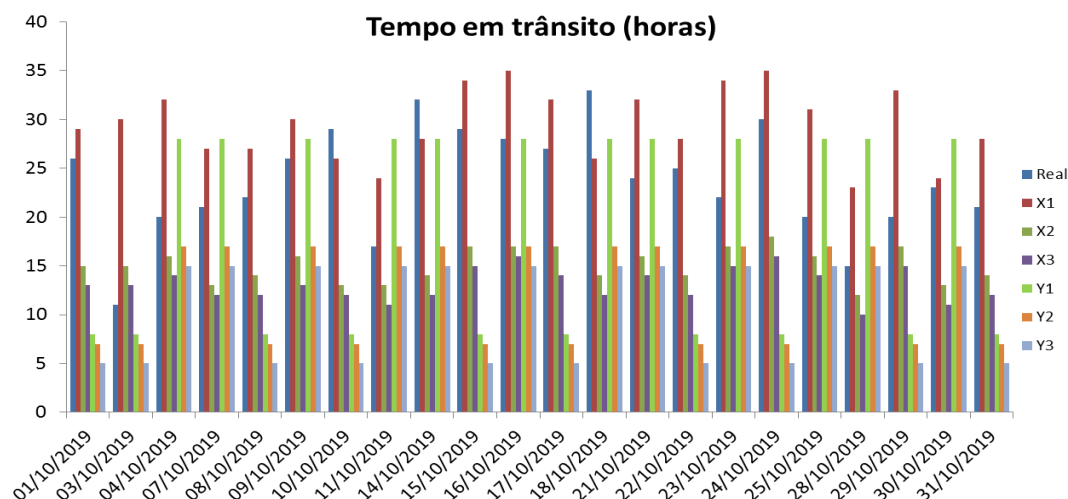


Figura 19: Tempo em trânsito Fonte: O Autor.

O tempo em trânsito é um indicador fundamental para avaliar o desempenho do setor, pois não é interessante que os operadores permaneçam em trânsito por longos períodos, motivo esse que para elaboração dos cenários foram estabelecidos pelo autor e coordenadores do setor uma janela de tempo de uma hora para cada rota a ser realizada, sendo que é exigido que o veículo re-

torne a origem (Proinfra) ainda dentro dessa janela, ou seja, em menos de uma hora todos os operadores já estarão nos pontos de demanda.

Os cenários roteirizados X e Y nas estratégias X₂, X₃, Y₂ e Y₃ apresentaram expressivas reduções do indicador, conforme observado na figura 19, sendo 54,93% a maior redução em relação ao cenário real encontrada na solução Y₃, quando analisado a soma de todos os dias.

No cenário Y em que as unidades externas passaram a ser atendidas às segundas, quartas e sextas-feiras, e não mais de segunda a sexta-feira, foram apresentadas elevadas reduções no tempo em trânsito comparando-se ao cenário real, sendo a maior redução da ordem de 83,74% no dia 24/10. Esse comportamento era esperado, visto que as unidades externas localizadas na região central são responsáveis pelo aumento significativo do indicador, devido ao trânsito mais lento e aos congestionamentos.

5.1.4

Número de veículos utilizados

Otimizar a utilização dos veículos é preponderante para a redução do número de veículos da frota em uso e também para a redução dos demais indicadores analisados, a tabela 13 apresenta os resultados do indicador para cada cenário em cada dia analisado.

Data	NÚMERO DE VEÍCULOS UTILIZADOS						
	Cenário real	Cenário X			Cenário Y		
		X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
01/10/2019	10	10	10	10	11	11	11
03/10/2019	5	10	10	10	7	7	7
04/10/2019	8	10	10	10	11	11	11
07/10/2019	10	9	9	9	11	11	11
08/10/2019	10	8	8	8	7	7	7
09/10/2019	12	9	9	9	11	11	11
10/10/2019	12	8	8	8	7	7	7
11/10/2019	12	8	8	8	11	11	11
14/10/2019	12	9	9	9	11	11	11
15/10/2019	12	10	10	10	7	7	7
16/10/2019	12	10	10	10	11	11	11
17/10/2019	12	10	10	10	7	7	7
18/10/2019	12	9	9	9	11	11	11
21/10/2019	10	9	9	9	11	11	11
22/10/2019	9	8	8	8	7	7	7
23/10/2019	7	10	10	10	11	11	11
24/10/2019	9	10	10	10	7	7	7
25/10/2019	9	10	10	10	11	11	11
28/10/2019	7	7	7	7	11	11	11
29/10/2019	6	10	10	10	7	7	7
30/10/2019	8	8	8	8	11	11	11
31/10/2019	8	9	9	9	7	7	7
Total mensal	212	201	201	201	206	206	206

Tabela 13: Número de veículos utilizados Fonte: O autor.

De acordo com a tabela em que os resultados destacados em vermelho correspondem ao de maior utilização dos veículos no dia analisado, 45,45% dos dias o cenário real prevaleceu, seguido de 36,37% do cenário Y e 18,18% do cenário X.

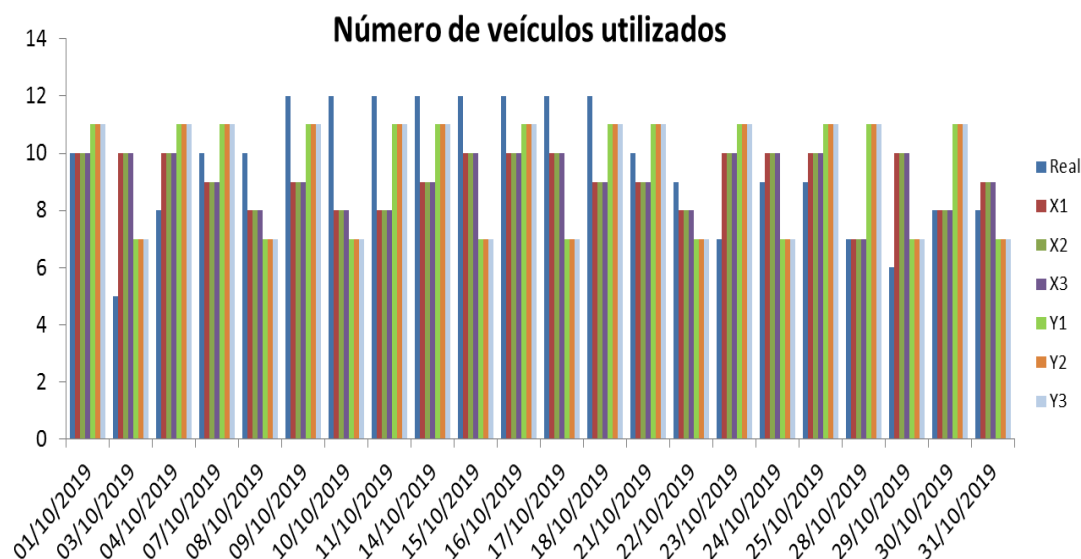


Figura 20: Número de veículos utilizados Fonte: O autor.

Analisando, exclusivamente, o número de veículos, não foi possível observar reduções expressivas do indicador conforme apresentado na figura 20. Inclusive, há dias em que o cenário real utilizou 50% menos o número de veículos utilizados nos cenários X e Y, porém como a frota de veículos é heterogênea, o que mudou foram os tipos de veículos utilizados, onde nos cenários roteirizados os veículos passaram a ser utilizados de forma ótima e não mais de forma aleatória como no cenário real. Além do mais os veículos foram utilizados menos vezes durante o dia, devido à imposição das janelas de tempo.

5.2

Análise de desempenho no *VRP Spreadsheet Solver*

Nesta seção será apresentado o desempenho do Solver ao variar o tempo de processamento e o número de experimentos para as estratégias X2 e Y2 (realistas). Foram realizados cinco experimentos para cada um dos seguintes tempos de processamento da ferramenta: 60 segundos, 120 segundos, 10 minutos e 15 minutos, conforme tabelas de E1 a E8 do Apêndice E.

5.2.1

Número de experimentos

Ao realizar os cinco experimentos para cada um dos tempos na estratégia X2, foram identificadas pequenas variações dos resultados obtidos. Para 60 segundos foi encontrado no total mensal uma média nos cinco experimentos de R\$ 32.192,66 com um desvio padrão de apenas R\$ 57,50 e para 120 segundos uma média de R\$ 32.187,17 com desvio padrão de apenas R\$ 60,13 (tabelas E1 e E2 do Apêndice E). Já para os tempos de 10 minutos e 15 minutos os resultados dos cinco experimentos foram idênticos. Portando o desvio padrão foi de 0 (tabelas E3 e E4 do Apêndice E).

A estratégia Y2 apresentou para 60 segundos e 120 segundos uma média do total mensal de R\$ 30.889,93 com um desvio padrão de apenas R\$ 40,23 nos cinco experimentos realizados (tabelas E5 e E6 do Apêndice E). Para os

tempos de 10 minutos e 15 minutos os resultados dos experimentos foram idênticos. Portanto o desvio padrão foi de 0 (tabelas E7 e E8 do Apêndice E).

5.2.2

Tempo de processamento

Para o problema estudado, verificou-se que as melhores soluções são obtidas já nos menores tempos de processamento. Foram realizados experimentos para 60 segundos, 120 segundos, 10 minutos e 15 minutos, onde com 60 e 120 segundos não foi obtido sempre o melhor resultado no primeiro experimento, mas sim um valor bem próximo a esse (tabelas E1, E2, E5 e E6 do Apêndice E). Já com 10 minutos e 15 minutos os melhores resultados são encontrados no primeiro experimento (tabelas E3, E4, E7 e E8 do Apêndice E).

Com os melhores resultados obtidos nos experimentos houve uma redução insignificante no custo total mensal das estratégias em relação ao já identificado, sendo em X2 de 0,47%, totalizando uma economia de R\$ 151,21 e em Y2 a redução de 0,32% impactando em R\$ 100,56.

Observa-se então que, para o problema estudado, os resultados do solver mostraram-se bastante estáveis e confiáveis.

6 Conclusão

A integração de uma ferramenta para roteirização de veículos no processo de atendimento às demandas de manutenção advindas das unidades internas e externas da UFJF é fundamental para reduzir indicadores relacionados ao transporte dos operadores e materiais, visto que, atualmente, não se utiliza nenhum método de roteirização. O planejamento do transporte dos operadores e materiais é realizado pelos encarregados de área, com base nas demandas a serem atendidas. Como as demandas são distintas para cada encarregado, eles fazem a divisão dos veículos da frota, ficando cada veículo atrelado a uma área em específico.

O desafio da logística tornou-se ainda maior, pois os operadores atendem diferentes pontos de demanda (unidades) durante o turno de trabalho, e geralmente após atender um ponto de demanda retornam à Proinfra (origem) para, na sequência, serem designados a um novo ponto, o que ocasiona um uso incessante dos veículos.

Deste modo, a fim de atender aos objetivos propostos neste estudo, fez-se um levantamento bibliográfico amplo e atualizado sobre os problemas de roteirização de veículos (PRVs) e os temas a ele correlacionados. Também realizou-se a pesquisa de campo na Proinfra, o que propiciou a elaboração de uma nova política de atendimento a qual propôs um planejamento de atendimento às demandas e a criação de um método unificado de atendimento. Por esse método, as demandas são atendidas de forma centralizada em um único ponto de demanda e não mais em diferentes pontos durante o turno de trabalho, aplicou-se a roteirização, tendo em vista que a demanda passou a ser determinística.

A roteirização é uma importante técnica da pesquisa operacional para otimizar processos, reduzir custos de operação e melhorar a qualidade dos serviços ofertados. Para facilitar a incorporação da técnica, tendo em vista que se pretende por parte dos coordenadores do setor a implantação, adotou-se a utilização de uma ferramenta de roteirização sem um elevado grau de complexidade no manuseio. O *VRP Spreadsheet Solver* desenvolvido por Erdoğan (2017), foi a ferramenta adotada, tendo a capacidade para solucionar diversos tipos de *VRP*.

Para o *VRP* pesquisado, adotou-se um modelo com restrições de capacidade dos veículos, frota heterogênea, janela de tempo e com demanda determinística. A roteirização ocorreu após o autor coletar durante o mês de outubro de 2019 os dados reais e, na sequência, analisar os dados em concomitância com parâmetros estabelecidos pelos coordenadores do setor.

Foram analisados os indicadores: custos dos veículos, distância percorrida, tempo em trânsito e número de veículos utilizados. A base de dados reais construída e os parâmetros estabelecidos pelos coordenadores do setor permitiram elaborar os cenários roteirizados X e Y.

A modelagem da pesquisa por meio do *VRP Spreadsheet Solver* gerou resultados satisfatórios para os cenários elaborados.

Ao comparar os resultados do cenário real com os das estratégias dos cenários X e Y foram evidenciadas expressivas reduções percentuais dos indicadores analisados. Como cada um dos cenários elaborados apresentaram três estratégias, sendo essas diferenciadas pelo número de vezes que as rotas são realizadas por dia. Ao analisar o custo total dos veículos durante o mês foram

encontradas as maiores reduções em X_3 e Y_3 de 66,27% e 61,48% respectivamente. Essas estratégias foram tidas como otimistas pelo autor e coordenadores do setor, enquanto as estratégias X_1 , Y_1 e X_2 , Y_2 , foram consideradas respectivamente como pessimistas e realistas. Os demais indicadores também apresentaram reduções significativas. Além disso, podem ser observados possíveis aumentos no número de demandas atendidas e um melhor aproveitamento no uso frota de veículos disponível.

A elaboração dos cenários X e Y, com base nos dados reais da pesquisa e informações fornecidas pelos coordenadores do setor em concomitância com a implementação na ferramenta de roteirização *VRP Spreadsheet solver*, foi crucial para o sucesso no desenvolvimento da pesquisa.

A pesquisa demonstrou que os cenários propostos funcionam para solucionar o problema real em questão, comprovando assim a eficiência da metodologia. Futuras avaliações são cruciais para implantação da proposta, pois devido à pandemia do Covid-19, as atividades presenciais da instituição foram, em sua maioria, paralisadas em março/2020 e até o momento não retornaram, o que provocou uma grande queda na demanda dos serviços de manutenção.

Por meio de todas as etapas que foram realizadas neste estudo, alcançou-se os objetivos principal e específicos da pesquisa, os quais almejavam o desenvolvimento de uma metodologia para racionalização do transporte de distribuição dos funcionários e materiais do setor responsável pela manutenção das unidades internas e externas da instituição e criação de uma política de atendimento as demandas. A metodologia utilizada baseada na elaboração de uma nova política de atendimento as demandas e utilização da ferramenta de roteirização foi suficiente para calcular os principais indicadores, e identificar restrições e obstáculos do planejamento diário das rotas de atendimento às demandas, apresentando potencial para gerar soluções no sentido de reduzir, de forma expressiva, os custos da operação, além de torná-la mais organizada.

6.1

Futuras pesquisas

O estudo evidenciou a importância da utilização de ferramentas de otimização para a roteirização de veículos na instituição estudada, e também para apontar possíveis campos para futuras pesquisas, como:

- Realizar pesquisa para identificar o tempo gasto no atendimento às demandas, pois cada área de atuação possui demandas específicas e tempo de execução para cada demanda diferente, portanto é importante apontar a eficiência do indicador homem-hora dos operadores de cada uma das áreas. Com isso, a programação dos atendimentos de manutenção corretiva passa a ser realizada de forma mais eficaz, possibilitando a inclusão de manutenções preventivas e preditivas.

- Elaborar um estudo para analisar a frota de veículos, quanto à vida útil e a adequação às operações nas quais estão envolvidos. O estudo futuro é de suma importância, pois a instituição assim como diversas empresas possui uma extensa frota heterogênea de veículos onde esses executam diversas atividades diferentes. Com o estudo serão identificadas as características e restrições de cada uma dessas atividades e assim será indicado o veículo mais adequado para executar cada uma dessas. Quando a frota é composta por muitos veículos antigos, é interessante que seja realizada uma reavaliação dos mesmos, com o objetivo de apresentar a compatibilidade desses com as operações desempenhadas no dia a dia.

Referências bibliográficas

ABREU, V.B.L.; LOCK, F.N. **O controle e o gerenciamento da rotina de trabalho na busca pela qualidade em prestação de serviços**, Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/sociaisehumanas/article/view/829>. Acesso em: 10 maio 2020.

ALTINEL, İ.K.; ÖNCAN, T. A new enhancement of the Clarke and Wright savings heuristic for the capacitated vehicle routing problem. **Journal of the Operational Research Society**, 2005;56(8);954-961.

Alvarenga, G.B.; Mateus, G.R.; De Tomi, G. A genetic and set partitioning two-phase approach for the vehicle routing problem with time windows. **Computers & Operations Research**, 2007;34(6);1561-1584.

ANTP. Associação Nacional de Transportes Públicos. **Mais de metade da população vive em grupos de duas ou mais cidades, diz IBGE em 25-03-2015**. Disponível em: <http://www.antp.org.br>, Acesso em: 04 abr. 2020.

ÀVILA, F. LOPES L. **Utilização do QGIS para resolução da apostila “first step with transcad for windows”**. Laboratório de Transportes. Seção de Engenharia de Fortificação e Construção. Rio de Janeiro: IME, 2015.

BACHOK, S.; IBRAHIM, O.M.M.; PONRAHONO, Z. **Rural Public Bus Routing and Bus Stops Detecting using Global Positioning System and Geographical Information System**. United States of America: American Scientific Publishers, 2017.

BALLOU, R.H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos planejamento/ Organização e logística empresarial**. Tradução de R. Rubenich. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 532p. Reimpressão 2010.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Tradução de R. Rubenich. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 532p.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial**, Porto Alegre: Bookman, 2001.

BALLOU, R.H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2011.

BELFIORE, P.P. Scatter Search para Problemas de Roteirização de Veículos com Frota Heterogênea, Janelas de Tempo e Entregas Fracionadas. **Tese** (Doutorado – Escola Politécnica). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

BERGUE, S.T. **Gestão de pessoas em organizações públicas**. 3 ed. Rio Grande do Sul: Educus, 2010.

BODIN, L.; BERNAM, L. Routing and Scheduling of school buses by computer. **Transportation Science**, 1979:(13);113-129.

BODIN, L.; KURSH, S. A computer-assisted system for the routing and scheduling of street sweepers. **Operational Research**, 1978:26(4);525-537.

BODIN, L.D.; GOLDEN, B.; ASSAD, A.; BALL, E.M. Routing and scheduling of vehicles and crews: The state of the art. **Computers and Operations Research**, 1983:10(2).

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRUCKER, P. **The Chinese postman problem for mixed graphs**. In: **International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science**. Canadá: Springer, 1980. p. 354-366.

CAMARGO JÚNIOR, João B. de. Sistematização de projetos de implementação de outsourcing de processos logísticos. **Dissertação** (Mestrado em Administração de Empresas). Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 2010.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1998. Revisado em 2010

CARVALHO, J. C. **Logística**. Lisboa: Edições Sílabo, 2002.

CARVALHO, M.M.; PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CARVALHO, M.M.; PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CLARKE, G.; WRIGHT, J. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. **Operations Research**, 1964:12(4);568-581.

COLORNI, A.; DORIGO, M.; MANIEZZO, V. **Distributed Optimization by Ant Colonies**. Appeared In Proceedings Of Ecal91 - European Conference On Artificial Life. France: Elsevier Publishing, 1991. p. 134-142.

CORDEAU, J-F.; LAPORTE, G.; MERCIER, A. A unified tabu search heuristic for vehicle routing problems with time windows. **Journal of the Operational Research Society**, 2001:(52);928-936.

CORMEN, T.H.; LEISERSON, C.E.; RIVEST, R.L.; STEIN, C. **Introduction to algorithms, third edition**. Cambridge: The MIT Press, 2009.

COULAUD, D. **L'automoville: Ville, automoville et mode de vie**. Paris: L'Harmattan, 2010. p. 9-16.

CUNHA, C. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

CUNHA, C.B. Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais. **Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 2000:8(2);51-74.

DANTIZ, G.B., RAMSER, J.H. The truck dispatching problem. **Management science**, 1959:6(1);80-91.

DE OLIVEIRA JÚNIOR, O.B. Otimização de Horários em Instituições de Ensino Superior Através de Algoritmos Genéticos. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC, 2000.

DESAULNIERS, G.; DESROSIERS, J.; SOLOMON, M.M. **Column generation**. Canadá: Springer, 2005.

DORIGO, M.; BLUM, C. Ant colony optimization theory: A survey. **Theoretical Computer Science**, 2005:344(2-3);243-278.

DOYURAN, T; ÇATAY, B. A robust enhancement to the Clarke–Wright savings algorithm. **Journal of the Operational Research Society**, 2011:62(1);223-231.

EDMONDS, J; JOHNSON, E.L. Matching, Euler tours and the Chinese postman. **Mathematical programming**, 1973:5(1);88-124.

ENOMOTO L. DA SILVA R. **Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista**. Itajubá: UNIFEI, 2007.

ERDOGAN, G. An open source spreadsheet solver for vehicle routing problems. **Computers & Operations Research**, 2017:(84);62-72.

EULER, L . Leonhard Euler and the Königsberg bridges. **Scientific American**, 1953:189(1);66-72.

EULER, L. **Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis**. Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae, 1741. p. 128-140,

FARIA, C.A. **Teoria dos Grafos – Conceitos e Aplicações**. Notas de aula: Estudo e Análise de Redes de Transportes. Uberlândia, 2006. 49 p.

FISHER, M.; JAIKUMAR, R. A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing. **Networks**, 1981:(11);113-129.

FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2012.

FLOOD, M.M. The traveling-salesman problem. **Operations research**, 1956:4(1);61-75.

FRAGA, M.C.P. Uma metodologia híbrida Colônia de Formigas – Busca Tabu - Reconexão por Caminhos para resolução do Problema de Roteamento de Veículos com Janelas de Tempo. **Dissertação** (Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional. Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2006.

GAMA, M.B. Roteirização de Veículos: Implementação e Melhoria do Método de Clarke e Wright. **Monografia** (Bacharelado em Engenharia de Produção). Uni-

versidade Federal do Vale São do Francisco, 2011. Disponível em: <http://www.poslogistica.com/web/images/monografias/2011-01.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2020.

GENDREAU, M.; HERTZ, A.; LAPORTE, G. A tabu search heuristic for the vehicle routing problem. **Management Science INFORMS**, 1994:40(10);1276-1290.

GENDREAU, M.; POTVIN, J.Y. **Handbook of metaheuristics**. Canadá: Springer, 2010.

GENDREAU, M.; TARANTILIS, C.D. **Solving large-scale vehicle routing problems with time windows: the state-of-the-art**, Technical report CIRRELT-2010-04. Canadá: CIRRELT, 2010.

GHIANI, G. et al. Real-time vehicle routing: solution concepts, algorithms and parallel computing strategies. **European Journal of Operational Research**, 2003:151(1);1-11.

GIANESI, I.G.N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente**. São Paulo: Atlas, 1996.

GILLET, A.; JOHNSON, J. Multi-Terminal vehicle dispatch problem. **Omega**, 1976:(4);711-718.

GLOVER, F. Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. **Computers and Operations Research**, 1986:(13);533-549.

GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GOLDEN, B., ASSAD, A., LEVY, L., GHEYSENS, F. The Fleet size and mix vehicle routing problem. **Management Science & Static Working Paper**, 1982:(2);209-224.

GUIA DO TRANSPORTADOR. **Fórmulas de Cálculo dos Custos Fixos**. Disponível em: <http://www.guiadotransportador.com.br>. Acesso em: 25 set. 2020.

HANSEN, P. The steepest ascent mildest descent heuristic for combinatorial programming, **Congress on numerical methods in combinatorial optimization**, Capri, Italy, 1986. p.315-320.

HEINEN, F.S.O.M.R. **Algoritmos genéticos aplicados ao problema de roteamento de veículos**. Hífen, 2006:30(58).

HOLLOBLER. B.; WILSON, E.O. **The ants**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 732p.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Mapa das Estações**. INMET, 2020. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

JUAN, A. et al. On the use of Monte Carlo simulation, cache and splitting techniques to improve the Clarke and Wright savings heuristics. **Journal of the Operational Research Society**, 2011:62(6);1085-1097.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto: Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. 3 ed. São Paulo: Ed. Pinoneira, 1992.

LAPORTE, G., MERCURE, H., NOBERT, Y. **An Exact Algorithm for the Asymmetrical Capacitated Vehicle Routing Problem**. Canadá: Networks, 1986.

LEAL, J.E. Análise do Procedimento de Clarke e Wright e Potencialidades de Novas Aplicações. In: **XII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Fortaleza: ANPET, 1998. p. 237-248.

LEONE, G.S.G. **Custos: um enfoque administrativo**. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 1972.

LIMA, M.P. Custos Logísticos na Economia Brasileira. **Revista Tecnológica**, São Paulo, ano XI, 2006.

LIN, S. Computer Solution of the Traveling Salesman Problem. **Bell System Technical Journal**, 1965:(44);2245-2269.

LUCAS, V.L.; SILVEIRA, J.O.B. **A qualidade do atendimento no setor público**. 2012. Disponível em: www.amog.org.br/amogarquivos/TCCPOS-TURMA-2012/Vera-Lucia-Lucas.pdf. Acesso em: 10 mai. 2020,

LUDOVICO, F.(2010). **Metodologia de Pesquisa: Uma visão geral**. Pós graduação em Metrologia, Qualidade e Inovação. Departamento de Engenharia Industrial Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro PUC-Rio. Notas de aula da disciplina Seminário de Engenharia Industrial. Programa de Pós-graduação PUC-Rio 2013.

LYSGAARD, J.; LETCHFORD, A.N.; EGGLESE, R.W. A new branch-and-cut algorithm for the capacitated vehicle routing problem. **Mathematical Programming Springer**, 2004:100(2);423-445.

MAJERCAKOVA, E.; MAJERCAK, P. Application of Clarke-Wright method for solving routing problem in distribution logistics. **Logi-Scientific Journal on Transport and Logistics**, 2015:6(1);90-99.

MARTINELLI, R. Exact Algorithms for Arc and Node Routing Problems. **Tese** (Doutorado em Informática). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012.

MILLER, C.E.; TUCKER, A.W.; ZEMLIN, R.A. Integer programming formulation of traveling salesman problems. **Journal of the ACM (JACM)**, 1960:7(4);326-329.

MINIEKA, E. The Chinese postman problem for mixed networks. **Management Science**, 1979:25(7);643-648.

MITCHELL, T.M. **Machine learning**. New York, 1997.

MIURA, M. Modelagem Heurística no Problema de Distribuição de Cargas Fracionadas de Cimento. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

MONTEIRO, José A. **Qualidade total no serviço público: questionamentos e recordações segundo os 14 pontos de W. E. Deming**. Brasília: QA&T – Consultores Associados, 1991.

NAZÁRIO, P. **O Papel do Transporte na Logística**. In: FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. Logística Empresarial. A perspectiva brasileira. Coleção COPPEAD de Administração. São Paulo: Atlas, 2000.

NEWTON, R. THOMAS, W. Design of school bus routes by computer. **Socio Economic Planning Science**, 1969(13);113-129.

NOVAES, A.G. **Roteirização de Veículos**. In: **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. p. 289-320.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OZBAYGIN, G.; KARASAN, O.E.; SAVELSBERGH, M.; YAMAN, H. A branch-and-price algorithm for the vehicle routing problem with roaming delivery locations. **Transportation Research Part B: Methodological**, 2017;100;115-137.

PASSINI, M.M.; OCHI, L.S.; MACULAN, N.; OLIVEIRA, P.R. et al. Geração de colunas em programação inteira aplicada a síntese de redes. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

PICHPIBUL, T; KAWTUMMACHAI, R. A heuristic approach based on clarke-wright algorithm for open vehicle routing problem. **The Scientific World Journal**, 2013.

PIRES, S.R.I. **Gestão da cadeia de suprimentos (Supply Chain Management): conceitos, estratégias, práticas e casos**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PJF. Prefeitura de Juiz de Fora. **A Cidade**: características gerais. 2020. Disponível em: https://pjf.mg.gov.br/cidade/caracteristicas_gerais.php. Acesso em: 19 jul. 2020.

PÓVOA, C.L. Heurística GRASP para o problema do roteamento de veículos com multi-compartimentos e sua integração com o sistema de informação geográfica Geo Rota. 183 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção). Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2005.

PRATA, P.A. Proposta de um algoritmo para o problema de roteirização do transporte escolar rural. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Humana). Universidade Federal de São Carlos, 2009.

PSARAFTIS, H.N. Dynamic vehicle routing problems. In: GOLDEN, B.L.; ASSAD, A.A. **Vehicle routing**: methods and studies. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V (NorthHolland), 1988. p. 223-248.

PSARAFTIS, H.N. Dynamic vehicle routing: status and prospects. **Annals of Operations Research**, 1995;61(1);143-164.

PUREZA, V.; LARAZIN, D.F. Um estudo de impactos do roteamento dinâmico de veículos em atividades de prestação de serviços. **Revista Produção**, 2010;20(4);589-600.

RAJENDRAN, C.; ZIEGLER H. Ant-colony algorithms for permutation flowshop scheduling to minimize makespan/total flowtime of jobs. **European Journal of Operational Research**, 2004;155;426-438.

RIBEIRO, C.C. **Metaheuristics and Applications**. In: Advanced School ON Artificial Intelligence, Estoril, Portugal, 1996.

ROPKE, S.; PISINGER, D. An adaptive large neighborhood search heuristic for the pickup and delivery problem with time windows. **Transportation Science**, INFORMS, Maryland, USA, 2006;40(4);455–472.

ROSA, B.A.B. Uma Metodologia Para Roteamento de Veículos Escolares Utilizando Sistemas de Informação Geográfica. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2018.

SA, A.L.; SA, A.M.L. **Dicionário de contabilidade**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.

SEDGEWICK, R.; WAYNE, K. **Algorithms**: Fourth edition. Canadá: Addison-Wesley Professional, 2011.

SHAW, P. **Using constraint programming and local search methods to solve vehicle routing problems**. Alemanha: Springer Berlin Heidelberg, 1998, p. 417–431.

SILVA JÚNIOR, O. Roteirização de veículos de carga com múltiplos depósitos em sistema de informação geográfica livre. **Dissertação** (Mestrado Engenharia de Transportes). Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, A. **Sistemas de Informações Geográficas para planejamentos de Transportes**. Escola de Engenharia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

SOUSA, M.D.O.R. O programa MEC/BID III e o CEDATE na consolidação dos campi universitários no Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Ambiente Construído), Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

SOUZA, D.V. Uma Abordagem Por Hiperheurística Com Aprendizado Para o Problema de Roteamento de Veículos Com Janela de Tempo. **Dissertação** (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

SOUZA, M.J.F. **Inteligência Computacional para Otimização**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto/Departamento de Computação, 2008. 59 p. Notas de aulas. Disponível em: <http://www.decom.ufop.br/prof/marcone>. Acesso em: 10 set. 2008.

SPACE; ATLANTIC, N.W.S.C. **Geographic Information System Software Selection Guide**. [S.l.], 2013.

TALBI, E.G. **Metaheuristics: from design to implementation**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

VIEIRA, B.S. **Uma Meta-Heurística Adaptive Large Neighborhood Search com Mecanismos de Paralelismo, Detecção de Estagnação e Perturbações para o Problema De Roteamento De Veículos com Frota Heterogênea, Periódico e Multi-Trips.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Apêndice

A

Fluxograma do processo de atendimento as demandas

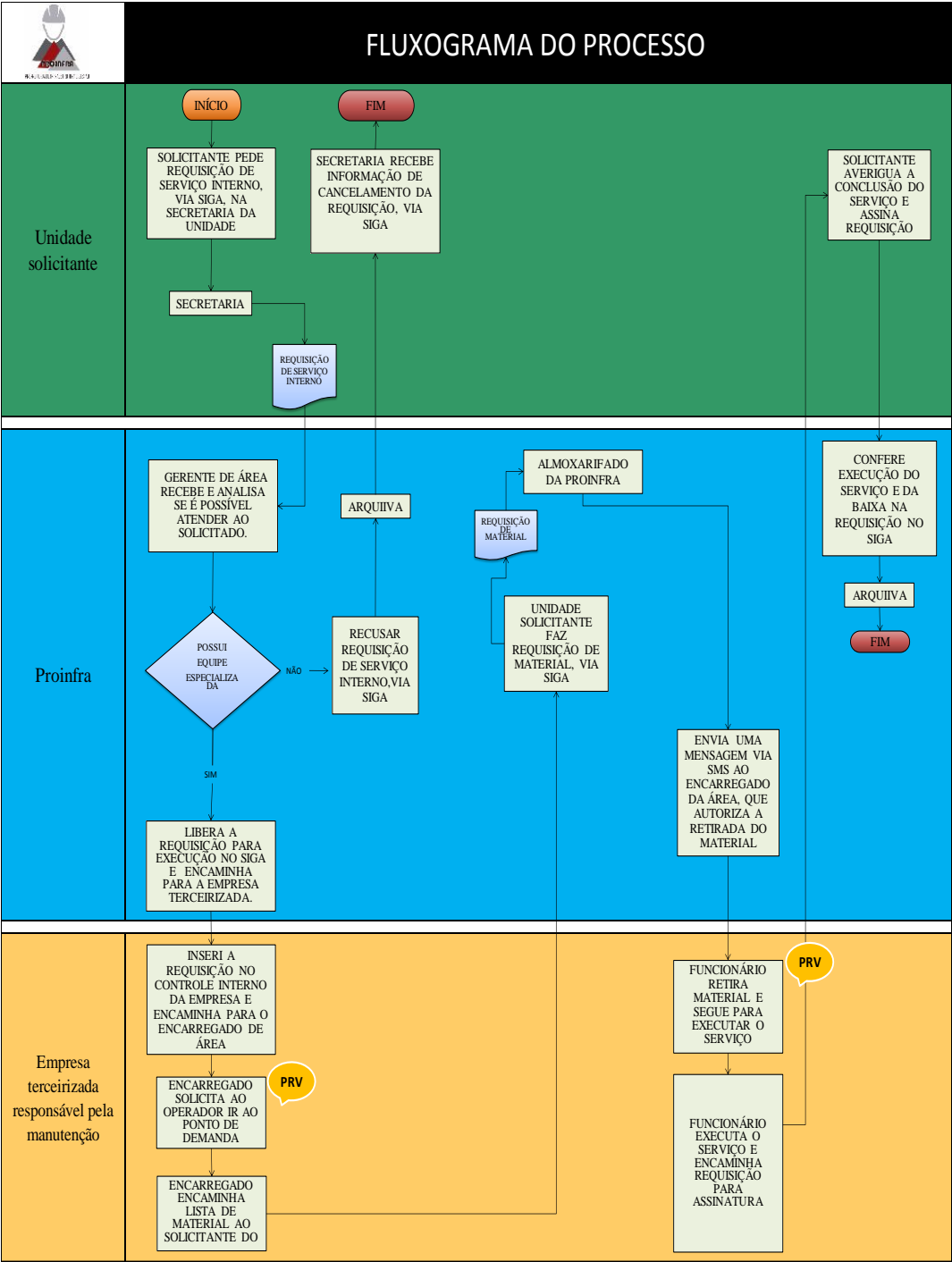


Figura A 1: Fluxograma do processo. Fonte: O autor.

Planilhas de planejamento e atendimento as demandas

[illegible]

Figura B 1: Planilha eletrônica de controle de demandas. Fonte: O autor.

CONTROLE 2020														
Setor A	Nº	t	Setor B	Nº	t	Setor C	Nº	t	Setor D	Nº	t	Setor E	Nº	t
A1	0	0	B1	1	1	C1	1	1	D1	1	1	E1	1	1
A2	1	1	B2	1	1	C2	1	1	D2	0	0	E2	1	1
A3	1	1	B3	0	0	C3	1	1	D3	0	0	E3	0	0
A4	0	0				C4	0	0	D4	0	0	E4	0	0
						C5	0	0	D5	0	0	E5	0	0
									D6	0	0	E6	0	0
									D7	0	0	E7	0	0
												E8	0	0
												E9	0	0
												E10	0	0
												E11	0	0
												E12	0	0
Total	2	2	Total	2	2	Total	3	3	Total	1	1	Total	2	2
Setor F	Nº	t	Setor G	Nº	t	Setor H	Nº	t	Setor I	Nº	t	Setor J	Nº	t
F1	1	1	G1	1	1	H1	1	1	I1	2	1	J1	2	1
F2	1	1	G2	1	1	H2	1	1						
F3	0	0	G3	0	0	H3	0	0						
			G4	0	0	H4	0	0						
						H5	0	0						
						H6	0	0						
Total	2	2	Total	2	2	Total	2	2	Total	2	1	Total	2	1
Setor K	Nº	t	Setor L	Nº	t	Setor M	Nº	t	Setor N	Nº	t	Setor O	Nº	t
K1	1	1	L1	1	1	M1	1	1	N1	1	1	O1	1	1
K2	1	1	L2	1	1	M2	1	1	N2	1	1	O2	1	1
K3	0	0	L3	0	0							O3	0	0
K4	0	0	L4	0	0									
			L5	0	0									
			L6	0	0									
			L7	0	0									
Total	2	2	Total	2	2	Total	2	2	Total	2	2	Total	2	2
Setor P	Nº	t	Setor Q	Nº	t	Setor R	Nº	t	Setor S	Nº	t			
P1	1	1	Q1	1	1	R1	1	1	S1	1	1			
P2	1	1	Q2	1	1	R2	1	1	S2	1	1			
P3	0	0				R3	0	0						
P4	0	0												
P5	0	0												
Total	2	2	Total	2	2	Total	2	2	Total	2	2			

Figura B 2: Resumo do quantitativo de demandas. Fonte: O autor.

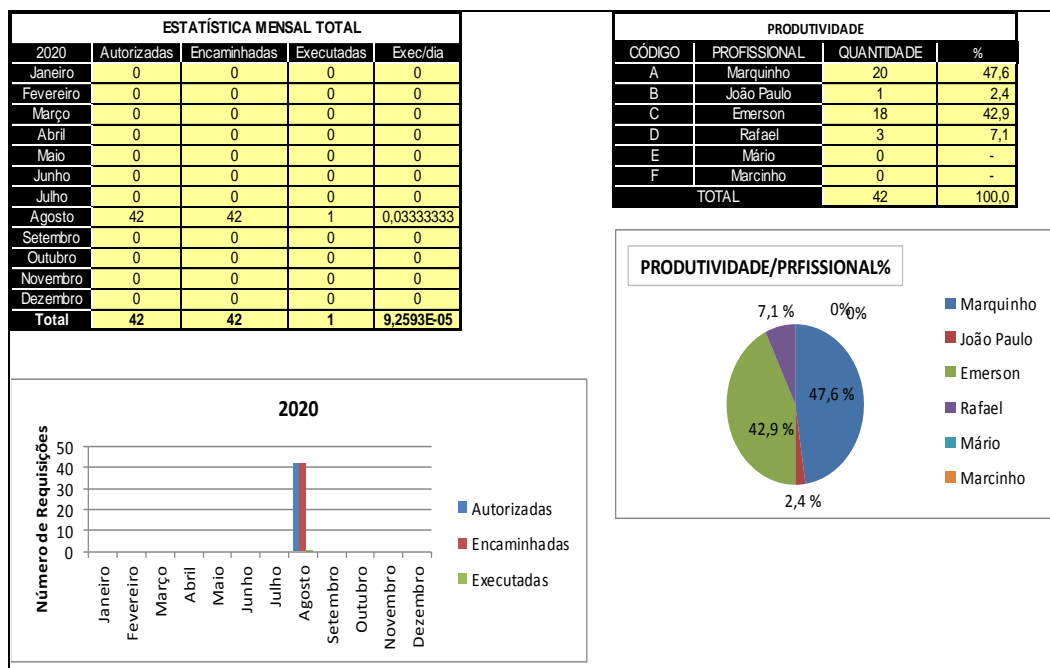


Figura B 3: Aba análise de desempenho. Fonte: O autor.

C

Abas do VRP Spreadsheet Solver

Location ID	Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Pickup amount	Delivery amount	Profit
0	PROINFRA	L	-21,7722263	-43,3694690	07:30	08:30	Starting location	0:10	0	74	0
1	ECONOMIA	I	-21,7753930	-43,3640370	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	1	0
2	ENFERMAGEM	H	-21,7766630	-43,3659630	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	3	0
3	FARMÁCIA	H	-21,7768000	-43,3659630	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	3	0
4	ODONTOLOGIA	H	-21,7766630	-43,3659630	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	2	0
5	COMUNICAÇÃO SOCIAL	H	-21,7765240	-43,3649330	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
6	ICH NOVO	J	-21,7734720	-43,3656350	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	2	0
7	ADMINISTRAÇÃO	K	-21,7745860	-43,3672180	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
8	CENTRO DE CIÊNCIAS	A	-21,7742960	-43,3678890	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
9	DIREITO	K	-21,7734200	-43,3673300	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	1	0
10	DII	A	-21,7737730	-43,3689580	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
11	DRI	A	-21,7737730	-43,3689580	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
12	EDUCAÇÃO	K	-21,7752760	-43,3655660	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	5	0
13	FARMÁCIA UNIVERSITÁRIA	B	-21,7731650	-43,3705790	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
14	REITORIA	A	-21,7737730	-43,3689580	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
15	SERVIÇO SOCIAL	K	-21,7745860	-43,3672180	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
16	FAEFID	G	-21,7809530	-43,3709000	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	5	0
17	CBR	F	-21,7797300	-43,3723910	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
18	CB	C	-21,7771280	-43,3706780	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	4	0
19	ICH ANTIGO	B	-21,7761200	-43,3702890	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
20	LETRAS	B	-21,7744920	-43,3706170	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
21	CGCO	D	-21,7759510	-43,3715290	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
22	ICE	D	-21,7764210	-43,3719640	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	4	0
23	REUNI	D	-21,7761410	-43,3717790	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
24	ARQUITETURA	E	-21,7778230	-43,3741260	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	2	0
25	CEAD	E	-21,7792220	-43,3753850	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
26	CRIT	E	-21,7792220	-43,3753850	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
27	ENGENHARIA	E	-21,7782230	-43,3724370	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	4	0
28	IAD	E	-21,7792850	-43,3742370	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
29	RU Campus	E	-21,7778230	-43,3741260	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
30	FAC. MEDICINA E FISIOTERAPIA	S	-21,7853740	-43,3694270	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	2	0
31	MEM.REP. PR.ITAMAR FRANCO	O	-21,7562500	-43,3518000	07:30	08:30	Don't visit	0:00	0	0	0
32	FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA	P	-21,7639620	-43,3480640	07:30	08:30	Must be visited	0:05	0	4	0
33	CENTRO DE PSICOLOGIA APLICADA - CPA	R	-21,7647720	-43,3438030	07:30	08:30	Don't visit	0:05	0	0	0
34	CINE THEATRO CENTRAL	P	-21,7618120	-43,3478200	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	4	0
35	D.C.E.	O	-21,7585300	-43,3487470	07:30	08:30	Don't visit	0:06	0	0	0
36	CAED	S	-21,7837120	-43,3717960	07:30	08:30	Don't visit	0:06	0	0	0
37	MUSEU DE ARTE MURILO MENDES – MAMM	O	-21,7563570	-43,3521390	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	4	0
38	RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – CENTRO	O	-21,7557470	-43,3525580	07:30	08:30	Must be visited	0:05	0	3	0
39	SINTUFEJUF	O	-21,7557470	-43,3525580	07:30	08:30	Don't visit	0:05	0	0	0
40	FORUM DA CULTURA	P	-21,7632500	-43,3507500	07:30	08:30	Must be visited	0:08	0	2	0
41	ARQUIVO HISTÓRICO	R	-21,7721000	-43,3469600	07:30	08:30	Don't visit	0:06	0	0	0
42	ESCOLA DE MÚSICA	R	-21,7715100	-43,3471200	07:30	08:30	Must be visited	0:06	0	2	0
43	TEATRO PRÓ-MÚSICA	P	-21,7623500	-43,3492400	07:30	08:30	Must be visited	0:06	0	3	0
44	MORADIA ESTUDANTIL	Q	-21,7691800	-43,3687400	07:30	08:30	Don't visit	0:05	0	0	0
45	JARDIM BOTÂNICO	M	-21,7370500	-43,3690000	07:30	08:30	Must be visited	0:05	0	4	0
46	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	M	-21,7353780	-43,3664630	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
47	CLÍNICA VETERINÁRIA	N	-21,7516700	-43,3585600	07:30	08:30	Must be visited	0:03	0	3	0
48	ESCRITÓRIO ESCOLA - DIREITO	P	-21,7653800	-43,3476900	07:30	08:30	Don't visit	0:06	0	0	0
49	COPESE/CDARA	Q	-21,7726670	-43,3713840	07:30	08:30	Don't visit	0:03	0	0	0
50	COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII	N	-21,7557200	-43,3593300	07:30	08:30	Must be visited	0:05	0	7	0
51	GALPÃO DISTRITO INDUSTRIAL		-21,6803760	-43,4358840	07:30	08:30	Don't visit	0:05	0	0	0

Figura C 1: Aba locations Fonte: O autor.

* Foram apresentados somente os dados do dia 01/10/2019 para o cenário X.

From	To	Distance	Duration
PROINFRA	PROINFRA	0,00	0:00
PROINFRA	ECONOMIA	1,76	0:07
PROINFRA	ENFERMAGEM	1,47	0:04
PROINFRA	FARMÁCIA	1,46	0:04
PROINFRA	ODONTOLOGIA	1,47	0:04
PROINFRA	COMUNICAÇÃO SOCIAL	1,57	0:05
PROINFRA	ICH NOVO	0,62	0:02
PROINFRA	ADMINISTRAÇÃO	1,12	0:04
PROINFRA	CENTRO DE CIÊNCIAS	1,54	0:06
PROINFRA	DIREITO	1,24	0:04
PROINFRA	DII	1,43	0:05
PROINFRA	DRI	1,43	0:05
PROINFRA	EDUCAÇÃO	0,83	0:03
PROINFRA	FARMÁCIA UNIVERSITÁRIA	0,23	0:01
PROINFRA	REITORIA	2,24	0:04
PROINFRA	SERVIÇO SOCIAL	1,12	0:04
PROINFRA	FAEFID	1,04	0:02
PROINFRA	CBR	0,96	0:02
PROINFRA	ICB	0,73	0:02
PROINFRA	ICH ANTIGO	0,85	0:02
PROINFRA	LETRAS	1,03	0:02
PROINFRA	CGCO	1,18	0:02
PROINFRA	ICE	1,13	0:02
PROINFRA	REUNI	1,16	0:02
PROINFRA	ARQUITETURA	1,62	0:04
PROINFRA	CEAD	1,82	0:04
PROINFRA	CRITT	1,82	0:04
PROINFRA	ENGENHARIA	1,55	0:04
PROINFRA	IAD	1,31	0:03
PROINFRA	RU Campus	1,62	0:04
PROINFRA	FAC. MEDICINA E FISIOTERAPIA	2,07	0:05
PROINFRA	MEM.REP. PR.ITAMAR FRANCO	4,92	0:11
PROINFRA	FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA	5,01	0:16
PROINFRA	CENTRO DE PSICOLOGIA APLICADA - CPA	5,39	0:16
PROINFRA	CINE THEATRO CENTRAL	5,92	0:21
PROINFRA	D.C.E.	5,41	0:12
PROINFRA	CAED	2,05	0:04
PROINFRA	MUSEU DE ARTE MURILO MENDES – MAMM	4,96	0:11
PROINFRA	RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – CENTRO	5,11	0:10
PROINFRA	SINTUFEJUF	5,11	0:10
PROINFRA	FORUM DA CULTURA	4,91	0:14
PROINFRA	ARQUIVO HISTÓRICO	4,63	0:13
PROINFRA	ESCOLA DE MÚSICA	4,57	0:12
PROINFRA	TEATRO PRÓ-MÚSICA	5,12	0:17
PROINFRA	MORADIA ESTUDANTIL	0,71	0:02
PROINFRA	JARDIM BOTÂNICO	6,87	0:18
PROINFRA	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	8,68	0:24
PROINFRA	CLÍNICA VETERINÁRIA	3,98	0:07
PROINFRA	ESCRITÓRIO ESCOLA - DIREITO	4,96	0:16
PROINFRA	COPESE/CDARA	0,36	0:01
PROINFRA	COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII	3,80	0:06
PROINFRA	GALPÃO DISTRITO INDUSTRIAL	22,24	0:28

Figura C 2: Aba Distances Fonte: O autor.

* Foram apresentados somente os dados de uma pequena parte dos dados, pois são muitos os dados existentes.

Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Duration multiplier	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Number of vehicles
Kombi	8	22,19	2,11	1,00	50,00	07:30	8:00	10:00	PROINFRA	2
Van	15	22,07	4,42	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1
Caminhão Caç	2	24,68	5,55	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	3
Toyota	4	20,77	4,20	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1
Caminhão Car	4	23,33	4,72	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1
Van	10	22,07	4,42	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1
Toyota	2	20,66	3,40	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	2
Honda Fit	4	21,80	4,31	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1
Microônibus	32	25,24	3,93	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1
Caminhão pip	2	30,00	5,39	1,00	50,00	07:30		10:00	PROINFRA	1

Figura C 3: Aba Vehicles. Fonte: O autor.

Vehicle:	V13 (Microônibus)	Stops:	9	Net profit:	-78,30			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	PROINFRA	0,00	0:00		07:30	0:00	0	32
1	COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII	3,80	0:06	07:36	07:41	0:11	0	25
2	MUSEU DE ARTE MURILO MENDES – MAMM	5,33	0:13	07:48	07:51	0:21	0	21
3	RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – CENTRO	5,45	0:14	07:52	07:57	0:27	0	18
4	FAEFID	10,99	0:25	08:08	08:11	0:41	0	13
5	FARMÁCIA	12,53	0:28	08:14	08:17	0:47	0	10
6	ODONTOLOGIA	12,54	0:28	08:17	08:20	0:50	0	8
7	ENFERMAGEM	12,54	0:28	08:20	08:23	0:53	0	5
8	EDUCAÇÃO	12,80	0:29	08:24	08:27	0:57	0	0
9	PROINFRA	13,50	0:31	08:29		0:59	0	0

Figura C 4: Aba Solution Fonte: O autor.

* Foram apresentados somente os dados de um veículo.

D**Dados da pesquisa de campo**

Função do operador	Nº de postos
Ajudante de Eletricista	10
Ajudante de carga e descarga de mercadorias	11
Almoxarife	3
Auxiliar Mecânico em Refrigeração	2
Bombeiro Hidráulico	11
Eletricista de Alta Tensão	2
Eletricista de Manutenção de Linhas Telefônicas e Dados	8
Eletricista de Manutenção Predial	8
Encarregado de Manutenção Elétrica	2
Encarregado de Manutenção Predial	4
Auxiliar de Conservação de Vias Permanentes	27
Mantenedor/ Operador de equipamentos de áudio e vídeo	2
Marceneiro	4
Mecânico de Refrigeração	3
Mestre de Manutenção Eletrônica	2
Mestre Serralheiro	1
Operador de Cad 1	3
Operador de Cad 2	2
Operador Eletromecânico	2
Operador de Motosserra/ Roçadeira	11
Pedreiro	16
Pintor	15
Pintor Industrial	1
Programador de Manutenção	2
Serralheiro	5
Servente de Pedreiro	18
Supervisor de manutenção	1
Vidraceiro	1
Apontador de Mão-de-obra	1

Tabela D 1: Quantitativo de operadores/função Fonte: O autor.

Unidade	Latitude	Longitude
PROINFRA	-21,7722263	-43,3694690
ECONOMIA	-21,7753930	-43,3640370
ENFERMAGEM	-21,7766630	-43,3659630
FARMÁCIA	-21,7768000	-43,3659630
ODONTOLOGIA	-21,7766630	-43,3659630
COMUNICAÇÃO SOCIAL	-21,7765240	-43,3649330
ICH NOVO	-21,7734720	-43,3656350
ADMINISTRAÇÃO	-21,7745860	-43,3672180
CENTRO DE CIÊNCIAS	-21,7742960	-43,3678890
DIREITO	-21,7734200	-43,3673300
DII	-21,7737730	-43,3689580
DRI	-21,7737730	-43,3689580
EDUCAÇÃO	-21,7752760	-43,3655660
FARMÁCIA UNIVERSITÁRIA	-21,7731650	-43,3705790
REITORIA	-21,7737730	-43,3689580
SERVIÇO SOCIAL	-21,7745860	-43,3672180
FAEFID	-21,7809530	-43,3709000
CBR	-21,7797300	-43,3723910
ICB	-21,7771280	-43,3706780
ICH ANTIGO	-21,7761200	-43,3702890
LETRAS	-21,7744920	-43,3706170
CGCO	-21,7759510	-43,3715290
ICE	-21,7764210	-43,3719640
REUNI	-21,7761410	-43,3717790
ARQUITETURA	-21,7778230	-43,3741260
CEAD	-21,7792220	-43,3753850
CRITT	-21,7792220	-43,3753850
ENGENHARIA	-21,7782230	-43,3724370
IAD	-21,7792850	-43,3742370
RU Campus	-21,7778230	-43,3741260
FAC. MEDICINA E FISIOTERAPIA	-21,7853740	-43,3694270
MEM.REP. PR.ITAMAR FRANCO	-21,7562500	-43,3518000
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA	-21,7639620	-43,3480640
CENTRO DE PSICOLOGIA APLICADA - CPA	-21,7647720	-43,3438030
CINE THEATRO CENTRAL	-21,7618120	-43,3478200
D.C.E.	-21,7585300	-43,3487470
CAED	-21,7837120	-43,3717960
MUSEU DE ARTE MURILO MENDES – MAMM	-21,7563570	-43,3521390
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – CENTRO	-21,7557470	-43,3525580
SINTUFEJUF	-21,7557470	-43,3525580
FORUM DA CULTURA	-21,7632500	-43,3507500
ARQUIVO HISTÓRICO	-21,7721000	-43,3469600
ESCOLA DE MÚSICA	-21,7715100	-43,3471200
TEATRO PRÓ-MÚSICA	-21,7623500	-43,3492400
MORADIA ESTUDANTIL	-21,7691800	-43,3687400
JARDIM BOTÂNICO	-21,7370500	-43,3690000
MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	-21,7353780	-43,3664630
CLÍNICA VETERINÁRIA	-21,7516700	-43,3585600
ESCRITÓRIO ESCOLA - DIREITO	-21,7653800	-43,3476900
COPESE/CDARA	-21,7726670	-43,3713840
COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII	-21,7557200	-43,3593300
GALPÃO DISTRITO INDUSTRIAL	-21,6803760	-43,4358840

Tabela D 2: Coordenadas geográficas das unidades internas e externas Fonte: O autor.

LOCAL	Tempo médio de parada (min)
ECONOMIA	3
ENFERMAGEM	3
FARMÁCIA	3
ODONTOLOGIA	3
COMUNICAÇÃO SOCIAL	3
ICH NOVO	3
ADMINISTRAÇÃO	3
CENTRO DE CIÊNCIAS	3
DIREITO	3
DII	3
DRI	3
EDUCAÇÃO	3
FARMÁCIA UNIVERSITÁRIA	3
REITORIA	3
SERVIÇO SOCIAL	3
FAEFID	3
CBR	3
ICB	3
ICH ANTIGO	3
LETRAS	3
CGCO	3
ICE	3
REUNI	3
ARQUITETURA	3
CEAD	3
CRITT	3
ENGENHARIA	3
IAD	3
RU Campus	3
FAC. MEDICINA E FISIOTERAPIA	3
MEM.REP. PR.ITAMAR FRANCO	5
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA	5
CENTRO DE PSICOLOGIA APLICADA - CPA	3
CINE THEATRO CENTRAL	6
D.C.E.	6
CAED	3
MUSEU DE ARTE MURILO MENDES – MAMM	5
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – CENTRO	5
SINTUFEJUF	5
FORUM DA CULTURA	8
ARQUIVO HISTÓRICO	6
ESCOLA DE MÚSICA	6
TEATRO PRÓ-MÚSICA	6
MORADIA ESTUDANTIL	5
JARDIM BOTÂNICO	5
MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	3
CLÍNICA VETERINÁRIA	3
ESCRITÓRIO ESCOLA - DIREITO	6
COPESE/CDARA	3
COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII	5
GALPÃO DISTRITO INDUSTRIAL	5

Tabela D 3: Tempo médio de parada dos veículos Fonte: O autor.

Tabela D 4: Número de funcionários transportados/local – 1 vez Fonte: O autor.

Veículos Utilizados			
Veículo 1: Caminhão caçamba			
Placa: GMF - 6250			
Capacidade: 4600 Kg			
Veículo 2: Caminhão caçamba			
Placa: GMF - 6495			
Capacidade: 4600 Kg			

Materiais Transportados			
Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
ARAME GALVANIZADO, NÚMERO 10	KG	2	0,09
ARAME GALVANIZADO, NÚMERO 18.	KG	1	0,05
ARAME RECOZIDO, MATERIAL FERRO, BITOLA NÚMERO 18.	KG	7	0,32
ELETRODO PARA SOLDA, AÇO CARBONO, VARETA, REDONDO, 2,50 MM, AWS A5.1 81, CLASSE E-6013, CERTIFICAÇÃO TIPO B EMITIDA PFBTS VÁLIDA ÉPOCA, LATA COM	KG	17	0,77
MASSA PARA FIXAR VIDRO, COMPOSIÇÃO BÁSICA: ÓLEO DE LINHAÇA E GESSO, APLICAÇÃO EM VEDAÇÃO E COLOCAÇÃO DE VIDROS.	KG	20	0,91
PREGO COM CABEÇA, CABEÇA CÔNICA AXADREZADA, CORPO LISO, PONTA DIAMANTE, POLIDO, BITOLA 17 X 27.	KG	4	0,18
PREGO COM CABEÇA, CABEÇA CÔNICA AXADREZADA, CORPO LISO, PONTA DIAMANTE, POLIDO, 17 X 21.	KG	1	0,05
PREGO COM CABEÇA, CABEÇA CÔNICA AXADREZADA, CORPO LISO, PONTA DIAMANTE, POLIDO, 18 X 30.	KG	2	0,09
PREGO COM CABEÇA, MATERIAL ARAME PARA PREGO, TIPO CABEÇA CÔNICA AXADREZADA, TIPO CORPO LISO, TIPO PONTA DIAMANTE, ACABAMENTO SUPERFICIAL	KG	3	0,14
PREGO SEM CABEÇA, ARAME PARA PREGO, CORPO LISO, PONTA DIAMANTE, POLIDO, 14 X 21.	KG	1	0,05
CIMENTO PORTLAND, CLINKER, CP III 32, DE AUTO FORNO RESISTENTE A SULFATOS, NBR 5735/5737, SACO DE 50 KG.	KG	15700	713,64
ARGAMASSA, CIMENTO, AGREGADOS MINERAIS E ADITIVOS, ASSENTAMENTO DE CERÂMICA EM PAREDES E PISO, COLANTE DE USO EXTERNO, PÓ, AC III, NBR 14081, FORNECIDO EM SACO DE 20 KG.	KG	240	10,91
ARGAMASSA, CIMENTO, CALCÁRIO E ADITIVOS, BRANCA, REJUNTE DE PLACAS CERÂMICAS EM PISOS E PAREDES, ANTIFUNGOS E IMPERMEÁVEL, SACO COM 05 KG.	KG	145	6,59
ARGAMASSA TIPO ACII, SUPER ADITIVADA, FLEXÍVEL COM ANCORAGEM QUÍMICA, INDICADA PARA ASSENTAMENTO DE PORCELANATOS NA BITOLA 50 X 50 CM.	KG		
EMBALADA EM SACOS PLÁSTICOS RESISTENTES, CONTENDO A MARCA DO FABRICANTE E DATA DE VALIDADE. SACOS DE 20 KG. PRAZO DE VALIDADE: 1 ANO.	KG	800	36,36
Totais		16943	770,1

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
AREIA, LAVADA, MÉDIA.	M3	24	1,1
BRITA, N. 1.	M3	36	1,6
Totais		60	2,7

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
TUOLO, CERÂMICA, FURADO, COMPRIMENTO 20 CM, LARGURA 20 CM, ESPESSURA 10 CM, 6 FUROS, COR VERMELHA, APLICAÇÃO CONSTRUÇÃO CIVIL	UN	50	2
TUOLO, MATERIAL BARRO COZIDO, TIPO FURADO, COMPRIMENTO 29, LARGURA 19, ESPESSURA 10, PESO 2.800, QUANTIDADE FUROS 8, COR VERMELHA, APLICAÇÃO	UN	185	8
BLOCO DE CONCRETO, 39 CM, 19 CM, CONSTRUÇÃO CIVIL, 9 CM, VAZADO	UN	194	9
Totais		429	19,5

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
VERGALHÃO, ARMAÇÃO CONCRETO, FERRO, CA-50, BARRA COM 12 METROS, ARMAÇÃO DE VIGAS, PILARES E LAJES, 10 MM	BAR	4	0,18
VERGALHÃO, ARMAÇÃO CONCRETO, FERRO, CA-60, BARRA COM 12 METROS, ARMAÇÃO DE VIGAS, PILARES E LAJES, 5 MM (3/16")	BAR	26	1,18
VERGALHÃO ARMAÇÃO CONCRETO, FERRO, CA-60, 12 M, 1,31 KG, ARMAÇÃO VIGAS/PILARES E LAJES, 4,2 MM	BAR	1	0,05
VERGALHÃO ARMAÇÃO CONCRETO, 8,0 MM FERRO, CA 50, 12 M, (5/16 POL), ARMAÇÃO VIGAS/PILARES E LAJES	BAR	1	0,05
Totais		32	1,5

Continua...

Continuação...

Veículo Utilizado			
Veículo: Toyota			
Placa: GMF - 0530			
Capacidade: 1000Kg			
Materiais Transportados			
Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
CABO ELÉTRICO FLEXÍVEL, TEMPERATURA DE 70 GRAUS CELSIUS, TENSÃO DE ISOLAMENTO 750 V, ISOLAÇÃO INTERNA PVC, COR BRANCA NORMAS TÉCNICAS NBR 13143	M	42	1,9
CABO ELÉTRICO FLEXÍVEL, TEMPERATURA DE 70 GRAUS CELSIUS, TENSÃO DE ISOLAMENTO 750 V, ISOLAÇÃO INTERNA PVC, COR BRANCA NORMAS TÉCNICAS NBR 13143	M	73	3,3
CABO ELÉTRICO FLEXÍVEL, TEMPERATURA DE 70 GRAUS CELSIUS, TENSÃO DE ISOLAMENTO 750 V, ISOLAÇÃO INTERNA PVC, COR BRANCA NORMAS TÉCNICAS NBR 13143	M	115	5,2
CABO ELÉTRICO FLEXÍVEL, TEMPERATURA DE 70 GRAUS CELSIUS, TENSÃO DE ISOLAMENTO 750 V, TIPO PP, ISOLAÇÃO INTERNA PVC, CORES BRANCA, PRETA E AZUL	M	90	4,1
CABO ELÉTRICO FLEXÍVEL, TEMPERATURA DE 70 GRAUS CELSIUS, TENSÃO DE ISOLAMENTO 750 V, TIPO PP, ISOLAÇÃO INTERNA PVC, CORES BRANCA, PRETA E AZUL	M	172	7,8
CABO ELÉTRICO FLEXÍVEL, 70 GRAUS C, 750 V, TIPO PP, ISOLAÇÃO INTERNA PVC, CORES AZUL, PRETA, BRANCA, NBR 13249, TEMPERA MOLE, PRETA, 3 X 4 MM2, MATERIAL	M	58	2,6
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE NU, MOLE, 16 MM2, 1 KV, PVC, PRETO, CLASSE 5, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO (A, NBR-6880, B, NBR-7288) AN	M	15	0,7
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE NU, MOLE, 25 MM2, 1KV, PVC, AZUL, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO (SENDO A, NBR-6880, NBR-7288, B, ANTI-CH	M	450	20,5
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE NU, MOLE, 2,5 MM2, 750 V, TERMOPLÁSTICO DE PVC, VERMELHA, SINGELO, NBR 6148, NBR 6880, CLASSE 4, ANTI-CHAMA NÃO PROP	M	303	13,8
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE NU, MOLE, 2,5 MM2, 750 V, TERMOPLÁSTICO DE PVC, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, PRETA, SINGELO, NBR 6148, NBR 68	M	655	29,8
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE NU, TEMPORA MOLE, 2,5 MM2, 750 V, TERMOPLÁSTICO DE PVC, AMARELA, SINGELO, NBR 6148, NBR 6880, CLASSE DE ENCORDOA	M	371	16,9
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE NU, TEMPORA MOLE, 2,5 MM2, 750 V, TERMOPLÁSTICO DE PVC, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, VERDE, SINGELO, NBR 61	M	528	24,0
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE, 4 MM2, CLASSE B, CLASSE DE TENSÃO 750 V, PVC ANTICHAMA, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, PUREZA 99,9 P	M	7	0,3
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE, 4 MM2, CLASSE B, CLASSE DE TENSÃO 750 V, PVC ANTICHAMA, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, PUREZA 99,9 P	M	115	5,2
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE, 4 MM2, CLASSE B, CLASSE DE TENSÃO 750 V, PVC ANTICHAMA, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, PUREZA 99,9 P	M	380	17,3
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE, 4 MM2, CLASSE B, CLASSE DE TENSÃO 750 V, PVC ANTICHAMA, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, PUREZA 99,9 P	M	89	4,0
CABO ELÉTRICO ISOLADO, COBRE, 4 MM2, CLASSE B, CLASSE DE TENSÃO 750 V, PVC ANTICHAMA, SINGELO, COM DUPLA CAMADA DE REVESTIMENTO, PUREZA 99,9 P	M	147	6,7
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 1 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	119	5,4
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 1 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	118	5,3
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 1 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	70	3,2
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 16 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	125	5,7
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 16 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	347	15,8
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 16 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	120	5,5
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 2,5 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	297	13,5
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 2,5 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	101	4,6
CABO ELÉTRICO ISOLADO, MATERIAL CONDUTOR COBRE NU, TEMPORA CONDUTOR MOLE, SEÇÃO NOMINAL 6 MM2, TENSÃO ISOLAMENTO 750 V, MATERIAL ISOLAMEN	M	148	6,7
Totais		5053	229,7

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
CABO MULTICOAXIAL, USADO PARA TRANSMITIR SINAL VGA, SVGA, XGA E SXGA, CONECTORES HD 15 MACHO X HD 15 MACHO METÁLICOS, CAPA DE PROTEÇÃO EXTER	UN	3	0,14
CAIXA DE LIGAÇÃO, TIPO CONDULETE, FABRICADA EM ALUMÍNIO FUNDIDO, SEM TAMPA COM ENTRADA ROSCA GÁS, DIÂMETRO 3/4 POL, TIPO C.	UN	18	0,82
CAIXA DE LIGAÇÃO, TIPO CONDULETE, FABRICADA EM ALUMÍNIO FUNDIDO, SEM TAMPA, COM ENTRADA ROSCA GÁS, DIÂMETRO 3/4 POL, TIPO E.	UN	11	0,50
CAIXA DE LIGAÇÃO, TIPO CONDULETE, FABRICADA EM ALUMÍNIO FUNDIDO, SEM TAMPA, COM ENTRADA ROSCA GÁS, DIÂMETRO 3/4 POL, TIPO LB.	UN	2	0,09
CAIXA DE LIGAÇÃO, TIPO CONDULETE, FABRICADA EM ALUMÍNIO FUNDIDO, SEM TAMPA, COM ENTRADA ROSCA GÁS, DIÂMETRO 3/4 POL, TIPO LL.	UN	3	0,14
CAIXA DE LIGAÇÃO, TIPO CONDULETE, FABRICADA EM ALUMÍNIO FUNDIDO, SEM TAMPA, COM ENTRADA ROSCA GÁS, DIÂMETRO 3/4 POL, TIPO LR.	UN	6	0,27
CAIXA DE LIGAÇÃO, TIPO CONDULETE, FABRICADA EM ALUMÍNIO FUNDIDO, SEM TAMPA, COM ENTRADA ROSCA GÁS, DIÂMETRO 3/4 POL, TIPO T.	UN	1	0,05
CAIXA DE PASSAGEM, PVC, EMBUTIR, 4 X 2 POL, AMARELA	UN	2	0,09
CAIXA DE PASSAGEM, SISTEMA (X), 80 X 65 MM, PVC REF 2400	UN	3	0,14
CANALETA COM ADESIVO, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LARGURA 20 MM, ALTURA 10 MM, COMPRIMENTO MÍNIMO 2,00 M, COM TAMPA, BRANCA, SISTEMA X	UN	69	3,14
CHUVEIRO ELÉTRICO, MATERIAL TERMOPLÁSTICO, VARIAÇÕES TEMPERATURA ÁGUA 3, POTÊNCIA 4.500, TENSÃO OPERAÇÃO 220, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS MA	UN	7	0,32
CONECTOR DERIVADOR, PARAFUSO FENDIDO, COM SEPARADOR, BIMETÁLICO, CORPO E PORCA FABRICADO EM BRONZE, KSU17, 10 MM2.	UN	10	0,45
CONECTOR DERIVADOR, PARAFUSO FENDIDO, COM SEPARADOR, BIMETÁLICO, CORPO E PORCA FABRICADO EM BRONZE, KSU20, 16 MM2.	UN	7	0,32
CONECTOR DERIVADOR, PARAFUSO FENDIDO, COM SEPARADOR, BIMETÁLICO, CORPO E PORCA FABRICADO EM BRONZE, KSU22, 25 MM2.	UN	4	0,18
CONECTOR GRAMPO DUPLO TIPO U PARA CABO ENTRE 10 A 25 MM² E HASTE DE ATERRAMENTO DE 19 MM, SENDO TODOS OS ACESSÓRIOS EM LIGA DE COBRE OU	UN	5	0,23
CONECTOR METÁLICO/ COBREADO PARA HASTE DE ATERRAMENTO, MATERIAL LIGA COBRE, TIPO CONSTRUCTIVO APOIO SIMPLES, CONEXÃO CABO A TUBO OU HAST	UN	3	0,14
CONTATOR, 1NA / TRIPOLAR, 220 V, 09 A, 3RT1016, SECO, AC-1.	UN	1	0,05
CONTATOR 32A 1NA 220V TENSÃO NOMINAL DE 500 V CATEGORIA AC-2 E AC-3	UN	2	0,09
CONTROLE DE VENTILADOR DE TETO BRANCO 220V	UN	5	0,23
CURVA ELETRODUTO, ANGULAÇÃO 90 GRAUS, TIPO ROSQUEADA, TAMANHO 25, MATERIAL AÇO GALVANIZADO, NORMAS TÉCNICAS NBR 5624, APLICAÇÃO CABEAMENT	UN	7	0,32
CURVA ELETRODUTO, ROSCÁVEL, 3/4 POL, PVC RÍGIDO ANTICHAMA, 90 G PRETO, NBR 6150, COM ROSCA GÁS EM AMBAS AS EXTREMIDADES.	UN	1	0,05
DERIVAÇÃO, DO SISTEMA X PARA CANALETAS, PVC, T, 110 X 20 MM, COMPLETA.	UN	1	0,05
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, FUNCIONAMENTO TERMOMAGNÉTICO, NÚMERO PÓLOS 1, CORRENTE NOMINAL 20, CAPACIDADE INTERRUPTÃO SIMÉTRICA 4,5, NORMAS	UN	5	0,23
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, FUNCIONAMENTO TERMOMAGNÉTICO, NÚMERO PÓLOS 2, CORRENTE NOMINAL 32 A, CURVA C, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS PADRÃO D	UN	3	0,14
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, TERMOMAGNÉTICO, CAIXA MOLDADA, 1, MANUAL, ALAVANCA VCAVCC, 600/250 VCAVCC, 10 A, 60 HZ, 14/600 KAVCA, NBR 5.283/73.	UN	2	0,09
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, TERMOMAGNÉTICO, CAIXA MOLDADA, 1, MANUAL, ALAVANCA VCAVCC, 600/250 VCAVCC, 25 A, 60 HZ, 14/600 KAVCA, NBR 5.283/73.	UN	1	0,05
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, TERMOMAGNÉTICO, 1, 120 VCA, 20 A, 5 KA, NBR 5361 (NEMA), CAIXA MOLDADA.	UN	2	0,09
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, TERMOMAGNÉTICO, 1, 25 A, 4,5 KA, MINI, 127/220 V, GE, C.	UN	1	0,05
DISJUNTOR BAIXA TENSÃO, TERMOMAGNÉTICO, 2 PÓLOS, 30 A CORRENTE DE INTERRUPTÃO SIMÉTRICA 10 KA, PADRÃO NEMA, TENSÃO NOMINAL 127/220 V, 60HZ NB	UN	1	0,05
DISJUNTOR BIPOLAR 20A (NOMINAL), PADRÃO NEMA, TENSÃO 110/220V, CURVA C, TERMOMAGNÉTICO.	UN	6	0,27
DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR TIPO FXD 150 A 600V ICC 35 KA	UN	1	0,05
Totais		193	8,77

Continua...

Continuação...

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
ELETRODUTO, AÇO GALVANIZADO A FOGO, 3/4 POL, SÉRIE MÉDIA, COM LUVA E PROTETOR DE ROSCA, EM BARRAS DE 3 M, CONFORME NBR 5598 (ROSCA BSP).	M	51	2,3
ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, 3", NA COR PRETA, TIPO KANAFLEX, DE SEÇÃO CIRCULAR, CORRUGAÇÃO HELICOIDAL, IMPERMEÁVEL, DESTINADO À PROTEÇÃO	M	210	9,5
ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, 4", NA COR PRETA, TIPO KANAFLEX, DE SEÇÃO CIRCULAR, CORRUGAÇÃO HELICOIDAL, IMPERMEÁVEL, DESTINADO À PROTEÇÃO	M	69	3,1
ELETRODUTO, PVC, RÍGIDO, 1 1/4 POL, PRETA, ROSCÁVEL NÃO INFLAMÁVEL, PAREDE COM ESPESSURA MÍNIMA 2,2 MM, NBR 6150/80, 3 M, COM ROSCA GÁS EM AMBAS AS	M	60	2,7
ELETRODUTO PVC RÍGIDO 3/4 POL PRETA ROSCAVEL NAO INFLAMAVEL, ISO 9001, 3 M, COM ROSCA GAS EM AMBAS AS EXTREMIDADES	M	15	0,7
Totais		405	18,4

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
ESPELHO CEGO, MATERIAL TERMOPLÁSTICO, FORMATO 4 X 2, COR BRANCA, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS, REFERÊNCIA 618500 DA PIALPLUS	UN	3	0,14
ESPELHO TOMADA, MATERIAL TERMOPLÁSTICO, FORMATO 4 X 2, COR BRANCA, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS 1 POSTO VERTICAL, REFERÊNCIA 618501 PIALPLUS-L	UN	2	0,09
ESPELHO TOMADA, SISTEMA X, PARA 1 TOMADA RJ45, LARGURA 75 MM, COMPRIMENTO 75 MM	UN	7	0,32
FITA ISOLANTE ELÉTRICA, BORRACHA ETILENO-PROPILENO (EPR), ATÉ 69 KV, PRETA, 90 GRAUS CELSIUS, 19 MM DE LARGURA, 0,76 MM DE ESPESSURA, NBR 10.669, 4	UN	7	0,32
FITA ISOLANTE ELÉTRICA, ISOLAMENTO DE 600 V, LARGURA 19 MM, ESPESSURA 0,19 MM, TENSÃO DISRUPTIVA MÍNIMA DE 9 KV, FABRICADA EM PVC (RESINA E BORRACHA)	UN	46	2,09
HASTE ATERRAMENTO, COOPERWELD, 3.000 MM, 19 MM, ALTA CAMADA COM 254 MICRA DE ESPESSURA DE COBRE.	UN	2	0,09
INTERRUPTOR, BIPOLAR, INSTALAÇÕES EM CANALETAS DO SISTEMA -X-, 6750 02, 250 V, 10 A, NBR 14136.	UN	20	0,91
INTERRUPTOR BIPOLAR, TECLA DUPLA, SISTEMA DE CONEXÃO A REDE ATRAVÉS DE JANELA PARA INTRODUÇÃO DOS FIOS, LINHA SILENTOQUE, REF. 2105, FOSFORO	UN	3	0,14
LÂMPADA ESPECIAL COMPLETA PARA PROJETOR MULTIMÍDIA EPSON, MODELO S-10 (ELPLP-58-V13H010L58), ORIGINAL, NOVA, NÃO MANUFATURADA, PRIMEIRO USO.	UN	1	0,05
LÂMPADA ESPECIAL COMPLETA PARA PROJETOR MULTIMÍDIA EPSON, MODELO S-18 (ELPLP78), ORIGINAL, NOVA, NÃO MANUFATURADA, PRIMEIRO USO. A UFJF SE RES	UN	2	0,09
LÂMPADA ESPECIAL COMPLETA PARA PROJETOR MULTIMÍDIA EPSON, MODELO S-5 E S-6 (ELPLP-41-V13H010L41), ORIGINAL, NOVA, NÃO MANUFATURADA, PRIMEIRO	UN	1	0,05
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA, 4 PINOS, BASE G240-3, 26 W, COMPRIMENTO 165 MM, 27 MM, 220 V, TEMPERATURA DE COR 4.000 K, ILUMINAÇÃO GERAL	UN	9	0,41
LÂMPADA FLUORESCENTE, TUBULAR, BASE BIPINO, 110W, COMPRIMENTO 2,40CM, 220V.	UN	5	0,23
LÂMPADA FLUORESCENTE, TUBULAR, BIPINO, 65 W, TEMPERATURA COR 5.000 A 6.500 K, ILUMINAÇÃO GERAL	UN	10	0,45
LÂMPADA FLUORESCENTE TUBULAR DE 32 W, FLUXO LUMINOSO IGUAL OU SUPERIOR A 2700 LUMENS, TEMPERATURA DE COR 4000 A 4100 K, ÍNDICE DE REPRODUÇÃO	UN	320	14,55
LÂMPADA FLUORESCENTE, TUBULAR T5, 28 W, TEMPERATURA DE COR 4000 K, BASE G5, ÍNDICE MÍNIMO DE REPRODUÇÃO DE COR DE 85 PER, VIDA MÉDIA ÚTL DE 24	UN	4	0,18
LÂMPADA HALÓGENA MOD MCA 6 V 30 W	UN	1	0,05
LÂMPADA HALÓGENA, 220 V, 50 W, E-27, PAR20, ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES, BRANCA	UN	8	0,36
LÂMPADA HIQ-T MULTIVAPOR METÁLICO, TUBULAR, COR VERDE, 400 W, TEMPERATURA DE COR 5200 GRAUS K, VIDA ÚTIL MÍNIMA DE 12.000 H.	UN	1	0,05
LÂMPADA LED TUBULAR, POTÊNCIA 18 W, TIPO T8, COMPRIMENTO 1.200 MM, FLUXO LUMINOSO MÍNIMO IGUAL 2100 LM, TEMPERATURA DE COR 4.000 °K, 840, TENSÃO D	UN	16	0,73
LÂMPADA LED TUBULAR, POTÊNCIA 9 W, TIPO T8, COMPRIMENTO 600 MM, FLUXO LUMINOSO MÍNIMO IGUAL 900 LM, TEMPERATURA DE COR 4.000 °K, 840, TENSÃO DE TR	UN	99	4,50
LÂMPADA PARA MICROSCÓPIO OLÍMPUS, TIPO ESS 6V 30W.	UN	2	0,09
LÂMPADA PARA TRANSFORMADOR DE LUPA OLÍMPUS 6V 15W - VS 13528 VISOLIGHT	UN	2	0,09
LÂMPADA SUPER LED BULBO , BVOLT, POTÊNCIA NOMINAL 15 W, TIPO BASE E-27, COR BRANCA, TEMPERATURA DE COR 6000K, GARANTIA MÍNIMA DE 1 ANO.	UN	21	0,95
LÂMPADA SUPER LED BULBO , BVOLT, POTÊNCIA NOMINAL 9, TIPO BASE E-27, COR BRANCA, TEMPERATURA DE COR 6000	UN	78	3,55
LÂMPADA VAPOR SÓDIO ALTA PRESSÃO, 250 W, E40, TUBULAR, 220 V, SONT250W-RE (PHILIPS), 28.000 LM, 1.950 K, 25, 24.000 H, ISO 9001 E 14001.	UN	2	0,09
LÂMPADA VAPOR SÓDIO ALTA PRESSÃO, 400 W, E40, TUBULAR, 220 V, SONT400W-RE (PHILIPS), 48.000 LM, 1.950 K, 25, 24.000 H, ISO 9001 E 14001.	UN	7	0,32
LUMINÁRIA FLUORESCENTE DE SOBREPOR 2 X 16 W	UN	3	0,14
LUVA DE PVC PARA JUNÇÃO DE 2 CANALETAS 110MM X 20MM DO SISTEMA X, REF 304-05 PIAL.	UN	2	0,09
LUVA ELETRODUTO, PVC RÍGIDO ANTI-CHAMA, ROSCÁVEL, 3/4 POL, PRETA, NBR 6150, COM ROSCA GÁS EM AMBAS AS EXTREMIDADES.	UN	16	0,73
LUVA EMENDA PARA COMPRESSÃO, SÉRIE MÉTRICA, FABRICADA EM COBRE E ESTANHADA, APLICAÇÃO CONTATO ELÉTRICO, SEÇÃO 16MM2, COMPRIMENTO 35MM	UN	3	0,14
LUVA EMENDA PARA COMPRESSÃO, SÉRIE MÉTRICA, FABRICADA EM COBRE E ESTANHADA, APLICAÇÃO CONTATO ELÉTRICO, SEÇÃO 95MM2, COMPRIMENTO 58MM	UN	3	0,14
LUVA GALVANIZADA A FOGO, 1 POLEGADA, SÉRIE PESADA, DE ACORDO COM NBR 5624/93 E NBR 13057/93.	UN	2	0,09
MATA-JUNTAS CANALETA, COTOVELO INTERNO, SISTEMA X, PVC, 110 X 20 MM, 90 GRAUS.	UN	2	0,09
MATA-JUNTAS CANALETA, TIPO COTOVELO , APLICAÇÃO SISTEMA X, MATERIAL TERMOPLÁSTICO AUTO-EXTINGUÍVEL, COR BRANCA, BITOLA 20 X 10 MM, REF 309.90	UN	6	0,27
MATA-JUNTAS CANALETA, TIPO COTOVELO , APLICAÇÃO SISTEMA X, MATERIAL TERMOPLÁSTICO AUTO-EXTINGUÍVEL, COR BRANCA, BITOLA 20 X 10 MM, REF 309.92	UN	7	0,32
MATA-JUNTAS CANALETA, TIPO COTOVELO EXTERNO, APLICAÇÃO SISTEMA X, MATERIAL PVC, BITOLA 110 X 20 MM, ANGULAÇÃO 90 GRAUS, REF. 304.02.	UN	1	0,05
MATA-JUNTAS CANALETA, TIPO LUVA, APLICAÇÃO SISTEMA 'X', MATERIAL TERMOPLÁSTICO, COR BRANCA, BITOLA 20 X 10 REF. 309.94	UN	1	0,05
MATA-JUNTAS CANALETA, TIPO TÊ, APLICAÇÃO SISTEMA 'X', MATERIAL TERMOPLÁSTICO, COR BRANCA, BITOLA 20 X 10 REF 903.93	UN	2	0,09
MÓDULO PIALPLUS, INTERRUPTOR BIPOLAR SIMPLES, BRANCO, 10 A 250 V, 6120-05.	UN	5	0,23
MÓDULO PIALPLUS, TOMADA RJ45, BRANCA, PARA REDE DE INFORMÁTICA, CAT. 6, LSC2, REF.: 6150 47	UN	19	0,86
MÓDULO PIALPLUS, TOMADA 2P T, PADRÃO BRASILEIRO, BRANCO, 20 A, 250 V, PARA PINOS ATÉ 4,8 MM 6150 60.	UN	2	0,09
PLACA, TERMOPLÁSTICO, BRANCA, CAIXA 4 X 2 POL, LINHA PIAL PLUS, PARA 1 POSTO, REF. 6185-01.	UN	2	0,09
PLUGUE, TIPO MACHO, NÚMERO CONTATO 2 P + T, CORRENTE NOMINAL 20, TENSÃO NOMINAL 250, NÚMERO PÓLOS 3, APLICAÇÃO AR CONDICIONADO REF 615833 DA	UN	9	0,41
PLUGUE, 3 P, FÊMEA, BRANCO, 10 A, 250 V, 2 PINO + TERRA REF 615804 DA PIAL	UN	1	0,05
PLUGUE, 3 P, FÊMEA, BRANCO, 20 A, 250 V, 2 PINO + TERRA REF 615837 DA PIAL	UN	7	0,32
PROJETOR RETANGULAR DE ILUMINAÇÃO, PARA LÂMPADAS A VAPOR METÁLICO DE 400 W, COMPLETO COM ALOJAMENTO PARA REATORES INCORPORADOS, GRAU	UN	5	0,23
PROTETOR CONTRA SURTO TRANSITÓRIO ELÉTRICO / RAIOS, EM CAIXA MOLDADA, ACOPLÁVEL POR ENGATE DIRETO A QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO, COM LED SINAL	UN	4	0,18
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ, DE SOBREPOR EM PAREDE, GRAU DE PROTEÇÃO IP 65, MONTADO EM CAIXA TAINUS, INVÓLUCRO E PORTA FABRICADOS EM CH	UN	1	0,05
REATOR ELETROMAGNÉTICO, USO EXTERNO, PARA LÂMPADA MULTIVAPOR METÁLICO DE 400W, 220V, ALTO FATOR DE POTÊNCIA (MÍNIMO 0,92), COMPLETO COM IGN	UN	1	0,05
REATOR ELETRÔNICO PARA 2 LÂMPADAS FLUORESCENTES HO - 110 W , 220 V, PARTIDA RÁPIDA, FATOR DE POTÊNCIA IGUAL 0,99, DISTORÇÃO HARMÔNICA MENOR	UN	3	0,14
REATOR ELETRÔNICO PARA 2 LÂMPADAS FLUORESCENTES 55/65W, ALTO FATOR DE POTÊNCIA 220V, THD 20%, PARTIDA INSTANTÂNEA, TEMPERATURA DE TRABALH	UN	5	0,23
REATOR ELETRÔNICO 1 X 26 W, BVOLT, LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 4 PINOS, FATOR DE POTÊNCIA SUPERIOR 0,97, PARTIDA INSTANTÂNEA, CERTIFICAÇÃO	UN	5	0,23
REATOR ELETRÔNICO 1 X 26 W, 220 V, LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA, FATOR DE POTÊNCIA SUPERIOR 0,50, PARTIDA INSTANTÂNEA, CERTIFICAÇÃO INMETRO	UN	4	0,18
REATOR ELETRÔNICO 2 X 36 W / 2 X 40 W, PARTIDA INSTANTÂNEA, BVOLT 127 / 220 V, FATOR FLUXO LUMINOSO IGUAL OU SUPERIOR A 0,90, FATOR DE POTÊNCIA IGUAL	UN	139	6,32
REATOR LÂMPADA VAPOR SÓDIO, TIPO USO EXTERNO, POTÊNCIA NOMINAL LÂMPADA 400, TENSÃO NOMINAL 220, FATOR POTÊNCIA MAIOR OU IGUAL A 0,95, CARACTE	UN	7	0,32
RECEPTÁCULO EM PORCELANA COM TERMINAIS PROTEGIDOS PARA PLAFONIER, SOQUETE EM LATÃO COM ENCAIXE DE FIXAÇÃO ANTI-GIRO 250 V BASE E-27.	UN	9	0,41
RELÉ SISTEMA ELÉTRICO, FOTOELÉTRICO, MAGNÉTICO, CORPO EM POLIPROPILENO, TAMPA EM POLICARBONATO, 220 V RM-10 TECNOWATT.	UN	6	0,27
RESISTÊNCIA ELÉTRICA PARA CHUVEIRO, COMPATIVEL COM CHUVEIRO JET 4 LORENZETTI, 220V, 6800W, COM GARANTIA MÍNIMA DE 1 ANO. REF.: 055-H LORENZETTI	UN	2	0,09
SOQUETE DE LÂMPADA FLUORESCENTE, MATERIAL NYLON 6.6 NATURAL, TIPO TOMADINHA, TENSÃO NOMINAL 127/220, COR BRANCA, CÓDIGO 160/LUMBRAS.	UN	8	0,36
SOQUETE LÂMPADA FLUORESCENTE, BAQUELITE, ANTI-VIBRATÓRIO, 40 W, 110 V, BRANCA	UN	32	1,45
SOQUETE PARA LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA, BASE G23-2 PINOS, CORPO EM PBT GF BRANCO, PROTEÇÃO UV, TEMP. MÁXIMA ADMISSÍVEL 210°C (IEC 60598)	UN	5	0,23
SUORTE CAIXA FIXAÇÃO ENCAIXE DE TOMADAS E INTERRUPTORES MODULO VERTICAL 4 X 2, PIALPLUS	UN	6	0,27
TAMPA CONDULETE, ALUMÍNIO, CINZA, 3/4 POL, CEGA COMPLETA COM PARAFUSOS.	UN	23	1,05
TAMPA CONDULETE, ALUMÍNIO, CINZA, 3/4 POL, PARA INTERRUPTOR DE 2 SEÇÕES, COMPLETA COM PARAFUSOS.	UN	1	0,05
TAMPA CONDULETE, ALUMÍNIO, CINZA, 3/4 POL, PARA 1 TOMADA HEXAGONAL VERTICAL PADRÃO BRASILEIRO, COMPLETA COM PARAFUSOS.	UN	36	1,64
TAMPA EXTREMIDADE, PARA CANALETAS 110 X 20 MM DO SISTEMA X, PVC - CLORETO DE POLIVINILA	UN	2	0,09
TERMINAL A COMPRESSÃO, TIPO 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, FABRICADO EM COBRE E ESTANHADO, SEÇÃO 16 MM2, SÉRIE MÉTRICA	UN	5	0,23
TERMINAL A COMPRESSÃO, TIPO 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, FABRICADO EM COBRE E ESTANHADO, SEÇÃO 25 MM2, SÉRIE MÉTRICA	UN	3	0,14
TERMINAL A COMPRESSÃO, TIPO 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, FABRICADO EM COBRE E ESTANHADO, SEÇÃO 35 MM2, SÉRIE MÉTRICA	UN	1	0,05
TERMINAL A COMPRESSÃO, TIPO 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, FABRICADO EM COBRE E ESTANHADO, SEÇÃO 70 MM2, SÉRIE MÉTRICA	UN	3	0,14
TERMINAL A COMPRESSÃO, TIPO 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, FABRICADO EM COBRE E ESTANHADO, SEÇÃO 95 MM2, SÉRIE MÉTRICA	UN	3	0,14
TERMINAL ELÉTRICO, COBRE, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 2,5 MM2, AZUL, FORQUILHA - TPF	UN	4	0,18
TERMINAL ELÉTRICO, COBRE, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 2,5 MM2, TIPO ARGOLA, AZUL	UN	40	1,82
TERMINAL ELÉTRICO, COBRE, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 4 MM2, PINO - TPF	UN	26	1,18
TERMINAL ELÉTRICO, COBRE, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE NA COR AMARELO, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 4,0 MM2, PINO TUBULAR SIMPLES TIPO LHÓS.	UN	12	0,55
TERMINAL ELÉTRICO, COBRE, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE NA COR AZUL, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 2,5 MM2, PINO TUBULAR SIMPLES TIPO LHÓS.	UN	10	0,45
TERMINAL ELÉTRICO, COBRE, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE NA COR VERDE, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 6,0 MM2, PINO TUBULAR SIMPLES TIPO LHÓS.	UN	10	0,45
TERMINAL ELÉTRICO, TERMOPLÁSTICO, PRÉ-ISOLADO, MATERIAL ISOLANTE, MANUTENÇÃO ELÉTRICA, 4 A 6 MM2, FORQUILHA - TPF.	UN	35	1,59
TOMADA, EMBUTIR, PADRÃO BRASILEIRO, 10 A, 250 V, 2 P T COM CONTATOS REFORÇADOS EM LIGA DE COBRE DE ALTA QUALIDADE, DOTADA DE JANELA PARA INTR	UN	31	1,41
TOMADA, EMBUTIR, PADRÃO BRASILEIRO, 20 A, 250 V, 2 P T COM CONTATOS REFORÇADOS EM LIGA DE COBRE DE ALTA QUALIDADE, DOTADA DE JANELA PARA INTR	UN	13	0,59
TOMADA, EMBUTIR, UNIVERSAL, 10 A, 250 V, 2 P + T COM CONTATOS REFORÇADOS EM LIGA DE COBRE DE ALTA QUALIDADE, DOTADA DE JANELA PARA INTRODUÇÃO	UN	3	0,14
TOMADA, MODELO RJ45, TIPO MODULAR DE ENCAIXE, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS LINHA MODULAR PARA TOMADAS E INTERRUPTORES, CATEGORIA 5E, REF. 6150	UN	7	0,32
TOMADA, PLUG MACHO, 3 PINOS, 10A, COR BRANCA, REF 615801 DA PIAL	UN	11	0,50
TOMADA TELEFONE, TIPO FÊMEA DE EMBUTIR, QUANTIDADE PINOS 4, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS PADRÃO TELEBRAS	UN	1	0,05
TOMADA 2P T, PADRÃO BRASILEIRO, BRANCA, 20 A, 250 V, COM PLACA E CONTATOS REFORÇADOS EM LIGA DE COBRE DE ALTA QUALIDADE E JANELA PARA INTRO	UN	12	0,55
TOMADA 2P + T, PADRÃO BRASILEIRO, BRANCA, 10 A, 250 V, COMPLETA, COM PARAFUSOS, SUPORTE, PLACA E MÓDULO, LINHA PIALPLUS, REF 6150-80 PIAL, NBR 1413	UN	1	0,05
TOMADA 2P+T, 10 A, 250 V, NBR 14136, INSTALAÇÕES EM CANALETAS DO SISTEMA -X-, 6750 060, PADRÃO BRASILEIRO.	UN	33	1,50
TOMADA 2P+T, 20 A, 250 V, NBR 14136 INSTALAÇÕES EM CANALETAS DO SISTEMA -X-, 6750 061, PADRÃO BRASILEIRO.	UN	32	1,48
Totais		1452	65,1

Continua...

Continuação...

Veículos Utilizados
Como a média diária dos materiais a serem transportados não possuem grandes volumes e pesos, é permitido o transporte nos veículos de passageiros, tendo em vista que esses possuem espaços apropriados para transporte dos materiais e os mesmos não irão transgredir nenhuma restrição dos veículos.

Materiais Transportados			
Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
TINTA ACRÍLICA PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702/2010, TIPO 4.5.1), FOSCO, SEM CHEIRO, NA COR AREIA; FORNECIDA EM LATA DE 18 LITROS; NLT	108	108	4,91
TINTA ACRÍLICA PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702/2010, TIPO 4.5.1), FOSCO, SEM CHEIRO, NA COR CONCRETO; FORNECIDA EM LATA DE 18 LITROS; NLT	18	18	0,82
TINTA ACRÍLICA PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702/2010, TIPO 4.5.1), FOSCO, SEM CHEIRO, NA COR BRANCO NEVE; FORNECIDA EM LATA DE 18 LITROS; NLT	234	234	10,64
TINTA ACRÍLICA PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702/2010, TIPO 4.5.1), FOSCO, SEM CHEIRO, NA COR PÉROLA; FORNECIDA EM LATA DE 18 LITROS; NLT	252	252	11,45
TINTA DEMARCAÇÃO SINALIZAÇÃO, BASE RESINA ACRÍLICA, TIPO BRILHANTE, COR AMARELA, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS RESISTENTE À ABRASÃO E INTENPÉRIES; NLT	324	324	14,73
TINTA ESMALTE SINTÉTICO FUNDO GALVANIZADO (SUPER GALVITE), COR BRANCA FORNECIDA EM GALÃO DE 3,6 LITROS, APRESENTAÇÃO: LÍQUIDO, COMPOSIÇÃO: RLT	10,8	10,8	0,49
TINTA ESMALTE SINTÉTICO PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702, TIPO 4.2.1.1), BRILHO, LAVÁVEL, NA BRANCO NEVE; FORNECIDO EM GALÃO DE 3,6 LITROS; NLT	14,4	14,4	0,65
TINTA ESMALTE SINTÉTICO PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702, TIPO 4.2.1.1), BRILHO, LAVÁVEL, NA CINZA MÉDIO; FORNECIDO EM GALÃO DE 3,6 LITROS; NLT	21,6	21,6	0,98
TINTA ESMALTE SINTÉTICO PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702, TIPO 4.2.1.1), BRILHO, LAVÁVEL, NA COR VINHO CHASSIS; FORNECIDO EM GALÃO DE 3,6 LITROS; NLT	10,8	10,8	0,49
TINTA ESMALTE SINTÉTICO PREMIUM (NORMA DE CLASSIFICAÇÃO ABNT-NBR 11702, TIPO 4.2.1.1), FOSCO, LAVÁVEL, NA COR PRETO; FORNECIDO EM GALÃO DE 3,6 LITROS; NLT	7,2	7,2	0,33
DILUENTE A BASE DE AGUARRÁS, PARA DILUIÇÃO DE TINTAS À ÓLEO, VERNIZES, ESMALTE SINTÉTICO E TINTAS MOBILIÁRIAS, COMPOSTO DE HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS; NLT	29	29	0,06
DILUENTE A BASE DE THINNER PARA ACABAMENTO 2002, HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS, ÁLCOOL, ÉSTERES GLICÓIS E CETONAS, PARA LIMPEZA E POLIMENTO, NLT	23	23	0,05
Totais	1052,8	1052,8	45,8

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
CONEXÃO HIDRÁULICA, ADAPTADOR CURTO, MATERIAL PVC, SOLDÁVEL E ROSCÁVEL, LADO ROSCÁVEL 1, LADO SOLDÁVEL 32 MM.	UN	4	0,18
CONEXÃO HIDRÁULICA, ADAPTADOR CURTO, MATERIAL PVC, SOLDÁVEL E ROSCÁVEL, LADO ROSCÁVEL 1/2, LADO SOLDÁVEL 20 MM.	UN	7	0,32
CONEXÃO HIDRÁULICA, ADAPTADOR CURTO, MATERIAL PVC, SOLDÁVEL E ROSCÁVEL, LADO ROSCÁVEL 2, LADO SOLDÁVEL 60 MM.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, ADAPTADOR CURTO, MATERIAL PVC, SOLDÁVEL E ROSCÁVEL, LADO ROSCÁVEL 3/4, LADO SOLDÁVEL 25 MM.	UN	3	0,14
CONEXÃO HIDRÁULICA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, TIPO FLANGE, TIPO FIXAÇÃO SOLDÁVEL CURTO, 32 MM APLICAÇÃO INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, TIPO FLANGE, TIPO FIXAÇÃO SOLDÁVEL CURTO, 60 MM APLICAÇÃO INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, TIPO LULA DE CORRER, TIPO FIXAÇÃO SOLDÁVEL, BITOLA 110 MM, INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, TIPO LULA DE CORRER, TIPO FIXAÇÃO SOLDÁVEL, BITOLA 20 MM, INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, TIPO LULA DE CORRER, TIPO FIXAÇÃO SOLDÁVEL, BITOLA 25 MM, INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, TIPO LULA DE CORRER, TIPO FIXAÇÃO SOLDÁVEL, BITOLA LADO SOLDÁVEL 50 MM, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS COM BUCHA DE REDUÇÃO.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, BUCHA DE REDUÇÃO, ROSQUEÁVEL, 25 MM X 20 MM, BRANCA, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, BUCHA DE REDUÇÃO, 50 X 40 MM, REDE HIDRÁULICA E ESGOTO.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, CURTA, BUCHA REDUÇÃO, SOLDÁVEL, 32 X 25 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, CURTA, BUCHA REDUÇÃO, SOLDÁVEL, 60 MM X 50 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, CURVA DE 90 GRAUS, CURTA, SOLDÁVEL, 40 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, CURVA DE 90 GRAUS, CURTA, SOLDÁVEL, 50 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	5	0,23
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 45 GRAUS, SOLDÁVEL, 20 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	9	0,41
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 45 GRAUS, SOLDÁVEL, 25 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 45 GRAUS, SOLDÁVEL, 50 MM, REDE DE ESGOTO.	UN	4	0,18
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, LRM, REDUZIDO, SOLDÁVEL, 25 MM X 20 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL E ROSQUEÁVEL, COM BUCHA DE LATÃO, 25 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	18	0,82
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, POL, 32 MM, REDE HIDRÁULICA E ESGOTO, MARROM.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 100 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 20 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	53	2,41
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 25 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 40 MM, REDE DE ESGOTO.	UN	10	0,45
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 60 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	4	0,18
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO DE 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 75 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA DE CORRER, 100 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA DE CORRER, 40 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	4	0,18
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA DE CORRER, 50 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	3	0,14
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA DE CORRER, 75 MM, INSTALAÇÃO SANITÁRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA DE REDUÇÃO BRANCA, ROSQUEÁVEL, 25 MM X 20 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA LRM, SOLDÁVEL, ROSQUEÁVEL, 25MM - 1/2, AZUL COM BUCHA DE LATÃO, INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA, SOLDÁVEL, 25 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA, SOLDÁVEL, 20 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	9	0,41
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA, SOLDÁVEL, 32 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, LULA, SOLDÁVEL, 60 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	4	0,18
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, T 90 GRAUS, SOLDÁVEL, 60 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS ÁGUA FRIA.	UN	4	0,18
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC, CLORETO DE POLIVINILA, BUCHA DE REDUÇÃO ROSCA INTERNA E EXTERNA, 32 X 25 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA.	UN	2	0,09
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC, CLORETO DE POLIVINILA, JOELHO 90 GRAUS, SOLDÁVEL E ROSCÁVEL, 1/2 POL, 1/2 POL, COM BUCHA DE LATÃO, REDE DE ÁGUA FRIA.	UN	11	0,50
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC CLORETO DE POLIVINILA, LULA, ROSCÁVEL BRANCA, 20 MM, INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC RÍGIDO, UNIÃO, SOLDÁVEL, 25 MM, INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA.	UN	1	0,05
CONEXÃO HIDRÁULICA, PVC, T, SOLDÁVEL, BITOLA DE 1/2 POL.	UN	8	0,36
CONEXÃO PARA TUBOS CANOS - ROSCÁVEL, T 90 GRAUS, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, 1/2 POL, NÃO APLICÁVEL POL, 56 MM, 28 MM, 38 G, NBR 5.648, COM ROSCA.	UN	2	0,09
CONEXÃO PARA TUBOS E CANOS - SOLDÁVEL, T 90 GRAUS, PVC - CLORETO DE POLIVINILA, 25 MM, NÃO APLICÁVEL MM, 64 MM, 32 MM, 38 G, NBR 5.648.	UN	2	0,09
TORNEIRA, EM AÇO INOXIDÁVEL CROMADO, PARA LAVATÓRIO, BICA ALTA, DE BANCADA, TIPO PESCOÇO DE GANSO, DIÂMETRO 1/2 POL. REF. 1195 C50	UN	1	0,05
TORNEIRA, LATÃO, PIA, 1/2 POL, CROMADO, COM BICA FIXA, LONGA, AREJADOR, COMPRIMENTO MÍNIMO DE 23 CM, FECHAMENTO TIPO MANUAL	UN	3	0,14
TORNEIRA, MATERIAL CORPO PVC, TIPO LONGA, DIÂMETRO 1/2, APLICAÇÃO BEBEDOURO DE GARRAFA, COR AZUL	UN	1	0,05
TORNEIRA, METAL, PARA BOCA, 1/2 POL, BEBEDOURO ELÉTRICO, SOFT LINE 2/25 CROMADO, 5 CM, COM ADAPTADOR DE 1/4 POL SAE EM LATÃO.	UN	2	0,09
TORNEIRA, METAL, TIPO U INVERTIDO, PARA COPO, 1/2 POL, BEBEDOURO ELÉTRICO, CROMADO, 17 CM, COM ADAPTADOR DE 1/4 POL, SAE EM LATÃO.	UN	4	0,18
TORNEIRA PARA BANHEIRO DE MESA ANTIVANDALISMO, ACQUAPRESS REF. 1180	UN	1	0,05
TORNEIRA PARA COZINHA DE PAREDE, BICA MÓVEL, PRATA REF. 1168 C50	UN	1	0,05
TORNEIRA PARA LAVATÓRIO MESA EM METAL CROMADO, BICA BAIXA, 1/2 POL, REF 1190 DL- CR FABRIMAR	UN	4	0,18
TRINCHA, COM LARGURA 2", CERDAS SINTÉTICAS, GRIS; INDICADO PARA PINTURA EM PAREDES; CABO PLÁSTICO;	UN	37	1,68
TRINCHA, MADEIRA, PELO ORELHA DE BOI, 1 POL, LONGO.	UN	3	0,14
Totais	291	291	11,8

Continua...

Continuação...

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
TUBO PVC SÉRIE NORMAL DN 100MM PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	M	3	0,14
TUBO PVC SÉRIE NORMAL DN 150MM PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	M	1	0,05
TUBO PVC SÉRIE NORMAL DN 50MM PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	M	4	0,18
TUBO PVC SÉRIE NORMAL DN 75MM PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	M	5	0,23
TUBO PVC SOLDÁVEL DN 20 MM ÁGUA FRIA (NBR 5648)	M	110	5,00
TUBO PVC SOLDÁVEL DN 25 MM ÁGUA FRIA (NBR 5648)	M	36	1,64
TUBO PVC SOLDÁVEL DN 32 MM ÁGUA FRIA (NBR 5648)	M	4	0,18
TUBO PVC SOLDÁVEL DN 40 MM ÁGUA FRIA (NBR 5648)	M	6	0,27
TUBO PVC SOLDÁVEL DN 60 MM ÁGUA FRIA (NBR 5648)	M	18	0,82
Totais		187	8,9

Descrição Material	Unidade	Total mensal	Média/dia
TUBO PVC SOLDÁVEL, APLICAÇÃO SANITÁRIA, COR BRANCA, DIÂMETRO NOMINAL 50, COMPRIMENTO 6, COMPRIMENTO BOLSA 60, ESPESSURA PAREDES 2,40, PRESS	UN	5	0,23
TUBO PVC SOLDÁVEL, HIDRÁULICA, MARROM, DIÂMETRO 25 MM, COMPRIMENTO 6 M, COMPRIMENTO BOLSA 32 MM, ESPESSURA PAREDES 1,70 MM, PRESSÃO 7,50 KG	UN	2	0,09
TUBO PVC SOLDÁVEL, HIDRÁULICA, MARROM, 110 MM, 6 M, 91 MM, 6,10 MM, 7,50 KG/CM2 A 20 GRAUS C.	UN	1	0,05
TUBO PVC SOLDÁVEL, SANITÁRIA, BRANCA, 40 MM, 6 M, 50 MM, 2,10 MM, 7,50 KG/CM2 A 20 GRAUS C.	UN	12	0,55
UNIÃO COM ROSCA, MATERIAL PVC - CLORETO DE POLIVINILA, DIÂMETRO 32 MM, COMPRIMENTO TOTAL 55, ALTURA 64, PESO 132, NORMAS TÉCNICAS NBR 5.648	UN	1	0,05
VÁLVULA DE DESCARGA PARA MICTÓRIO CROMADO FABRIMAR ACQUAPRESS REF 1181	UN	1	0,05
VÁLVULA ESCOAMENTO, MATERIAL AÇO INOXIDÁVEL, DIÂMETRO 1 1/4, APLICAÇÃO TANQUE	UN	1	0,05
VÁLVULA ESCOAMENTO, MATERIAL METAL, DIÂMETRO 1, COMPONENTES COM LADRÃO PARA LAVATÓRIO, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS ACABAMENTO CROMADO E	UN	1	0,05
VEDANTE DE BORRACHA EXPANDIDA PARA CAIXA ACOPLADA UNIVERSAL	UN	3	0,14
Totais		27	1,2

Tabela D 5: Materiais transportados em outubro de 2019. Fonte: O autor.

Custos Fixos		Kombi	Caminhão caçamba	Monck	Guindauto	Toyota	Toyota	Caminhão caçamba	Caminhão pipa	Caminhão carrocera	Toyota	Van	Caminhão caçamba	Toyota	Kombi	Honda Fit	Microônibus
		GMF7170	GMF4259	GTR6511	GMF7359	GMF6555	GMF6557	GMF6495	H0E3300	GMF5564	GMF0914	GMF4390	GMF6538	GMF6530	GMF7171	GMF5387	OPG6583
Depreciação	Valor do veículo novo	R\$ 48.150,00	R\$ 116.800,00	R\$ 64.630,00	R\$ 312.000,00	R\$ 24.484,68	R\$ 24.484,68	R\$ 116.800,00	R\$ 189.980,00	R\$ 106.000,00	R\$ 24.484,68	R\$ 78.100,00	R\$ 100.000,54	R\$ 24.484,68	R\$ 48.150,00	R\$ 47.600,00	R\$ 215.999,99
	Valor do veículo usado	R\$ 27.131,00	R\$ 50.116,00	R\$ 45.000,00	R\$ 96.991,00	R\$ 18.782,00	R\$ 18.782,00	R\$ 50.116,00	R\$ 93.459,00	R\$ 53.992,00	R\$ 18.782,00	R\$ 45.258,00	R\$ 32.722,00	R\$ 12.652,00	R\$ 27.131,00	R\$ 22.147,00	R\$ 170.000,00
	Número de anos de uso	7	10	47	7	27	27	10	10	13	30	17	27	27	7	12	8
		R\$ 250,23	R\$ 555,70	R\$ 34,80	R\$ 2.559,63	R\$ 17,60	R\$ 17,60	R\$ 555,70	R\$ 804,34	R\$ 333,38	R\$ 15,84	R\$ 160,99	R\$ 207,65	R\$ 36,52	R\$ 250,23	R\$ 176,76	R\$ 479,17
Remuneração do capital	Valor do veículo novo	R\$ 48.150,00	R\$ 116.800,00	R\$ 64.630,00	R\$ 312.000,00	R\$ 24.484,68	R\$ 24.484,68	R\$ 116.800,00	R\$ 189.980,00	R\$ 106.000,00	R\$ 24.484,68	R\$ 78.100,00	R\$ 100.000,54	R\$ 24.484,68	R\$ 48.150,00	R\$ 47.600,00	R\$ 215.999,99
	Valor do veículo usado	R\$ 27.131,00	R\$ 50.116,00	R\$ 45.000,00	R\$ 96.991,00	R\$ 18.782,00	R\$ 18.782,00	R\$ 50.116,00	R\$ 93.459,00	R\$ 53.992,00	R\$ 18.782,00	R\$ 45.258,00	R\$ 32.722,00	R\$ 12.652,00	R\$ 27.131,00	R\$ 22.147,00	R\$ 170.000,00
	Número de anos de uso	7	10	47	7	27	27	10	10	13	30	17	27	27	7	12	8
		R\$ 68,00	R\$ 221,02	R\$ 133,81	R\$ 559,15	R\$ 51,15	R\$ 51,15	R\$ 221,02	R\$ 358,23	R\$ 205,67	R\$ 51,34	R\$ 155,16	R\$ 203,63	R\$ 51,34	R\$ 88,00	R\$ 92,92	R\$ 395,78
Motoristas	Salário	2619,71	2619,71	0	0	0	2619,71	0	0	2619,71	0	2619,71	2619,71	2619,71	2619,71	0	0
	Percentual de encargos sociais	0,3616	0,3616	0	0	0	0,3616	0	0	0,3616	0	0,3616	0,3616	0,3616	0,3616	0	0
		R\$ 3.567,00	R\$ 3.567,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.567,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.567,00	R\$ -	R\$ 3.567,00	R\$ 3.567,00	R\$ 3.567,00	R\$ 3.567,00	R\$ -	R\$ -
Impostos e taxas	Licenciamento	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto
	IPVA	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto	Isto
	Seguros	R\$ 5,21	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 8,08	R\$ 5,76	R\$ 5,76	R\$ 5,21	R\$ 5,21	R\$ 8,08
		R\$ 0,43	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,67	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,43	R\$ 0,43	R\$ 0,67
Total / mês =		R\$ 3.905,66	R\$ 4.344,19	R\$ 199,09	R\$ 3.119,26	R\$ 69,23	R\$ 3.636,23	R\$ 777,20	R\$ 1.193,05	R\$ 4.036,73	R\$ 67,66	R\$ 3.883,82	R\$ 3.977,76	R\$ 3.655,14	R\$ 3.905,66	R\$ 270,11	R\$ 875,62
Total / Dia =		R\$ 177,53	R\$ 197,46	R\$ 7,69	R\$ 141,78	R\$ 3,15	R\$ 165,28	R\$ 35,33	R\$ 52,87	R\$ 186,67	R\$ 3,08	R\$ 176,54	R\$ 180,81	R\$ 166,14	R\$ 177,53	R\$ 12,28	R\$ 39,80
Total / hora =		R\$ 22,19	R\$ 24,68	R\$ 0,96	R\$ 17,72	R\$ 0,39	R\$ 20,66	R\$ 4,42	R\$ 6,61	R\$ 23,33	R\$ 0,38	R\$ 22,07	R\$ 22,60	R\$ 20,77	R\$ 22,19	R\$ 1,53	R\$ 4,98
Custos variáveis																	
Combustíveis	Consumo Km/l	7,6	3,7	2,7	4,3	5,6	6	4,3	1,9	4,7	7,1	6,5	3,4	6,8	7,6	10,7	3,6
	Custo do combustível	R\$ 4,47	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 3,61	R\$ 4,47	R\$ 4,47	R\$ 3,61
		R\$ 0,59	R\$ 0,98	R\$ 1,34	R\$ 0,84	R\$ 0,64	R\$ 0,60	R\$ 0,84	R\$ 1,90	R\$ 0,77	R\$ 0,51	R\$ 0,56	R\$ 1,06	R\$ 0,53	R\$ 0,59	R\$ 0,42	R\$ 1,00
Manutenção	Custo/Km	R\$ 1,17	R\$ 4,13	R\$ 8,83	R\$ 10,00	R\$ 3,35	R\$ 1,79	R\$ 3,30	R\$ 3,00	R\$ 3,50	R\$ 9,68	R\$ 3,50	R\$ 3,00	R\$ 2,46	R\$ 0,68	R\$ 3,53	R\$ 2,45
Pneus	Preço do pneu novo	R\$ 299,00	R\$ 799,00	R\$ 1.085,00	R\$ 941,00	R\$ 695,00	R\$ 695,00	R\$ 799,00	R\$ 1.040,00	R\$ 776,36	R\$ 695,00	R\$ 388,90	R\$ 1.070,00	R\$ 697,00	R\$ 299,00	R\$ 360,00	R\$ 941,00
	Vida útil do pneu da recapagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vida útil do pneu novo	30000	35000	35000	35000	30000	30000	35000	35000	35000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	35000
	Preço da recapagem	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	NP de Recapagens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade de pneus		4	6	6	6	4	4	6	6	6	4	4	6	4	4	4	6
		R\$ 0,04	R\$ 0,14	R\$ 0,19	R\$ 0,16	R\$ 0,09	R\$ 0,09	R\$ 0,14	R\$ 0,18	R\$ 0,13	R\$ 0,09	R\$ 0,05	R\$ 0,21	R\$ 0,09	R\$ 0,04	R\$ 0,05	R\$ 0,16
Óleo	Quantidade de litros utilizados pelo veículo	4	10	15	16	9	9	10	13	13	9	9	18	6	4	4	15
	Quilometragem para troca de óleo	10000	15000	15000	15000	10000	10000	15000	15000	15000	10000	10000	15000	10000	10000	10000	15000
	Preço do óleo	R\$ 20,00	R\$ 14,50	R\$ 16,95	R\$ 14,50	R\$ 16,95	R\$ 16,95	R\$ 14,50	R\$ 16,95	R\$ 16,95	R\$ 16,95	R\$ 16,95	R\$ 16,95	R\$ 16,95	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 16,95
		R\$ 0,01	R\$ 0,01	R\$ 0,02	R\$ 0,02	R\$ 0,02	R\$ 0,02	R\$ 0,01	R\$ 0,01	R\$ 0,01	R\$ 0,02	R\$ 0,02	R\$ 0,02	R\$ 0,01	R\$ 0,01	R\$ 0,01	R\$ 0,02
Lavagem	Preço da lavagem mensal	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00
	Intervalo entre as lavagens Km	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30	R\$ 0,30
Total / Km =		R\$ 2,11	R\$ 5,55	R\$ 10,67	R\$ 11,32	R\$ 4,40	R\$ 2,80	R\$ 4,59	R\$ 5,39	R\$ 4,72	R\$ 10,59	R\$ 4,42	R\$ 4,60	R\$ 3,40	R\$ 1,61	R\$ 4,31	R\$ 3,93

Tabela D 6: Custos dos veículos Fonte: O autor.

Veículo Kombi - GMF 7170										
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 01/10/2019	PROINFRA	ENGENHARIA	07:45:00	07:50:00	00:08:00	65894	65896	2	00:03:00	2
	ENGENHARIA	PROINFRA	07:53:00	07:59:00	00:12:00	65896	65899	3	00:06:00	0
	PROINFRA	ICE	08:05:00	08:10:00	00:13:00	65899	65900	1	00:08:00	2
	ICE	ODONTOLOGIA	08:18:00	08:24:00	00:08:00	65900	65903	3	00:03:00	1
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	08:27:00	08:31:00	00:10:00	65903	65905	1	00:06:00	0
	PROINFRA	MEDICINA	08:37:00	08:45:00	00:11:00	65905	65907	3	00:03:00	2
	MEDICINA	PROINFRA	08:48:00	08:55:00	00:17:00	65907	65910	3	00:10:00	0
	PROINFRA	JARDIM BOTÂNICO	09:05:00	09:35:00	00:40:00	65910	65917	7	00:10:00	3
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	09:45:00	10:10:00	00:45:00	65917	65927	10	00:20:00	0
	PROINFRA	MORADIA ESTUDANTIL	10:30:00	10:35:00	00:15:00	65927	65928	1	00:10:00	2
	MORADIA ESTUDANTIL	PROINFRA	10:45:00	10:55:00	00:18:00	65928	65931	3	00:08:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	11:03:00	11:10:00	00:12:00	65931	65933	2	00:05:00	0
	ENGENHARIA	PROINFRA	11:15:00	11:22:00	01:50:00	65933	65936	3	01:43:00	2
	PROINFRA	COLÉGIO JOÃO XXII	13:05:00	13:20:00	00:20:00	65936	65940	4	00:05:00	3
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	13:25:00	13:40:00	00:20:00	65940	65947	7	00:05:00	9
	PROINFRA	ICE	13:45:00	13:50:00	00:08:00	65947	65948	1	00:03:00	0
	ICE	PROINFRA	13:53:00	13:58:00	00:10:00	65948	65951	3	00:05:00	1
	PROINFRA	ICB	14:03:00	14:07:00	00:06:00	65951	65952	1	00:02:00	3
	ICB	PROINFRA	14:09:00	14:13:00	00:10:00	65952	65955	3	00:06:00	0
	PROINFRA	ICE	14:19:00	14:23:00	00:06:00	65955	65956	1	00:02:00	2
	ICE	PROINFRA	14:25:00	14:29:00	00:10:00	65956	65959	3	00:06:00	0
	PROINFRA	FAEFD	14:35:00	14:40:00	00:40:00	65959	65960	1	00:35:00	2
	FAEFD	PROINFRA	15:15:00	15:20:00	00:05	65960	65962	1,5	00:35:00	0
	PROINFRA	FARMÁCIA	15:55:00	16:00:00	00:05	65962	65963	1,5	00:20:00	2
	FARMÁCIA	PROINFRA	16:20:00	16:25:00	00:05	65963	65964	1	00:35:00	2
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 03/10/2019	PROINFRA	ODONTOLOGIA	07:50:00	07:54:00	00:06:00	65964	65966	2	00:02:00	8
	ODONTOLOGIA	ECONOMIA	07:56:00	07:58:00	00:07:00	65966	65967	1	00:05:00	6
	ECONOMIA	DIREITO	08:03:00	08:10:00	00:15:00	65967	65969	2	00:08:00	4
	DIREITO	ENGENHARIA	08:18:00	08:22:00	00:07:00	65969	65971	2	00:03:00	4
	ENGENHARIA	PROINFRA	08:25:00	08:30:00	00:25:00	65971	65974	3	00:20:00	4
	PROINFRA	ODONTOLOGIA	08:50:00	08:54:00	00:07:00	65974	65976	2	00:03:00	2
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	08:57:00	09:01:00	00:10:00	65976	65978	2	00:06:00	0
	PROINFRA	FAEFD	09:07:00	09:11:00	00:07:00	65978	65979	1	00:03:00	2
	FAEFD	PROINFRA	09:14:00	09:18:00	00:16:00	65979	65980	1	00:12:00	0
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	09:30:00	09:50:00	00:35:00	65980	65985	5	00:15:00	3
	FORUM DA CULTURA	PROINFRA	10:05:00	10:30:00	00:35:00	65985	65990	5	00:10:00	0
	PROINFRA	COLÉGIO JOÃO XXII	10:40:00	10:50:00	00:35:00	65990	65994	4	00:25:00	2
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	11:15:00	11:30:00	01:50:00	65994	66001	7	01:35:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	13:05:00	13:10:00	00:10:00	66001	66003	2	00:05:00	0
	ENGENHARIA	PROINFRA	13:15:00	13:20:00	00:15:00	66003	66006	3	00:10:00	2
	PROINFRA	COLÉGIO JOÃO XXII	13:30:00	13:43:00	00:21:00	66006	66010	4	00:08:00	3
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	13:51:00	14:04:00	00:23:00	66010	66017	7	00:10:00	9
	PROINFRA	FAEFD	14:14:00	14:18:00	00:06:00	66017	66018	1	00:02:00	0
	FAEFD	PROINFRA	14:20:00	14:24:00	00:14:00	66018	66020	2	00:10:00	1
	PROINFRA	ODONTOLOGIA	14:34:00	14:38:00	00:24:00	66020	66022	2	00:20:00	3
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	14:58:00	15:03:00	00:21:00	66022	66024	2	00:16:00	0
	PROINFRA	CAED	15:19:00	15:26:00	00:17:00	66024	66027	3	00:10:00	2
	CAED	PROINFRA	15:36:00	15:45:00	00:39:00	66027	66030	3	00:30:00	2
	PROINFRA	MEDICINA	16:15:00	16:23:00	00:38:00	66030	66033	3	00:30:00	2
	MEDICINA	PROINFRA	16:53:00	17:02:00	00:11:00	66033	66036	3	00:02:00	2

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 04/10/2019	PROINFRA	LETRAS	07:54:00	07:57:00	00:05:00	66036	66037	1	00:02:00	8
	LETRAS	ICB	07:59:00	08:02:00	00:06:00	66037	66038	1	00:03:00	7
	ICB	ENGENHARIA	08:05:00	08:10:00	00:12:00	66038	66039	1	00:07:00	4
	ENGENHARIA	DIREITO	08:17:00	08:22:00	00:10:00	66039	66042	3	00:05:00	2
	DIREITO	PROINFRA	08:27:00	08:29:00	00:17:00	66042	66043	1	00:15:00	0
	PROINFRA	FARMÁCIA	08:44:00	08:50:00	00:10:00	66043	66045	2	00:04:00	2
	FARMÁCIA	PROINFRA	08:54:00	09:01:00	00:13:00	66045	66047	2	00:06:00	0
	PROINFRA	MEDICINA	09:07:00	09:13:00	00:09:00	66047	66050	3	00:03:00	2
	MEDICINA	PROINFRA	09:16:00	09:25:00	00:24:00	66050	66053	3	00:15:00	0
	PROINFRA	ESCOLA DE MÚSICA	09:40:00	10:05:00	00:35:00	66053	66058	5	00:10:00	3
	ESCOLA DE MÚSICA	PROINFRA	10:15:00	10:40:00	00:37:00	66058	66063	5	00:12:00	0
	PROINFRA	MAMM	10:52:00	11:15:00	00:31:00	66063	66069	6	00:08:00	3
	MAMM	PROINFRA	11:23:00	11:50:00	01:42:00	66069	66075	6	01:15:00	3
	PROINFRA	CRIT	13:05:00	13:10:00	00:11:00	66075	66077	2	00:06:00	2
	CRIT	PROINFRA	13:16:00	13:20:00	00:19:00	66077	66080	3	00:15:00	0
	PROINFRA	MAMM	13:35:00	14:00:00	00:34:00	66080	66086	6	00:09:00	0
	MAMM	PROINFRA	14:09:00	14:30:00	00:28:00	66086	66092	6	00:07:00	3
	PROINFRA	ENGENHARIA	14:37:00	14:41:00	00:06:00	66092	66094	2	00:02:00	0
	ENGENHARIA	PROINFRA	14:43:00	14:50:00	00:13:00	66094	66097	3	00:06:00	3
	PROINFRA	ECONOMIA	14:56:00	15:00:00	00:19:00	66097	66099	2	00:15:00	3
	ECONOMIA	PROINFRA	15:15:00	15:20:00	00:14:00	66099	66101	2	00:09:00	0
	PROINFRA	CRIT	15:29:00	15:34:00	00:10:00	66101	66103	2	00:05:00	0
	CRIT	PROINFRA	15:39:00	15:45:00	00:16:00	66103	66106	3	00:10:00	2
	PROINFRA	FAFID	15:55:00	16:00:00	00:45:00	66106	66107	1	00:40:00	3
	FAFID	PROINFRA	16:40:00	16:45:00	00:15:00	66107	66109	2	00:10:00	3
	PROINFRA	ECONOMIA	16:55:00	16:59:00	00:14:00	66109	66111	2	00:10:00	2
	ECONOMIA	PROINFRA	17:09:00	17:13	00:04	66111	66113	2	00:10:00	2
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 07/10/2019	PROINFRA	CBR	07:40:00	07:44:00	00:06:00	66113	66115	2	00:02:00	4
	CBR	RU - CAMPUS	07:46:00	07:49:00	00:09:00	66115	66116	1	00:06:00	2
	RU - CAMPUS	SERVIÇO SOCIAL	07:55:00	08:00:00	00:13:00	66116	66119	3	00:08:00	1
	SERVIÇO SOCIAL	REITORIA	08:08:00	08:10:00	00:05:00	66119	66120	1	00:03:00	1
	REITORIA	PROINFRA	08:13:00	08:15:00	00:16:00	66120	66121	1	00:14:00	0
	PROINFRA	FARMÁCIA	08:29:00	08:34:00	00:08:00	66121	66123	2	00:03:00	2
	FARMÁCIA	PROINFRA	08:37:00	08:41:00	00:10:00	66123	66125	2	00:06:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	08:47:00	08:51:00	00:07:00	66125	66127	2	00:03:00	3
	ENGENHARIA	PROINFRA	08:54:00	09:00:00	00:24:00	66127	66130	3	00:18:00	0
	PROINFRA	CINE TEATRO CENTRAL	09:18:00	09:50:00	00:49:00	66130	66136	6	00:17:00	4
	CINE TEATRO CENTRAL	PROINFRA	10:07:00	10:30:00	00:29:00	66136	66142	6	00:06:00	0
	PROINFRA	RU - CENTRO	10:36:00	10:55:00	00:41:00	66142	66148	6	00:22:00	2
	RU - CENTRO	PROINFRA	11:17:00	11:40:00	01:48:00	66148	66155	7	01:25:00	0
	PROINFRA	ICE	13:05:00	13:10:00	00:09:00	66155	66157	2	00:04:00	4
	ICE	PROINFRA	13:14:00	13:20:00	00:15:00	66157	66160	3	00:09:00	0
	PROINFRA	MAMM	13:29:00	13:43:00	00:22:00	66160	66166	6	00:08:00	3
	MAMM	PROINFRA	13:51:00	14:04:00	00:24:00	66166	66173	7	00:11:00	0
	PROINFRA	CBR	14:15:00	14:18:00	00:05:00	66173	66175	2	00:02:00	3
	CBR	PROINFRA	14:20:00	14:24:00	00:11:00	66175	66178	3	00:07:00	0
	PROINFRA	FARMÁCIA	14:31:00	14:35:00	00:17:00	66178	66180	2	00:13:00	0
	FARMÁCIA	PROINFRA	14:48:00	14:52:00	00:22:00	66180	66182	2	00:18:00	2
	PROINFRA	FISIOTERAPIA	15:10:00	15:17:00	00:12:00	66182	66185	3	00:05:00	2
	FISIOTERAPIA	PROINFRA	15:22:00	15:30:00	00:21:00	66185	66188	3	00:13:00	2
	PROINFRA	MORADIA ESTUDANTIL	15:43:00	15:49:00	00:46:00	66188	66189	1	00:40:00	2
	MORADIA ESTUDANTIL	PROINFRA	16:29:00	16:37:00	01:01:00	66189	66193	4	00:53:00	2

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 08/10/2019	PROINFRA	CGCO	07:44:00	07:47:00	00:06:00	66193	66194	1	00:03:00	2
	CGCO	CBR	07:50:00	07:52:00	00:05:00	66194	66194	1	00:03:00	2
	CBR	ENGENHARIA	07:55:00	08:00:00	00:11:00	66194	66195	1	00:06:00	2
	ENGENHARIA	ADMINISTRAÇÃO	08:06:00	08:13:00	00:12:00	66195	66198	3	00:05:00	2
	ADMINISTRAÇÃO	PROINFRA	08:18:00	08:20:00	00:14:00	66198	66199	1	00:12:00	0
	PROINFRA	ODONTOLOGIA	08:32:00	08:36:00	00:08:00	66199	66201	2	00:04:00	3
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	08:40:00	08:46:00	00:11:00	66201	66203	2	00:05:00	0
	PROINFRA	FISIOTERAPIA	08:51:00	09:00:00	00:12:00	66203	66206	3	00:03:00	3
	FISIOTERAPIA	PROINFRA	09:03:00	09:10:00	00:24:00	66206	66209	3	00:17:00	0
	PROINFRA	CPA	09:27:00	10:00:00	00:44:00	66209	66214	5	00:11:00	4
	CPA	PROINFRA	10:11:00	10:40:00	00:41:00	66214	66219	5	00:12:00	0
	PROINFRA	MAMM	10:52:00	11:15:00	00:28:00	66219	66224	5	00:05:00	4
	MAMM	PROINFRA	11:20:00	11:40:00	01:50:00	66224	66230	6	01:30:00	0
	PROINFRA	RU - CAMPUS	13:10:00	13:15:00	00:09:00	66230	66232	2	00:04:00	3
	RU - CAMPUS	PROINFRA	13:19:00	13:26:00	00:16:00	66232	66235	3	00:09:00	0
	PROINFRA	MAMM	13:35:00	14:00:00	00:41:00	66235	66241	6	00:16:00	0
	MAMM	PROINFRA	14:16:00	14:30:00	00:21:00	66241	66247	6	00:07:00	4
	PROINFRA	ARQUITETURA	14:37:00	14:41:00	00:08:00	66247	66249	2	00:04:00	2
	ARQUITETURA	PROINFRA	14:45:00	14:50:00	00:11:00	66249	66252	3	00:06:00	0
	PROINFRA	COMUNICAÇÃO SOCIAL	14:56:00	15:00:00	00:22:00	66252	66254	2	00:18:00	3
	COMUNICAÇÃO SOCIAL	PROINFRA	15:18:00	15:20:00	00:08:00	66254	66256	2	00:06:00	0
	PROINFRA	ICB	15:26:00	15:29:00	00:58:00	66256	66258	2	00:55:00	3
	ICB	PROINFRA	16:24:00	16:30:00	01:36:00	66258	66261	3	01:30:00	3
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 09/10/2019	PROINFRA	MEDICINA	08:00:00	08:08:00	00:12:00	66261	66264	3	00:04:00	1
	MEDICINA	FORUM DA CULTURA	08:12:00	08:30:00	00:21:00	66264	66269	5	00:03:00	2
	FORUM DA CULTURA	MEDICINA VETERINÁRIA	08:33:00	08:38:00	00:15:00	66269	66271	2	00:10:00	3
	MEDICINA VETERINÁRIA	MAMM	08:48:00	09:00:00	00:18:00	66271	66274	3	00:06:00	2
	MAMM	PROINFRA	09:06:00	09:26:00	00:32:00	66274	66280	6	00:12:00	0
	PROINFRA	ODONTOLOGIA	09:38:00	09:42:00	00:08:00	66280	66282	2	00:04:00	1
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	09:46:00	09:50:00	00:10:00	66282	66284	2	00:06:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	09:56:00	10:00:00	00:09:00	66284	66286	2	00:05:00	3
	ENGENHARIA	PROINFRA	10:05:00	10:10:00	00:10:00	66286	66289	3	00:05:00	0
	PROINFRA	ICE	10:15:00	10:20:00	00:11:00	66289	66291	2	00:06:00	2
	ICE	PROINFRA	10:26:00	10:30:00	00:16:00	66291	66294	3	00:12:00	0
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	10:42:00	11:00:00	00:21:00	66294	66299	5	00:03:00	2
	FORUM DA CULTURA	MAMM	11:03:00	11:13:00	00:16:00	66299	66302	3	00:06:00	3
	MAMM	PROINFRA	11:19:00	11:45:00	01:48:00	66302	66308	6	01:22:00	2
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	13:07:00	13:25:00	00:23:00	66308	66313	5	00:05:00	2
	FORUM DA CULTURA	MEDICINA VETERINÁRIA	13:30:00	13:40:00	00:19:00	66313	66315	2	00:09:00	3
	MEDICINA VETERINÁRIA	PROINFRA	13:49:00	14:12:00	00:30:00	66315	66320	5	00:07:00	2
	PROINFRA	CGCO	14:19:00	14:23:00	00:06:00	66320	66322	2	00:02:00	2
	CGCO	PROINFRA	14:25:00	14:30:00	01:11:00	66322	66325	3	01:06:00	0
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	15:36:00	16:05:00	00:34:00	66325	66330	5	00:05:00	0
	FORUM DA CULTURA	MEDICINA VETERINÁRIA	16:10:00	16:15:00	00:15:00	66330	66332	2	00:10:00	3
	MEDICINA VETERINÁRIA	PROINFRA	16:25:00	17:00:00	01:05:00	66332	66338	6	00:30:00	4

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 10/10/2019	PROINFRA	FAEID	08:00:00	08:04:00	00:11:00	66338	66339	1	00:07:00	2
	FAEID	ESCOLA DE MÚSICA	08:11:00	08:30:00	00:22:00	66339	66344	5	00:03:00	2
	ESCOLA DE MÚSICA	MEDICINA VETERINÁRIA	08:33:00	08:43:00	00:19:00	66344	66346	2	00:09:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	RU - CENTRO	08:52:00	09:05:00	00:19:00	66346	66349	3	00:06:00	2
	RU - CENTRO	PROINFRA	09:11:00	09:26:00	00:23:00	66349	66355	6	00:08:00	0
	PROINFRA	ECONOMIA	09:34:00	09:42:00	00:12:00	66355	66357	2	00:04:00	2
	ECONOMIA	PROINFRA	09:46:00	09:50:00	00:10:00	66357	66359	2	00:06:00	0
	PROINFRA	CRITT	09:56:00	10:00:00	00:12:00	66359	66361	2	00:08:00	2
	CRITT	PROINFRA	10:08:00	10:10:00	00:07:00	66361	66364	3	00:05:00	0
	PROINFRA	CGCO	10:15:00	10:20:00	00:11:00	66364	66366	2	00:06:00	1
	CGCO	PROINFRA	10:26:00	10:30:00	00:13:00	66366	66369	3	00:09:00	0
	PROINFRA	FAEID	10:39:00	10:48:00	00:12:00	66369	66370	1	00:03:00	2
	FAEID	ESCOLA DE MÚSICA	10:51:00	11:13:00	00:28:00	66370	66375	5	00:06:00	3
	ESCOLA DE MÚSICA	MEDICINA VETERINÁRIA	11:19:00	11:29:00	00:14:00	66375	66377	2	00:04:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	RU - CENTRO	11:33:00	11:50:00	00:22:00	66377	66380	3	00:05:00	1
	RU - CENTRO	PROINFRA	11:55:00	12:15:00	01:14:00	66380	66386	6	00:54:00	0
	PROINFRA	FARMÁCIA	13:09:00	13:13:00	00:08:00	66386	66388	2	00:04:00	1
	FARMÁCIA	PROINFRA	13:17:00	13:21:00	00:10:00	66388	66390	2	00:06:00	0
	PROINFRA	FAEID	13:27:00	13:32:00	00:09:00	66390	66391	1	00:04:00	2
	FAEID	ESCOLA DE MÚSICA	13:36:00	14:00:00	00:31:00	66391	66396	5	00:07:00	2
DATA: 11/10/2019	ESCOLA DE MÚSICA	MEDICINA VETERINÁRIA	14:07:00	14:15:00	00:13:00	66396	66398	2	00:05:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	RU - CENTRO	14:20:00	14:35:00	01:45:00	66398	66401	3	01:30:00	1
	RU - CENTRO	PROINFRA	16:05:00	16:30:00	00:55:00	66401	66407	6	00:30:00	1
	PROINFRA	RU - CAMPUS	07:45:00	07:50:00	00:08:00	66407	66409	2	00:03:00	2
	RU - CAMPUS	PROINFRA	07:53:00	07:59:00	00:56:00	66409	66412	3	00:50:00	0
	PROINFRA	ICE	08:49:00	08:55:00	00:14:00	66412	66414	2	00:08:00	2
	ICE	PROINFRA	09:03:00	09:07:00	04:04:00	66414	66417	3	04:00:00	1
DATA: 14/10/2019	PROINFRA	FARMÁCIA	13:07:00	13:10:00	00:28:00	66417	66419	2	00:25:00	0
	FARMÁCIA	FAEID	13:35:00	13:42:00	02:10:00	66419	66422	3	02:03:00	2
	FAEID	PROINFRA	15:45:00	15:50:00	01:05:00	66422	66424	2	01:00:00	0
	PROINFRA	MEDICINA VETERINÁRIA	08:00:00	08:20:00	00:25:00	66424	66429	5	00:05:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	CPA	08:25:00	08:30:00	00:08:00	66429	66431	2	00:03:00	2
	CPA	JARDIM BOTÂNICO	08:33:00	09:00:00	00:34:00	66431	66437	6	00:07:00	3
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	09:07:00	09:40:00	00:39:00	66437	66448	11	00:06:00	0
DATA: 14/10/2019	PROINFRA	ARQUITETURA	09:46:00	09:50:00	00:09:00	66448	66450	2	00:05:00	2
	ARQUITETURA	PROINFRA	09:55:00	10:00:00	00:09:00	66450	66453	3	00:04:00	0
	PROINFRA	ICE	10:04:00	10:08:00	00:09:00	66453	66455	2	00:05:00	2
	ICE	PROINFRA	10:13:00	10:18:00	00:14:00	66455	66458	3	00:09:00	0
	PROINFRA	MEDICINA VETERINÁRIA	10:27:00	11:00:00	00:36:00	66458	66463	5	00:03:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	CPA	11:03:00	11:10:00	00:13:00	66463	66465	2	00:06:00	3
	CPA	PROINFRA	11:16:00	11:45:00	01:47:00	66465	66471	6	01:18:00	0
	PROINFRA	ENFERMAGEM	13:03:00	13:07:00	00:12:00	66471	66473	2	00:08:00	2
	ENFERMAGEM	MEDICINA VETERINÁRIA	13:15:00	13:33:00	00:21:00	66473	66480	7	00:03:00	3
	MEDICINA VETERINÁRIA	CPA	13:36:00	13:45:00	00:15:00	66480	66483	3	00:06:00	2
	CPA	JARDIM BOTÂNICO	13:51:00	14:13:00	02:27:00	66483	66485	2	02:05:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	16:18:00	16:55:00	00:47:00	66485	66496	11	00:10:00	3

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
15/10/2019	PROINFRA	COLÉGIO JOÃO XXII	07:51:00	08:04:00	00:17:00	66496	66500	4	00:04:00	1
	COLÉGIO JOÃO XXII	MAMM	08:08:00	08:15:00	00:12:00	66500	66503	3	00:05:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	08:20:00	08:43:00	00:30:00	66503	66507	4	00:07:00	3
	JARDIM BOTÂNICO	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	08:50:00	09:00:00	00:16:00	66507	66511	4	00:06:00	2
	BOTÂNICO	PROINFRA	09:06:00	09:26:00	00:50:00	66511	66522	11	00:30:00	0
	PROINFRA	ODONTOLOGIA	09:56:00	10:00:00	00:07:00	66522	66524	2	00:03:00	3
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	10:03:00	10:07:00	00:09:00	66524	66526	2	00:05:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:12:00	10:17:00	00:09:00	66526	66528	2	00:04:00	1
	ENGENHARIA	PROINFRA	10:21:00	10:25:00	00:09:00	66528	66531	3	00:05:00	0
	PROINFRA	ICE	10:30:00	10:35:00	00:11:00	66531	66533	2	00:06:00	2
	ICE	PROINFRA	10:41:00	10:47:00	00:16:00	66533	66536	3	00:10:00	0
	PROINFRA	MEDICINA	10:57:00	11:10:00	00:16:00	66536	66539	3	00:03:00	3
	MEDICINA	MAMM	11:13:00	11:29:00	00:20:00	66539	66543	4	00:04:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	11:33:00	11:50:00	00:23:00	66543	66547	4	00:06:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:56:00	12:24:00	02:51:00	66547	66558	11	02:23:00	0
	PROINFRA	COLÉGIO JOÃO XXII	14:47:00	15:15:00	00:32:00	66558	66564	6	00:04:00	3
	COLÉGIO JOÃO XXII	MAMM	15:19:00	15:27:00	00:15:00	66564	66567	3	00:07:00	2
16/10/2019	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	15:34:00	16:00:00	00:31:00	66567	66571	4	00:05:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	16:05:00	16:40:00	01:05:00	66571	66581	10	00:30:00	6
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
	PROINFRA	ENGENHARIA	07:38:00	07:43:00	00:11:00	66581	66583	2	00:06:00	1
	ENGENHARIA	ARQUIVO HISTÓRICO	07:49:00	08:10:00	00:24:00	66583	66589	6	00:03:00	2
	ARQUIVO HISTÓRICO	MEDICINA VETERINÁRIA	08:13:00	08:23:00	00:19:00	66589	66593	4	00:09:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	JARDIM BOTÂNICO	08:32:00	08:55:00	00:29:00	66593	66597	4	00:06:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	09:01:00	09:10:00	00:17:00	66597	66601	4	00:08:00	1
	BOTÂNICO	PROINFRA	09:18:00	09:38:00	00:26:00	66601	66613	12	00:06:00	0
	PROINFRA	ICB	09:44:00	09:48:00	00:13:00	66613	66615	2	00:09:00	2
	ICB	ICE	09:57:00	09:59:00	00:07:00	66615	66618	3	00:05:00	2
	ICE	PROINFRA	10:04:00	10:10:00	00:15:00	66618	66621	3	00:09:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:19:00	10:23:00	00:07:00	66621	66623	2	00:03:00	2
	ENGENHARIA	MAMM	10:26:00	10:40:00	00:19:00	66623	66629	6	00:05:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	10:45:00	11:00:00	01:05:00	66629	66633	4	00:50:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:50:00	12:13:00	01:16:00	66633	66642	9	00:53:00	1
	PROINFRA	ICE	13:06:00	13:10:00	00:08:00	66642	66644	2	00:04:00	2
	ICE	PROINFRA	13:14:00	13:18:00	00:11:00	66644	66647	3	00:07:00	2
	PROINFRA	ICB	13:25:00	13:30:00	00:10:00	66647	66649	2	00:05:00	3
	ICB	PROINFRA	13:35:00	13:40:00	00:10:00	66649	66652	3	00:05:00	0
	PROINFRA	JARDIM BOTÂNICO	13:45:00	14:10:00	01:55:00	66652	66659	7	01:30:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	15:40:00	16:05:00	01:45:00	66659	66670	11	01:20:00	2
17/10/2019	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
	PROINFRA	FARMÁCIA	07:48:00	07:51:00	00:06:00	66670	66672	2	00:03:00	2
	FARMÁCIA	COLÉGIO JOÃO XXII	07:54:00	08:10:00	00:21:00	66672	66678	6	00:05:00	1
	COLÉGIO JOÃO XXII	CLÍNICA VETERINÁRIA	08:15:00	08:18:00	00:11:00	66678	66680	2	00:08:00	1
	CLÍNICA VETERINÁRIA	MAMM	08:26:00	08:36:00	00:14:00	66680	66683	3	00:04:00	2
	MAMM	MORADIA ESTUDANTIL	08:40:00	09:00:00	00:27:00	66683	66688	5	00:07:00	1
	MORADIA ESTUDANTIL	PROINFRA	09:07:00	09:12:00	00:08:00	66688	66691	3	00:03:00	0
	PROINFRA	LETRAS	09:15:00	09:18:00	00:12:00	66691	66692	1	00:09:00	3
	LETRAS	CBR	09:27:00	09:30:00	00:08:00	66692	66693	1	00:05:00	2
	CBR	PROINFRA	09:35:00	09:40:00	00:13:00	66693	66696	3	00:08:00	0
	PROINFRA	ARQUITETURA	09:48:00	09:52:00	00:07:00	66696	66698	2	00:03:00	3
	ARQUITETURA	COLÉGIO JOÃO XXII	09:55:00	10:20:00	01:00:00	66698	66704	6	00:35:00	1
	COLÉGIO JOÃO XXII	CLÍNICA VETERINÁRIA	10:55:00	10:58:00	00:08:00	66704	66705	1	00:05:00	2
	CLÍNICA VETERINÁRIA	MAMM	11:03:00	11:13:00	00:40:00	66705	66708	3	00:30:00	2
	MAMM	MORADIA ESTUDANTIL	11:43:00	11:55:00	00:16:00	66708	66714	6	00:04:00	2
	MORADIA ESTUDANTIL	PROINFRA	11:59:00	12:05:00	01:02:00	66714	66717	3	00:56:00	4
	PROINFRA	ICB	13:01:00	13:05:00	00:11:00	66717	66719	2	00:07:00	3
	ICB	PROINFRA	13:12:00	13:16:00	00:09:00	66719	66722	3	00:05:00	0
	PROINFRA	MORADIA ESTUDANTIL	13:21:00	13:24:00	00:11:00	66722	66723	1	00:08:00	2
	MORADIA ESTUDANTIL	COLÉGIO JOÃO XXII	13:32:00	13:47:00	00:19:00	66723	66726	3	00:04:00	3
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	13:51:00	14:10:00	00:49:00	66726	66732	6	00:30:00	0
	PROINFRA	MEDICINA	14:40:00	14:48:00	00:13:00	66732	66735	3	00:05:00	3
	MEDICINA	PROINFRA	14:53:00	15:00:00	00:10:00	66735	66738	3	00:03:00	0
	PROINFRA	MORADIA ESTUDANTIL	15:03:00	15:10:00	00:13:00	66738	66739	1	00:06:00	0
	MORADIA ESTUDANTIL	COLÉGIO JOÃO XXII	15:16:00	15:30:00	00:18:00	66739	66742	3	00:04:00	2
	COLÉGIO JOÃO XXII	MAMM	15:34:00	15:40:00	00:13:00	66742	66745	3	00:07:00	2
	MAMM	PROINFRA	15:47:00	16:10:00	00:28:00	66745	66751	6	00:05:00	5
	PROINFRA	ICB	16:15:00	16:20:00	00:35:00	66751	66753	2	00:30:00	3
	ICB	PROINFRA	16:50:00	16:55:00	00:10:00	66753	66756	3	00:05:00	3

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
18/10/2019	PROINFRA	FAEFID	07:37:00	07:45:00	00:14:00	66756	66757	1	00:06:00	1
	FAEFID	ARQUIVO HISTÓRICO	07:51:00	08:20:00	00:32:00	66757	66762	5	00:03:00	3
	ARQUIVO HISTÓRICO	MAMM	08:23:00	08:43:00	00:30:00	66762	66765	3	00:10:00	1
	MAMM	MORADIA ESTUDANTIL	08:53:00	09:12:00	00:25:00	66765	66769	4	00:06:00	3
	MORADIA ESTUDANTIL	PROINFRA	09:18:00	09:26:00	00:16:00	66769	66772	3	00:08:00	0
	PROINFRA	MEDICINA	09:34:00	09:42:00	00:13:00	66772	66775	3	00:05:00	3
	MEDICINA	PROINFRA	09:47:00	09:55:00	00:14:00	66775	66778	3	00:06:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:01:00	10:05:00	00:12:00	66778	66780	2	00:08:00	1
	ENGENHARIA	PROINFRA	10:13:00	10:17:00	00:15:00	66780	66783	3	00:11:00	0
	PROINFRA	ICE	10:28:00	10:32:00	00:10:00	66783	66785	2	00:06:00	1
	ICE	PROINFRA	10:38:00	10:42:00	00:14:00	66785	66788	3	00:10:00	0
	PROINFRA	FAEFID	10:52:00	10:56:00	00:07:00	66788	66789	1	00:03:00	2
	FAEFID	ARQUIVO HISTÓRICO	11:13:00	11:13:00	00:20:00	66789	66794	5	00:06:00	2
	ARQUIVO HISTÓRICO	MAMM	11:19:00	11:29:00	00:14:00	66794	66798	4	00:04:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	11:33:00	11:52:00	00:31:00	66798	66802	4	00:12:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	12:04:00	12:25:00	01:06:00	66802	66813	11	00:45:00	0
	PROINFRA	FARMÁCIA	13:10:00	13:13:00	00:09:00	66813	66815	2	00:06:00	1
	FARMÁCIA	PROINFRA	13:19:00	13:21:00	00:09:00	66815	66817	2	00:07:00	0
	PROINFRA	FAEFID	13:28:00	13:32:00	00:08:00	66817	66818	1	00:04:00	3
	FAEFID	ARQUIVO HISTÓRICO	13:36:00	14:00:00	00:31:00	66818	66823	5	00:07:00	2
	ARQUIVO HISTÓRICO	MAMM	14:07:00	14:15:00	00:13:00	66823	66827	4	00:05:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	14:20:00	14:35:00	01:45:00	66827	66831	4	01:30:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	16:05:00	16:30:00	00:55:00	66831	66842	11	00:30:00	5
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
21/10/2019	PROINFRA	FAEFID	07:44:00	07:47:00	00:08:00	66842	66844	2	00:05:00	2
	FAEFID	CPA	07:52:00	08:10:00	00:21:00	66844	66849	5	00:03:00	1
	CPA	MAMM	08:13:00	08:23:00	00:16:00	66849	66852	3	00:06:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	08:29:00	08:55:00	00:32:00	66852	66855	3	00:06:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	09:01:00	09:10:00	00:20:00	66855	66858	3	00:11:00	1
	BOTÂNICO	PROINFRA	09:21:00	09:43:00	00:28:00	66858	66869	11	00:06:00	0
	PROINFRA	CBR	09:49:00	09:53:00	00:13:00	66869	66871	2	00:09:00	3
	CBR	ENGENHARIA	10:02:00	10:06:00	00:09:00	66871	66872	1	00:05:00	2
	ENGENHARIA	PROINFRA	10:11:00	10:17:00	00:19:00	66872	66875	3	00:13:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:30:00	10:35:00	00:08:00	66875	66877	2	00:03:00	3
	ENGENHARIA	MAMM	10:38:00	11:00:00	00:29:00	66877	66882	5	00:07:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	11:07:00	11:27:00	00:25:00	66882	66886	4	00:05:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:32:00	11:56:00	01:31:00	66886	66895	9	01:07:00	0
	PROINFRA	CGCO	13:09:00	13:10:00	00:11:00	66895	66897	2	00:04:00	2
	CGCO	PROINFRA	13:14:00	13:18:00	00:11:00	66897	66900	3	00:07:00	0
	PROINFRA	LETRAS	13:25:00	13:28:00	00:08:00	66900	66901	1	00:05:00	3
	LETRAS	PROINFRA	13:33:00	13:40:00	00:10:00	66901	66904	3	00:03:00	0
	PROINFRA	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	13:43:00	14:10:00	02:52:00	66904	66913	9	02:25:00	2
	BOTÂNICO	PROINFRA	16:35:00	17:05:00	00:42:00	66913	66924	11	00:12:00	2
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SAÍDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
22/10/2019	PROINFRA	MEDICINA VETERINÁRIA	07:50:00	08:10:00	00:24:00	66924	66929	5	00:04:00	1
	MEDICINA VETERINÁRIA	CPA	08:14:00	08:20:00	00:09:00	66929	66931	2	00:03:00	3
	CPA	MEMORIAL DA REPÚBLICA	08:23:00	08:43:00	00:27:00	66931	66936	5	00:07:00	1
	MEMORIAL DA REPÚBLICA	JARDIM BOTÂNICO	08:50:00	09:12:00	00:28:00	66936	66940	4	00:06:00	3
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	09:18:00	09:45:00	00:35:00	66940	66950	10	00:08:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	09:53:00	09:58:00	00:08:00	66950	66952	2	00:03:00	3
	ENGENHARIA	PROINFRA	10:01:00	10:06:00	00:11:00	66952	66955	3	00:06:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:12:00	10:17:00	00:13:00	66955	66957	2	00:08:00	1
	ENGENHARIA	MEDICINA VETERINÁRIA	10:25:00	10:50:00	00:34:00	66957	66963	6	00:09:00	0
	MEDICINA VETERINÁRIA	CPA	10:59:00	11:07:00	00:14:00	66963	66965	2	00:06:00	1
	CPA	MEMORIAL DA REPÚBLICA	11:13:00	11:25:00	00:22:00	66965	66969	4	00:10:00	0
	MEMORIAL DA REPÚBLICA	JARDIM BOTÂNICO	11:35:00	11:50:00	00:18:00	66969	66974	5	00:03:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:53:00	12:13:00	01:18:00	66974	66985	11	00:58:00	2
	PROINFRA	MEDICINA VETERINÁRIA	13:11:00	13:29:00	00:22:00	66985	66990	5	00:04:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	CINE TEATRO CENTRAL	13:33:00	13:38:00	00:14:00	66990	66991	1	00:09:00	1
	CINE TEATRO CENTRAL	COLÉGIO JOÃO XXII	13:47:00	14:05:00	00:57:00	66991	66995	4	00:39:00	0
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	14:44:00	15:00:00	00:22:00	66995	66999	4	00:06:00	1
	PROINFRA	CBR	15:06:00	15:10:00	00:11:00	66999	67001	2	00:07:00	0
	CBR	PROINFRA	15:17:00	15:22:00	00:09:00	67001	67004	3	00:04:00	3
	PROINFRA	ENGENHARIA	15:26:00	15:31:00	00:12:00	67004	67006	2	00:07:00	2
	ENGENHARIA	MEDICINA VETERINÁRIA	15:38:00	16:00:00	00:25:00	67006	67011	5	00:03:00	2
	MEDICINA VETERINÁRIA	CINE TEATRO CENTRAL	16:03:00	16:10:00	00:11:00	67011	67012	1	00:04:00	1
	CINE TEATRO CENTRAL	COLÉGIO JOÃO XXII	16:14:00	16:33:00	00:29:00	67012	67016	4	00:10:00	5
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	16:43:00	17:00:00	00:22:00	67016	67020	4	00:05:00	0

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
23/10/2019	PROINFRA	PRÓ-MÚSICA	07:43:00	08:05:00	00:26:00	67020	67025	5	00:04:00	2
	PRÓ-MÚSICA	ESCOLA DE MÚSICA	08:09:00	08:19:00	00:10:00	67025	67027	2	00:06:00	3
	ESCOLA DE MÚSICA	MAMM	08:25:00	08:43:00	00:25:00	67027	67032	5	00:07:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	08:50:00	09:10:00	00:20:00	67032	67036	4	00:06:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	09:16:00	09:45:00	00:37:00	67036	67046	10	00:08:00	0
	PROINFRA	CRITT	09:53:00	09:56:00	00:06:00	67046	67048	2	00:03:00	4
	CRITT	PROINFRA	09:59:00	10:06:00	00:13:00	67048	67051	3	00:06:00	0
	PROINFRA	ARQUITETURA	10:12:00	10:17:00	00:10:00	67051	67053	2	00:05:00	2
	ARQUITETURA	PRÓ-MÚSICA	10:22:00	10:50:00	00:37:00	67053	67059	6	00:09:00	0
	PRÓ-MÚSICA	ESCOLA DE MÚSICA	10:59:00	11:07:00	00:14:00	67059	67061	2	00:06:00	2
	ESCOLA DE MÚSICA	MAMM	11:13:00	11:25:00	00:22:00	67061	67065	4	00:10:00	0
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	11:35:00	11:50:00	00:18:00	67065	67070	5	00:03:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:53:00	12:13:00	01:12:00	67070	67081	11	00:52:00	2
	PROINFRA	PRÓ-MÚSICA	13:05:00	13:29:00	00:28:00	67081	67086	5	00:04:00	2
	PRÓ-MÚSICA	DCE	13:33:00	13:38:00	00:14:00	67086	67087	1	00:09:00	1
	DCE	CLÍNICA VETERINÁRIA	13:47:00	14:05:00	00:51:00	67087	67091	4	00:33:00	0
	CLÍNICA VETERINÁRIA	PROINFRA	14:38:00	15:00:00	00:28:00	67091	67095	4	00:06:00	3
	PROINFRA	ICB	15:06:00	15:10:00	00:11:00	67095	67097	2	00:07:00	0
	ICB	PROINFRA	15:17:00	15:24:00	00:11:00	67097	67100	3	00:04:00	1
	PROINFRA	ARQUITETURA	15:28:00	15:35:00	00:14:00	67100	67102	2	00:07:00	2
	ARQUITETURA	PRÓ-MÚSICA	15:42:00	16:00:00	00:21:00	67102	67107	5	00:03:00	2
	PRÓ-MÚSICA	ESCOLA DE MÚSICA	16:03:00	16:10:00	00:14:00	67107	67108	1	00:07:00	2
	ESCOLA DE MÚSICA	CLÍNICA VETERINÁRIA	16:17:00	16:33:00	00:25:00	67108	67112	4	00:09:00	3
	CLÍNICA VETERINÁRIA	PROINFRA	16:42:00	16:56:00	00:20:00	67112	67116	4	00:06:00	0
24/10/2019	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	07:43:00	08:01:00	00:21:00	67116	67121	5	00:03:00	1
	FORUM DA CULTURA	CPA	08:04:00	08:12:00	00:14:00	67121	67123	2	00:06:00	2
	CPA	MEMORIAL DA REPÚBLICA	08:18:00	08:43:00	00:30:00	67123	67128	5	00:05:00	3
	MEMORIAL DA REPÚBLICA	ARQUIVO HISTÓRICO	08:48:00	09:10:00	00:28:00	67128	67133	5	00:06:00	1
	ARQUIVO HISTÓRICO	PROINFRA	09:16:00	09:45:00	00:36:00	67133	67139	6	00:07:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	09:52:00	09:56:00	00:07:00	67139	67141	2	00:03:00	2
	ENGENHARIA	PROINFRA	09:59:00	10:06:00	00:13:00	67141	67144	3	00:06:00	0
	PROINFRA	CRITT	10:12:00	10:17:00	00:10:00	67144	67146	2	00:05:00	2
	CRITT	FORUM DA CULTURA	10:22:00	10:50:00	00:39:00	67146	67152	6	00:11:00	2
	FORUM DA CULTURA	CPA	11:01:00	11:07:00	00:12:00	67152	67154	2	00:06:00	2
	CPA	MEMORIAL DA REPÚBLICA	11:13:00	11:25:00	00:20:00	67154	67159	5	00:08:00	0
	MEMORIAL DA REPÚBLICA	ARQUIVO HISTÓRICO	11:33:00	11:50:00	00:20:00	67159	67165	6	00:03:00	2
	ARQUIVO HISTÓRICO	PROINFRA	11:53:00	12:13:00	01:16:00	67165	67170	5	00:56:00	2
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	13:09:00	13:26:00	00:21:00	67170	67175	5	00:04:00	2
	FORUM DA CULTURA	CPA	13:30:00	13:36:00	00:12:00	67175	67177	2	00:06:00	2
	CPA	MEMORIAL DA REPÚBLICA	13:42:00	14:05:00	00:50:00	67177	67181	4	00:27:00	2
	MEMORIAL DA REPÚBLICA	ARQUIVO HISTÓRICO	14:32:00	15:00:00	00:34:00	67181	67185	4	00:06:00	1
	ARQUIVO HISTÓRICO	PROINFRA	15:06:00	15:10:00	00:11:00	67185	67190	5	00:07:00	0
	PROINFRA	MEDICINA	15:17:00	15:24:00	00:11:00	67190	67193	3	00:04:00	1
	MEDICINA	PROINFRA	15:28:00	15:35:00	00:14:00	67193	67195	2	00:07:00	2
	PROINFRA	FORUM DA CULTURA	15:42:00	16:00:00	00:21:00	67195	67200	5	00:03:00	2
	FORUM DA CULTURA	CPA	16:03:00	16:10:00	00:11:00	67200	67202	2	00:04:00	2
	CPA	MEMORIAL DA REPÚBLICA	16:14:00	16:29:00	00:20:00	67202	67207	5	00:05:00	1
	MEMORIAL DA REPÚBLICA	PROINFRA	16:34:00	16:50:00	00:31:00	67207	67212	5	00:15:00	0
25/10/2019	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
	PROINFRA	ENGENHARIA	07:42:00	07:45:00	00:06:00	67212	67213	1	00:03:00	1
	ENGENHARIA	ESCOLA DE MÚSICA	07:48:00	08:10:00	00:25:00	67213	67218	5	00:03:00	2
	ESCOLA DE MÚSICA	RU - CENTRO	08:13:00	08:23:00	00:22:00	67218	67221	3	00:12:00	2
	RU - CENTRO	MORADIA ESTUDANTIL	08:35:00	09:00:00	00:30:00	67221	67225	4	00:05:00	3
	MORADIA ESTUDANTIL	PROINFRA	09:05:00	09:13:00	00:16:00	67225	67228	3	00:08:00	0
	PROINFRA	FISIOTERAPIA	09:21:00	09:22:00	00:06:00	67228	67231	3	00:05:00	2
	FISIOTERAPIA	PROINFRA	09:27:00	09:40:00	00:19:00	67231	67234	3	00:06:00	0
	PROINFRA	ARQUITETURA	09:46:00	09:50:00	00:13:00	67234	67236	2	00:09:00	2
	ARQUITETURA	PROINFRA	09:59:00	10:05:00	00:17:00	67236	67239	3	00:11:00	0
	PROINFRA	ICB	10:16:00	10:22:00	00:12:00	67239	67241	2	00:06:00	3
	ICB	PROINFRA	10:28:00	10:35:00	00:18:00	67241	67244	3	00:11:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:46:00	10:56:00	00:13:00	67244	67245	1	00:03:00	2
	ENGENHARIA	ESCOLA DE MÚSICA	10:59:00	11:13:00	00:20:00	67245	67250	5	00:06:00	3
	ESCOLA DE MÚSICA	RU - CENTRO	11:19:00	11:29:00	00:14:00	67250	67254	4	00:04:00	1
	RU - CENTRO	JARDIM BOTÂNICO	11:33:00	11:52:00	00:30:00	67254	67258	4	00:11:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	12:03:00	12:25:00	01:01:00	67258	67269	11	00:39:00	0
	PROINFRA	ODONTOLOGIA	13:04:00	13:13:00	00:15:00	67269	67271	2	00:06:00	2
	ODONTOLOGIA	PROINFRA	13:19:00	13:24:00	00:12:00	67271	67273	2	00:07:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	13:31:00	13:35:00	00:08:00	67273	67274	1	00:04:00	3
	ENGENHARIA	ESCOLA DE MÚSICA	13:39:00	14:00:00	00:28:00	67274	67279	5	00:07:00	2
	ESCOLA DE MÚSICA	RU - CENTRO	14:07:00	14:15:00	00:13:00	67279	67283	4	00:05:00	2
	RU - CENTRO	JARDIM BOTÂNICO	14:20:00	14:35:00	01:27:00	67283	67287	4	01:12:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	15:47:00	16:13:00	00:56:00	67287	67298	11	00:30:00	0

Continua...

Continuação...

	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
29/10/2019	PROINFRA	MEDICINA	07:52:00	07:58:00	00:09:00	67298	67301	3	00:03:00	2
	MEDICINA	MEDICINA VETERINÁRIA	08:01:00	08:20:00	00:22:00	67301	67305	4	00:03:00	1
	MEDICINA VETERINÁRIA	RU - CENTRO	08:23:00	08:33:00	00:16:00	67305	67308	3	00:06:00	2
	RU - CENTRO	JARDIM BOTÂNICO	08:39:00	08:55:00	00:22:00	67308	67311	3	00:06:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	09:01:00	09:11:00	00:21:00	67311	67314	3	00:11:00	1
	BOTÂNICO	PROINFRA	09:22:00	09:46:00	00:30:00	67314	67324	10	00:06:00	0
	PROINFRA	ICB	09:52:00	09:53:00	00:11:00	67324	67326	2	00:10:00	3
	ICB	CRITT	10:03:00	10:06:00	00:08:00	67326	67327	1	00:05:00	2
	CRITT	PROINFRA	10:11:00	10:16:00	00:18:00	67327	67330	3	00:13:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	10:29:00	10:35:00	00:12:00	67330	67332	2	00:06:00	2
	ENGENHARIA	RU - CENTRO	10:41:00	11:00:00	00:26:00	67332	67337	5	00:07:00	1
	RU - CENTRO	JARDIM BOTÂNICO	11:07:00	11:27:00	00:25:00	67337	67341	4	00:05:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:32:00	11:56:00	01:31:00	67341	67350	9	01:07:00	0
	PROINFRA	ICE	13:03:00	13:10:00	00:11:00	67350	67352	2	00:04:00	3
	ICE	PROINFRA	13:14:00	13:18:00	00:11:00	67352	67355	3	00:07:00	0
	PROINFRA	ICB	13:25:00	13:28:00	00:07:00	67355	67356	1	00:04:00	2
	ICB	PROINFRA	13:32:00	13:40:00	00:11:00	67356	67359	3	00:03:00	0
	PROINFRA	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	13:43:00	14:05:00	02:22:00	67359	67368	9	02:00:00	3
	BOTÂNICO	PROINFRA	16:05:00	16:35:00	00:42:00	67368	67378	10	00:12:00	0
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 30/10/2019	PROINFRA	CINE TEATRO CENTRAL	07:40:00	08:00:00	00:23:00	67378	67383	5	00:03:00	1
	CINE TEATRO CENTRAL	ARQUIVO HISTÓRICO	08:03:00	08:15:00	00:18:00	67383	67385	2	00:06:00	2
	ARQUIVO HISTÓRICO	MAMM	08:21:00	08:37:00	00:21:00	67385	67389	4	00:05:00	2
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	08:42:00	09:00:00	00:24:00	67389	67393	4	00:06:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	09:06:00	09:32:00	00:35:00	67393	67402	9	00:09:00	0
	PROINFRA	ENGENHARIA	09:41:00	09:46:00	00:08:00	67402	67404	2	00:03:00	3
	ENGENHARIA	PROINFRA	09:49:00	10:06:00	00:22:00	67404	67407	3	00:05:00	0
	PROINFRA	ICE	10:11:00	10:14:00	00:08:00	67407	67409	2	00:05:00	2
	ICE	CINE TEATRO CENTRAL	10:19:00	10:40:00	00:28:00	67409	67415	6	00:07:00	0
	CINE TEATRO CENTRAL	ARQUIVO HISTÓRICO	10:47:00	11:07:00	00:26:00	67415	67417	2	00:06:00	1
	ARQUIVO HISTÓRICO	MAMM	11:13:00	11:25:00	00:20:00	67417	67421	4	00:08:00	0
	MAMM	JARDIM BOTÂNICO	11:33:00	11:50:00	00:20:00	67421	67426	5	00:03:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:53:00	12:13:00	01:11:00	67426	67435	9	00:51:00	3
	PROINFRA	CINE TEATRO CENTRAL	13:04:00	13:29:00	00:29:00	67435	67440	5	00:04:00	2
	CINE TEATRO CENTRAL	ARQUIVO HISTÓRICO	13:33:00	13:43:00	00:16:00	67440	67441	1	00:06:00	1
	ARQUIVO HISTÓRICO	MAMM	13:49:00	14:05:00	00:54:00	67441	67445	4	00:38:00	0
	MAMM	PROINFRA	14:43:00	15:00:00	00:23:00	67445	67449	4	00:06:00	2
	PROINFRA	CGCO	15:06:00	15:10:00	00:08:00	67449	67451	2	00:04:00	0
	CGCO	PROINFRA	15:14:00	15:24:00	00:14:00	67451	67454	3	00:04:00	1
	PROINFRA	ENGENHARIA	15:28:00	15:35:00	00:12:00	67454	67456	2	00:05:00	2
	ENGENHARIA	CINE TEATRO CENTRAL	15:40:00	16:00:00	00:23:00	67456	67461	5	00:03:00	1
	CINE TEATRO CENTRAL	ARQUIVO HISTÓRICO	16:03:00	16:20:00	00:23:00	67461	67462	1	00:06:00	2
	ARQUIVO HISTÓRICO	COLÉGIO JOÃO XXII	16:26:00	16:43:00	00:27:00	67462	67466	4	00:10:00	2
	COLÉGIO JOÃO XXII	PROINFRA	16:53:00	17:08:00	00:21:00	67466	67470	4	00:06:00	0
	ORIGEM (LOCAL)	DESTINO (LOCAL)	SÁIDA (HORÁRIO)	CHEGADA (HORÁRIO)	TOTAL (min)	Km inicial	Km Final	TOTAL Km	Tempo de parada	Nº de Passageiros
DATA: 31/10/2019	PROINFRA	ODONTOLOGIA	07:40:00	07:43:00	00:08:00	67470	67472	2	00:05:00	1
	ODONTOLOGIA	RU - CENTRO	07:48:00	08:10:00	00:25:00	67472	67478	6	00:03:00	2
	RU - CENTRO	CLÍNICA DE MEDICINA VETERINÁRIA	08:13:00	08:23:00	00:21:00	67478	67482	4	00:11:00	2
	VETERINÁRIA	JARDIM BOTÂNICO	08:34:00	08:55:00	00:27:00	67482	67486	4	00:06:00	1
	JARDIM BOTÂNICO	MIRANTE DO JARDIM BOTÂNICO	09:01:00	09:10:00	00:18:00	67486	67490	4	00:09:00	1
	BOTÂNICO	PROINFRA	09:19:00	09:36:00	00:23:00	67490	67503	13	00:06:00	0
	PROINFRA	LETRAS	09:42:00	09:48:00	00:16:00	67503	67505	2	00:10:00	2
	LETRAS	CBR	09:58:00	09:59:00	00:06:00	67505	67506	1	00:05:00	2
	CBR	PROINFRA	10:04:00	10:10:00	00:17:00	67506	67509	3	00:11:00	0
	PROINFRA	ARQUITETURA	10:21:00	10:25:00	00:07:00	67509	67511	2	00:03:00	2
	ARQUITETURA	RU - CENTRO	10:28:00	10:40:00	00:17:00	67511	67517	6	00:05:00	2
	RU - CENTRO	JARDIM BOTÂNICO	10:45:00	11:00:00	01:02:00	67517	67521	4	00:47:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	11:47:00	12:13:00	01:22:00	67521	67532	11	00:56:00	1
	PROINFRA	ICB	13:09:00	13:13:00	00:09:00	67532	67534	2	00:05:00	2
	ICB	PROINFRA	13:18:00	13:24:00	00:14:00	67534	67537	3	00:08:00	2
	PROINFRA	ICB	13:32:00	13:35:00	00:08:00	67537	67539	2	00:05:00	3
	ICB	PROINFRA	13:40:00	13:45:00	00:09:00	67539	67542	3	00:04:00	0
	PROINFRA	JARDIM BOTÂNICO	13:49:00	14:20:00	02:16:00	67542	67549	7	01:45:00	2
	JARDIM BOTÂNICO	PROINFRA	16:05:00	16:20:00	01:15:00	67549	67560	11	01:00:00	0

Tabela D 7: Dados do veículo Kombi – GMF – 7170 Fonte: O autor.

* Foi apresentado somente os dados de um veículo, pois são muitos os dados existentes.

E Resultados dos experimentos para as estratégias X2 e Y2

X2 - 60 segundos							
Experimentos							
Data	1º	2º	3º	4º	5º	\bar{x}	σ
01/10/2019	R\$ 1.447,62	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,77	R\$ 1,42
03/10/2019	R\$ 1.584,76	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,91	R\$ 1,42
04/10/2019	R\$ 1.651,90	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.649,05	R\$ 1,42
07/10/2019	R\$ 1.312,66	R\$ 1.305,52	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.306,96	R\$ 2,85
08/10/2019	R\$ 1.266,60	R\$ 1.263,04	R\$ 1.263,04	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.263,31	R\$ 1,72
09/10/2019	R\$ 1.527,58	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,73	R\$ 1,42
10/10/2019	R\$ 1.246,32	R\$ 1.242,76	R\$ 1.242,76	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.243,18	R\$ 1,60
11/10/2019	R\$ 1.250,70	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,85	R\$ 1,42
14/10/2019	R\$ 1.325,30	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.322,45	R\$ 1,42
15/10/2019	R\$ 1.736,18	R\$ 1.727,70	R\$ 1.727,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.727,41	R\$ 4,92
16/10/2019	R\$ 1.716,70	R\$ 1.702,24	R\$ 1.702,37	R\$ 1.702,36	R\$ 1.702,36	R\$ 1.705,21	R\$ 5,75
17/10/2019	R\$ 1.579,72	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,87	R\$ 1,42
18/10/2019	R\$ 1.321,68	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,83	R\$ 1,42
21/10/2019	R\$ 1.586,76	R\$ 1.583,20	R\$ 1.579,56	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.581,73	R\$ 2,88
22/10/2019	R\$ 1.356,84	R\$ 1.349,88	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.351,29	R\$ 2,78
23/10/2019	R\$ 1.682,54	R\$ 1.669,44	R\$ 1.669,22	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.671,93	R\$ 5,31
24/10/2019	R\$ 1.687,04	R\$ 1.683,48	R\$ 1.683,48	R\$ 1.683,48	R\$ 1.683,48	R\$ 1.684,19	R\$ 1,42
25/10/2019	R\$ 1.709,54	R\$ 1.694,78	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.697,81	R\$ 5,86
28/10/2019	R\$ 1.157,68	R\$ 1.144,86	R\$ 1.145,09	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.147,56	R\$ 5,06
29/10/2019	R\$ 1.555,50	R\$ 1.545,48	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.547,52	R\$ 3,99
30/10/2019	R\$ 1.250,88	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.248,03	R\$ 1,42
31/10/2019	R\$ 1.352,90	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.350,05	R\$ 1,42
Total mensal	R\$ 32.307,40	R\$ 32.169,81	R\$ 32.166,57	R\$ 32.159,76	R\$ 32.159,76	R\$ 32.192,66	R\$ 57,50

Tabela E 1: Experimentos em X2 para o tempo de 60 segundos. Fonte: O autor.

X2 - 120 segundos							
Experimentos							
Data	1º	2º	3º	4º	5º	\bar{x}	σ
01/10/2019	R\$ 1.447,62	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,77	R\$ 1,42
03/10/2019	R\$ 1.584,76	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,91	R\$ 1,42
04/10/2019	R\$ 1.651,90	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.649,05	R\$ 1,42
07/10/2019	R\$ 1.312,66	R\$ 1.305,52	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.306,96	R\$ 2,85
08/10/2019	R\$ 1.266,60	R\$ 1.263,04	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.263,09	R\$ 1,80
09/10/2019	R\$ 1.527,58	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,73	R\$ 1,42
10/10/2019	R\$ 1.246,32	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,90	R\$ 1,71
11/10/2019	R\$ 1.250,70	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,85	R\$ 1,42
14/10/2019	R\$ 1.325,30	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.322,45	R\$ 1,42
15/10/2019	R\$ 1.736,18	R\$ 1.722,62	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.725,39	R\$ 5,39
16/10/2019	R\$ 1.716,70	R\$ 1.701,08	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.704,30	R\$ 6,20
17/10/2019	R\$ 1.579,72	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,87	R\$ 1,42
18/10/2019	R\$ 1.321,68	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,83	R\$ 1,42
21/10/2019	R\$ 1.586,76	R\$ 1.580,24	R\$ 1.579,57	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.581,14	R\$ 2,82
22/10/2019	R\$ 1.356,84	R\$ 1.349,88	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.351,29	R\$ 2,78
23/10/2019	R\$ 1.682,54	R\$ 1.669,44	R\$ 1.669,22	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.671,93	R\$ 5,31
24/10/2019	R\$ 1.687,04	R\$ 1.683,48	R\$ 1.681,04	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.682,73	R\$ 2,35
25/10/2019	R\$ 1.709,54	R\$ 1.694,78	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.697,81	R\$ 5,86
28/10/2019	R\$ 1.157,68	R\$ 1.144,86	R\$ 1.145,09	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.147,56	R\$ 5,06
29/10/2019	R\$ 1.555,50	R\$ 1.545,48	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.547,52	R\$ 3,99
30/10/2019	R\$ 1.250,88	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.248,03	R\$ 1,42
31/10/2019	R\$ 1.352,90	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.350,05	R\$ 1,42
Total mensal	R\$ 32.307,40	R\$ 32.159,89	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.187,17	R\$ 60,13

Tabela E 2: Experimentos em X2 para o tempo de 120 segundos. Fonte: O autor.

X2 - 10 minutos							
Experimentos							
Data	1º	2º	3º	4º	5º	\bar{X}	σ
01/10/2019	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ -
03/10/2019	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ -
04/10/2019	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ -
07/10/2019	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ -
08/10/2019	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ -
09/10/2019	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ -
10/10/2019	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ -
11/10/2019	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ -
14/10/2019	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ -
15/10/2019	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ -
16/10/2019	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ -
17/10/2019	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ -
18/10/2019	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ -
21/10/2019	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ -
22/10/2019	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ -
23/10/2019	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ -
24/10/2019	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ -
25/10/2019	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ -
28/10/2019	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ -
29/10/2019	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ -
30/10/2019	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ -
31/10/2019	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ -
Total mensal	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ -

Tabela E 3: Experimentos em X2 para o tempo de 10 minutos. Fonte: O autor.

X2 - 15 minutos							
Experimentos							
Data	1º	2º	3º	4º	5º	\bar{X}	σ
01/10/2019	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ 1.444,06	R\$ -
03/10/2019	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ 1.581,20	R\$ -
04/10/2019	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ 1.648,34	R\$ -
07/10/2019	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ 1.305,54	R\$ -
08/10/2019	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ 1.261,94	R\$ -
09/10/2019	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ 1.524,02	R\$ -
10/10/2019	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ 1.242,04	R\$ -
11/10/2019	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ 1.247,14	R\$ -
14/10/2019	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ 1.321,74	R\$ -
15/10/2019	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ 1.722,72	R\$ -
16/10/2019	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ 1.701,23	R\$ -
17/10/2019	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ 1.576,16	R\$ -
18/10/2019	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ 1.318,12	R\$ -
21/10/2019	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ 1.579,58	R\$ -
22/10/2019	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ 1.349,90	R\$ -
23/10/2019	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ 1.669,23	R\$ -
24/10/2019	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ 1.681,05	R\$ -
25/10/2019	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ 1.694,91	R\$ -
28/10/2019	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ 1.145,08	R\$ -
29/10/2019	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ 1.545,53	R\$ -
30/10/2019	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ 1.247,32	R\$ -
31/10/2019	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ 1.349,34	R\$ -
Total mensal	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ 32.156,19	R\$ -

Tabela E 4: Experimentos em X2 para o tempo de 15 minutos. Fonte: O autor.

Tabela E 5: Experimentos em Y2 para o tempo de 60 segundos. Fonte: O autor.

Tabela E 6: Experimentos em Y2 para o tempo de 120 segundos. Fonte: O autor.

Tabela E 7: Experimentos em Y2 para o tempo de 10 minutos. Fonte: O autor.

Tabela E 8: Experimentos em Y2 para o tempo de 15 minutos. Fonte: O autor.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1913216/CA

Figura AN 1. 1: Tipo de serviço. Fonte: Siga UFJF (2020)

[←](#) [→](#) [C](#) [sigaa.ufrf.br](#)

Acesso rápido
 - Selecione -

[Usuário: 10079422667][Minhas Mensagens] [Perfil Atual: 21034]

[Acadêmico](#) [Administrativo](#) [Bolsas](#) [Biblioteca](#) [Recursos Humanos](#) [Documentos \(protocolo\)](#) [Extensão](#) [Email Institucional](#) [Sites](#) [Eventos](#) [Plano de Aquisição](#)

Requisição

[Retornar](#)

Requisição nº 2963018

Resumo da Requisição	
ELETRICA	Status:
ELETRONICA	Requistante:
EQUIPAMENTOS E REFRIGERACAO	Data de Execução/Recusa:
HIDRAULICA	
JARDINAGEM	Email do Requirante:
MANUTENCAO DE IMPRESSORAS	Sector do Requirante:
MARCENARIA	Autenticação:
MUDANCA	Registro de Preço ?
MULTIMIDIA E ESTABILIZADORES	Empenho:
OBRAS CIVIS	Valor Real:
PINTURA	
PINTURA INDUSTRIAL	
PROJETOS	
SERRALHERIA	
SERVICOS DE INFORMATICA	
SUSTENTABILIDADE	
TELEFONIA	
VIDRACARIA	

← → ↺ siga.ufjf.br

Acesso rápido
Selecione --
[Usuário: 100794226677][Minhas Mensagens] [Perfil Atual: 2103449][Trocar]

Procure uma funcionalidade desejada.

Acadêmico Administrativo Bolsas Biblioteca Recursos humanos Documentos (protocolo) Extensão Email Institucional Sites Eventos Plano de Aquisição

Requisição

Retornar

Requisição nº 2864573

Resumo da Requisição

Tipo:	SERVICOS INTERNOS	Status:	AUTORIZADO PELO GESTOR
Data de Requisição:	13/12/2019 13:18:39	Requinte:	HIGOR COMBIRA LUCINDO
Data de Autorização:	13/12/2019 14:05:19	Data de Execução/Revisão:	
Gestor:	MARCOS TANURE SANABIO		
Telefone do Requirente:		Email do Requirente:	higorducindo@ufjf.br
UO Requirente:	PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA	Sector do Requirente:	COORDENAÇÃO DE MANUTENÇÃO E REFORMA
UO Executante:	PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA	Autenticação:	F21D 1121 2F5D F482 EAF8 E333 B463 B67C
Suplementar?	Não	Registro de Preço ?	Não
Lotação:		Empenho:	
Valor Estimado:	NÃO INFORMADO	Valor Real:	NÃO INFORMADO

Dados da Requisição

UO Executante
PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA

Tipo
GERAL-GERIA

Esta requisição não necessita de dados adicionais

Descrição do Pedido
Restaurar porta e cabos.

Local
CBR - Fundos

*máximo 255 caracteres

Pessoa de contato
Higor

Figura AN 1. 2: Requisição de serviços internos. Fonte: Siga UFJF (2020)

Anexo 2 - Planta geral do campus



Figura AN 2. 1: Planta geral do campus UFJF Fonte: Proinfra (2020)