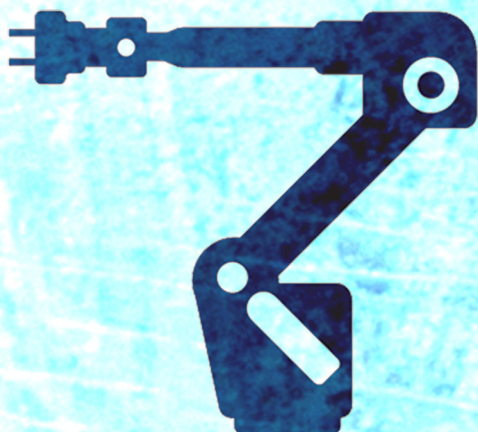


Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



## Engenharia de Produção: What's Your Plan? 2



 **Atena**  
Editora

Ano 2019

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

Engenharia de Produção:  
What's Your Plan? 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Natália Sandrini e Lorena Prestes

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E57 Engenharia de produção: what's your plan? 2 [recurso eletrônico] /  
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:  
What's Your Plan?; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-254-8

DOI 10.22533/at.ed.548191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Indústria –  
Administração. 3. Logística. I. Machado, Marcos William Kaspchak.  
II. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O segundo volume, com 37 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão da produção, desenvolvimento de produtos, gestão de suprimentos e logística, além de estudos direcionados à aplicação dos conceitos da Indústria 4.0.

A área temática de gestão da produção e processos aponta estudos relacionados a gestão da demanda, dimensionamento da capacidade produtiva e aplicação de ferramentas de otimização de processos, como o *lean production* e técnicas de modelagem, além de estudos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da gestão da cadeia de suprimentos, desde os processos de dimensionamento logístico, gestão de estoque até soluções emergentes provenientes da indústria 4.0 para otimização dos recursos fabris.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA PARA VENDAS EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	
Loreine Gabriele Martins da Silva Oliveira João Batista Sarmento dos Santos Neto Giovanna Casamassa Tiago Quinteiri Diego Rorato Fogaça Francisco Bayardo Mayorquim Horta Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
ENGENHARIA DE MÉTODOS: ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS NA MELHORIA DA PREPARAÇÃO DE FOOD TRUCK NA CIDADE DE REDENÇÃO – PA	
Nayane dos Santos de Santana Ítalo Lopes da Silva Adilson Sousa Miranda Aline Oliveira Ferreira Nayara Cristina Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA PANIFICADORA EM UM DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SERTÂNIA/PE: UM ESTUDO DE CASO	
Marcos Vinicius Leite da Silva Fabiano Gonçalves dos Santos Pedro Vinicius dos Santos Silva Lucena Caio Anderson Cavalcante da Silva Felipe Alves Mendes da Silva Samuel Hesli de Almeida Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
O USO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA	
Paulo Ellery Alves de Oliveira William Pinheiro Silva Hellany Cybelle Araujo de Lima Arthur Arcelino de Brito Rafael de Azevedo Palhares Mariana Simião Brasil de Oliveira Felipe Barros Dantas Nathaly Silva de Santana Pedro Osvaldo Alencar Regis Eliari Rodrigues Silva Railma Rochele Medeiros da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912044</b>	

<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>55</b>
DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA NO PROCESSO DE MONTAGEM DE BOBINAS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS	
Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento Aianna Rios Magalhães Veras e Silva Francimara Carvalho da Silva Danyella Gessyca Reinaldo Batista Priscila Helena Antunes Ferreira Popineau João Isaque Fortes Machado Leandra Silvestre da Silva Lima Paulo Ricardo Fernandes de Lima Pedro Filipe Da Conceição Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE TEMPERATURA EM UMA UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CIMENTO DA REGIÃO CENTRO-SUL DE MATO GROSSO	
Eduardo José Oenning Soares Elmo da Silva Neves Alexandre Gonçalves Porto Alexandre Volkman Ultramar Francisco Lledo dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>81</b>
UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE OHSAS 18001 PUBLICADA EM PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS E WEB OF SCIENCE	
Thales Botelho de Sousa Gustavo Ribeiro da Conceição Franklin Santos Loiola Larissa Roberta Jorge França Wilson Juliano Lemes Sumida de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>93</b>
PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE PARA UMA LOJA DE ROUPAS	
Éder Wilian de Macedo Siqueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>105</b>
MELHORIAS NO ARRANJO FÍSICO VISANDO O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE VEÍCULOS	
Jeferson Jonas Cardoso Joanir Luís Kalnin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912049</b>	

**CAPÍTULO 10 ..... 116**

A APLICABILIDADE DE FERRAMENTAS ESTRATÉGICAS DO LEAN MANUFACTURING - UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE CUIABÁ – MT

Andrey Sartori  
Bruna Vanessa de Souza  
Claudinilson Alves Luczkiewicz  
Ederson Fernandes de Souza  
Esdras Warley de Jesus  
Fabrício César de Moraes  
Moisés Phillip Botelho  
Rosana Sifuentes Machado  
Rosicley Nicolao de Siqueira  
Rubens de Oliveira  
William Jim Souza da Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.54819120410**

**CAPÍTULO 11 ..... 132**

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME E A ALVENARIA CONVENCIONAL PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE DOURADOS - MS

Cíntia da Silva Silvestre  
Filipe Bittencourt Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.54819120411**

**CAPÍTULO 12 ..... 150**

APLICAÇÃO DO DMAIC E TÉCNICA DE MODELAGEM PARA MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATA

Taís Barros da Silva Soares  
Camilla Campos Martins da Silva  
Fredjoger Barbosa Mendes  
Jarbas Dellazeri Pixiolini  
Rodolfo Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.54819120412**

**CAPÍTULO 13 ..... 166**

APLICAÇÃO DO *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* (QRM) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE MANUTENÇÕES PROGRAMADAS EM UMA SUBESTAÇÃO TRANSMISSORA DE ENERGIA ELÉTRICA

Jader Alves de Oliveira  
Fernando José Gómez Paredes  
Tatiana Kimura Kodama  
Moacir Godinho Filho

**DOI 10.22533/at.ed.54819120413**

**CAPÍTULO 14 ..... 180**

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL: ESTUDO DE UMA MICROCERVEJARIA EM NOVA LIMA - MINAS GERAIS

João Marcelo Soares Bahia  
Rafael Assunção Carvalho de Paula  
Eduardo Romeiro Filho

**DOI 10.22533/at.ed.54819120414**

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>192</b>
EFEITO DA APLICAÇÃO DO OEE EM UMA INDÚSTRIA LÁCTEA GOIANA	
Darlan Marques da Silva	
Angélica de Souza Marra	
Jordania Louse Silva Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>206</b>
ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DE CASO	
Bruno Henrique Phelipe	
Walther Azzolini Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>218</b>
AS ETAPAS CRÍTICAS PARA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS INTERNOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SERIADA	
Manoel Gonçalves Filho	
Clóvis Delboni	
Reinaldo Gomes da Silva	
Sílvio Roberto Ignácio Pires	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>235</b>
PROPOSTA DE REDUÇÃO DE <i>LEAD TIME</i> NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA	
Fernanda Veríssimo Soulé	
Nayara Cristini Bessi	
Luana Bonome Message Costa	
Ana Beatriz Lopes Françoso	
Tatiana Kimura Kodama	
Luís Carlos de Marino Schiavon	
Moacir Godinho Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>253</b>
CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL	
Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira	
Sergio Iaccarino	
Elidiane Suane Dias de Melo Amaro	
Daniela Didier Nunes Moser	
Eduardo de Moraes Xavier de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>266</b>
AVALIAÇÃO DE UMA MARCA DE REMOVEDOR DE ESMALTE A BASE DE ACETONA BASEADA EM QUATRO DIMENSÕES DO <i>BRAND EQUITY</i>	
Felipe Zenith Fonseca	
Flávia Gontijo Cunha	
Gabriela Santos Medeiros Madeira	
Valdilene Gonçalves Machado Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120420</b>	



**CAPÍTULO 21 ..... 277**

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DAS FERRAMENTAS REVESTIDAS COM PVD NA USINAGEM DO ALUMÍNIO 6351-T6

Rodrigo Santos Macedo  
Marcio Alexandre Goncalves Machado  
Vanessa Moraes Rocha de Munno  
Ricardo Felix da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.54819120421**

**CAPÍTULO 22 ..... 291**

MIX DO MARKETING EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE LATICÍNIOS

Rafael de Azevedo Palhares  
Rogério da Fonsêca Cavalcante  
Thyago de Melo Duarte Borges  
Evaldo Soares de Azevedo Neto  
Natalia Veloso caldas de Vasconcelos  
Rodolfo de Azevedo Palhares

**DOI 10.22533/at.ed.54819120422**

**CAPÍTULO 23 ..... 303**

A RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DO CONHECIMENTO E A LOGÍSTICA: FATORES RELEVANTES E NOVAS PERSPECTIVAS COM BASE NA LOGÍSTICA 4.0

Davidson de Almeida Santos  
Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas  
Carlos Francisco Simões Gomes  
Sheila da Silva Carvalho Santos  
Marcius Hollanda Pereira da Rocha  
Rosley Anholon

**DOI 10.22533/at.ed.54819120423**

**CAPÍTULO 24 ..... 318**

ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM ESPECIFICIDADES DE TEMPERATURA E UMIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Clayton Gerber Mangini  
Claudio Melim Doná  
Julio Cesar Aparecido da Cruz  
Wagner Delmo Abreu Croce

**DOI 10.22533/at.ed.54819120424**

**CAPÍTULO 25 ..... 331**

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIAL DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA DE UMA FAZENDA EM MEDEIROS-MG

Rafael Izidoro Martins Neto  
Humberto Elias Giannecchini Fernandes Rocha Souto  
Bárbara Andrino Campos Silva  
Marcelo Teotônio Nametala

**DOI 10.22533/at.ed.54819120425**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>346</b>
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM SERVIÇOS POR MEIO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES: CASO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO GETÚLIO VARGAS	
Manoel Carlos de Oliveira Junior Sandro Breval Santiago Saariane Arruda Bastos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>358</b>
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>373</b>
SELEÇÃO DE MODAL DE TRANSPORTE ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO	
Myllena de Jesus Fróz da Silva Mônica Frank Marsaro Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120428</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>385</b>
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Isabella russo vanazzi Luís Filipe Azevedo de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120429</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>398</b>
PROPOSTA DE MELHORIA COM ENFOQUE NA GESTÃO DE ESTOQUE EM UM SUPERMERCADO	
Rafael de Azevedo Palhares Evaldo Soares de Azevedo Neto Samira Yusef Araujo de Falani Bezerra Camila Favoretto Laura Maria Rafael Dellano Jatobá Bezerra Tinoco Leila Araújo Falani Lílian Salgueiro Azevedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120430</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>410</b>
DESAFIOS DA SUPPLY CHAIN 4.0	
Felipe de Campos Martins Alexandre Tadeu Simon Fernando Celso Campos Renan Stenico de Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120431</b>	

<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>423</b>
CUSTOMCOLOR: UMA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA APLICANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0	
Nicole Sales Libório	
Yrlanda de Oliveira dos Santos	
Jorge Luis Abadias Barbosa	
Vandermi João da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120432</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>433</b>
IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 SOBRE O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
Caio Zago Cuenca	
Caio Marcelo Lourenço	
Raquel Lazzarini dos Santos Françoso	
Fernando César Almada Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120433</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>444</b>
O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 E SEU ALINHAMENTO COM OS PARADIGMAS ESTRATÉGICOS DE GESTÃO DA MANUFATURA	
Paulo Eduardo Pissardini	
José Benedito Sacomano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120434</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>457</b>
UM MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0	
Thales Botelho de Sousa	
Fábio Müller Guerrini	
Carlos Eduardo Gurgel Paiola	
Márcio Henrique Ventureli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120435</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>469</b>
ESTIMANDO A RECIPROCIDADE DO MODAL DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO	
Ronan Silva Ferreira	
Priscila Caroline Albuquerque da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120436</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>482</b>
ESTUDO DE OPERAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO BAIRRO URCA, RIO DE JANEIRO	
Frederico do Nascimento Barroso	
Marcelle Candido Cordeiro Lino Marujo	
Leonardo Mangia Rodrigues	
Lino Guimarães Marujo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120437</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>494</b>

## ESTUDO DE OPERAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO BAIRRO URCA, RIO DE JANEIRO

**Frederico do Nascimento Barroso**  
**Marcelle Candido Cordeiro Lino Marujo**  
**Leornado Mangia Rodrigues**  
**Lino Guimarães Marujo**

### 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, 1,3 bilhões de toneladas de resíduos sólidos são gerados por ano no mundo e este volume deverá aumentar para 2,2 bilhões de toneladas até 2025. O estilo de vida moderno e a concentração populacional em centros urbanos têm contribuído para o alarmante aumento no volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Dez anos atrás, havia 2,9 bilhões de residentes urbanos que geravam aproximadamente 0,64 kg de RSU por pessoa por dia (0,68 bilhão de toneladas por ano), hoje esses valores aumentaram para cerca de 3 bilhões de habitantes gerando 1,2 kg por pessoa por dia (1,3 bilhões de toneladas por ano). Até 2025, isso provavelmente aumentará para 4,3 bilhões de residentes urbanos, gerando cerca de 1,42 kg de RSU por habitante (2,2 bilhões de toneladas por ano)(HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

Por seu impacto direto na qualidade de vida da população, a gestão eficiente dos RSU

tem se tornado uma questão crucial na agenda dos governos locais e nacionais, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento (CHIFARI et al., 2015).

Uma alternativa para lidar com esse problema é separação dos materiais passíveis de reciclagem do restante dos RSU ainda nos domicílios (coleta seletiva), o que diminui consideravelmente o volume de lixo descartado anualmente, além de gerar empregos e renda para os municípios. Os resíduos secos são reaproveitados na coleta seletiva, servindo de matéria prima para empresas transformadoras de matéria para confecção de novos produtos, o que também diminui a necessidade da retirada de insumos da natureza (RIBEIRO; LIMA, 2000).

### 2 | METODOLOGIA

#### 2.1 Estudo de caso Urca

O objetivo deste estudo foi buscar uma solução viável para a coleta seletiva de resíduos sólidos, de maneira sustentável, política e social. A região de análise escolhida foi o bairro da Urca, no Rio de Janeiro. Nessa região foi feito um estudo logístico para identificar e quantificar os pontos de entrega voluntária de

resíduos recicláveis (PEV'S). Em seguida, foi feita a proposta de através de um carro coletor, destinar os resíduos despejados, a um centro de triagem.

## 2.2 Construção dos cenários

Foi realizado o estudo do envio dos RSU do bairro da Urca para o centro triagem considerando três cenários: otimista, realista e pessimista. Os cenários foram obtidos variando a quantidade de RSU enviados para o centro de triagem e considerando a relação entre os parâmetros de funcionamento de um centro de triagem, que veremos a seguir.

As regras de formação de cada cenário, seguem detalhadas a seguir:

- a. Otimista: Será esperado para este cenário que através da implantação dos PEV's seja possível recolher 35% dos lixos , este número escolhido é bem elevado, pois conforme o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro 2017-2020, 41,7% do total de lixo gerado pela população são lixos potencialmente recicláveis;
- b. Realista: Neste cenário será esperado o retorno de 20% dos lixos recicláveis;
- c. Pessimista: Já neste, espera-se que apenas 10% dos lixos sejam depositados nos PEV's.

A capacidade de carga do container instalado nos pontos determinados foi considerada igual a 1,38 toneladas. A mesma capacidade de container foi considerada em todos os pontos de coleta.

Para cálculo da localização dos PEV's necessários para atender a região da Urca em cada um dos cenários foram adotados os procedimentos descritos por Peixoto, Campos e D'Agosto (2006).

A Figura 1 sintetiza os procedimentos adotados a partir do cálculo no número de PEV's.

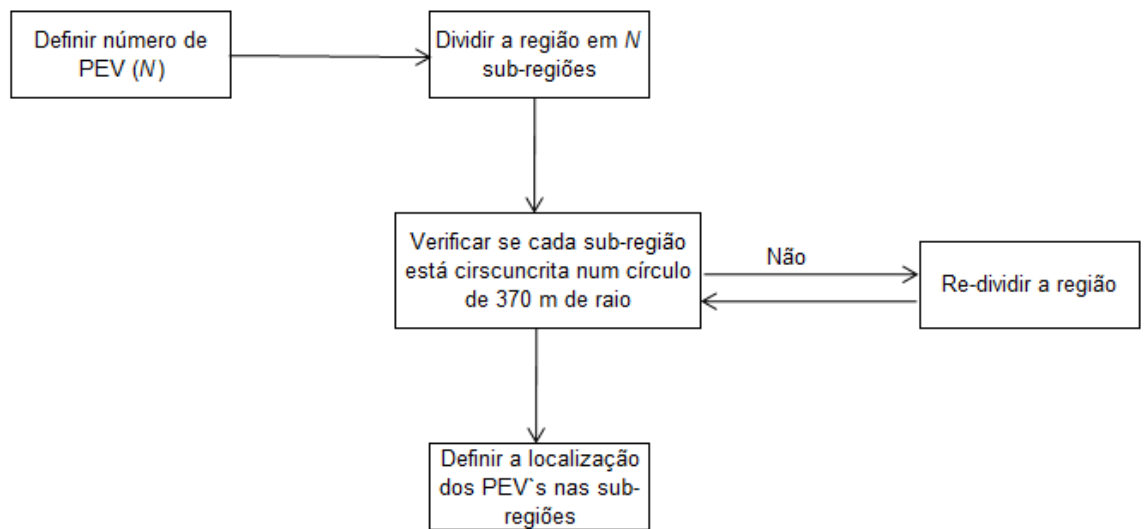


Figura 1- Fluxograma de procedimentos para determinação da localização dos PEV's

Fonte: (PEIXOTO; CAMPOS; D'AGOSTO, 2006).

## 2.3 Planejamento das tarefas e mão-de-obra do centro de triagem

Para o projeto do centro de triagem é importante, previamente, definir os fluxos dos processos e materiais de acordo com a demanda. Para essa etapa foram usadas as diretrizes do Ministério das Cidades (2008),

A Tabela 1 traz as indicações básicas para o dimensionamento equilibrado das diversas tarefas em um centro de triagem.

FUNÇÕES	COMO DIMENSIONAR
Coletores de rua	Com carrinhos manuais conseguem recolher até 160 kg por dia
Triadores internos	Conseguem triar 200 kg por dia
Deslocadores de tambores	1 a cada 5 triadores
Retriadores de plástico	1 a cada 5 triadores
Retriadores de metal	1 a cada 15 triadores
Enfardadores (embaladores)	Conseguem enfardar 600 kg por dia
Administradores	1 a cada 20 pessoas na produção

Tabela 1 - Proporções dos trabalhadores de um centro de triagem

Fonte: (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008)

## 2.4 Método das Economias de Clarke e Wright

O método Economias de Clarke e Wright foi aplicado com o objetivo de determinar a melhor rota para a coleta dos lixos recicláveis nos pontos instalados no bairro da Urca. Utilizando a heurística de Clarke e Wright foi possível minimizar a distância total percorrida pelo caminhão de coleta, reduzindo o custo de transporte (CLARKE;

WRIGHT, 1964).

Nesse método, as combinações das rotas são analisadas pela seguinte equação:

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Essa equação foi usada para determinar qual combinação entre os PEV's existentes, que representa a maior economia. Onde, 0 (zero) representa o depósito, no caso deste projeto, representa o início da Urca, definido na Rua Pasteur, número 250. O  $C_{ij}$  representa o custo de viagem partindo de um ponto  $i$  para outro  $j$ , ou seja, podendo ser representada pela distância percorrida de um ponto de entrega voluntária para outro.

A distância entre os PEV's foi encontrada por meio do software Google Maps através da entrada dos endereços.

## 2.5 Análise do RSU

O bairro da Urca faz parte da Área de Planejamento 2 (AP 2). Sua população é de 7.061 habitantes, conforme (IBGE, 2010) enquanto a sua geração de resíduos per capita de sua área é de 1,33 kg/hab/dia, totalizando 9.391,13 kg/dia de geração de todo bairro, sendo 41,7% destes potencialmente recicláveis, sendo a composição destes conforme Figura 2 (PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro 2017-2020, 2016).

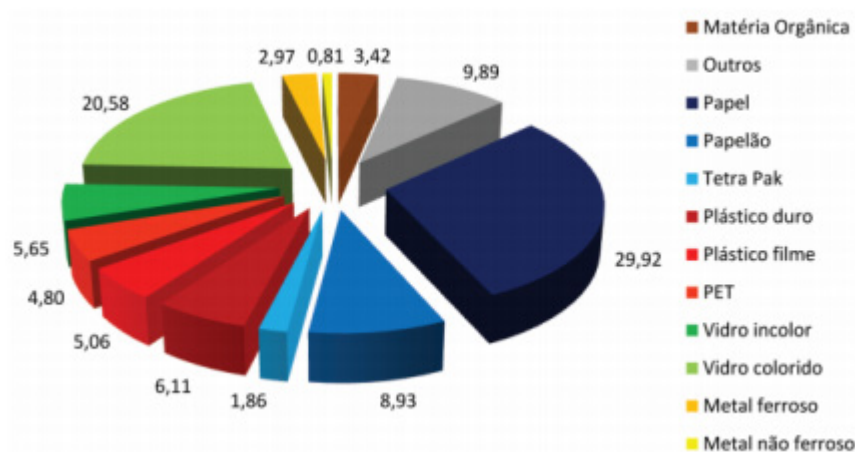


Figura 2 - Resíduos Recicláveis – Média das Amostras da Coleta Seletiva de 30 bairros

Fonte: (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, 2015)

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Escolha do centro de triagem

O centro de triagem do bairro de Vila Isabel foi selecionado para destinação dos RSU do bairro da Urca. Por já funcionar na região, essa escolha dispensou novos investimentos na implantação de um novo centro de triagem. Após uma visita ao local,

foi verificado que o responsável por este centro de triagem atua no ramo há 15 anos e que a vizinhança já conhece o projeto e participa. A proximidade do estádio do Maracanã, um conhecido ponto turístico do Rio de Janeiro, e de diversas instituições de ensino também foi decisivo para escolha deste centro de triagem, visto que programas de educação socioambiental poderiam ser desenvolvidos na região.

### 3.2 Cenário Otimista

Considerando o percentual de 35% dos RSU sendo reciclado, a quantidade de a ser reciclada é de 23,008 ton./sem. A densidade lixo reciclável considerada foi de 0,25 Kg/l. Desse modo, para encontrar o volume de lixo reciclável em litros, foi aplicada a seguinte fórmula:

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow 0,25 = \frac{23.008}{v} \rightarrow v = 92.033 \text{ l}$$

Assim, sabe-se o volume do lixo em litros e dividindo o mesmo pela capacidade do caminhão também em litros, achou-se a frequência com que os caminhões devem passar para fazer a coleta de todo o lixo reciclável:

$$f = \frac{92.033}{30.000} \rightarrow f = 3,07 \cong 4$$

Para encontrar a quantidade necessária de pontos de entrega voluntária (PEV's), a quantidade semanal de lixo reciclado (23,008 ton./sem) foi dividida pelo produto da capacidade de carga dos *containers* (1,38 ton.) e frequência (4). A quantidade de PEV's encontrada foi de 5.

A próxima etapa foi dividir a região geográfica da Urca pelo número de PEV's (5). Primeiramente o intuito é implantar 1 PEV em cada região subdividida e em seguida verificar se a área subdividida encontra-se na condição de um raio de 370 metros, caso contrário redividir a região (NOVAES; ALVARENGA, 1994).

De acordo com site da Bairros Cariocas da Prefeitura do Rio, ela possui uma área de 231,9 hectares, porém 50,47 % são áreas naturais, restando apenas 49,53% de áreas urbanizadas. Para fins desta análise serão consideradas apenas as áreas urbanas, ou seja, 114,8 hectares ou 1.148.600,7 . Sendo assim, a área do bairro terá que ser dividida e 5 sub-regiões, cada uma com 229.720,14 .

Aplicando a equação da área do círculo, foi possível dimensionar o tamanho do raio cobertura de cada região subdividida da seguinte forma:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \rightarrow r = \sqrt{\frac{229.720,14}{3.1416}} = 270,41 \text{ metros}$$

Como o raio encontrado foi inferior a 370m, não houve necessidade de redividir a região. A Figura 2 apresenta o mapa da Urca, dividido em 5 sub-regiões contendo em cada uma delas 1 ponto de entrega voluntária no centro das circunferências calculadas.





Figura 3 - Localização dos PEV's no mapa da Urca

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2011)

O início do bairro de Urca está representado através do pequeno retângulo vermelho, no qual será a origem de onde o caminhão iniciará o percurso pelo bairro. O início, onde será a origem da rota do bairro de Urca, será na Rua Pasteur, número 250.

Cada PEV, estará localizado no cruzamento de duas ruas, com exceção do PEV 3, que não foi possível dimensioná-lo desta forma atendendo a condição da distância. Estarão localizados nos seguintes endereços:

- a. PEV 1: Cruzamento da Rua Pasteur, 296 com a Rua Dr.Xavier Sigaud,150;
- b. PEV 2: Cruzamento da Rua Odílio Bacelar, 28 com Rua Ramon Franco,25;
- c. PEV 3: Avenida Portugal,680;
- d. PEV 4: Cruzamento da Rua Octavio Correia,183 com a Praça Raul Guedes;
- e. PEV 5: Cruzamento da Av. João Luiz Alves,376 com Av. São Sebastião,309

Conclui-se então, que neste cenário otimista, o número exato de PEV's para atender a demanda de lixo reciclável, depositado nos mesmos, é de cinco. Assim como este número atende a demanda de lixo, a localização dos mesmos também atende a condição da distância máxima de 370 metros de caminhada para os usuários.

Como o caminhão recolherá o lixo de todos os PEV's em uma freqüência de 4 vezes na semana, é necessário determinar a distância do centro de triagem até o bairro de Urca e a melhor rota do caminhão dentro da zona estudada, pois isto influenciará diretamente no custo.

### 3.3 Cenário realista

De forma análoga os procedimentos descritos no cenário otimista e considerando

que o programa de implantação dos PEV's consiga obter um retorno de 20% do total de recicláveis, o quantitativo de lixos recicláveis recolhidos semanalmente será de 13,15 toneladas. Sabendo o volume do lixo em quilograma e também o valor da densidade (0,25 kg/L), o valor do volume em litros é 52.600 litros. A frequência que o caminhão passará semanalmente pelo bairro recolhendo os lixos depositados nos PEV's é dada pelo o volume em litros dividido pela capacidade do caminhão (30.000l). A frequência no cenário realista é de aproximadamente 2. Usando fórmula do cálculo do número de PEV's, encontrou-se o valor de 5.

Neste caso, pode-se perceber que será necessário instalar o mesmo número de PEV's do cenário otimista, porém com uma frequência menor. Como foi adotado neste cenário um percentual de 20% da coleta do lixo, este influenciou diretamente em sua frequência que também obteve uma redução de 50% da frequência. Ao invés do caminhão recolher o lixo 4 vezes por semana ele vai apenas coletar 2 vezes por semana.

Foi explicado anteriormente, que a partir deste número encontrado, é necessário dividir a área do bairro de Urca por este número, para verificar se este número está atendendo a condição da distância máxima citada anteriormente, porém como o número encontrado foi o mesmo para o primeiro cenário, não será necessário, pois a localização dos PEV's vai ser exatamente igual ao demonstrado no cenário otimista.

### 3.4 Cenário pessimista

No cenário pessimista o percentual adotado para a reciclagem do lixo será de 10% apenas. Como o lixo produzido pelo bairro da Urca semanalmente é de 65,74 toneladas, o volume de lixo reciclável do cenário pessimista é de 6,57 toneladas. Como o container que será adotado neste cenário será o mesmo dos outros cenários, a capacidade de carga não se alterará, mantendo-se assim a capacidade de 1,38 ton.

A frequência será obtida através da divisão do volume total, em litros, do lixo obtido, pela capacidade de carga do caminhão que será utilizado. O usando a densidade de 0,25 Kg/l, o volume em litros deste cenário é 26.295 litros. A partir do resultado obtido e dividindo este pela capacidade do caminhão, em litros, pode-se a frequência que o caminhão se deslocará semanalmente até Urca é aproximadamente 1.

Com este resultado, agora já se tem todos os dados necessários para se obter o número de PEV's, conforme calculados nos cenários anteriores. O número de PEV's é 3. Seguindo o fluxograma da Figura 1, após a quantificação dos PEV's, é necessário dividir a região geográfica da Urca por este valor. Sabe-se que a Urca, conforme já explicado no cenário otimista, possui uma área urbanizada de 1.148.601 m<sup>2</sup>. Dividindo a região de Urca em 3 áreas, verificou-se que em cada área tinha aproximadamente 382.866,9 m<sup>2</sup>.

Aplicando a área do círculo, é possível encontrar o raio cobertura e verificar se este raio é menor ou igual à distância permitida de 370 metros.

$$A = \pi r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \rightarrow r = \sqrt{\frac{382.866,9}{3.1416}} = 349,1 \text{ metros}$$

Verifica-se que o raio encontrado é menor que a distância máxima permitida, sendo assim, seria suficiente a instalação de 3PEV's no bairro de Urca, porém devido a região do bairro ser comprida e estreita, os PEV's não estarão a uma localidade máxima de 370 metros de todos os moradores e usuários dos equipamentos, como pode ser visto na Figura 4.



Figura 4 - Divisão da área da Urca no cenário pessimista

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2011)

E assim, verificou-se então que a área deveria ser dividida novamente e para isso foi incluído a instalação de mais um ponto de entrega voluntária (Figura 5):



Figura 5 - Nova divisão da Urca no cenário pessimista

Com a implantação dos 4PEV`s será possível atender a demanda do lixo assim como a condição da distância máxima. Estes PEV`s serão instalados nas seguintes ruas:

- a. PEV 1: Cruzamento da Rua Pasteur, 296 com a Rua Dr.Xavier Sigaud,150;
- b. PEV 2: Cruzamento da Rua Odílio Bacelar, 28 com Rua Ramon Franco,25;
- c. PEV 3: Cruzamento da Av. Portugal,546 com Rua Mal Cantuária,48;
- d. PEV 4: Cruzamento da Av. João Luiz Alves,376 com Av. São Sebastião,309.

### 3.5 Aplicação do Método das Economias de Clarke e Wright

#### 3.5.1 Cenários otimista e realista

Como o cenário otimista e o realista, obtiveram o mesmo número de pontos de coleta, ou seja, 5PEV`s, instalados nos mesmos locais, foi feito um modelo para ambos cenários.

A tabela 3 traz a distância calculada entre os PEV`s para os cenários otimista e realista.

i/j (km)	0	PEV 1	PEV 2	PEV 3	PEV 4	PEV 5
0		0.16	0.80	2.00	3.00	2.60
PEV 1	1.50		0.65	1.80	2.90	3.90
PEV 2	2.40	2.50		1.20	2.20	1.80
PEV 3	2.40	2.50	1.20		2.10	1.60
PEV 4	3.10	3.30	2.00	0.80		1.30
PEV 5	3.70	2.40	2.50	1.40	0.50	

Tabela 3: Distância em quilômetros entre os PEV`s entre os cenários otimista e realista

Conforme orientação do modelo adotado, foram adotadas apenas as duas rotas que obtiveram a maior economia, iniciando do ponto de origem. Neste caso quem apresentou a melhor economia foram os pontos (0,2). Ou seja, o caminhão iniciará percorrendo a área da zona no ponto 0 e a primeira coleta será realizada no PEV 2 . Em seguida, foram analisadas as rotas que possuem o ponto i como o PEV 2. Foi verificada que a maior economia estava no ponto (2,5), ou seja, após o caminhão coletar no PEV 2, ele seguirá para o PEV 5. Assim, seguindo esta metodologia foi possível encontrar a melhor rota do veículo.

A melhor rota foi definida, conforme apresentado na Figura 6, e obteve uma distância dentro bairro da Urca de 7,90 km. A distância de ida e volta do centro de

triagem até Urca é de 27.8 km, ou seja, a distância total do percurso é de 35,70 km.

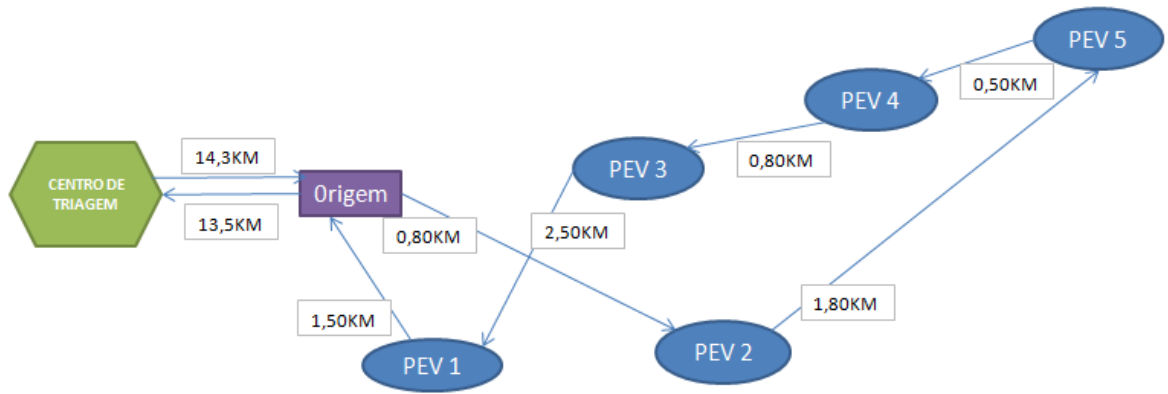


Figura 6: Roteirização para os cenários otimista e realista

### 3.5.2 Cenário pessimista

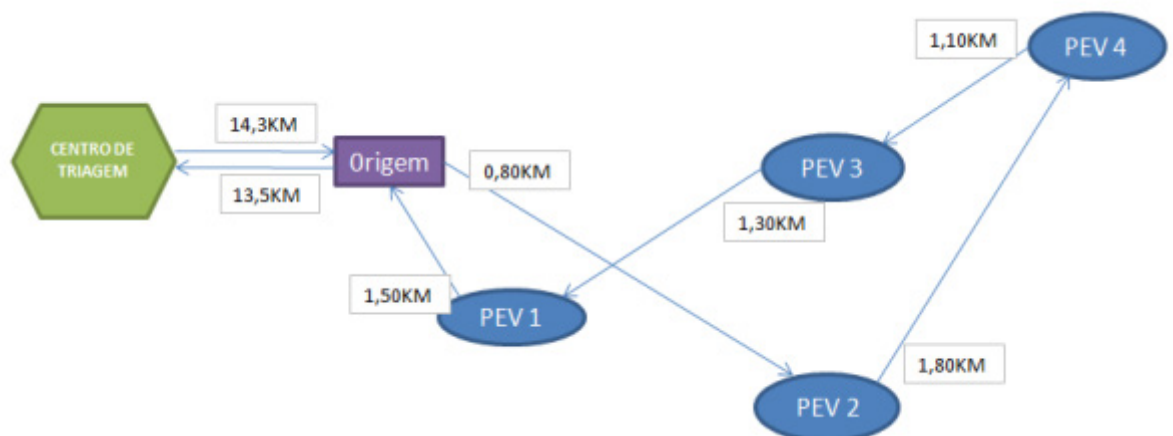
Para um cenário pessimista, será necessária a instalação de 4PEV's, conforme calculado anteriormente.

A Tabela 4 traz a distância entre os PEV's para o cenário pessimista.

i/j (km)	0	PEV 1	PEV 2	PEV 3	PEV 4
0		0.16	0.80	1.70	2.60
PEV 1	1.50		2.10	3.20	3.90
PEV 2	2.40	1.00		0.90	1.80
PEV 3	2.70	1.30	1.50		0.90
PEV 4	3.70	2.40	2.50	1.10	

Tabela 4: Cálculo das economias entre os caminhos através do método Clarke e Wright para o cenário pessimista

A combinação que possui a maior economia, considerando que  $i=0$  é o ponto (0,2), em seguida, considerando o  $i=2$ , a combinação que apresenta a maior economia é (2,4) encontra-se disposta na Figura 8.



Esta rota possui uma distância dentro da área da zona de 6,50 km e uma distância de ida e volta do centro de triagem até o bairro da Urca de 27,8 km, ou seja, a distância total do percurso totalizou 34,30 km.

### 3.6 Mão de Obra no centro de Triagem

A tabela 1 nos fornece a função e a capacidade dos trabalhadores do Centro de Triagem. Considerando os volumes dos cenários informados, observaremos a quantidade de funcionários para cada um deles.

<b>Perfil</b>	<b>Pessimista</b>	<b>Realista</b>	<b>Otimista</b>
Triadores internos	7	13	23
Deslocadores de tambores	1	3	5
Retriadores de plástico	1	3	5
Retriadores de metal	1	1	2
Enfardadores	2	4	8
Administradores	1	1	2
<b>TOTAIS</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>45</b>

Tabela 5- Total de trabalhadores do centro de triagem, por cenário

Fonte: Autor

## 4 | CONCLUSÃO

Este estudo contribui para observar como pode se operar um projeto de coleta seletiva através da coleta de lixo domiciliar, por meio de um sistema de tratamento adequado da coleta seletiva. Para que sua execução seja viável é fundamental o apoio e a conscientização da população para prática de separação do lixo orgânico e reciclável.

Os PEV's foram localizados próximo de cada morador, para maior conveniência e engajamento. A roteirização é importante para mitigar despesas.

Além disso, o reaproveitamento dos materiais recicláveis reduz o volume do lixo urbano proporcionando ganhos ambientais, benefícios sociais e qualidade de vida da população. Desse modo, recomenda-se que estudos sejam feitos de maneira análoga em outras regiões, a fim de difundir e operacionalizar a coleta seletiva.

## REFERÊNCIAS

CHIFARI, R. et al. A holistic framework for the integrated assessment of urban waste management systems. **Ecological Indicators**, 2015.

CLARKE, G.; WRIGHT, J. W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery

Points. **Operations Research**, v. 12, n. 4, p. 568–581, 1964.

COMLURB. **LIXO DOMICILIAR - METAL - 2007 a 2014 - Rio Como Vamos**. Disponível em: <[www.riocomovamos.org.br/portal/arquivos/Metal\\_-\\_Regioes\\_Administrativas.pdf](http://www.riocomovamos.org.br/portal/arquivos/Metal_-_Regioes_Administrativas.pdf)>.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. **Urban Development Series; knowledge papers no.15, World Bank**, p. 116, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações Sobre Bairros Segundo os Municípios**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000486.xls>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**. [s.l: s.n.].

NOVAES, A. G., ALVARENGA, A. C. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. São Paulo, ed . Pioneira, p. 268, 1994.

PEIXOTO, K.; CAMPOS, V. B. G.; D'AGOSTO, M. A. Localização de equipamentos para coleta seletiva de lixo reciclável em área urbana. p. 12, 2006.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro 2017-2020**, p. 9-10, 2016.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Bairros Cariocas**. Disponível em: <<http://pcrj.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=096ae1e5497145838ca64191be66f3e3#>> Acesso em: 17 de Mar. de 2018.

RIBEIRO, T.; LIMA, S. Coleta seletiva de lixo domiciliar-estudo de casos. **Caminhos de geografia**, v. 1, n. 2, p. 50–69, 2000.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro**. p. 32. 2015

URCA. **Bairro da Urca- Rio de Janeiro**. Disponível em : <<http://www.urca.net/mapa.htm>> Acesso em: 21 de Mar. 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-254-8

