

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



2535  
878

MODEL: 428

GMB

7739  
572

**Atena**  
Editora

Ano 2018

...ical idea, but no more radical an idea than that one day each of us would have a personal computer. Remember the skeptics who once doubted that anyone would ever purchase a personal computer.

The Artificial Intelligence (AI) market is predicted to grow in 2016 to in 2021, attaining Compound Annual Growth Rate (CAGR).

barriers manufacturers face in evaluating and adopting technologies, and explores how global manufacturing companies can best capitalize on emerging technologies. The study defines exponential technologies, relative change at an rapidly accelerating, nonlinear pace facilitated by substantial progress and cost reduction in the areas of computing power, bandwidth, and data storage.

All of this, of course, flies in the face of conventional wisdom that

what's interesting about the robot is the designer of the Fast Cheap and Out of Control (FCO) robot, the creator of the Phoenix and a man who works at the most senior level in Intel's Robotics, which has been an established, established, and could be poised to announce a major breakthrough in the near future.

The robotics future could look a lot like we've ever thought. We're used to thinking about the robot as a daily part of our lives, not as a daily part of our lives. Consider some of the stories that have appeared in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

AI is being used today to enable collaborative robots, predictive analytics, improving recruitment and retention, and other applications. For AI in manufacturing, the most significant application is the use of AI in predictive maintenance, which is the use of AI to predict when a machine will fail before it does. This is done by using machine learning algorithms to analyze data from sensors on the machine to predict when it will fail.

Much as the computing industry moved from a mainframe to a PC to a mobile stage, with the large market being improvements in computing power while thinking in fact the robot could be headed for the same trajectory. What this means is the robot will be able to do more than just follow instructions; it will be able to learn from its own experiences and make decisions on its own.

future robots should look like us and think like us. Certainly,

the story of the humanoid robot is a story that is easy to tell: it feeds into our notions that we are increasingly

headed to a world where man and machine co-exist, where robots play a daily active role in all of our lives. Consider some of the stories that have appeared in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

suggest that it is just a matter of time before robots catch up to humans in intelligence.

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade 4 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 4)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-001-8  
DOI 10.22533/at.ed.018180912

1. Engenharia de produção. 2. Segurança do trabalho.  
3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 658.5

**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.

2018

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 “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. No volume IV apresenta, em seus 28 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho.

As áreas temáticas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

As organizações desenvolvem um papel de transformação no espaço onde atuam. Dessa forma, são responsáveis por garantir o equilíbrio entre o uso eficiente e seu impacto nas reservas de recursos existentes, sejam eles naturais ou humanos.

Este volume dedicado à sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão ambiental e políticas de conservação, gestão de resíduos sólidos e recursos hídricos, responsabilidade social, ética empresarial e estudos ergonômicos do ambiente de trabalho.

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 novos 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

### SUSTENTABILIDADE, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SEGURANÇA DO TRABALHO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE LÁCTEOS SOB A PERSPECTIVA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	
Felipe Ungarato Ferreira Sabine Robra Luciano Brito Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
AUTOAVALIAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL PARA IMPLANTACAO EFETIVA DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NUMA MOAGEIRA DE TRIGO	
Ismael Santos Souza Sandra Patrícia Bezerra Rocha Alcides Anastácio de Araújo Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES	
Fernanda Camargo Barrile Beatriz Antoniassi Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS	
Mayra Cristina Silva Santos Mayara Fernanda Silva e Santos Karine Paola Paixão dos Santos Maria Amélia Pereira Edson Antônio Gonçalves de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>58</b>
A PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E SEU POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Lucas Dziurza Martinez Silveira <b>DOI</b> <b>10.22533/at.ed.0181809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
A GESTÃO AMBIENTAL COM FOCO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO	
Eduardo Alves Pereira Luan Cesar Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>84</b>
A GESTÃO AMBIENTAL: MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO TRATAMENTO DE	

## RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

Pedro Vitor Tavares de Andrade Ramos  
Carlos Eduardo Moreira Guarido  
Gisele Dornelles Pires  
Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.0181809127**

### **CAPÍTULO 8 ..... 98**

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DO SERVIÇO DE SAÚDE (PGRSS) À LUZ DA CERTIFICAÇÃO OHSAS 18.001: UM ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO HOSPITALAR Juan Pablo Silva Moreira

Henrique Pereira Leonel  
Janaína Aparecida Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.0181809128**

### **CAPÍTULO 9 ..... 115**

AValiação QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

Stella de Paiva Espíldora Santolaia  
Lucas Soares Pina

**DOI 10.22533/at.ed.0181809129**

### **CAPÍTULO 10 ..... 124**

O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE ILHÉUS: um estudo de caso

Antonino Santos Batista  
Antônio Oscar Santos Góes  
Almeciano José Maia Júnior  
Maria Josefina Vervloet Fontes  
Cheila Tatiana de Almeida Santos  
Luan Moreti Alves do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.01818091210**

### **CAPÍTULO 11 ..... 135**

AValiação DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Alessandra Ribeiro Silva  
Antonio Hevertton Martins Silva  
Elton Alvarenga Pessanha Junior  
Henrique Rego Monteiro da Hora  
Milton Erthal Junior

**DOI 10.22533/at.ed.01818091211**

### **CAPÍTULO 12 ..... 150**

A ECONOMIA CIRCULAR E O CENÁRIO NO BRASIL E NA EUROPA

Suzana Maia Nery  
Amanda Silveira Freire

**DOI 10.22533/at.ed.01818091212**

### **CAPÍTULO 13 ..... 164**

SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE LIMPEZA DA CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DA APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Manoel Gonçalves Filho

Lisleandra Machado  
Reinaldo Gomes da Silva  
Silvio Roberto Ignácio Pires

**DOI 10.22533/at.ed.01818091213**

**CAPÍTULO 14 ..... 180**

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE CARAZINHO (RS)

Berenice de Oliveira Bona  
Daiane Gonçalves  
Jessica Citron Muneroli  
Jessica Zanata  
Nilson da Luz Freire

**DOI 10.22533/at.ed.01818091214**

**CAPÍTULO 15 ..... 193**

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO COMPARATIVO CONVENCIONAL X CALHA PET

Débora de Souza Gusmão  
Valdete dos Santos de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.01818091215**

**CAPÍTULO 16 ..... 211**

ANÁLISE DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO COM ESTUDO DE CASO NO CAMPO DE FUTEBOL DA UFERSA CAMPUS MOSSORÓ-RN

Izaak Paulo Costa Braga  
Camila Lopes Andrade  
Kátia Priscila Fernandes Maia Medeiros  
Hálison Fernandes Bezerra Dantas  
Rafael de Azevedo Palhares

**DOI 10.22533/at.ed.01818091216**

**CAPÍTULO 17 ..... 222**

PANORAMA DA ÁGUA PRODUZIDA DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NO ESTADO DE SERGIPE/BRASIL

Roberto Oliveira Macêdo Júnior  
Fabiane Santos Serpa  
Gabriel Francisco da Silva  
Denise Santos Ruzene  
Daniel Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01818091217**

**CAPÍTULO 18 ..... 227**

A FORMAÇÃO DAS PRÁTICAS ASSOCIATIVAS E A SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA ESTADUAL DE AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES DE PEQUENO PORTE DE PROCESSAMENTO ARTESANAL DO RS

Giovana Bianchini  
Onorato Jonas Fagherazzi

**DOI 10.22533/at.ed.01818091218**

**CAPÍTULO 19 ..... 239**

ECONOMIA SOCIAL: ESTUDOS DE CASO SOBRE A GESTÃO NO TERCEIRO SETOR NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA

Andressa dos Santos Araújo

Giovanna Brito de Araújo  
João Otávio Araújo Afonso  
Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

**DOI 10.22533/at.ed.01818091219**

**CAPÍTULO 20 ..... 254**

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUA FUNÇÃO SOCIAL

Joelma dos Santos Lima  
Denise Santos Ruzene  
Daniel Pereira Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01818091220**

**CAPÍTULO 21 ..... 263**

INSUCESSO EM LICITAÇÕES\_ O PONTO DE VISTA DA MORALIDADE

Flavio Pinheiro Martins  
Luciana Romano Morilas

**DOI 10.22533/at.ed.01818091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 275**

ACESSIBILIDADE EM SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CASO DE UM COMPLEXO PÚBLICO

Cristiano Lúcio Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.01818091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 290**

CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Lucas Fernandes de Oliveira  
Carmen Lúcia Campos Guizze

**DOI 10.22533/at.ed.01818091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 304**

IMPLANTAÇÃO DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS RISCOS DE LESÕES DE TRABALHO ATRAVÉS DO CHECKLIST DE COUTO: UMA ANÁLISE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM LATICÍNIO

Juan Pablo Silva Moreira  
Henrique Pereira Leonel  
Daniel Gonçalves Leão  
Brener Gonçalves Marinho  
Vitor Augusto Reis Machado  
Adriel Augusto dos Santos Silva  
Célio Adriano Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.01818091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 315**

ANÁLISE ERGONÔMICA DE UMA FÁBRICA DE CARROCERIA DE CAMINHÃO

Karollayne Menezes dos Reis  
Taiane Gonçalves da Silva  
Beatriz Fernandes Gonzaga  
Antônio Guimarães Santos Júnior  
Gláucia Regina de Oliveira Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.01818091225**



<b>CAPÍTULO 26 .....</b>	<b>328</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE PODA EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE UVA DE MESA NO VALE DO SÃO FRANCISCO	
Ricardo Barbosa Bastos	
Angelo Antonio Macedo Leite	
Francisco Alves Pinheiro	
Bruna Angela Antonelli	
Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091226</b>	
<b>CAPÍTULO 27 .....</b>	<b>341</b>
AVALIAÇÃO ERGONOMICA DOS POSTOS DE TRABALHO DO SETOR ADMINISTRATIVO DE UMA AUTARQUIA PÚBLICA	
Francisca Rogéria da Silva Lima	
Moisés dos Santos Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091227</b>	
<b>CAPÍTULO 28 .....</b>	<b>358</b>
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE UM MOBILIÁRIO LABORAL INTELECTUAL	
Renata Maria de Mori Resende de Araujo Possi	
Luciano José Minette	
Stanley Schettino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091228</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>372</b>

## APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO COMPARATIVO CONVENCIONAL X CALHA PET

**Débora de Souza Gusmão**

Universidade do Estado do Amazonas  
Manaus – Amazonas

**Valdete dos Santos de Araújo**

Universidade do Estado do Amazonas  
Manaus – Amazonas

**RESUMO:** Apesar do Brasil está localizado em uma das maiores bacias hídricas do mundo muitas regiões vêm enfrentando o cenário de falta d'água. Devido ao cenário atual de falta de acesso à água e degradação deste recurso existe a necessidade de alternativas que possam preservar este recurso hídrico. Uma alternativa sustentável é o aproveitamento da água da chuva, uma vez que está água é de fácil acesso e com qualidade considerada para uso. Sendo assim este trabalho irá apresentar um sistema de aproveitamento da água da chuva, será feito a instalação do sistema no laboratório de cultura vegetal localizado na Universidade do Estado do Amazonas, tendo como objetivo geral estudar um sistema de captação utilizando garrafa pet como calhas coletoras para aproveitamento de água da chuva do laboratório de cultura de tecido vegetal. Dentre os objetivos específicos deste trabalho destaca-se, realizar a compararação entre dois sistemas coletores para aproveitamento da água da chuva, um convencional de PVC com outro

de material reciclado, garrafa PET, com isto será feito o estudo comparativo entre os dois sistemas coletores e sua viabilidade segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007). Algumas etapas serão seguidas para conseguir atingir alguns objetivos específicos, dentre elas pode-se citar, análise do índice pluviométrico da área de estudo, levantamento dos materiais necessários e construção dos sistemas coletores. Portanto espera-se que o sistema coletor de garrafa PET seja uma alternativa eficiente para a coleta de água da chuva no Laboratório de Cultura de Tecido Vegetal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aproveitamento de água da chuva; Garrafa Pet; Recursos Hídricos; Universidade.

**ABSTRACT:** Although Brazil is located in one of the largest water basins in the world, many regions are facing the lack of water scenario. Due to the current scenario of lack of access to water and degradation of this resource there is a need for alternatives that can preserve this water resource. A sustainable alternative is the use of rainwater, since this water is easily accessible and with quality considered for use. Therefore, this work will present a rainwater harvesting system, the system will be installed in the vegetable culture laboratory located at the University of the State of Amazonas, with the general objective of studying a captation system

using pet bottles as collecting gutters for use of rainwater from the plant tissue culture laboratory. Among the specific objectives of this work is to compare two collecting systems for the use of rainwater, a conventional one of PVC with another one of recycled material, PET bottle, with this will be made the comparative study between the two collecting systems and its viability according to NBR 15527 (ABNT, 2007). Some steps will be followed to achieve some specific objectives, among them we can mention, analysis of the pluviometric index of the study area, survey of the necessary materials and construction of the collecting systems. Therefore, it is expected that the PET bottle collector system will be an efficient alternative for the collection of rainwater in the Plant Tissue Culture Laboratory.

**KEYWORDS:** Rainwater harvesting; Pet bottle; Water resources; University.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais essenciais para a vida e amplamente compartilhado no planeta. Apesar de cerca de  $\frac{3}{4}$  da superfície da Terra está ocupada por água, deste total apenas 3% são de água doce. Porém, 80% da água doce está congelada nas calotas polares do Oceano Ártico, na Antártida e nas regiões montanhosas ou em lençóis subterrâneos muito profundos, ou seja somente 20% do volume total de água doce do planeta se encontra imediatamente disponível para o Homem (ANA, 2013).

O Brasil está localizado em uma das maiores reserva de água doce do mundo, em torno de 12% de todo o montante disponível. Mas, isto não é suficiente para afirmar que não há escassez hídrica no país. A distribuição dos recursos hídricos é bem desigual nas diferentes regiões brasileiras. Grande parte dos mananciais, aproximadamente 80%, se encontra na região Amazônica, onde residem somente 5% da população. Por isso, mesmo com grande potencial hídrico, o recurso é objeto de conflito em várias regiões do País.

Segundo dados do Relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) a escassez da água tem se tornado um grande problema em todo o mundo, a demanda hídrica global pode ser influenciada pelo crescimento da população, pela urbanização, pelo processo industrial. Em 2050, é previsto um aumento da demanda hídrica mundial de 55%, o principal motivo é pelo crescimento do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoelétrica e dos usuários domésticos.

Na região Amazônica a quantidade hídrica é grande, possui cerca de 80% da disponibilidade hídrica brasileira (ANA, 2013). Apesar dessa quantidade de recurso hídrico, muitas comunidades ribeirinhas da região norte sofrem com a má distribuição de abastecimento de água em quantidade e qualidade. Segundo Kumoto (2012) existem comunidade isoladas, na região norte que menos da metade dos domicílios são abastecidos por rede geral (45,3%). O estado de Rondônia apresenta 73,4% do índice de municípios com domicílios sem oferta de serviços de distribuição de água

com algum tipo de tratamento.

Devido ao cenário atual de demanda por água para diversos usos e a crescente degradação desse recurso (desperdício, contaminação de rios) e má distribuição desse recurso em diversas regiões brasileiras, existe uma necessidade de alternativas que possam conservar este recurso hídrico e garantir à população água em quantidade e qualidade suficientes para o consumo. A utilização da água da chuva tem sido uma alternativa sustentável, uma vez que esta água é de fácil obtenção e com qualidade satisfatória para uso.

Segundo Hagemann (2016) as águas pluviais se mostram como uma das alternativas atualmente para amenizar o problema da escassez de água.

O aproveitamento de água da chuva é uma eficiente alternativa para atender as necessidades humanas, já sendo bastante utilizados em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão e no Brasil empregado na região nordeste minimizando os problemas de escassez no Semiárido (ASA, 2012).

Segundo Lima (2015) sistema doméstico de aproveitamento de água da chuva é composto, basicamente, por três componentes: Área de captação; sistema de distribuição e transporte da água e reservatório.

A vantagem da água da chuva é ser uma fonte de água diretamente acessível onde a mesma precipita em pisos e fica disponível para quando se precisa dela sem ser preciso uso de adicional de energia (GNADLINGER, 2015).

A reutilização da garrafa de plástico, PET – Poli Etileno Tereftalato, na construção de calhas para aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis, é uma alternativa de baixo custo, de boa qualidade e de fácil acesso a população, podendo contribuir para diminuir a exaustão dos Mananciais de abastecimento, ajudando na redução dos resíduos sólidos. Foi criada a cartilha CalhaPET que orienta como construir a calha (NEVES, 2009).

A importância do estudo proposto por esse pré-projeto é de apresentar um sistema de aproveitamento de água da chuva para uso não potável, o estudo fará a comparação entre dois sistemas coletores, um utilizando material reciclado, garrafa PET, e outro material convencional, PVC. Onde o sistema de garrafa PET poderá ser uma vantajosa alternativa para atender comunidades carentes que sofrem com a falta de abastecimento de água.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspecto Geral

Aproximadamente 97,5% da água na superfície terrestre é salgada. O restante 2,5 % é água doce. 68,9% da água doce estão congeladas nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas (TOMAZ, 2011).

A distribuição da água doce não é uniforme em todo o território. Segundo o

Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), na América do Sul encontra-se 26% do total da água doce disponível no planeta (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A desigualdade da distribuição dos recursos hídricos contrapõe com as diferenças populacionais. A Ásia, o continente mais populoso, reúne 59,8% dos habitantes e 31,6% da disponibilidade total de água doce superficial do planeta. Por outro lado, as Américas contam com 13,6% da população mundial e 41% da água disponível (AUGUSTO et al, 2012).

O Brasil detém aproximadamente 13,7% da água doce do mundo. A região norte possui 68,5% da água de todo o país com 7,92% da população do país. Existe uma distribuição desigual desse recurso. A região Sudeste tem a maior população e o problema é maior devido a poluição dos rios, devido a atividade industrial, utilização dos insumos agrícolas, poluentes e despejos urbanos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Estudos realizados mostram que uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água diariamente em sua residência, dependendo da região. A maior parte decorre do uso do chuveiro, responsável por 55% do consumo, contabilizando gastos de água em torno de 45 a 144 litros. (TAJIRI, CAVALCANTI E POTENZA, 2012).

Nas regiões Sudeste e Sul, a urbanização ultrapassou dos 60% (alguns casos estão próximos dos 90%) e regiões Norte e Nordeste ainda alternam perto de 50%. O Brasil, por suas características climáticas, com predominância dos climas equatorial e tropical, recebe um volume de chuva significativo por ano, que varia de 3.000 mm na Amazônia e 1.300 mm no centro do país. No sertão nordestino este índice entre 250 mm/ano a 600 mm/ano (TOMAZ, 2011).

## 2.2 Escassez de água

Para a existência de vida no planeta a água torna-se um recurso natural indispensável, tem cada vez mais tem se tornado um bem finito, pois este recurso hídrico tem sido utilizado de forma ineficiente.

Desde a antiguidade, o homem habita em locais com alguma disponibilidade de água. Com o crescimento populacional houve um aumento da demanda por água, dessa forma surgindo à necessidade da racionalização do uso da água (CARDOSO, 2013).

A escassez de água é um dos graves problemas mundiais, a Brasil apesar de possuir uma das maiores bacias hídrica do mundo vem enfrentando este cenário de falta d'água. O crescimento populacional e o avanço tecnológico têm gerado o aumento do uso da água, de maneira que tem sobrecarregado os sistemas de abastecimentos de água, outros fatores que levam a falta de água é a contaminação dos mananciais urbanos, perda de água na distribuição e falta de racionalização de uso de água em nível doméstico e industrial.

Muitas regiões brasileiras têm sofrido com a falta de abastecimento de água, não somente devido a condições climáticas como é o caso da região nordeste, mas também pela grande demanda em regiões com alto índice populacional, exigindo um grande uso desse recurso e que muitas vezes há a poluição e desperdício, como exemplo a Região Metropolitana de São Paulo.

Na Amazônia a quantidade hídrica é grande, com 81% da disponibilidade dos recursos hídricos brasileiros (ANA, 2011). Com cerca de 12% de toda a água doce superficial do mundo. Ainda assim, o acesso e a qualidade da água é um problema sério enfrentado por parte da população. A região Norte, possuía a maior percentual de municípios distribuindo água sem nenhum tratamento com 21,2%. O Estado do Pará e do Amazonas possuem as piores situações 40% e 38,7%, respectivamente. (IBGE,2008).

Há uma necessidade de alternativas que possam conservar este recurso e garantir à água a população em quantidade e qualidade suficientes para o consumo. Devido a este cenário atual, a utilização da água da chuva tem sido uma alternativa sustentável, uma vez que está água é fácil obtenção e com qualidade considerada (SILVA, 2016).

### **2.3 Falta de água potável em comunidades do interior do Amazonas**

Apesar de a Amazônia possuir o maior reservatório de água doce do mundo, muitas comunidades do interior do estado do Estado sofrem com a falta de abastecimento de água em quantidade e qualidade para atender às necessidades básicas, beber, tomar banho, lavar roupa, preparos da alimentação, etc.

Kumoto (2012) relata que existem comunidades isoladas do Norte que estão entre as mais prejudicadas pela falta de atendimento por água tratada, onde somente 45,3% dos domicílios são abastecidos por rede geral.

Oliveira (2015) em seu trabalho identificou que 53% das famílias de comunidades ribeirinhas, localizada no município de Currálinho - PA retiram a água diretamente do rio, para o consumo e atendimento das necessidades básicas.

O grande volume de água nas áreas de várzea, originário tanto dos rios quanto das frequentes chuvas, contrasta com o fato de que a maior parte das populações que residem em locais que não tem acesso à água de qualidade e sofre constantemente com doenças de veiculação hídrica.

Mesmo esse sendo o cenário atual de algumas comunidades do interior do Amazonas, existe trabalhos na área que relatam sobre o aproveitamento da água da chuva como uma alternativa para suprir esse problema de falta de água. Por exemplo, o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento da Água da Chuva – Prochuva.

Este programa funciona desde 2006 e tem o intuito de distribuir um kit de infraestrutura contendo as partes essenciais do sistema: calha, tubulação e reservatório

de água. Dessa maneira, beneficiar comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água. Comunidades localizadas nas calhas dos rios Purus, Solimões, Amazonas e Madeira são exemplos do uso desse programa.

## 2.4 Aproveitamento da água da chuva

O sistema de captação de água da chuva pode-se considerar um método simples e de fácil compreensão. Consiste em um modelo de manejo da água precipitada, onde é utilizada uma superfície impermeável como telhados, lajes, calçadas, entre outros como superfície de captação. Para a segurança sanitária recomenda-se o descarte do primeiro fluxo de água (lavador do telhado), depois o armazenamento em reservatórios e em seguida a distribuição (MENDES, 2013),

A técnica de aproveitamento da água da chuva é bastante antiga. Existe lei de 870 a.C., feita pelo rei Mesha dos Moabitas obrigando as residências terem reservatórios para aproveitarem água de chuva dos telhados. Na antiga Mesopotâmia, há 2750 a.C. utilizavam a água da chuva. Em 1885, foi descoberto em Monturque, Roma, doze reservatórios subterrâneos usados para o abastecimento público (TOMAZ, 2011).

A China, é outro exemplo, possui mais de cinco milhões de cisternas construídas, e no sul da Austrália, cerca de 80% da população rural e 30% da urbana utilizam a água da chuva como fonte de abastecimento (ANDRADE NETO, 2013).

No Brasil, o primeiro sistema de aproveitamento da água de chuva foi construído na Ilha Fernando de Noronha/PE pelo exército norte-americano, em 1943. Mesmo atualmente a água da chuva é utilizada para o abastecimento da população. Mas foi apenas nas últimas décadas do século passado que a utilização da água da chuva passou a fazer parte de programas governamentais e de organizações não governamentais.

Na região Nordeste do Brasil, houve a implantação de cisternas, iniciada por um convênio entre a Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2001, foram implantadas inicialmente 500 cisternas, beneficiando as famílias rurais do semi-árido brasileiro, este programa ficou conhecido como Um Milhão de Cisternas (P1MC).

Segundo Veloso et al (2012) atualmente o aproveitamento da água da chuva está sendo muito disseminado em países desenvolvidos, com legislações sobre o assunto. Países com o Japão, Alemanha, EUA, Austrália são exemplos que utilizam esta técnica dos recursos pluviais em diversas aplicações: desde sua ingestão para atender necessidades potáveis até para fins menos nobres em serviços de lavagens e regar de plantas.

Em 2007 foi publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT), Norma Brasileira (NBR) nº 15527 que fornece requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta Norma estabelece parâmetros para calhas, condutores, reservatórios, instalações e padrões

de qualidade para a água tratada (ABNT, 2007). Além disto, esta NBR estabelece seis métodos (Método de Rippl, Método da simulação, Método Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês e Método prático australiano) para o dimensionamento dos reservatórios para águas pluviais.

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007) recomenda que no sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser instalado um dispositivo de descarte da primeira água da chuva que escoar sobre o telhado, e deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm inicial da precipitação.

Os primeiros milímetros de chuva são responsáveis pela limpeza da atmosfera e da superfície de captação através do arraste de substâncias como poeira, folhas, galhos e fezes de animais (COSTA, 2011).

Segundo o Manual da ANA/FIESP; SindusCon/SP (2005), o reservatório de descarte, também conhecido como reservatório de auto-limpeza, tem a finalidade de reter temporariamente e posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação, podendo ser com torneira boia, dispositivos automáticos etc.

## 2.5 Qualidade da água da chuva

A água da chuva é o produto de um processo natural de destilação. Dessa maneira, sua qualidade seja química, ou microbiológica, é classificada como sendo de boa qualidade, com baixa concentração de minerais e de sólidos suspensos (COHIM et al, 2015).

A composição da água da chuva é alterada de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.) (TOMAZ, 2009). Varia com o grau de poluição do ar e com a condição de limpeza da área de coleta. Isso deve ser considerado em relação aos métodos utilizados para o tratamento das águas pluviais. Por exemplo, se a casa possui árvores nas proximidades, uma grelha ou tela é indispensável para manter fora do condutor vertical. Se o local é próximo à área arenosas ou campos, um processo de sedimentação e filtração será necessário para remover as impurezas. Os métodos podem variar de acordo com o fim a que se destinam as águas pluviais armazenadas (FENDRICH, 2002).

No que se refere ao tratamento das águas da chuva, a filtração e descarte das águas de primeira chuva são importantes para a melhoria da qualidade da água captada (ZANELLA; ALVES, 2016).

Para que se possa aproveitar todo o benefício da coleta e utilização da água da chuva de forma segura é preciso estabelecer os padrões de qualidade que a mesma deva atender, devendo este ser de acordo com os usos a que a mesma for destinada (Silva, 2014).



## 2.6 Sistema Calha PET

A reciclagem é uma atividade importante para que diminua os impactos causados pela geração de resíduos, além disso, minimize a extração de recursos naturais para a fabricação de novos produtos.

O uso de garrafa PET como calha coletora para o aproveitamento da água da chuva, também contribui para a prática de coleta de aproveitamento da água da chuva, pois sendo um material com resistência à biodegradação, levando séculos para a sua decomposição, ajuda na redução dos resíduos sólidos, tem baixo custo, material de fácil acesso a população podendo uma forma de haver a reciclagem e reutilização dessa garrafa PET.

Em 2008 surgiu o projeto “CalhaPET”, foi desenvolvido pelo acadêmico do curso de Geografia da Universidade Tuiuti do Paraná, a utilização de garrafa PET como calhas para o aproveitamento da água da chuva.

O projeto surgiu através de oficinas realizadas no Município de Cabeceiras do Piauí, por estudante da Universidade Tuiuti do Paraná, juntamente ao Projeto Rondon – Operação Grão-Pará 2008.

Os objetivos desse projeto foram: aproveitar a água da chuva para a subsistência residencial; reduzir os resíduos sólidos do meio ambiente e, através de oficinas práticas, formar agentes multiplicadores com o intuito de sensibilizar e conscientizar a sociedade na preservação dos recursos naturais (NEVES, 2009).

O sistema consiste em conexões de garrafas de plástico presas por pregos e sustentadas por uma tábua de madeira, funcionando como um coletor de água da chuva que escoam do telhado a um condutor vertical para um reservatório ou caixa d’água, conforme Figura 1.



Figura 1 - Calha feita com garrafa PET.

## 3 | METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa baseia-se em um estudo comparativo entre dois sistemas coletores de captação da água da chuva, onde foi utilizada calha convencional

de PVC e calha feita de garrafa PET, o estudo foi realizado no laboratório de tecido de cultura vegetal, localizada na Universidade do Estado do Amazonas – UEA/EST, a instalação do sistema foi feita em um telhado de aproximadamente 52 m<sup>2</sup>.

Iniciou-se com embasamento teórico e levantamento de normas brasileiras que abordam sobre aproveitamento da água da chuva para uso não potável, instalação de sistema de águas pluviais, bem como parâmetros da qualidade da água.

Para que possa ser avaliado o potencial de aproveitamento da água da chuva, é necessário analisar os seguintes fatores: média de precipitação pluviométrica e qualidade da água. O sistema de captação de água da chuva deve ser dimensionado com base no volume de água precipitada, na área de coleta e na demanda necessária do local onde será feito o aproveitamento, devendo atender às normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Em vista disso foram obtidos dados das precipitações dos últimos dez anos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para melhor compreensão dos registros das precipitações da cidade de Manaus, de acordo com os dados obtidos pelo INMET.

Houve a instalação um pluviômetro na área de estudo, onde obteve o registro das precipitações para os meses de abril, maio e junho de 2017.

A construção do pluviômetro foi feita utilizando tubos e conexões de PVC conforme técnicas de Assunção e Assis (1997), o pluviômetro PET possui uma área de captação de 165 cm<sup>2</sup>, construído de tudo de PVC de 35 cm e diâmetro de 100 mm, acoplado, a na parte superior, uma redução de 150 para 100 mm, e na superfície inferior, a uma base que forma o fundo do instrumento. A base do pluviômetro é composta pela garrafa PET e um tampão de 100 mm, e uma torneira de plástico (GARCÊZ; MOTA, 2009). Teoricamente, este instrumento possui uma precisão similar ao obtido com o pluviômetro padrão “Ville de Paris”, que possui uma área de captação de 400 cm<sup>2</sup>. As coletas eram feitas diariamente sempre as 9h da manhã.

A construção do sistema calha PET teve como base no manual calha PET, desenvolvido pelo acadêmico do curso de Geografia Gustavo Zen da Universidade Tuiuti do Paraná. Utilizando garrafas PETs de 2 litros para a construção dos coletores. O sistema convencional foi feito de tubos de PVC utilizando como base o manual do sempre sustentável com algumas adaptações.

Após a instalação do sistema no local de estudo, iniciou-se a análise de eficiência entre os dois sistemas coletores para a coleta para abastecimento de água da chuva. Para que houvesse a análise quanto à eficiência de coleta para abastecimento de água da chuva, foi realizado os seguintes procedimentos:

- Observação em média de 1 hora de chuva:
- Medição da quantidade de chuva que precipitou durante 1 hora o qual o reservatório do sistema convencional de PVC e sistema com garrafa PET conseguiu captar.

A medição foi feita com a utilização de uma proveta graduada e auxílio de garrafas

PET de 2 litros para que fosse calculada a quantidade de chuva em mm coletada em cada reservatório.

1. Foi transferida a quantidade de água para a garrafa Pet;
2. Mediu na proveta graduada quanto de chuva em mm foi coletada em cada reservatório;
3. Para saber qual volume de água que foi coletada em cada reservatório utilizou a seguinte os seguintes cálculos:
  - Cálculo do diâmetro da garrafa PET = 0,10 m
  - Área da garrafa ( $\pi d^2/4$ ) = 0,007854 m<sup>2</sup>
  - Volume de água na proveta em ml
  - Pluviosidade em milímetros = V/Área

Para o dimensionamento do reservatório foi escolhido dois métodos estabelecidos pela NBR 15527 que serão o método de Azevedo neto, conhecido como método brasileiro e o método de Rippl, para que possam ser verificados qual entre os dois métodos está mais adequando para o dimensionamento do reservatório. Verificando a viabilidade do sistema para o reservatório para armazenamento da água da chuva, conforme a NBR 15527.

#### **Método Azevedo Neto**

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P é a precipitação média anual, em milímetros;

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área de coleta, em metros quadrados;

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

#### **Método de Rippl**

O método de Rippl geralmente superdimensionada o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas.

Neste método podem-se usar as séries históricas mensais (mais comum) ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que : } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Para a análise físico-química e bacteriológica da água foram coletadas amostras de cada reservatório, os ensaios de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* foram realizados no laboratório de microbiologia da Cosama. Os ensaios foram baseados no método qualitativo, ou seja, mostrando a ausência ou presença de coliformes nas amostras.

Em seguida, foram realizadas as análises físico-químicas, no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Amazonas, com as amostras de 1 l. Foram verificados: Ph, utilizando o Phmetro; sólidos totais dissolvidos, condutividade e temperatura, através do condutímetro; cor aparente, com o auxílio do espectrofotômetro e turbidez, através do turbidímetro.

## 4 | RESULTADOS

Para os estudos de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva, são necessários os registros históricos das precipitações, recomenda-se utilizar um histórico de dados de pelo menos dez anos, garantindo usos múltiplos mais confiáveis, especialmente devido à sazonalidade dos eventos de precipitação.

Foram coletados dados do INMET para série histórica de 10 anos (2007- 2016) do município de Manaus. Através desses dados foi possível observar que os meses de maior precipitação estão entre os meses de novembro a maio, com média de 2.410,34 mm/ano.

Através do pluviômetro manual, Figura 3, instalado na área de estudo foi possível obter o registro da precipitação dos meses de abril a junho. O gráfico mostra a precipitação média para cada mês.



Figura 2 - Pluviômetro de PVC.

Dos meses analisados, infere-se que o período chuvoso foi o mês de abril, com precipitação média mensal foi de 13,44 mm/mês.

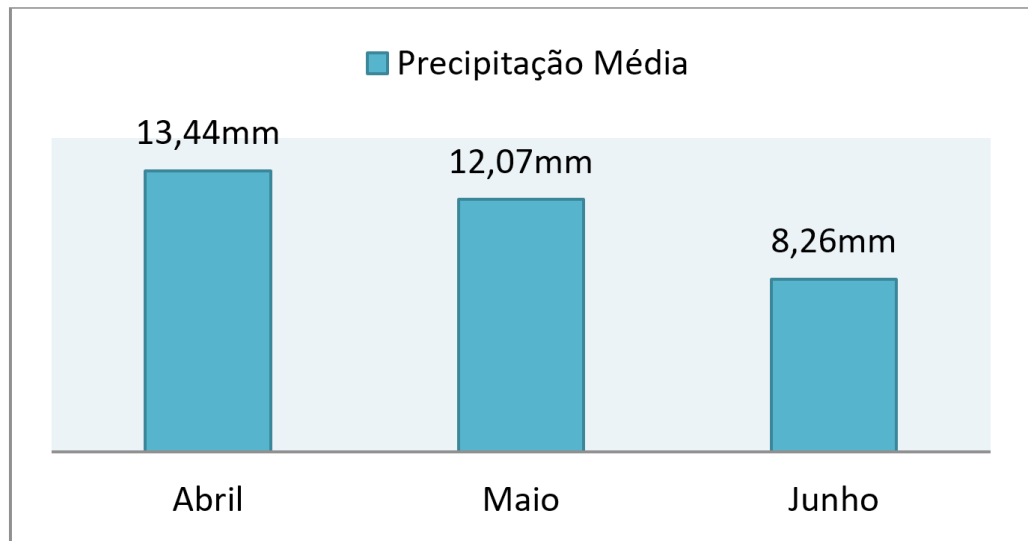


Gráfico 1 - Precipitação média mensal de abril a junho de 2017 pelo do pluviômetro manual

Através dos sistemas coletores para abastecimento de água foi possível obter a eficiência entre ambos. A calha PET teve um custo total de R\$ 25,25 reais e a calha PVC teve um custo total de R\$ 180,48 reais.

Isto representa que a calha de garrafa PET tem um custo 68,08% menor do que comparado ao custo da calha convencional de PVC.

Utilizando o procedimento descrito na metodologia foi possível obter a eficiência de ambos sistemas para a captura da água da chuva em cada reservatório. Dessa maneira foi possível observar que o sistema convencional tem em média de 15% a mais de eficiência, por conta do material utilizado na sua construção. Salientando que a calha de garrafa pet mesmo sendo menos eficiência na coleta da água da chuva não deixa de cumprir seu papel na captação da mesma, para reuso não potável.

Foi considerado o aproveitamento da água da chuva para o abastecimento de uma bacia sanitária. O aparelho sanitário corresponde ao conjunto bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros (Tomaz, 2003), e para a irrigação de jardim.

Por meio dos dados disponibilizados pelo INMET (2017), foram levantados os dados correspondentes aos dias sem registro de precipitação pluviométrico, de cada mês do período amostral. Desse modo foi obtida a média anual dos máximos dias sem chuva, sendo que o maior valor corresponde ao MDS do município sob estudo, levando em consideração, que a NBR 15527/07 não especifica o número de meses de pouca chuva (T), sendo uma incógnita principal a ser identificada.

Para o período estudado observou-se que o mês de março teve a menor média de dias sem chuva, de 8 dias. Em contrapartida os meses de agosto e setembro apresentaram a maior média, sendo o valor de 25 dias a série de Máximos Dias Sem Chuva (MDS). Pela análise da série não foi registrado nenhum mês com 30 dias sem chuva, chegando ao máximo de 29 dias.

O município apresenta um período de cerca de 5 meses com poucos dias sem chuva, Gráfico 3.

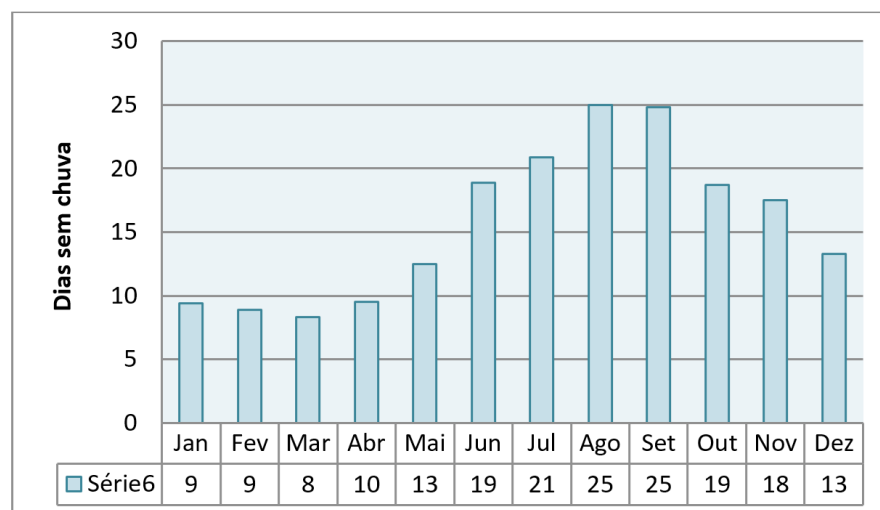


Gráfico 2 - Valores médios de Máximos Dias Sem Chuva de 2007 a 2016, de Manaus.

Através do valor de MDS, pode-se afirmar que o período seco representa 83,33% de um mês, dessa maneira o valor de T é igual a 0,8333. Através dos dados da Tabela 2, obteve-se o valor da precipitação média para a série em análise, correspondendo a 2410,34 mm. Valor utilizado para a realização da simulação da aplicação do Método de Azevedo Neto, junto com as demais incógnitas Tabela 3.

Precipitação (mm)	Área de captação (m <sup>2</sup> )	T (mês)	V(m <sup>3</sup> )
2,41	52	0,8333	4,4

Tabela 1 - Resultado do Método de Azevedo Neto, para o T calculado.

A Tabela 2 mostra os resultados para o dimensionamento pelo método de Rippl, com os valores correspondentes para a precipitação de 2007 a 2016.

Coeficiente de runoff (CR) =	0,9
------------------------------	-----

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m <sup>3</sup> )	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	301,16	8	52	140,94	-132,94	0,00	E
Fevereiro	306,57	8	52	22,07	-14,07	0,00	E
Março	353,93	8	52	25,48	-17,48	0,00	E
Abril	307,05	8	52	143,70	-135,70	0,00	E
Maio	214,67	8	52	15,46	-7,46	0,00	E
Junho	121,14	8	52	8,72	-0,72	0,00	E
Julho	81,47	8	52	38,13	-30,13	0,00	E
Agosto	48,85	8	52	3,52	4,48	4,48	D
Setembro	53,97	8	52	3,89	4,11	8,60	D

Outubro	136,6	8	52	63,93	-55,93	0,00	E
Novembro	212,98	8	52	15,33	-7,33	0,00	E
Dezembro	271,95	8	52	19,58	-11,58	0,00	E
<b>Total</b>	<b>2410,34</b>	<b>96</b>		<b>500,75</b>	<b>Volume=</b>	<b>8,60</b>	

Tabela 2 - Resultado do Método Rippl

E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando

Como pode ser observado dos meses de janeiro a julho da coluna 6 verifica-se que as diferenças são negativas e, portanto, isso significa que a água está escoando pelo extravasor.

Quando os valores da coluna 6 são positivos o nível de água do reservatório está baixando e isto vai acontecer no mês de agosto quando o abaixamento é de 4,48 m<sup>3</sup>, em setembro de 4,11 m<sup>3</sup>. Em outubro o valor é negativo o reservatório começa a extravasar novamente.

Portanto, o reservatório para regularizar a demanda constante de 8m<sup>3</sup>/mês deverá ter 8,6 m<sup>3</sup> de capacidade.

Através das amostras de águas coletadas para análise bacteriológica da água captada em cada reservatório verificou-se que a água da chuva proveniente da calha de PVC foi imprópria para consumo humano, estando em desconformidade com os padrões estabelecidos para potabilidade segundo a legislação em vigor – Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde e com a NBR 15527/2007, sendo indicada somente para uso não potável. E a água da calha PET apresentou somente coliformes totais, conforme Tabela 3.

Parâmetro	Unidade	VMP Portaria	Água da chuva – calha PVC	Água da chuva- calha PET
Coliformes Totais	NMP/100ml	Ausência	Presença	Presença
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	Ausência	Presença	Ausência
Escherichia coli	NMP/100ml	Ausência	Presença	Ausência

Tabela 3 – Análise Bacteriológica

Os parâmetros físicos e químicos são, em sua maioria, estéticos. Ao serem comparados os resultados das análises físico- químicas, é possível constatar que o vantajoso é o sistema calha PET.

Propriedades como: sólidos totais dissolvidos, turbidez e cor aparente; tiveram resultado com grande variação entre os dois sistemas previamente mencionados. Ao adotar-se a calha PET, foi possível obter características de potabilidade da água tratada em consonância com os parâmetros estabelecidos na Portaria MS 2.914/2011.

Análises	Parâmetro (Portaria 2914/11)	Parâmetro (NBR15527/07)	Calha de PVC	Calha PET
Sólidos Totais dissolvidos	Máximo de 1000 ppm	-	779ppm	50ppm
PH	entre 6,0 a 9,5	Entre 6,0 A 8,0	6,4	6,02
Condutividade elétrica	-	-	19,7	20,5
Temperatura	27.4 °C (Manaus)	-	31°C	31°C
Tubidez	Máximo de 5,0 uT	Máximo de 5,0 uT	1,82	0,26
Cor	Máximo de 15 UH	Máximo de 15 UH	69,47	13,38

Tabela 4 - Análises físico- químicas

## 5 | CONCLUSÕES

Através do estudo de caso possibilitou verificar que utilização do material reciclado a garrafa PET para a coleta de água da chuva é uma vantajosa alternativa para atender famílias de baixa renda, como por exemplo, comunidades do interior do Amazonas que sofrem com a falta de abastecimento de água em quantidade suficiente para atender o uso doméstico, por conta do baixo custo e facilidade na obtenção do material e mesmo na sua confecção e instalação. Dessa maneira a calha de garrafa PET tem sua vantagem comprovada em dois âmbitos no aspecto social ajudando famílias carentes e ambiental na reciclagem de garrafas PETs.

Foi visto que o aproveitamento da água da chuva está diretamente relacionando com a quantidade de chuva precipitada na região onde será instalado o sistema dessa maneira os dados de precipitação pluviométrica do município de Manaus mostram que os sistemas apresentam um bom potencial para a captação e utilização de água da chuva.

Com relação qualidade da água pode-se concluir que está água da chuva coletada não é indicada para uso potável, pois através das análises bacteriológicas obteve a presença de coliformes termotolerantes indicando a presença de E. Coli, dessa maneira mostra que a água pode ter recebido uma carga fecal, por conseguinte, pode trazer risco à saúde de quem a consome. Mesmo este resultado ter sido negativo para a água do reservatório proveniente da calha PET, está água dever ser usada somente para uso não potável.

Após tratamento adequando como adição de cloro no reservatório de água, para a desinfecção, como recomenda a ABNT NBR 15527, pode ser utilizada somente para usos não potáveis, por exemplo, na descarga dos vasos sanitários, em irrigação de gramados e plantas, na lavagem de veículos, na limpeza de calçadas e ruas, no abastecimento de sistema de combate contra incêndio, em fontes ornamentais e para diversos usos industriais.



## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**, informe 2013. Brasília: ANA. 2013. Disponível em <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf)>. Acesso 20 mar. 2017.
- ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia Ambientais – GESTA**, Rio Grande do Norte, v.1, n1 - Andrade Neto, p. 073-086, 2013 – ISSN: 2317-563X. Disponível em:< <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7106/4878>>. Acesso 24 mar. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT- %C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf](http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT-%C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf)>. Acesso 12 mar. 2017.
- AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva. et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência e Saúde Coletiva, ano 6, n. 176, p.1511-1522, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a15.pdf>>. Acesso 7 abr. 2017.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Disponível em:<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>> Acesso 25 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília. 2011. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp\\_doctos/PortariaMS291412122011.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf)>. Acesso 21 mar. 2017.
- CARDOSO, Carlos Eduardo Nascimento. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis**. 2013. 74 f. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.
- COHIM, E. et al. Manejo e qualidade da água de chuva no setor urbano. In: Santos et al. **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**. Campina Grande: ABCMAC/INSA, 2015, p. 189-209. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/livros/registrados/pdfs/978-85-64265-13-4.pdf>>. Acesso 25 mar 2017.
- COSTA, Amanda Regina Ferreira da. **Limites de aplicabilidade para sistemas automáticos de descarte de água de chuva: estudo de caso**. 2011. 69 f. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124546/268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso 12 abr. 2017.
- GARCÉZ, Sílvia Letícia Alves, MOTA, Maria Aurora Santos da. **Validação das observações feitas com o pluviômetro de garrafa PET na cidade de Belém-PA**. 4º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária - 2009, Dourados-MS, 2009. Disponível em : <[http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/400\\_68278.pdf](http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/400_68278.pdf)>. Acesso 20 abr. 2017.
- GNADLINGER, Johann. Água de chuva no manejo integrado dos recursos hídricos em localidades semiáridas: aspectos históricos, biofísicos, técnicos, econômicos e sociopolíticos. In: Santos et al. **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**. Campina Grande: ABCMAC/INSA, 2015, p. 37 -74. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/livros/registrados/pdfs/978-85-64265-13-4.pdf>>. Acesso 25 mar 2017.
- KUMOTO, Elizabeth Koibuchi. **Abastecimento de água em comunidade ribeirinhas do Baixo Madeira ( Estado de Rondônia) – Diagnóstico e Possíveis Soluções**. 2012. 99 f. Monografia

apresentada como pré-requisito para conclusão de curso em engenharia ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012. Disponível em : < <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-12032013-101104/?&lang=br>>. Acesso 6 abr. 2017.

LIMA, Paulo Roberto Lopes. Aspectos tecnológicos das cisternas de placas. In: Santos et al. **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**. Campina Grande: ABCMAC/INSA, 2015, p. 341 -352. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/livros/registrados/pdfs/978-85-64265-13-4.pdf>>. Acesso 25 mar 2017.

Ministério do Meio Ambiente. **Água**: um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publicacao/140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf)>. Acesso em 8 de mar. de 2017.

NEVES, Gustavo Zen de Figueiredo. **Relato da oficina calha pet - construção de calhas de garrafas pet para aproveitamento da água da chuva**. In: Seminário Internacional Experiências de Agendas 21 - Desafios do Nosso Tempo, 2009, Ponta Grossa. Anais do Seminário Internacional Experiências de Agendas 21 - Desafios do Nosso Tempo. Curitiba : SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná, 2009. Disponível em:<<http://eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/relatos/Relato01.pdf>>. Acesso 07 jan. 2017

Oliveira, Thaíssa Jucá Jardim. et al. **Abastecimento de água e saneamento em populações ribeirinhas do marajó: problemas e alternativas desenvolvidas pela comunidade boa esperança, curralinho – PA**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. XXI, 2015, Brasília. Disponível em:<[http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-1082\\_abastecimento-de-agua-e-saneamento-em-populacoes-ribeirinhas-do-marajo-problemas-e-alternativas-desenvolvidas-pela-comunidade-boja-esperanca-curralinho-pa](http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-1082_abastecimento-de-agua-e-saneamento-em-populacoes-ribeirinhas-do-marajo-problemas-e-alternativas-desenvolvidas-pela-comunidade-boja-esperanca-curralinho-pa)>. Acesso 07 abr. 2017.

Projeto experimental de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisternas para residência urbana. **Manual de construção e instalação**. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/minicisterna.htm>> acesso em 24 mar. 2017.

SILVA, Pedro Gustavo Câmara da. **Análise do potencial de aproveitamento de águas pluviais nos setores de aula do campus central da UFRN**. 2016. 71 f. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em:<[https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2313/1/An%C3%A1lise%20do%20Potencial%20de%20Aproveitamento\\_Monografia.pdf](https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2313/1/An%C3%A1lise%20do%20Potencial%20de%20Aproveitamento_Monografia.pdf)> 15 mar. 2017.

TAJIRI, Christiane Aparecida Hatsumi; CAVALCANTI, Denize Coelho; POTENZA, João Luiz. **Habituação Sustentável** – São Paulo : SMA/CPLA, 2011. 122 p. : 15,5 x 22,3 cm (Cadernos de Educação Ambiental, 9). Disponível em: < <http://igeologico.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/9-habitacao-sustentavel.pdf>>. Acesso em 16 mar. 2017.

TOMAZ, P. Qualidade da água de chuva. In: **Aproveitamento de água de chuva**. 2009. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro aprov. aguadechuva Livro 20Aproveitamento 20de 20agua 20de 20chuva 205 20dez 202015.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro%20aprov.%20aguadechuva%20Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%2005%20dez%202015.pdf)> Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4ª edição. São Paulo: Navegar Editora, 2011. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro aprov. aguadechuva Livro 20Aproveitamento 20de 20agua 20de 20chuva 205 20dez 202015.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro%20aprov.%20aguadechuva%20Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%2005%20dez%202015.pdf)>. Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos. **Água para um mundo sustentável**- Sumário Executivo. WWDR. 2015a. 08 p. Disponível em: <[http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf)>. Acesso: 07 jun. 2017.

VELOSO, Nircele da Silva Leal, et al. Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Revista**

**Movendo Ideias.** v. 17, n. 1, jan./fev. 2012. Disponível em :<<http://revistas.unama.br/index.php/Movendo-Ideias/article/download/628/276>>. Acesso 02 abr. 2017.

## **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 978-85-7247-001-8



9 788572 470018