

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

**Alan Mario Zuffo  
(Organizador)**



**Atena**  
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo

(Organizador)

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

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

**Diagramação e Edição de Arte:** Lorena Prestes e Karine de Lima

**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 sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 3 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-251-7

DOI 10.22533/at.ed.517191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

**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 Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA CIDADE DE DONA INÊS – PARAÍBA	
Narcísio Cabral de Araújo Roseane Carneiro de Oliveira Abílio José Procópio Queiroz Paulo Célio Ramos Soares Jefferson Pereira de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS COM PÓS-TRATAMENTO ATRAVÉS DE PROCESSOS ELETROLÍTICOS: NATEX (XAPURI, ACRE)	
Emerson Silva de Almeida Julio Cesar Pinho Mattos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
COLETA DE PRESSÃO - UM ESTUDO PARA TORNAR EFICIENTE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA REALIDADE DE DEMANDA REPRIMIDA EM REGIÃO DE GRANDE PERÍODO DE ESTIAGEM	
Uilma Santos Pesqueira Javan Oliveira de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO	
José Carlos Alves Barroso Júnior Nestor Leonel Muñoz Hoyos Luiz Olinto Monteggia Eddie Francisco Gómez Barrantes Gabrielli Harumi Yamashita	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO DE JATAÍ-GO SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ZONOSSES E CONTROLE POPULACIONAL DE CÃES E GATOS	
Rayanne Borges Vieira Marcelo Figueiredo dos Santos Patrícia Rosa de Assis Ana Paula de Souza Martins Andréia Vitor Couto do Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SANTO ESTEVÃO - BA	
Paulo Vitor Santa Rosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5171911046</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO APLICADO AO MONITORAMENTO DA LAGOA MIRIM E ATUAÇÃO DA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Gabriel Borges dos Santos  
Marlon Heitor Kunst Valentini  
Larissa Aldrighi da Silva  
Marcos Antonio da Silva  
Marília Guidotti Corrêa  
Francine Vicentini Viana  
Vitor Alves Lourenço  
Willian César Nadaleti  
Bruno Müller Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.5171911047**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM/BA

Fernando Augusto Kursancew  
Diamile Patricia Lucena da Silva  
Geisa Luiza Macedo Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5171911048**

**CAPÍTULO 9 ..... 80**

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS PROVENIENTES DE AÇÕES ANTRÓPICAS NO MORRO DO URUBU, ARACAJU-SERGIPE

Carolina Cristina da Silva Ribeiro  
Allana Karla Costa Alves  
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.5171911049**

**CAPÍTULO 10 ..... 88**

ECOFICIÊNCIA NA MUDANÇA DOS PADRÕES DE CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

Samanta Tolentino Ceconello  
Luana Nunes Centeno  
Diuliana Leandro  
Andréa Souza Castro

**DOI 10.22533/at.ed.51719110410**

**CAPÍTULO 11 ..... 99**

EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

Pedro Henrique Máximo de Souza Carvalho  
William Ralf Santos Costa  
João Vitor Máximo de Souza Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.51719110411**

**CAPÍTULO 12 ..... 107**

EQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO E UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ESTADO DA BAHIA

Clério Ferreira de Sousa  
Gervásio Ferreira dos Santos  
Raymundo José Santos Garrido

**DOI 10.22533/at.ed.51719110412**



<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>123</b>
ESPACIALIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE EROSIVA POR ESTIMADOR KERNEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA (SE)	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Lizza Adrielle Nascimento Santos Glauber Vinicius Pinto de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>132</b>
ESTUDO DA COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E CONDIÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA AVENIDA PRESIDENTE COSTA E SILVA (NOVA FRIBURGO – RJ)	
Tatiana Nicolau Gonçalves Marcello Fragoso Lima Ricardo Finotti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>144</b>
ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE MORBIDADE E SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ENTRE 2013 A 2015, EM SANTARÉM-PA	
Alessandra de Sousa Silva Rebecca da Silva Fraia Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>150</b>
ESTUDO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO	
Guilherme de Souza Barrucho Juliana Toledo Cota Giselle Martins Machado José Antônio Lins Pereira Andréia Boechat Delatorre Michaelle Cristina Barbosa Pinheiro Campos Ilana Pereira da Costa Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>160</b>
IMPACTOS AMBIENTAIS DA CARCINICULTURA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA NO MUNICÍPIO DE PIRAMBU-SE	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Denilma dos Santos Oliveira Ivan Soares Freire Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>168</b>
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO NOS MUNICÍPIOS DE ITAPORANGA D’AJUDA, ESTÂNCIA E SALGADO (SE)	
Augusto Cruz Barreto Lucivaldo de Jesus Texeira Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110418</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>177</b>
IMPLANTAÇÃO DO RE-APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS EM PEQUENAS EDIFICAÇÕES COM PROPOSTA DE RE-USO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS POPULARES	
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>188</b>
INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT FOR SCREEN PRINTING	
Allan Rios Bezerra	
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho	
Priscila Sabioni Cavalheri	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>204</b>
LOGÍSTICA REVERSA NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS NAS FARMÁCIAS DO MUNICÍPIO DE POCINHOS-PB	
Jesielly Evane Miranda de Andrade	
Geralda Gilvania Cavalcante de Lima	
Andreia Araújo da Silva	
Carlos Antônio Pereira de Lima	
Neyliane Costa de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>221</b>
MAPEAMENTO DAS ÁREAS FAVORÁVEIS À INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELA DENSIDADE DE LINEAMENTO ESTRUTURAL	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.51719110422</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>231</b>



## COLETA DE PRESSÃO - UM ESTUDO PARA TORNAR EFICIENTE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA REALIDADE DE DEMANDA REPRIMIDA EM REGIÃO DE GRANDE PERÍODO DE ESTIAGEM

### Uilma Santos Pesqueira

Universidade Federal do Vale do São Francisco –  
UNIVASF

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. –  
Embasa  
Senhor do Bonfim – Bahia

### Javan Oliveira de Almeida

Instituto Federal de educação, Ciência e  
Tecnologia – IFBaiano

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. –  
Embasa  
Senhor do Bonfim – Bahia

**RESUMO:** Dentro da relação disponibilidade *versus* demanda, no que se refere ao território brasileiro na sua maior parcela, não existe déficit de recursos hídricos. No entanto, a realidade do Nordeste Brasileiro, em especial a região Semiárida, muda devido aos grandes períodos de estiagem (Tucci *et al.*, 2000). A mais grave estiagem dos últimos anos na Bahia reduziu drasticamente a disponibilidade de água das barragens do Prata e do Aipim, mananciais que abastecem cidades e localidades da região de Senhor do Bonfim (Embasa, 2013). Ter água em quantidade e qualidade está dentro das condições sanitárias básicas para a sobrevivência humana, conforme cita a declaração através da Assembléia Geral da ONU, de que o acesso a água limpa e segura

e ao esgotamento sanitário constitui direito humano fundamental, “essencial para o pleno usufruto da vida e de outros direitos humanos” (United Nations, 2010). Com o controle de pressão é possível melhorar o abastecimento de água, garantindo vazão e pressão necessária para o usuário, assegurando um uso racional da água de abastecimento público, além, de auxiliar no combate às perdas físicas evitando a pressurização da malha distributiva. A pressão interna a uma tubulação é reconhecida como o fator que mais diretamente influi nos vazamentos de um sistema de abastecimento de água. A importância da pressão se manifesta tanto como geradora de fugas como também por incrementar o volume perdido através de vazamentos pré-existentes. É mister salientar, que pressões elevadas favorecem perdas de água, enquanto pressões baixas dificultam o abastecimento domiciliar e facilitam a contaminação da água no interior das tubulações.

**ABSTRACT:** Within the availability versus demand relation, with regard to the Brazilian territory in its greater portion, there is no deficit of water resources. However, the reality of the Brazilian Northeast, especially the semi-arid region, changes due to the great periods of drought (Tucci *et al.*, 2000). The most severe drought in recent years in Bahia has drastically

reduced the water availability of the Prata and Aipim dams, sources that supply towns and localities in the region of Senhor do Bonfim (Embasa, 2013). Having sufficient quantity and quality of water is within the basic sanitary conditions for human survival, as the UN General Assembly statement states, that access to clean and safe water and sanitary sewage is a fundamental human right “essential to human health. full enjoyment of life and other human rights “(United Nations, 2010). With the pressure control it is possible to improve the water supply, guaranteeing the necessary flow and pressure for the consumer, ensuring a rational use of the water of public supply, besides, to help in the fight against the physical losses avoiding the pressurizing of the distributive mesh. The internal pressure to a pipe is recognized as the factor that most directly influences the leaks of a water supply system. The importance of pressure manifests itself both as a leak generator and also because it increases the volume lost through pre-existing leaks. It should be noted that high pressures favor water losses, while low pressures make domestic supply difficult and facilitate the contamination of water inside the pipes.

## INTRODUÇÃO

A demanda crescente por água tem feito do uso planejado deste recurso um tema atual e de grande relevância. Isto posto, faz-se necessário ações com reflexo em vários ambientes da sociedade (Pesqueira, 2013).

O objetivo principal de todos os sistemas de distribuição de água é o fornecimento de água para atender a demanda da população. O sistema de abastecimento de água da cidade de Senhor do Bonfim é realizado através de demanda reprimida de água. Garantir o fornecimento de água para a população, em quantidade e dentro dos padrões de potabilidade significa praticar, no mínimo, um ato de justiça social. Desta forma, é importante que se tenha um sistema operando dentro de uma normalidade de abastecimento para atendimento das necessidades da população de uma comunidade.

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que rege a potabilidade da água, no Capítulo IV informa o seguinte: Das exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, a saber: Art. 25º. A rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão; Art. 26º. Compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver: Situações de emergência com potencial para atingir a segurança de pessoas e bens; Interrupção, pressão negativa ou intermitência no sistema de abastecimento; Necessidade de realizar operação programada na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão negativa; Modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento, e Situações que possam oferecer risco à saúde.

Segundo Capítulo II da referida portaria, parágrafo XIII a definição de intermitência:

é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência.

O Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Senhor do Bonfim possui como fonte de captação, atualmente, 03 mananciais (Barragem do Rio da Prata, Barragem do Aipim e Barragem de Ponto Novo). A mais grave estiagem dos últimos anos na Bahia reduziu drasticamente a disponibilidade de água das barragens do Prata e do Aipim, mananciais que abastecem cidades e localidades da região de Senhor do Bonfim (Embasa, 2013). Atualmente, após a construção do Sistema de Abastecimento de Ponto Novo houve uma melhora no abastecimento do município de Senhor do Bonfim. No entanto, a referida cidade continua sendo abastecida através de um sistema de manobra.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo melhorar o abastecimento de água através da coleta e análise de pressão na rede de distribuição, garantindo vazão e pressão necessária para o consumidor, assegurando um uso racional da água de abastecimento público, além, de auxiliar no combate às perdas físicas evitando a pressurização da malha distributiva, no intuito de acompanhar a distribuição, de forma elaborar um sistema de manobra eficiente, buscando aperfeiçoar a sua operação no aumento do volume ofertado e conseqüentemente o volume micromedido, além de, minimizar a insatisfação dos usuários na busca de diminuir as reclamações por falta de água, bem como, criar um banco de dados para disponibilizar em tempo real para o usuário interno informações sobre as zonas de abastecimento e suas áreas de abrangência.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Descrição da Área**

De acordo com descrições do Setor de Operação, o SIAA de Senhor do Bonfim atende as sedes municipais de Senhor do Bonfim, Jaguarari e Andorinha. Pertencente ao município de Senhor do Bonfim são mais 18 localidades: Carrapichel, Itapicuru, Socotó, Igara, Baraúna, Caatinguinha, Cariacá, Terreirinho, Cachoeirinha, Passagem Velha, Umburana, Tapuia, Pereiros, Lagoa das Pedras, Campo do Meio, Capote, Anjo e Missão do Sahy.

O Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Senhor do Bonfim funciona através de demanda reprimida. Dentro da referida rede de distribuição para o município supracitado, existe treze Zonas de Abastecimentos.

Para a escolha dos pontos para instalação do Kit de Coleta de Pressão *in loco* foi escolhido o aplicativo Google Earth como ferramenta de auxílio para localizar os pontos críticos pertencentes a cada Zona de Abastecimento.

No que se refere a escolha e instalação dos pontos de Coleta de Pressão via

rede GSM foram escolhidos dois pontos (bairros) onde apresentam comportamentos extremos com relação às pressões nas redes de distribuição. No intuito de acompanhar a pressurização e despressurização nesta malha distributiva, a saber: Novo Horizonte e Alto da Rainha. Estes dois pontos possuem manobra com influência em suas zonas de abastecimento. Bairro Novo horizonte com cota abaixo da cota do Bairro Alto da Rainha.

As três etapas de trabalho serão descritas a seguir:

## **PRIMEIRA ETAPA: IMPLANTAÇÃO DOS PONTOS E COLETA DIÁRIA DE PRESSÃO IN LOCO**

Com o controle de pressão é possível melhorar o abastecimento de água, garantindo vazão e pressão necessária para o usuário, assegurando um uso racional da água de abastecimento público, além, de auxiliar no combate às perdas físicas evitando a pressurização da malha distributiva.

De acordo com relatos do Ministério da Saúde 2006, é necessário garantir, no interior das tubulações, pressões dentro dos limites recomendados pela ABNT, ou seja, preferencialmente entre 10 e 50 m.c.a.

A escolha dos pontos para coleta de pressão *in loco* ocorreu com a verificação da cota do terreno retirada através do perfil de elevação (Google Earth). Sendo assim, foram identificados 41 pontos para funcionar como pontos fixos de coleta diária de pressão. Estes pontos poderão servir, no ato da coleta de pressão, como pontos de verificação de controle da qualidade da água, coletando análises físico-química (CRL, pH e Turbidez), conforme Portaria 2914/1, atualmente Portaria de Consolidação N° 05.

A Tabela 1 contém todos os pontos escolhidos através do perfil de elevação do terreno para coleta de pressão *in loco*. O ponto n° 12 referente ao Alto da Rainha e ponto n° 16 referente ao Novo Horizonte, são os pontos utilizados para o estudo em questão.

<b>RELAÇÃO DOS PONTOS DE PRESSÃO</b> <b>ESCRITÓRIO LOCAL DE SENHOR DO BONFIM</b> 		
Nº	Endereço	Bairro
1	CAM 04 PROMORAR, 15	OLARIA
2	RUA ROMA, 166	OLARIA
3	RUA ALTO DA MARAVILHA, 803	AL DA MARAVILHA
4	RUA MARTA SUPLYCY, 261	SANTA HELENA
5	AV RIO VERMELHO, 59-A	ITAMARATY (Baixinha)
6	RUA CIDADE DA LUZ, 109	SAO JORGE (Cidade da Luz)
7	RUA SAO PAULO, 159	BOSQUE
8	RUA MARIANO VENTURA, 127	CENTRO
9	BARÃO DO COTEGIPE, 438	CENTRO
10	ROBSON CAETANO, 42	SANTOS DUMONT (Vila Bela)
11	RU TOMAZ GUIMARAES, 500 A	SANTOS DUMONT
12	RUA ENRIQUETA TORRES, 283	ALTO DA RAINHA
13	RUA II MORADA VENTOS, 416	MORADA VENTOS
14	RUA PAQUISTAO, 93	OLARIA
15	RUA RAIMUNDO GONCALVES, 139	POPULARES
16	AV MIGUEL PINHEIRO, 772	NOVO HORIZONTE
17	RUA S QD 02, 48	BRISAS
18	RUA T, 308	CIDADE NOVA 1
19	RUA X, 153	CIDADE NOVA 2 e 3
20	AV ISABEL VIEIRA, 2140	LIMÕES
21	AV CACHOEIRINHA, 25	CACHOEIRINHA
22	AV CACHOEIRINHA, 203	CACHOEIRINHA
23	PC JOAO FIGUEIREDO, 200	TERREIRINHO
24	RUA COSTA E SILVA, 141	CARIACÁ
25	RUA CHICO XAVIER, 9	UMBURANA
26	AV QUEIMADINHA, 282	IGARA (Queimadinha)
27	RUA RUY BARBOSA, 781	IGARA
28	AV PASSAGEM VELHA, 1396	PASSAGEM VELHA
29	AV LAGOA DO PEIXE, 2871	LAGOA DO PEIXE
30	RUA MARE MANSA**, 70	CARRAPICHEL (Parte Alta)
31	RUA JOAO MARTINS, 609	CARRAPICHEL
32	RUA NOVA, 122	CARRAPICHEL
33	RUA CATUABO, 1061	MISSAO DO SAHY
34	RUA CATUABO, 800	MISSAO DO SAHY
35	RUA SAO LUCAS, 50	MISSAO DO SAHY
36	TV SALINAS, 250	MISSAO DO SAHY
37	RUA ZE DE ENEDINA, 224	ITAPICURU
38	RUA DOS COQUEIROS, 63	SOCCOTO
39	RUA DR NILTON CABRAL	ALTO DA RAINHA
40	-	ÁGUAS CLARAS
41	-	POVOADOS DA IGARA

**Tabela 1:** Relação dos Pontos in loco para Coleta de Pressão.

A instalação e acompanhamento dos Pontos de Pressão na malha distributiva da cidade de Senhor do Bonfim faz-se necessário para que ocorra rotina diária da coleta de pressão. Esta rotina é ponto crucial para eficiência do abastecimento da referida cidade e seus povoados, principalmente, por ser um sistema de abastecimento de água em regime de manobra. Os pontos escolhidos para este trabalho foram identificados, de acordo, com a cota do terreno retirada através do perfil de elevação (Google Earth). Sendo assim foram identificados e instalados 41 pontos que funcionam como pontos fixos de coleta diária de pressão.

## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Após a implantação dos Pontos com os Kits de Pressão, buscou-se criar uma rotina diária da coleta das pressões para o monitoramento e otimização do abastecimento da cidade de Senhor do Bonfim. Esta ferramenta é de extrema importância, pois abordaremos a questão da insatisfação dos usuários, além de, através da análise da informação e detalhamento da mesma, encontrar vazamentos nas redes de distribuição. Mesmo com dificuldades para andamento da proposta acima citada, foi retirada pressão em alguns pontos. Para o trabalho supracitado foram separados dois

pontos para estudo: Bairro Novo Horizonte e Alto da Rainha.

As figuras 1 e 2 contêm resultados comparativos nos dois pontos separados para este estudo, obtidos em coletas realizadas *in loco*, no período de Junho de 2016 até Novembro de 2016, posteriormente, no período de Dezembro de 2016 até Maio de 2017.

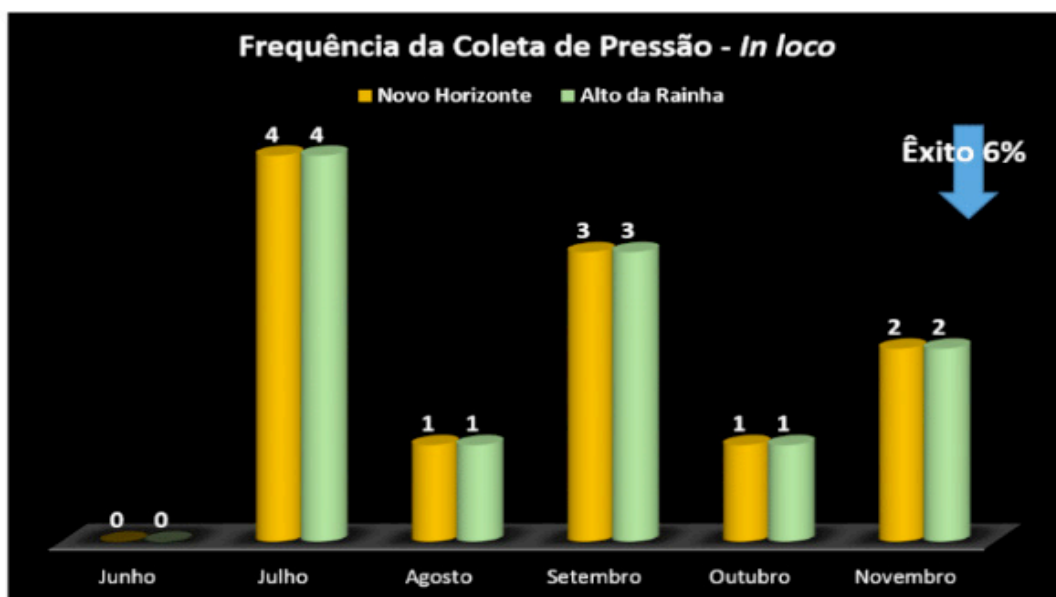
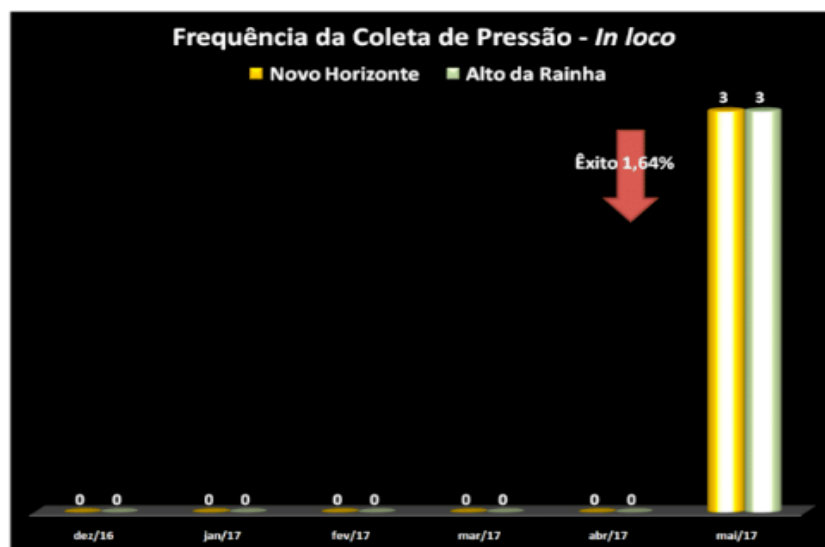


Figura 1: Coleta in loco Novo Horizonte e Alto da Rainha (Jun a Nov 2016).

A figura 1 contém a frequência da Coleta de Pressão *in loco* realizada entre os meses de junho até novembro de 2016. O referido resultado mostra que a proposta de Coleta Diária de Pressão (*In loco*) não obteve êxito. No período dos meses acima citados teríamos um registro de 183 registros para cada ponto de pressão. Para os pontos separados para acompanhamento, Novo Horizonte e Alto da Rainha, seria um registro de 366 no total. No entanto, obtivemos somente 22 registros. Tomando como referência estes valores obtivemos um baixo êxito de 6% da proposta para coleta diária de pressão *in loco*.



**Figura 2:** Coleta *in loco* Novo Horizonte e Alto da Rainha (Dez16 até Maio17).

A figura 2 contém a frequência da Coleta de Pressão *in loco* realizada entre os meses de dezembro de 2016 até maio de 2017. O referido resultado mostra, nitidamente, que a proposta de Coleta Diária de Pressão (*In loco*), mais uma vez, não obteve êxito. No período dos meses acima citados tínhamos um registro de 182 registros para cada ponto de pressão. Para os pontos separados para acompanhamento, Novo Horizonte e Alto da Rainha, seria um registro de 364 no total. No entanto, obtivemos somente 06 registros. Tomando como referência estes valores obtivemos um baixo êxito de 1,64% da proposta para coleta diária de pressão *in loco*. Neste período houve uma queda bem acentuada da coleta de pressão através de visita *in loco*.

## **SEGUNDA ETAPA: COLETA DE PRESSÃO VIA REDE DE TELEFONIA MÓVEL GSM**

Posteriormente, devido a baixa frequência de coleta na proposta anterior, foram instalados em ambos os pontos acima citados, Novo Horizonte e Alto da Rainha, um aparelho desenvolvido através de uma tecnologia de comunicação via rede de telefonia móvel GSM (Global System Mobile) com registro de pressão em intervalo de tempo de 30 minutos a cada valor registrado. Dentro de toda malha distributiva a maior diferença na escala das pressões é registrada nos referidos pontos citados (Alto da Rainha e Novo Horizonte).

Para implantação do sistema de comunicação móvel, os pontos escolhidos foram os mesmos destacados na etapa acima, bairros Novo Horizonte e Alto da Rainha.

## **RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA**

### **Frequência da Primeira Etapa da Coleta**

Na figura 3 estão contidas informações da frequência das pressões coletadas nos pontos escolhidos. Para implantação do sistema de comunicação móvel, os pontos escolhidos foram os mesmos destacados no item acima, bairros Novo Horizonte e Alto da Rainha. Estes dois pontos apresentam topografia bastante favorável com uma delimitação do terreno se comportando de forma a fazer com que a malha distributiva permaneça pressurizada em um ponto, Novo Horizonte, e despressurizada no outro ponto, Alto da Rainha.



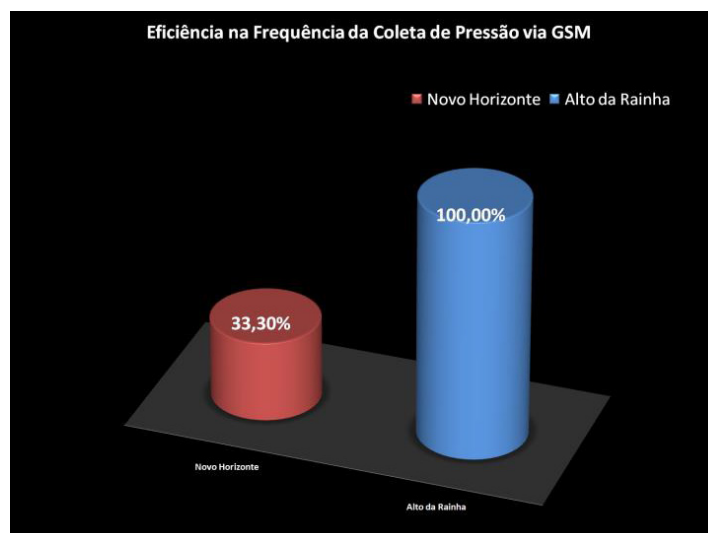


Figura 3: Eficiência da Frequência da Coleta de Pressões via GSM nos Bairros Novo Horizonte e Alto da Rainha.

Através da Figura 3 podemos verificar que houve uma melhora significativa na frequência das Pressões coletadas através do equipamento de comunicação via Rede GSM. Para este tipo de coleta foi proposto um total de 48 registros de Pressão diária, com coleta registrada a cada 30 minutos. O ponto foi instalado no Bairro Novo Horizonte no dia 24 de novembro de 2016, permanecendo no local até o dia 26 de novembro. Durante estes três dias foram registrados 48 valores de pressão. Isto posto, para a proposta da coleta de pressão através deste equipamento, com registro a cada 30 minutos, era esperado um total de 144 registros. Sendo assim, foi alcançada inicialmente uma eficiência de 33,30%. O ponto instalado no Alto da Rainha obteve êxito com 100% da eficiência esperada.

A figura 4 apresenta o comportamento da pressão através do monitoramento realizado no dia 05/12/2016 no Ponto do Alto da Rainha. Neste dia é possível verificar, de forma perceptível, os dados registrados com a rede pressurizada, bem como, a despressurização da mesma através da mudança na manobra. Verificou-se neste dia que às 10h32min horas foi o momento exato que o registro foi fechado (retirada de manobra).

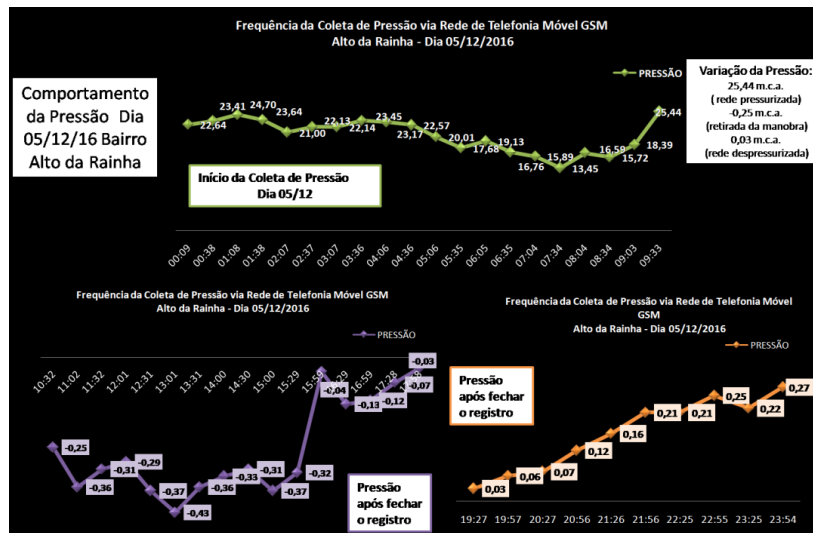


Figura 4: Comportamento da Pressão no Ponto do Alto da Rainha no dia 05/12/16.

### Frequência da Segunda Etapa da Coleta

Após a primeira etapa de coleta via rede GSM, ocorrida no mês de dezembro de 2016, houve um período para manutenção no equipamento e calibração do mesmo. Como em toda instalação de um equipamento há um período de adaptação e teste, durante o período citado houve imprevisto que implicaram em mudanças em parte do equipamento. O referido imprevisto ocorreu devido a entrada de água no recipiente substituindo o *Shield* por um módulo GSM. Não foi afetada a funcionalidade, pois para ambos é a mesma. A única mudança foi a estética devido um ser menor que o outro. Ou seja, não foi comprometida a eficiência do sistema proposto para coleta de pressão.

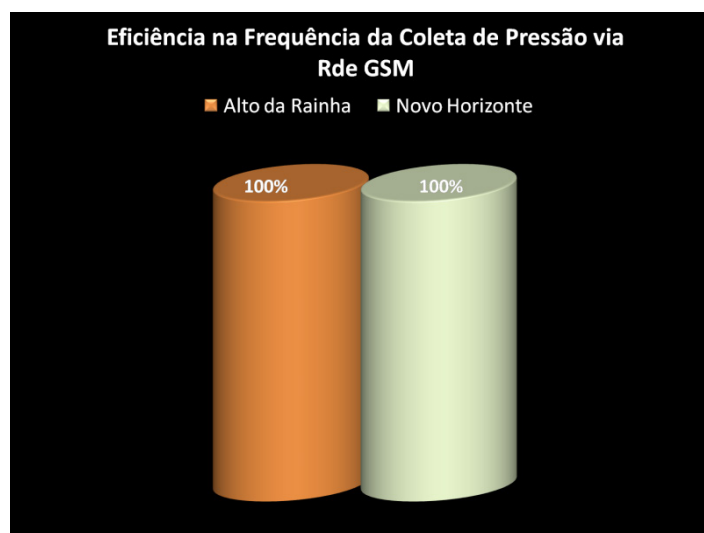


Figura 5: Eficiência da Frequência da Coleta de Pressões via GSM Maio/2017.

Através da Figura 5 podemos verificar que houve uma melhora significativa na frequência das Pressões coletadas através do equipamento de comunicação via Rede GSM. Para este tipo de coleta foi proposto coleta registrada a cada 30 minutos.

Após o melhoramento do equipamento, o primeiro ponto foi instalado no Bairro Alto da Rainha no dia 08 de maio de 2017 somando um registro de 1.056 pressões coletadas. Isto posto, para a proposta da coleta de pressão através deste equipamento, com registro a cada 30 minutos, alcançamos a eficiência esperada de 100%.

O Bairro Novo Horizonte teve o ponto instalado no dia 26 de maio de 2017. Como a proposta de coleta é frequência a cada 30 minutos. Para este referido ponto, com base na data e horário de instalação, obtivemos 192 registros. O ponto instalado no Novo Horizonte obteve êxito com 100% da eficiência esperada.

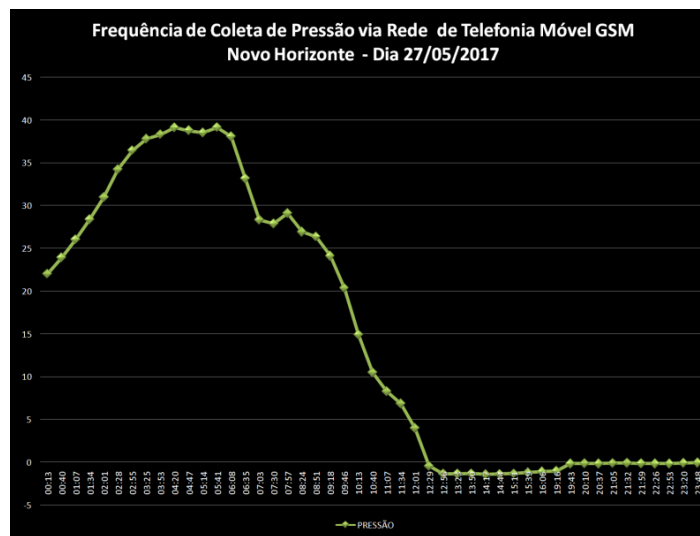


Figura 6: Frequência da Coleta de Pressão no Bairro Novo Horizonte 27/05/17.

Conforme exposto na Figura 6, houve um pico de pressão na rede de distribuição que alimenta o ponto instalado no Bairro Novo Horizonte com registro de pressão máxima de 39,14 m.c.a. as 05h41min. A partir deste momento foi solicitado a retirada da manobra onde pode-se observar a queda de forma gradativa e acentuada da pressão no referido ponto.



Figura 7: Frequência da Coleta de Pressão no Bairro Alto da Rainha 27/05/17.

Conforme exposto anteriormente e, verificado através das Figuras 6 e 7, a manobra dos dois pontos em estudo possuem influência. Conforme a elevação da pressão verificada através do ponto localizado no Novo Horizonte, houve um acréscimo na pressão do ponto localizado no Alto da rainha. O malha distributiva ficou pressurizada.

### TERCEIRA ETAPA: COLETA DE PRESSÃO VIA REDE TCP/IP

Através de melhoramento no equipamento no intuito de disseminar o uso do mesmo tanto na Unidade Regional de Senhor do Bonfim, bem como, no âmbito de todo escopo operacional da Embasa. Foi realizado a mudança para a estrutura Ethernet – TCP/IP no intuito de tornar o uso com confiabilidade e com baixo custo (Figura 08).

Esta etapa deu início em dezembro de 2017 com a criação de uma equipe multidisciplinar envolvendo profissionais da parte operacional, bem como, da automação/manutenção no intuito de gerar conhecimento entre o corpo técnico da empresa, além, de otimizar e agilizar o desenvolvimento da tecnologia.

Sendo assim, através de reuniões envolvendo o corpo técnico operacional do Escritório Local de Senhor do Bonfim e da Divisão de Manutenção sob a orientação do Gerente da UNS, foram desenvolvidos pontos fundamentais para o início do melhoramento do desenvolvimento tecnológico e do início da instalação dos pontos para início do monitoramento nas zonas de abastecimento do Sistema de Distribuição de Água de Senhor do Bonfim.

Através de orçamento liberado foram adquiridos materiais entre componentes eletrônicos, elétricos e peças para a instalação de 06 (seis) pontos.

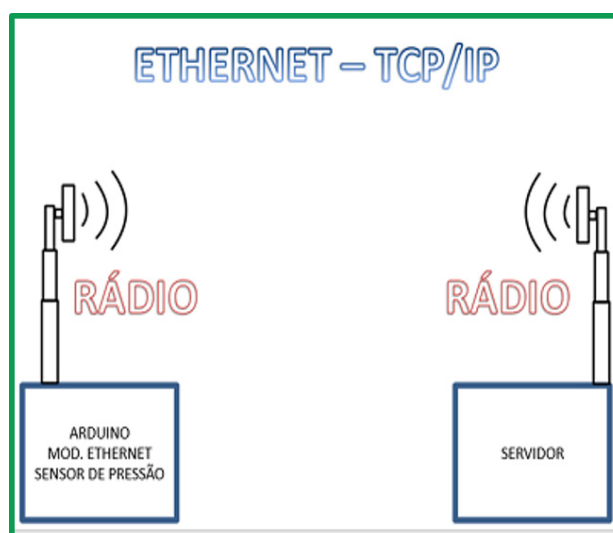


Figura 8: Esquemático Tecnologia Ethernet – TCP/IP

Dentro desta etapa foram adquiridas muretas confeccionadas sob medida para serem utilizadas no condicionamento dos componentes onde as mesmas estão sendo instaladas em conjunto com a estrutura fotovoltaica. Já encontram-se instalados 06

pontos com a estrutura supracitada (Figura 09).



Figura 09 – Esquemático e Instalação dos Pontos

Com o sistema em funcionamento com 06 (seis) pontos de monitoramento instalados e funcionando plenamente, foi possível verificar e monitorar as pressões em tempo real. Com isso foi exequível tomar ações em cima dos resultados observados. Enquanto a pressão não alcançou um valor satisfatório para abastecer, a manobra permaneceu no bairro, garantindo assim abastecimento e satisfação do usuário. Com os dados salvos no banco de dados é possível fazer análises das pressões em determinado período, podendo gerar relatório, fazer análises da manobra entre outras possibilidades, dentre estas possibilidades o monitoramento no intuito de reduzir as perdas físicas de água.

Os pontos foram instalados nas seguintes zonas de abastecimento, a saber: Bom Jardim; Gamboa; Cidade Nova 02; Bonfim 03; Santa Helena e Centro 01.

É importante verificar o registro da evolução das pressões o que torna eficiente a operação do sistema de abastecimento de forma a buscar uma operação satisfatória, bem como, dimensionar uma tomada de decisão.

Nas figuras 10 e 11 é possível verificar o funcionamento dos 06 Pontos que já foram instalados na tela da automação. O Sistema de Senhor do Bonfim possui a sua automação em toda a Planta Operacional desde a Captação/ETA Ponto Novo, bem como em todas as Estações Elevatórias de Água Tratada, até a chegada da água nos Reservatórios de Distribuição de Água em Senhor do Bonfim. No Escritório Local de Senhor do Bonfim possui um monitor de 50” (polegadas) onde a operação do sistema é acompanhada e otimizada. O monitoramento de pressão teve a sua tela agregada a automação citada no intuito de fechar o circuito da automação. Para o Sistema de Distribuição de Água de Senhor do Bonfim a automação está em funcionamento desde a Captação até às redes de distribuição.



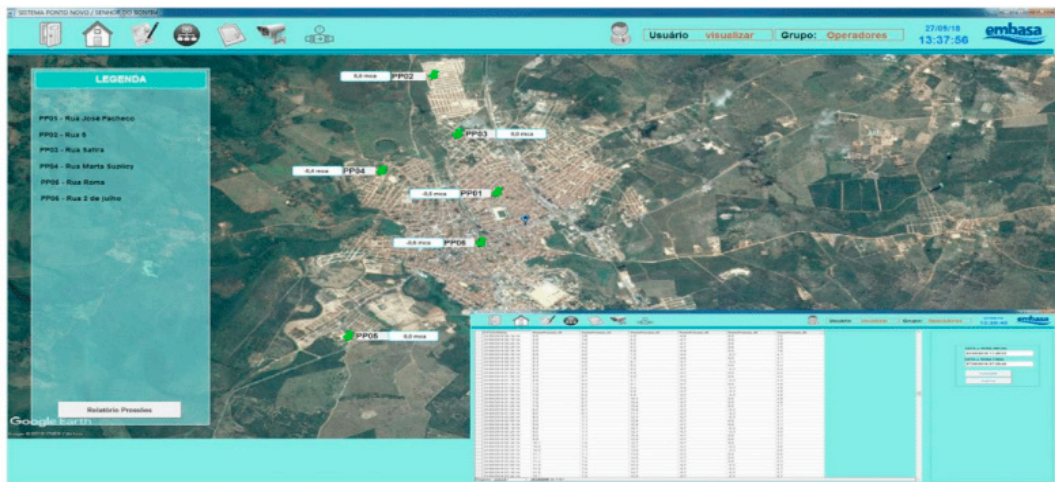


Figura 10 – Tela da automação



Figura 11 – Gráfico das Pressões (Tela da automação)

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os pontos de pressão através da coleta *in loco* apresentaram uma baixa eficiência. Isto pode ser explicado devido a execução do mesmo requerer uma logística através de planejamento contínuo e diário. Pois para a realização desta ação é necessário um veículo e um coletor fixo.

A utilização do equipamento para coleta de pressão via rede de telefonia móvel GSM alcançou o êxito esperado. No primeiro momento da instalação do equipamento a eficiência foi de 33,3% devido o referido aparelho estava na fase de calibração. Porém, mesmo não alcançando a eficiência máxima esperada através dos registros gerados, podemos dizer que houve uma melhora significativa em comparação a coleta *in loco*.

Após a calibração do equipamento a eficiência foi alcançada. Como o equipamento foi programado para leitura diária a cada 30 minutos, o mesmo foi alcançado gerando 100% do registro das coletas de pressão no ponto instalado no Alto da Rainha.

Mesmo com o imprevisto ocorrido devido entrada de água no suporte de

acomodação do equipamento e substituição do *Shield* para módulo GSM. O equipamento passou por manutenção e calibração e obteve a eficiência desejada, não afetando assim a sua funcionalidade.

Como foi mencionando este dois pontos foram escolhidos devido a complexidade de distribuição nas redes que abastecem os mesmos. O Bairro Alto da Rainha está localizado na parte mais alta da cidade apresentando dificuldades para a realização do abastecimento. Este bairro está com crescimento vegetativo acentuado com imóveis construídos acima da cota do reservatório de distribuição desta zona. Sendo assim, foi realizada uma mudança na operação com by-pass do reservatório com água do conjunto motor bomba injetado direto na rede para que estas casas localizadas em cotas elevadas e acima da cota do reservatório fossem abastecidas. Esta mudança na operação está sendo acompanhada através do ponto de pressão via Rede GSM para evitar pressurização na rede e, conseqüentemente, vazamento nas redes de distribuição e ramais prediais.

Desta forma, através da eficiência alcançada com 100 % da coleta, mostra que o equipamento de comunicação via Rede GSM é o ideal para instalação e acompanhamento da pressão em um sistema de distribuição de água, principalmente, com abastecimento realizado através de manobra devido à demanda reprimida de água.

Conforme exposto através dos resultados mensurados neste trabalho podemos verificar a importância da inovação, em particular, no desenvolvimento de um equipamento que permita o monitoramento de pressão na malha distributiva através de aperfeiçoamento de uma tecnologia de baixo custo, propiciando assim, o fortalecimento de uma empresa pública de saneamento e a continuidade de sua eficiência no abastecimento e monitoramento da água distribuída nas 366 localidades atendidas pela Embasa.

Pode-se verificar que a economia com custo dos materiais, levando em conta os principais componentes (rádio, antena, CLP, sensor de pressão), em relação a outros projetos de automação pode chegar a mais de 85%. Vale ressaltar que não foi gerado custos com a contratação de empresa para elaborar e/ou executar projeto, visto que o mesmo foi desenvolvido e executado por funcionários do quadro da empresa.

## REFERÊNCIAS

Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.- EMBASA. Seca na Bahia – Ações e Enfrentamento. Revista, 2013.

Ministério da Saúde – MS. PORTARIA 2914. Brasília, 2011.

Ministério da Saúde – MS. Boas Práticas no Abastecimento de Água. Brasília, 2016.

PESQUEIRA, U. S. Importância da Atualização do Cadastro Técnico de Redes de Distribuição de Águas Georreferenciados. 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2013.



TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I & NETO, O. M. C. Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para a “Visão Mundial da Água”. VI 5. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2000.

United Nations – ONU. O Direito Humano a Água e o Saneamento, 2010.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-251-7



9 788572 472517