



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

EMANUELE DO CARMO BARRA  
POLYANE ARAÚJO PORTUGUÊS

**DETERMINAÇÃO DO CONSUMO EFETIVO PER CAPITA DE ÁGUA E  
PRODUÇÃO DE ESGOTO NA VILA TROPICAL DE TUCURUÍ UTILIZANDO UM  
PROTÓTIPO MEDIDOR DE VAZÃO**

TUCURUÍ – PA  
2018

EMANUELE DO CARMO BARRA  
POLYANE ARAÚJO PORTUGUÊS

**DETERMINAÇÃO DO CONSUMO EFETIVO PER CAPITA DE ÁGUA E  
PRODUÇÃO DE ESGOTO NA VILA TROPICAL DE TUCURUÍ UTILIZANDO UM  
PROTÓTIPO MEDIDOR DE VAZÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental do Campus Universitário de Tucuruí da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Engenheira Sanitarista e Ambiental.

Orientador: Prof. Me. Davi Edson Sales e Souza

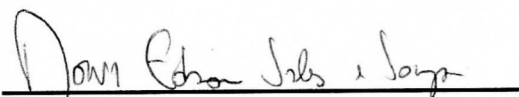
EMANUELE DO CARMO BARRA

POLYANE ARAÚJO PORTUGUÊS

**DETERMINAÇÃO DO CONSUMO EFETIVO PER CAPITA DE ÁGUA E  
PRODUÇÃO DE ESGOTO NA VILA TROPICAL DE TUCURUÍ UTILIZANDO UM  
PROTÓTIPO MEDIDOR DE VAZÃO**

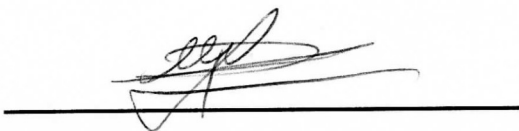
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental do Campus Universitário de Tucuruí da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Engenheira Sanitarista e Ambiental.

Submetido à banca examinadora constituída pelos integrantes:



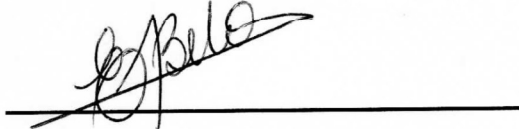
Prof. Me. Davi Edson Sales e Souza

Orientador



Prof. Me. Raynner Menezes Lopes

Examinador Interno



Prof. Dr. Ezequiel de Andrade Belo

Examinador Externo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
(CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal  
do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)

---

DO CARMO BARRA, EMANUELE

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO EFETIVO PER CAPITA DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE  
ESGOTO NA VILA TROPICAL DE TUCURUÍ UTILIZANDO UM PROTÓTIPO MEDIDOR DE  
VAZÃO / EMANUELE DO CARMO BARRA, POLYANE ARAÚJO PORTUGUÊS. — 2018

58 f. : il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental,  
Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2018.

Orientação: Prof. Me. DAVI EDSON SALES E SOUZA

1. Monitoramento individual de vazão. 2. Monitoramento remoto. 3. Determinação de per capita. 4.  
Tarifação. I. ARAÚJO PORTUGUÊS, POLYANE. II. SALES E SOUZA, DAVI EDSON, *orient.* III.  
Título

---

## AGRADECIMENTOS

Quero aqui agradecer primeiramente a Deus, meu melhor amigo, que me guiou por todos os passos e me capacitou rumo a mais essa vitória pessoal sem nunca me desamparar.

Agradecer aos meus pais, Maria do Pilar Sanches do Carmo e Francinaldo Iboraci Freitas Barra, que não cessaram no amor, no apoio, nos conselhos e até mesmo nos puxões de orelha, agradeço a eles principalmente por toda a confiança depositada.

Ao meu irmãozinho João Vitor, que me perturba desde sempre, mas no fundo me ama (hahaha), que Deus o abençoe e guie seus caminhos.

Sem esquecer, a minha grande família, que sempre me ajudou, não só no que se refere ao meu ciclo acadêmico, mas em todos os âmbitos da minha vida.

Agradecer ao meu querido amigo, irmão, companheiro, anjo, namorado, André Luís Guimarães Oliveira, pelo incondicional apoio nas horas tristes, nos seminários, nas provas, e neste trabalho. Obrigada por sempre segurar a minha mão e me mostrar como contornar os problemas. Te amo imensamente. Obrigada também pelo apoio da sua família.

Aos docentes que durante essa longa jornada foram incríveis profissionais na execução de seus trabalhos mesmo quando se deparavam com a ausência de recursos para a perfeito andamento das disciplinas. Em especial, ao meu professor e orientador, Engenheiro Sanitarista Davi Sales, a minha gratidão por ter conduzido com sabedoria e perspicácia na realização deste trabalho.

A todos que de certa forma contribuíram para que hoje eu pudesse olhar para trás e ver que tudo passou e valeu a pena.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente ao Senhor Nosso Deus, Meu Pai, e ao seu filho, Jesus Cristo, por me darem a oportunidade para alcançar essa grande conquista e por cuidarem de mim, estando sempre presentes em minha vida, me capacitando e me fortalecendo para prosseguir em cada etapa da minha vida;

Aos meus pais, Paulo e Lia Português, e ao meu irmão Paulo, que desempenharam um papel importantíssimo: por me presentear com muito amor, carinho e paciência, me apoiando, seja nas conquistas ou nas dificuldades. Sou eternamente grata! Amo vocês e obrigada por contribuírem imensuravelmente para o meu crescimento pessoal e profissional;

Ao meu eterno namorado, Igor Tuag, por estar sempre ao meu lado, me incentivando e auxiliando nos vários momentos da vida. Agradeço pelo seu grande amor, carinho e afeto, e por estar presente em cada fase dessa longa caminhada;

Ao meu professor e orientador, Davi Sales, por toda a ajuda e dedicação empregadas para a realização desse trabalho;

Por fim, agradeço a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para o alcance dessa grande e inestimável vitória.

## RESUMO

O monitoramento do consumo de água em residências é fundamental para o planejamento de atividades individuais ou coletivas, visto que, para as ampliações e/ou melhorias dos sistemas de abastecimento de água (SAA) dependem diretamente da demanda de água e da estimativa de produção de esgoto. Deste modo, o presente estudo objetivou monitorar o consumo de água de abastecimento e mensurar a produção de esgoto sanitário nas residências do sub-bairro Vila Tropical, localizada na cidade de Tucuruí-PA. Para isso, foi instalado um medidor de vazão piloto que possibilita acompanhar o consumo em tempo real, através de aplicativo Android com auxílio web. Em seguida, os dados aferidos nas residências foram tratados, a fim de determinar os consumos efetivos per capita de água, para então ser calculado a produção per capita de esgoto sanitário. Por fim, foi estimado o custo de tarifação de água e esgoto que os residentes pagariam, utilizando informações obtidas das companhias de saneamento COSANPA e SANEPAR. A priori, foram monitoradas quatro residências e o piloto demonstrou eficiência durante o funcionamento. Os per capita, tanto para o consumo de água quanto para a produção de esgoto sanitário, revelaram valores esperados, conforme estabelecido por documentos federais, com exceção de uma residência, que apresentou consumo efetivo per capita para água e esgoto elevados, com valores de 988,3 l/hab.dia e 790,6 l/hab.dia, respectivamente. Consequentemente, os custos tarifários apresentaram-se elevados na mesma, entretanto, para as demais, corroboraram para uma taxa prejudicial, já que não condizem com a realidade do consumo diário. Ante o exposto, concluiu-se que, a utilização da medição individualizada por hidrômetros e a aplicação de tarifação pelo uso, revela-se uma importante ferramenta viável e capaz de auxiliar na gestão do recurso hídrico, transformando assim, a realidade local.

**Palavras-chave:** Monitoramento individual de vazão, monitoramento remoto, determinação de per capita, tarifação.

## ABSTRACT

The water consumption monitoring in residences is essential to the planning of individual or collective activities, since, for the extensions and/or the water supply systems improvements (SAA), they depend directly on the fluid demand and from the sewage production estimation. In this way, the present study aimed to monitor the water supply consumption and to measure the sanitary sewage production in the residences of the sub-neighborhood Tropical Village, located in the city of Tucuruí-PA. For this, it was installed a flow measurement pilot that allows to accompany the consumption in real time, through the Android software, with web assistance. Then, the measured data in the residences were treated, in order to determine the water per capita, and consequently being calculated the sanitary sewage per capita production. Finally, it was estimated the water and sewage pricing cost that the residents would pay, using information obtained from COSANPA and SANEPAR sanitation companies. In advance, four residences were monitored and the pilot was efficient during the operation. The per capita, both for water consumption and for the sewage production, revealed expected values, in accordance with federal documents established, except for one residence, which presented high water and sewage per capita, with values of 988,3 l/hab.dia and 790,6 l/hab.dia respectively. Therefore, the tariff costs were high in the same, however, for the others, corroborated to a harmful rate, since they do not match with the daily consumption reality. Thus, it was concluded that the individualized measurement use by hydrometers and the taxes application for the usage, discloses as an important tool, viable and capable of assisting in the water resource management, thereby transforming, the local reality.

**Keywords:** Flow measurer, remote monitoring, per capita determination, pricing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Abastecimento de Água .....	16
Figura 2 - Sistema de esgotamento sanitário .....	17
Figura 3 - Macro medidor tipo Woltmann de vazão .....	19
Figura 4 - Hidrômetro residencial .....	20
Figura 5 - Medidor de vazão ultrassônico portátil por efeito Doppler .....	22
Figura 6 - Hidrômetro digital .....	23
Figura 7 - Software LabVIEW .....	24
Figura 8 - Interface do software Eclipse Plant Manager .....	25
Figura 9 - Localização da Vila Residencial da Eletronorte .....	27
Figura 10 - Localização da Vila Tropical .....	28
Figura 11 - Visão Externa de uma Residência da Vila Tropical .....	29
Figura 12 - Sensor de fluxo .....	30
Figura 13 - Sistema embarcado de monitoramento .....	30
Figura 14 - Interface do aplicativo de monitoramento .....	30
Figura 15 – Quadro com os parâmetros da bancada de simulação.....	31
Figura 16 - Bancada do Laboratório de Engenharia Mecânica .....	31
Figura 17 – Quadro de categorias e subcategorias de economia em função das características imobiliárias .....	34
Figura 18 – Quadro das tarifas mínimas para água e esgoto, de acordo com a classificação da categoria e subcategoria do imóvel .....	34
Figura 19 – Quadro de tarifação de acordo com as faixas de consumo .....	35
Figura 20 – Gráfico da análise comportamental do protótipo no processo de calibração.....	37
Figura 21 - Sensor de fluxo do protótipo acoplado à tubulação.....	37
Figura 22 - Sistema embarcado conectado à energia .....	38
Figura 23 - Aplicativo de monitoramento em funcionamento .....	38
Figura 24 - Vista frontal da Residência I.....	39
Figura 25 - Medidor instalado no cavalete da residência I.....	40
Figura 26 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência I.....	40
Figura 27 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência I .....	41
Figura 28 - Vista frontal da Residência II .....	42
Figura 29 - Medidor instalado no cavalete da residência II .....	42
Figura 30 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência II .....	43
Figura 31 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência II.....	43
Figura 32 - Vista frontal Residência III.....	44
Figura 33 - Medidor instalado no cavalete da residência III .....	45
Figura 34 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência III.....	45
Figura 35 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência III.....	46
Figura 36 - Vista frontal da Residência IV .....	47
Figura 37 - Medidor instalado no cavalete da residência IV .....	47
Figura 38 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência IV.....	48
Figura 39 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência IV .....	48
Figura 40 - Gráfico da relação quanto ao consumo de água monitorado e a média estadual segundo SNIS .....	49
Figura 41 - Gráfico de simulação do valor tarifário aplicado pela COSANPA conforme a classificação da subcategoria R3 para água e esgoto sanitário da Vila Tropical .....	51

Figura 42 - Gráfico de simulação do valor tarifário aplicado pela SANEPAR para água e esgoto sanitário da Vila Tropical.....	52
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de consumo efetivo de água da Residência I .....	40
Tabela 2 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência I .....	41
Tabela 3 - Dados do consumo efetivo de água da Residência II.....	42
Tabela 4 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência II.....	43
Tabela 5 - Dados do consumo efetivo de água da Residência III.....	45
Tabela 6 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência III.....	46
Tabela 7 - Dados do consumo efetivo de água da Residência IV .....	47
Tabela 8 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência IV.....	48
Tabela 9 - Valores médios de consumo efetivo per capita por residência .....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
COSANPA	Companhia de Saneamento do Estado do Pará
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MVA	Medidor de vazão com aplicativo Android
NBR	Norma Brasileira
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Estado do Paraná
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
VM	Vila Marabá
VP	Vila Permanente
VPS	Vila Península
VRE	Vila Residencial da Eletronorte
VT	Vila Tropical

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	15
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	16
3.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO .....	16
3.3 SISTEMA DE MONITORAMENTO.....	18
3.3.1 Per capita.....	18
3.3.2 Sistema de macromedição .....	18
3.3.3 Sistema de micromedição.....	19
3.4 TECNOLOGIAS DE MONITORAMENTO .....	21
3.4.1 Águas inteligentes .....	21
3.4.2 Medidores de vazão .....	22
3.4.3 Tecnologia de monitoramento .....	22
3.4.4 Telemetria nas medições .....	23
3.4.5 Softwares de planejamento.....	23
3.5 IMPORTÂNCIA DA TARIFAÇÃO.....	25
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>27</b>
4.1 CALIBRAÇÃO E INSTALAÇÃO DO MEDIDOR DE VAZÃO .....	29
4.2 MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO .....	32
4.3 ESTIMATIVA DE TARIFAÇÃO.....	33
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
5.1 ETAPA I.....	36
5.2 ETAPA II.....	38
5.4 ETAPA III .....	50
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A - Questionário.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo OMS (1946), a saúde é definida como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença. A definição baseia-se no fato de que a ausência da saúde, prejudica de maneira pontual na vida humana, afetando em diversos aspectos. O saneamento e a qualidade de vida são conceitos indissociáveis.

Por se tratarem de serviços essenciais à população, o planejamento dentro do contexto das cidades, ou até de comunidades rurais, torna-se indispensável para a implantação dos mesmos, como o estudo da demanda de água e, inclusive, da produção de esgoto sanitário. A demanda de água fornece ao projetista dados de consumo per capita, os quais, serão utilizados no dimensionamento das unidades que irão compor esses sistemas, evitando, assim, o sub ou superdimensionamento dessas unidades.

Para os estudos de demanda, são utilizados sistemas de macro e micromedição e, considerando o consumo residencial, a micromedição individualizada caracteriza-se como a mais indicada, segundo Lima et al. (2016), pois colabora com a justiça na cobrança da água, no controle dos casos de inadimplência, indução do uso racional e maior facilidade na detecção de anormalidades no perfil de consumo, possibilitando ações de manutenção mais rápidas e eficientes.

Atualmente, a forma mais barata de realizar a micromedição individual é a instalação de hidrômetros. Existiam no país 30.585.732 ligações de água em 2002, das quais 18,2% não possuíam medidores para a contabilização dos volumes consumidos. O maior índice de ligações sem hidrômetro está na região Norte, onde 63% das edificações atendidas por sistema de abastecimento de água não possuíam medição (IBGE, 2002).

Para Mendes et al. (2015), o desperdício de água é menor com o monitoramento individualizado, em razão de que cada morador tem o controle individual de seus gastos, favorecendo ambos os lados, consumidor e sustentabilidade.

Tradicionalmente, o monitoramento individualizado consiste da instalação de hidrômetros no ramal de cada unidade de consumo, permitindo que seja monitorado e medido todo o consumo da unidade, de maneira a racionalizar o uso da água e fazer a cobrança proporcional ao consumo (NINOMIYA et al., 2013).

No entanto, a implementação destes sistemas, requer o uso mão de obra especializada para a instalação e manutenção, além de acesso de pessoal terceirizado para a realização da leitura dos medidores, no caso de sistemas convencionais de leitura. Sendo assim, deve-se

buscar novas tecnologias que propiciem conforto tanto para quem realiza o monitoramento quanto ao usuário do sistema.

Considerando essas informações, foi desenvolvido um projeto piloto de medição de vazão acompanhado de um aplicativo Android de acesso remoto (MVA), ambos ligados à web, permitindo maior controle e comodidade para o usuário, a partir do momento em que, com um simples dispositivo Android, o consumidor pode acessar os dados monitorados em tempo real, sem precisar estar presente na residência onde o dispositivo foi instalado.

Neste sentido, a pesquisa foi conduzida no município de Tucuruí-PA, especificamente no sub-bairro Vila Tropical da Eletronorte (VT), situada em sua Vila Residencial (VRE), onde as residências não são hidrometradas e, logo, não há monitoramento do consumo de água, tampouco da produção de esgoto sanitário.

O conjunto de casas analisado é gerenciado pela administração de vilas, uma divisão da empresa, a qual aplica uma taxa de cobrança mensal, embutida no valor dos aluguéis, que varia de acordo com o padrão da residência e que cobre todas as despesas urbanas, tais como o consumo de energia elétrica e serviços de saneamento básico.

Por esses serviços fornecidos não serem tarifados individualmente, alguns residentes, apresentam padrões de consumos insustentáveis. Portanto, o objetivo desse trabalho foi monitorar, com a utilização do piloto MVA, o consumo de água nas residências da Vila Tropical, para determinar a produção de esgoto sanitário e, por meio dos valores identificados, estimar a tarifação por unidade habitacional, com base nas tarifas utilizadas pelas Companhias de Saneamento do Estado do Pará (COSANPA) e do Estado do Paraná (SANEPAR).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar o monitoramento individual de água de abastecimento na Vila Residencial da Eletronorte, utilizando medidor de vazão e aplicativo Android com funcionamento web.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Caracterização de residências aptas a participar da pesquisa no bairro Vila Tropical;
- Comprovar a efetividade do protótipo medidor de vazão e efetuar instalação;
- Monitorar os efetivos per capita de abastecimento de água e determinar a produção média de esgoto sanitário;
- Estimar a tarifação para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com base em dados de concessionárias competentes na área do saneamento.

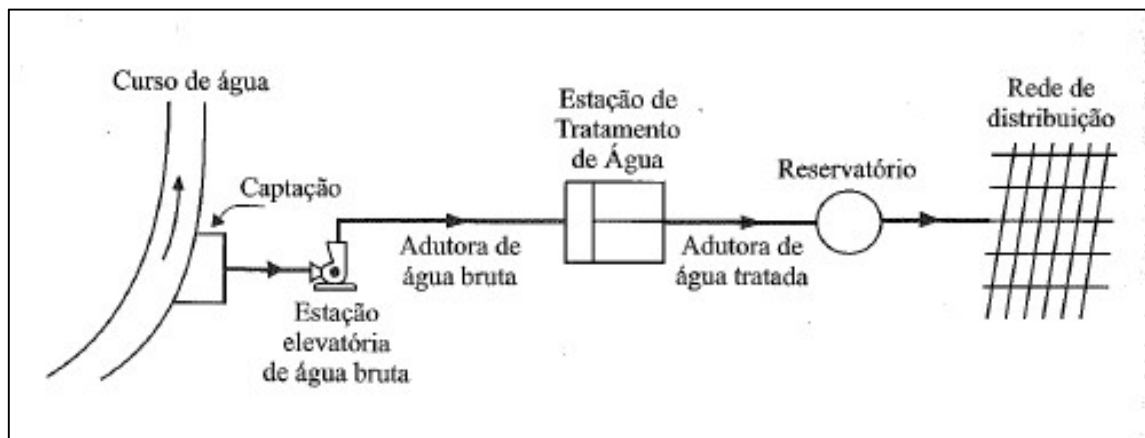
### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Desde os primórdios da civilização, o uso da água tornou-se fundamental para a sobrevivência do ser vivo em especial ao homem. Com o crescimento dos grandes centros urbanos e, porventura, o aumento das doenças originadas pelo manejo incorreto da água, tornou-se necessário a criação de sistemas que corroborariam para o saneamento ambiental. Simultaneamente, tornou-se evidente a busca por instrumentos de medição, capazes de auxiliar na redução de custos e no aumento do desempenho dos serviços e obras.

O sistema de abastecimento de água (SAA) é uma solução de abastecimento coletiva e tem como objetivo assegurar água de boa qualidade, quantidade adequada e pressão suficiente a determinada população (TSUTIYA, 2006). É composta por sete partes que culminam para o seu efetivo funcionamento: Manancial, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água (ETA), reservatório e rede de distribuição segundo a Figura 1.

Figura 1 - Sistema de Abastecimento de Água



Fonte: Tsutiya (2006)

#### 3.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

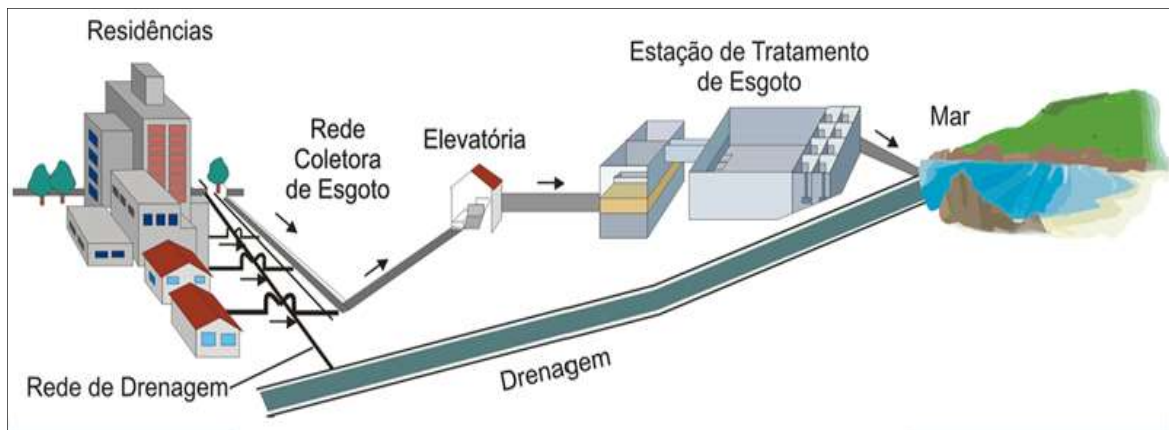
O acesso aos serviços de água e esgoto é levado sempre em consideração nas políticas públicas, pois afetam diretamente na saúde, no meio ambiente e na cidadania humana. O Brasil possui um déficit no saneamento, sobretudo quando falamos sobre a coleta e o tratamento de esgoto doméstico, sendo a maior carência destes serviços observada em áreas periféricas (GALVÃO JUNIOR, 2009).

Devido às suas propriedades solventes, a água tem a capacidade de transportar partículas em seu curso, incorporando em si diversas impurezas, as quais definem a qualidade de água, sendo esta resultante das interações humanas e dos fenômenos naturais. (VON SPERLING, 2005).

Visto que água e esgoto são componentes estritamente relacionados, de forma que todo consumo de água gera um rejeito, o sistema de esgotamento sanitário (Figura 2), tem o propósito de coletar os efluentes domésticos, levando em consideração o afastamento rápido e seguro, seja por meio de fossas, sistemas de redes coletoras evitando assim a contaminação de corpos hídricos, protegendo tanto a saúde do meio ambiente quanto a saúde humana.

Para tal feito, o SES dispõe de rede coletora, interceptor, emissário, sifão invertido, corpo de água receptor, estação elevatória e estação de tratamento.

Figura 2 - Sistema de esgotamento sanitário



Fonte: CESAN (2018)

### 3.3 RELAÇÃO ENTRES ESSES SISTEMAS

Entretanto, com a implementação dos mesmos – Abastecimento de água e esgotamento sanitário – o grande consumo, por vezes exagerado, acarreta para o desperdício e escassez da água e a ocorrência de grandes perdas pelo sistema até a chegada à residência. Desse modo, obteve-se a urgência de desenvolver e empregar instrumentos capazes de amenizar tais inconvenientes, auxiliando no controle e na quantificação do serviço prestado.

A produção de esgoto corresponde aproximadamente ao consumo de água, porém, a parte que adentra a rede de esgotamento pode variar, devido as ligações clandestinas, ligações da rede de drenagem e altas taxas de infiltração (VON SPERLING, 2008).

Dentre a parcela de água consumida, o que chega até a rede de coleta de esgoto é denominado coeficiente de retorno (razão entre água e esgoto), variando de 40 a 100%, sendo comum utilizar o valor de 80% (VON SPERLING, 2008).

### 3.3 SISTEMA DE MONITORAMENTO

#### 3.3.1 Per capita

Um sistema de abastecimento de água pode ser concebido e projetado para atender a pequenos povoados ou grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações. Em virtude disso, faz-se necessário o prévio reconhecimento dos per capita de consumo da população local, visto que estes afetam diretamente no dimensionamento das unidades e na vida útil de um projeto.

A utilização de per capita estimados, ou de locais próximos, muitas vezes não apresenta o real consumo, o que pode afetar na gestão dos sistemas de água e esgoto, levando ao sub ou superdimensionamento destes.

Em determinado processo, considera-se a vazão como uma das variáveis mais importantes para os diversos tipos de empreendimentos. Normalmente, é preciso quantificar a passagem do volume em determinado local, como também controlar a dosagem em outras aplicações e situações.

Com base na história da humanidade, os primeiros relatos sobre medição de vazão aconteceram no Egito e Roma, segundo o Governador e Engenheiro Julius Fontinus (40 – 130 d.C) com sua famosa engenharia de captação e distribuição de água sem desperdício. Para Upp (1993), a cerca de 4000 anos atrás, os romanos mediam o fluxo de água de seus aquedutos para distribuição para cada casa. Mais cedo ainda, os chineses mediam o fluxo de água salgada destinada a seus recipientes de produção de sal.

Assim, o medidor de vazão tem o propósito de determinar a quantidade de líquidos, gases e sólidos que passam por um local específico, em certo intervalo de tempo, podendo apresentar diferentes unidades, por exemplo, litros/min, m<sup>3</sup>/hora, galões/min, entre outros.

Em muitos, se não em todos os processos industriais, o medidor de vazão é uma necessidade, pois sem o mesmo, a vazão não poderia ser controlada e operada de forma correta, segura e eficiente.

Os consumos per capita podem ser entendidos como consumo per capita que é o consumo correlacionado com as perdas do sistema de medição, e temos também o consumo efetivo per capita, que é capaz de analisar o uso por unidade habitacional, sem levar em consideração as perdas (TSUTIYA, 2006).

#### 3.3.2 Sistema de macromedição

Entende-se por macromedição as atividades permanentes, ou seja, aquelas destinadas a coletar, processar e divulgar os dados operacionais de rotina referentes às vazões, volumes, pressões e níveis d'água de um sistema de abastecimento (CABRAL, 2009).

As indústrias de saneamento precisam lidar com processos contínuos envolvendo grandes tubulações e, quando são necessários reparos ou trocas de equipamentos e instrumentos, esses processos não podem ser interrompidos. Exemplos como o medidor de vazão por inserção tipo magnético para líquidos, são eficazes para esse tipo de situação, já que sua instalação ou remoção pode acontecer sem que haja a necessidade de esvaziamento ou parada da linha, revelando como uma ferramenta eficaz, pois oferece a melhor relação entre custo e benefício.

O tubo de Pitot, por exemplo, foi um dos primeiros instrumentos utilizados para medir vazão dos fluidos. Apesar de ser mais utilizado na medição de gases, trabalha de maneira eficaz na determinação de velocidades em condutos. A vazão é reconhecida a partir do tratamento adequado das velocidades (DELMÉE, 1983).

A macromedição é essencial para que se monitore e gereencie de maneira adequada o sistema, uma vez que são necessários dados confiáveis para o desenvolvimento de estratégias de redução e controle de perda de água verdadeiramente eficazes. A Figura 3 retrata um macro medidor tipo Woltmann da empresa Pase Hidrometria.

Figura 3 - Macro medidor tipo Woltmann de vazão



Fonte: Pase Hidrometria (2018)

### 3.3.3 Sistema de micromedição

O subsistema de medição de consumo tem a função de controlar a utilização racional dos serviços de abastecimento de água e de esgoto sanitário, proporcionalmente a quantidade utilizada. Esta é efetuada no ponto de abastecimento do residente, através de hidrômetros instalados nos ramais de entrada dos imóveis.

Coelho (2009) define o hidrômetro (Figura 4) como a balança que mede a mercadoria, nesse caso, a mercadoria é a água. E este não pode ser escolhido de maneira indiscriminada, ou pelo laboratório, mas sim, com testes em condições similares ao de utilização, para reconhecer falhas potenciais e evitá-las.

Figura 4 - Hidrômetro residencial



Fonte: Serviço Autárquico de água e esgoto de Carmo do Cajuru (2018)

Devido as crises do sistema hídrico e a mobilização de campanhas para evitar o desperdício de água, as tecnologias referentes a medição do consumo individualizado estão cada vez maiores, como podemos observar na Lei 13.312/2016, que obriga para as novas edificações condominiais a adoção de padrões de sustentabilidade ambiental que incluam, entre outros procedimentos, a medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária.

A medição coletiva de água, consiste na instalação de um hidrômetro geral na entrada da tubulação de água da concessionária no prédio, o qual medirá o abastecimento de todas as unidades de forma coletiva. Desse modo, a cobrança pelo consumo é distribuída igualmente entre os apartamentos, não configurando problemas com as tarifas das unidades que consomem menos (LIMA, et al. 2016).

No entanto, a medição individualizada, do consumo de água, auxilia na correção da distorção gerada pelas diferentes faixas de consumo dos apartamentos de um mesmo edifício, sendo uma forma inteligente de diminuir o desperdício de água, estimulando um consumo responsável e propiciando a população, maior atenção nos aspectos de manutenção das instalações hidráulicas, por exemplo (CARVALHO, 2010)

Sendo fundamental no controle de perdas aparentes, a micromedição é uma ferramenta essencial para o saneamento, já que contabiliza o volume consumido do usuário, servindo de base para o ato de cobrança e faturamento do serviço utilizado. Segundo Coelho (1983 apud

VERAS, 2008), a micromedição, se bem efetuada, não traz somente benefícios técnicos, como também econômico e sociais.

Os sistemas de telemetria – recurso de medição e leitura de sistemas que permitem a comunicação e a coleta de dados entre o aplicativo e o equipamento utilizado – possibilitam o acompanhamento do comportamento de consumo nos hidrômetros e possíveis falhas ocorridas nos domicílios (TSUTIYA, 2006 apud PEREIRA et al. 2017).

Dessa forma, com a praticidade em aferir os dados em tempo real, os sistemas de medição individualizada contribuem para o consumo racional quanto ao uso da água, a identificação de irregularidades nos ramais e a manutenção das mesmas, além de propiciar para uma cobrança mais justa do consumo.

Os hidrômetros mais comuns são: via radiofrequência, infravermelho, serviços gerais de pacote de rádio (GPRS), rede de energia elétrica (PLC), servidor de internet, dentre outros (LIMA et al, 2016).

### 3.4 TECNOLOGIAS DE MONITORAMENTO

Em qualquer sistema de abastecimento de água com redes de distribuição ocorrem perdas do recurso hídrico. No que tange ao sistema, os vazamentos, as ligações clandestinas e os erros de medição são os mais expressivos.

Por isso, o controle dessas perdas é uma atividade essencial para uma empresa de saneamento, uma vez que envolve diretamente suas receitas e despesas. Reduzir as perdas permite diminuir os custos de produção e utilizar as instalações existentes para aumentar a oferta de água, sem expansão do sistema produtor.

De forma geral, as perdas são classificadas em físicas e não físicas. A primeira se refere a água que não chega ao consumidor devido à vazamentos ou pela operação do sistema. As perdas não físicas representam a água consumida e não contabilizada, ocorrendo por causa de fraudes, falhas nos hidrômetros, ligações clandestinas ou não cadastradas.

Dessa forma, as perdas trazem impactos negativos tanto para a sociedade, para o meio ambiente, e também para a receita das empresas, impedindo até mesmo investimentos necessários para os avanços do saneamento básico. Logo, a demanda por novas tecnologias vem tornando o mercado, além de competitivo, mais aliado com o meio ambiente.

#### 3.4.1 Águas inteligentes

Tal conceito trata-se de coletar informações importantes utilizando sensores localizados ao longo da rede de distribuição de água. Os dados são processados por sistemas de inteligência artificial e manipulados por redes de dados (Big Data) que oferecem um plano de monitoramento e solução para as perdas e vazamentos.

Algumas empresas já possuem essas ferramentas de detecção de falhas por meio de tele satélites, soluções in loco e terrestres, além de redes de sensores ao longo de toda a distribuição de água corrente. Há também ferramentas que podem ser instaladas na rede de distribuição de água que integram essas soluções, tais como tubos inteligentes que proporcionam avaliações de risco em tempo real, evitando vazamentos de água, mesmo antes de ocorrerem.

### 3.4.2 Medidores de vazão

Atualmente, existem vários tipos de medidores de vazão com tecnologias embutidas. Eles objetivam uma maior precisão das medições e maior vida útil do equipamento, sem necessidade de constantes manutenções. Um exemplo desses equipamentos são os medidores ultrassônicos portáteis que funcionam por efeito Doppler (Figura 5).

Figura 5 - Medidor de vazão ultrassônico portátil por efeito Doppler



Fonte: Badger Meter (2018)

Essa tecnologia fornece avaliações de velocidade de fluxo precisas e confiáveis para sistemas de tubulação fechada.

Independentemente do tipo do medidor, é importante que eles estejam adequadamente instalados e calibrados. Essas ações garantem a correta medição da quantidade de água distribuída e permite maior controle de perdas.

### 3.4.3 Tecnologia de monitoramento

As tecnologias de monitoramento e análise da eficiência da distribuição são sistemas que permitem detectar, em tempo real, qualquer discrepância no funcionamento na rede de

abastecimento, seja nas variações de pressão, vazamentos, desabastecimento, e outras variáveis que acabam por gerar perdas de água.

Esses softwares funcionam, geralmente, com dados reais da empresa. O objetivo principal é monitorar a rede de distribuição e detectar anomalias antes que maiores problemas efetivamente ocorram. Isso faz com que se melhore a gestão dos recursos e a qualidade do serviço prestado.

#### 3.4.4 Telemetria nas medições

Já existe o uso da telemetria por parte de algumas concessionárias de água e esgoto pelo país. Um exemplo é o uso de hidrômetro digital, que permite a leitura remota através de radiofrequência, apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Hidrômetro digital



Fonte: Tech Meter (2018)

Para garantia de sigilo das informações, esses hidrômetros possuem identificação única e chave de segurança. O uso dessa tecnologia garante praticidade ao leitorista e a cobrança correta do consumo, visto que existem muitos locais que impossibilitam o acesso aos hidrômetros.

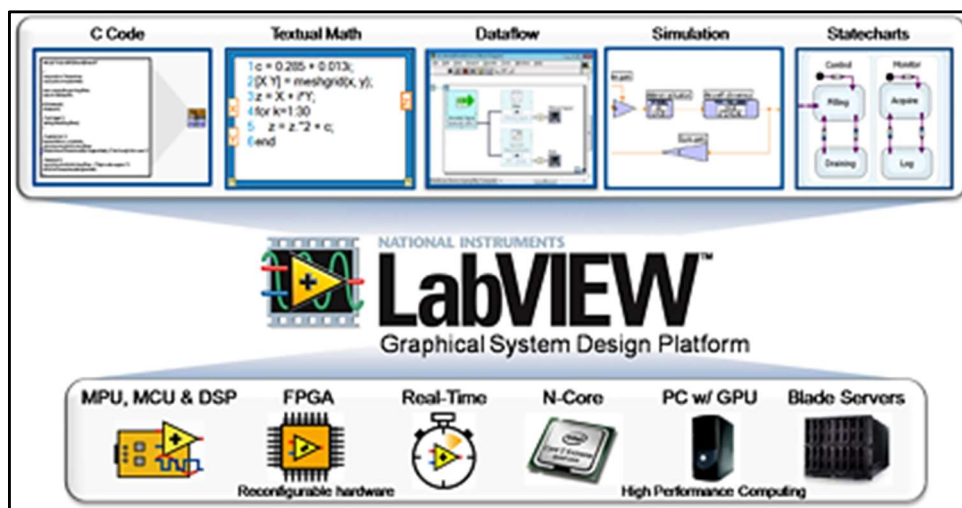
#### 3.4.5 Softwares de planejamento

No mercado atual, existem diversos tipos de softwares que auxiliam no planejamento de soluções para os sistemas de distribuição. Esses programas ajudam nas análises, projetos, simulações e otimizações dos sistemas. O planejamento e simulação de um projeto pode colaborar na redução de custos operacionais e melhorar a qualidade do serviço.

O LabVIEW é um software de engenharia criado para aplicações que requerem teste, medição e controle, com rápido acesso ao hardware e a informações obtidas a partir dos dados. Oferece uma abordagem de programação gráfica que auxilia na visualização de cada

aspecto de sua aplicação, incluindo a configuração de hardware, dados de medição e depuração (Figura 7).

Figura 7 - Software LabVIEW



Fonte: Elektor Magazine

Essa visualização torna simples integrar hardware de medição de qualquer fabricante, representar lógica complexa no diagrama, desenvolver algoritmos de análise de dados e projetar interfaces de usuário personalizadas para engenharia.

Com os atuais desafios para a simulação de modelagem hidráulica e de abastecimento em diversas regiões do país que ainda não são atendidas, os softwares ganham um papel fundamental. Reduzir custos e levar serviços de qualidade a regiões periféricas são grandes oportunidades que as empresas possuem. Portanto, buscar ferramentas de auxílio para verificar como trabalhar, são fundamentais na busca de soluções pertinentes.

A empresa Elipse desenvolve poderosas ferramentas de software para o gerenciamento, em tempo real, de processos industriais, energia, saneamento e infraestrutura, integrando todos estes sistemas em uma arquitetura única, capaz de transformar os dados em informação estratégica e gerar ganhos para o seu negócio. A exemplo temos o Elipse Plant Manager (Figura 8), que consiste em uma plataforma poderosa que atua como um vetor fundamental na busca contínua de melhor qualidade, menores custos e maior eficiência operacional. Através desta, é possível coletar dados de diversos tipos de fontes, armazená-los e contextualizá-los, oferecendo alto desempenho de gravação e consulta, além de inúmeras ferramentas para visualização e análises a fim de agilizar o processo de extração de conhecimento.

Figura 8 - Interface do software Elipse Plant Manager



Fonte: Elipse Software

Assim como os sistemas de planejamento e monitoramento, esses softwares podem fazer a diferença nos serviços ofertados. Nota-se que a tecnologia pode ser importante aliada, seja para minimizar os problemas ou para fornecer soluções que garantam os serviços aos consumidores.

### 3.5 IMPORTÂNCIA DA TARIFAÇÃO

A cobrança pelo uso da água é uma ferramenta prevista pela PNRH (Política Nacional de Recursos Hídricos), instituída pela lei nº 9.433/97 que possui os objetivos de: obtenção de verba para a recuperação das bacias hidrográficas, estimular o investimento em despoluição, dar ao usuário uma sugestão do real valor da água e incentivar a utilização de tecnologias limpas no uso de recursos hídricos.

Howard (2003) sugere que, em locais onde a água é comprada, o preço do serviço, expresso pela tarifa, é um fator limitante dos volumes usados. Em uma perspectiva econômica, observa-se que para um bem comum como a água, há uma redução percentual do consumo com os aumentos das tarifas.

Para mais, a execução de cobranças de taxas também são uma forma de controle para as próprias empresas de saneamento, pois podem avaliar a quantidade atribuída a população como também a qualidade do serviço proposto. Para El Hage (2011), a estrutura tarifária é entendida como “[...] o mecanismo de diferenciação de preços cobrados pelo uso das redes de distribuição aos diferentes tipos de consumidores ou mercados existentes em uma área de concessão deste serviço [...]”.

O preço cobrado pela água varia de acordo com a localidade e a disponibilidade hídrica deste. Segundo o presidente da COSANPA, a tarifa empregada pela empresa é defasada e uma das mais baixas do país. Além de comprometer diretamente nas melhorias e reparos dos sistemas, a cobrança feita de forma indiscriminada pode gerar demais malefícios. Ainda assim, no Brasil, há a necessidade de adequação da tarifa, à população baixa renda (COSANPA, 2017).

Por isso, dentre os serviços de tarifação, também podemos falar sobre a definição da tarifa social que beneficia famílias com renda per capita de até meio salário mínimo. Tais famílias, deverão estar devidamente inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico), como cita o projeto de lei do senado de nº 508/2015, e podem receber descontos de até 40% no valor da conta.

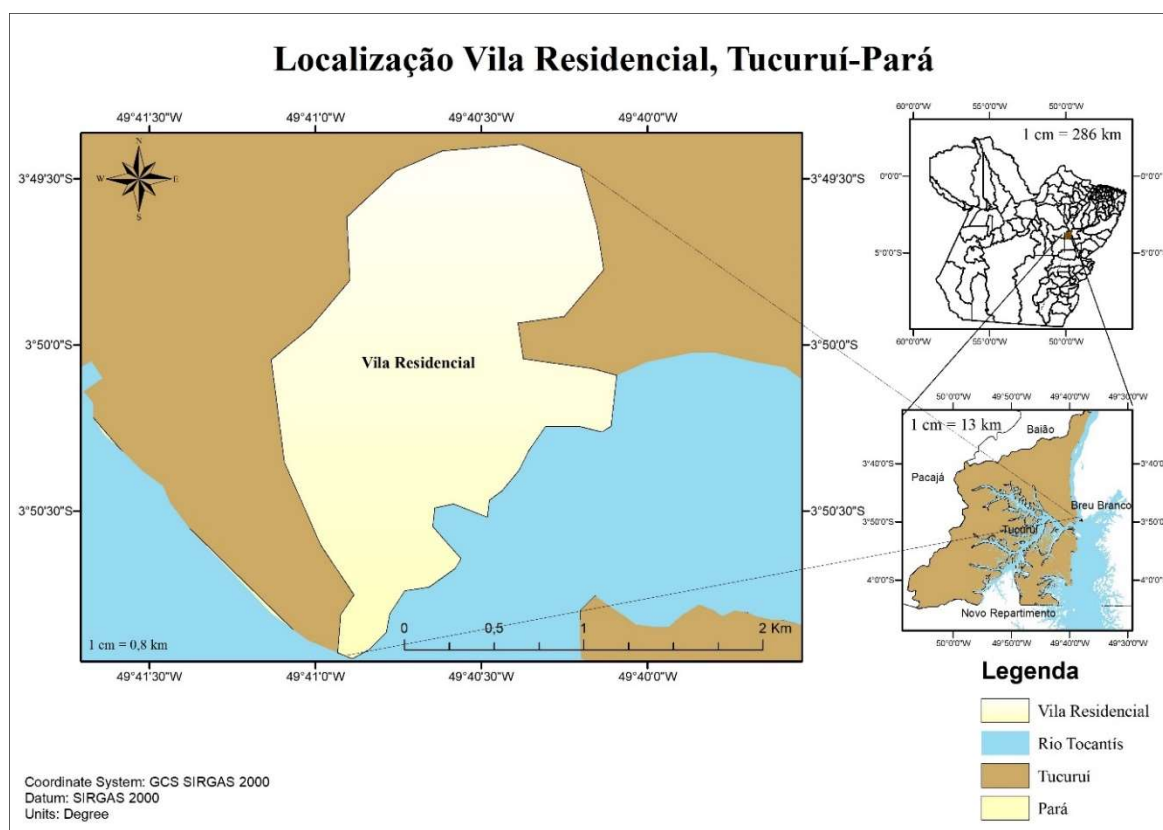
#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A cidade de Tucuruí localiza-se à sudeste do Estado do Pará, e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui população estimada de 110.516 habitantes para o ano de 2017, dispostos em uma área de 2.086 km<sup>2</sup>, pertencendo à bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia.

A construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí), na década de 70, foi responsável pela implantação de uma Vila Residencial planejada, capaz de acomodar os funcionários envolvidos no empreendimento, dando origem ao bairro Vila Residencial da Eletronorte (VRE).

A Vila Residencial da Eletronorte é um dos maiores bairros da cidade, com área de 49,90 km<sup>2</sup>, localizada sob as coordenadas de latitude 3° 50' 30" Sul e longitude 49° 40' 30" Oeste, distante, aproximadamente, dez quilômetros de sua sede municipal, como podemos analisar na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Localização da Vila Residencial da Eletronorte



Fonte: Autor (2018)

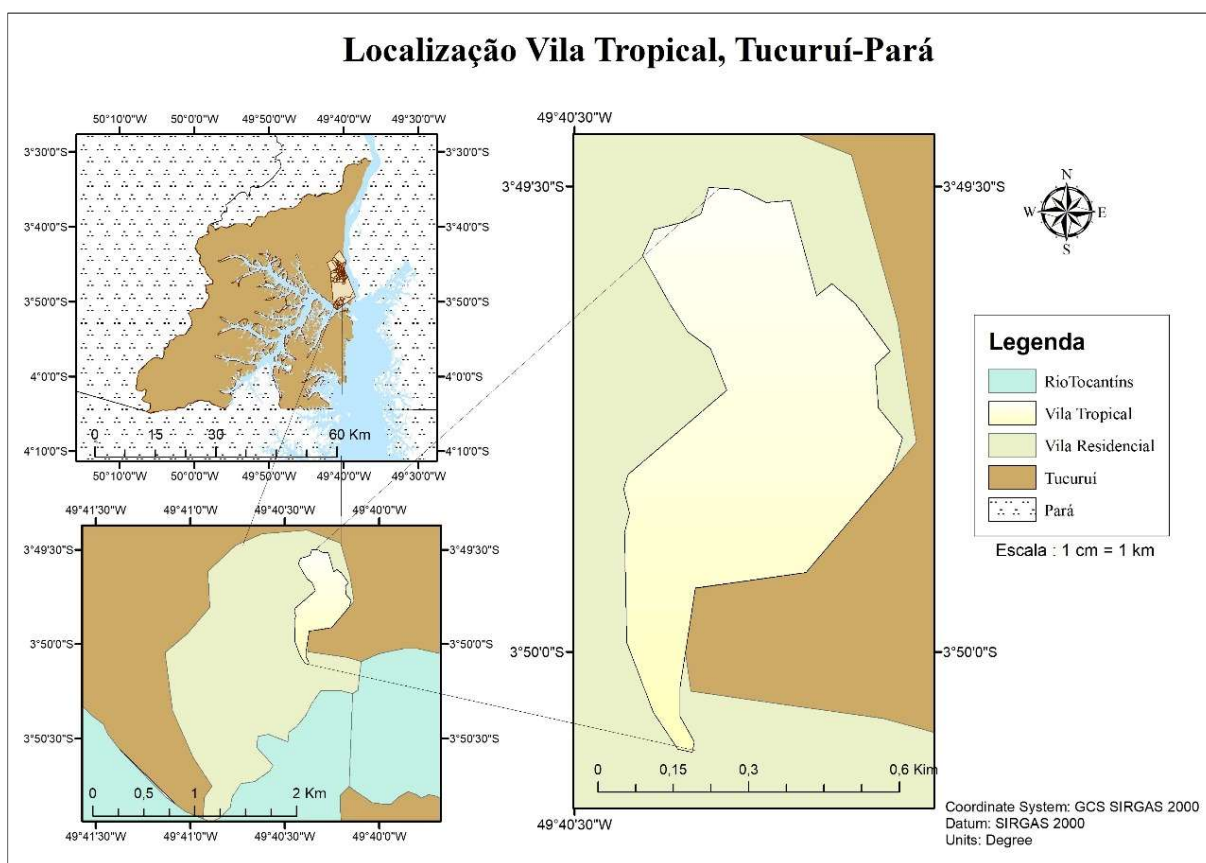
Dentre os quarenta e cinco bairros que compõe a malha urbana da cidade, a VRE caracteriza-se pela gama de serviços infra estruturais prestados, como o abastecimento de

água, coleta e tratamento de esgoto sanitário, coleta de resíduos, drenagem urbana, energia elétrica e outros, os serviços são de total responsabilidade da Administração de Vilas, não sendo pagos por estes valores específicos referente ao uso, mas sim taxas inclusas ao aluguel mensal das residências, o que de certa forma, favorece na população índices de desperdício.

A VRE é formada por 2.553 residências ativas, com população estimada de 8.527 habitantes<sup>A</sup>, que se organizam em sub-bairros denominados de: Vila Permanente (VP), Vila Tropical (VT), Vila Marabá (VM) e Vila Península (VPS). As casas situadas diferem-se quanto a estrutura, ao tamanho e o número de cômodos, sendo estas identificadas por tipologias que variam do A ao D.

As etapas desse trabalho foram realizadas na Vila Tropical (Figura 10). Esse sub-bairro possui 580 domicílios do tipo C e abriga em torno de 1.938 habitantes.

Figura 10 - Localização da Vila Tropical



Fonte: Autor (2018)

As residências do tipo C, são estruturadas em blocos de concreto, com divisões internas e acabamento em madeira. Quanto ao número de cômodos, são originalmente

<sup>A</sup>Estimativa para média de habitantes por domicílio igual a 3,34. (IBGE, 2014).

compostas de: uma sala, três quartos, uma cozinha, um banheiro e área de serviço, como podemos observar na Figura 11.

Figura 11 - Visão Externa de uma Residência da Vila Tropical



Fonte: Autor (2018)

Inicialmente, formou-se uma equipe composta por docentes e discentes da Universidade Federal do Pará, Campus Tucuruí. Esse grupo foi responsável por ir até a administração de Vilas da Eletronorte, que é o órgão responsável por geri-la, para levantar informações sobre a VRE e apresentar o projeto, solicitando sua execução.

A partir disso, iniciou-se uma série de visitas ao sub-bairro, com intuito de identificar residências aptas e possíveis empecilhos à execução do projeto, expondo aos residentes interessados, as atividades que seriam realizadas, motivando-os a participar de forma voluntária do projeto.

Logo, foi considerado para o trabalho, o voluntariado ambiental que, segundo Penner et al. (2005 apud MONIZ; GÜNTHER, 2011, p. 117), consiste em ações individuais ou de grupo para beneficiar outras pessoas, com o propósito de desenvolver, de modo livre e sem expectativa de lucros, tarefas para a melhoria ambiental e conservação dos recursos naturais.

Por fim, para uma discussão mais completa, foi aplicado um questionário semiestruturado (Apêndice A), com base em metodologias pioneiras, no intuito de obter informações sobre os hábitos residenciais do consumo de água, visto que, todas as unidades habitacionais possuem consumos distintos.

#### 4.1 CALIBRAÇÃO E INSTALAÇÃO DO MEDIDOR DE VAZÃO

Para o monitoramento da água de abastecimento, utilizou-se um protótipo desenvolvido pelo Laboratório de Programação Extrema (LABEX), da Universidade Federal do Pará - UFPA, Campus Tocantins-Cametá. Este, trata-se de um medidor de vazão,

composto por um sistema vinculado a um *software* de monitoramento, de custo menor que os medidores tradicionais, e que proporciona análises mais práticas, como mostra a Figura 12 e 13.

Figura 12 - Sensor de fluxo



Fonte: Autor (2018)

Figura 13 - Sistema embarcado de monitoramento



Fonte: Autor (2018)

O protótipo realiza o monitoramento *online* da água consumida em uma residência por meio da coleta e transmissão, em tempo real, dos dados de vazão de água, que são enviados para um servidor Web podendo ser acessado por um software/aplicativo denominado *Water Manager* (Figura 14), disponível para a plataforma Android, permitindo o monitoramento do consumo de água por meio do celular.

Figura 14 - Interface do aplicativo de monitoramento



Fonte: Autor (2018)

Por se tratar de um protótipo, houve a necessidade de calibração desse equipamento. Para tal, o sensor de fluxo que é responsável pela leitura e transmissão das revoluções

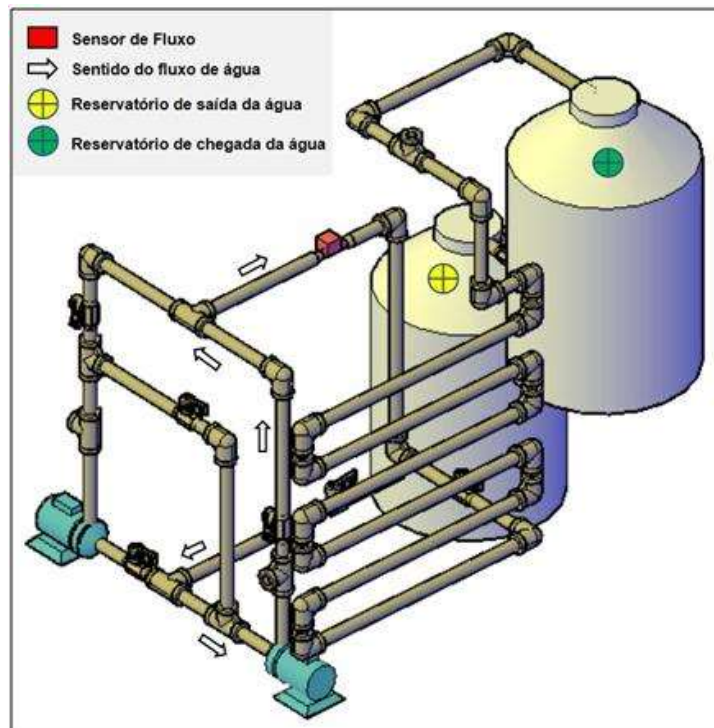
produzidas pela água na chegada da casa, foi instalado à bancada em laboratório, e submetido a testes. A bancada simula uma rede de distribuição de água, e é composto pelos elementos da Figura 15 e conforme podemos observar na Figura 16.

Figura 15 – Quadro com os parâmetros da bancada de simulação

Equipamentos	Informações
Motor	02 motores de 0,5 Hp
Linha de recalque	05 metros de tubulação em PVC de 32 mm
Conexões	22 joelhos e 06 Tês hidráulicos de 32 mm
Manômetro	01 manômetro de escala dupla (bar e psi)
Sensor de Fluxo	01 sensor com pressão máxima de 2,0 MPa
Reservatório	02 reservatórios com 40 litros cada um e escalas de 05 em 05 litros

Fonte: LABEM (2017)

Figura 16 - Bancada do Laboratório de Engenharia Mecânica



Fonte: LABEM (2017)

Na residência, o sensor de fluxo deve ser conectado à tubulação de alimentação de água, especificamente no cavalete<sup>B</sup>, e o restante do conjunto (sistema embarcado) vinculado à rede elétrica e de internet do local de instalação, para que os dados possam ser lidos pelo aplicativo, concluindo assim o processo.

<sup>B</sup> Cavalete: é a parte da ligação predial de água projetada de forma a permitir a instalação do hidrômetro.

O período de monitoramento foi definido em sete dias ininterruptos, intervalo necessário para analisar dias úteis e os não úteis (BARRETO, 2008), e caracterizar os hábitos da unidade residencial que podem vir a se repetir durante os meses e o ano. As casas foram monitoradas de domingo a sábado.

#### 4.2 MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Com o auxílio de planilhas eletrônicas, o tratamento dos dados foi realizado, considerando o consumo diário de água, em litros (l), e o número de habitantes da residência (hab.). Por meio da Equação 1, determinou-se o consumo efetivo per capita diário da residência monitorada, em litros por habitante por dia (l/hab.dia). Ao final dos sete dias de monitoramento, com os dados gerais analisados, calculou-se a média de consumo per capita, segundo a Equação 2.

$$q_{\text{água}} = \frac{C_d}{P} \quad (1)$$

$$qm_{\text{água}} = \frac{\sum q_{\text{água}}}{7} \quad (2)$$

Onde:

$q_{\text{água}}$  = Consumo efetivo per capita diário de água (l/hab.dia);

$C_d$  = Consumo efetivo diário de água (l/dia);

$P$  = Número de habitantes (hab.);

$qm_{\text{água}}$  = Consumo efetivo médio per capita de água (l/hab.dia);

$\sum$  = Somatório dos per capitas diários de água.

A partir dos valores de consumo de água, calcularam-se as produções per capitas diárias e médias de esgoto sanitário em cada residência monitorada.

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2006), a contribuição per capita de esgoto é o consumo de água per capita efetivo multiplicado pelo coeficiente de retorno (C), sendo este valor (relação média entre os volumes do efluente produzido e de água efetivamente consumida) encontrado na faixa entre 0,5 e 0,9, variando de acordo com o tipo de urbanização.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas 9649/86 (ABNT), determina que para locais onde não haja estudos capazes de determinar este coeficiente, podemos adotar o valor de 0,8. Desta forma, para calcular a produção per capita diária de esgoto sanitário utilizou-se a Equação 3, enquanto que, para calcular a produção per capita média, utilizou-se a Equação 4.

$$q_{\text{esgoto}} = \frac{(C_d * C)}{P} \quad (3)$$

$$qm_{esgoto} = \frac{\sum q_{esgoto}}{7} \quad (4)$$

Onde:

$q_{esgoto}$  = Produção efetiva per capita diária de esgoto sanitário (l/hab.dia);

$C_d$  = Consumo diário de água (l/dia);

$C$  = Coeficiente de retorno (Adotado 0,8 conforme recomendado pela NBR 9649/86);

$P$  = Número de habitantes (hab.);

$qm_{esgoto}$  = Produção média efetiva per capita de esgoto sanitário (l/hab.dia);

$\sum$  = Somatório dos per capitas diários de esgoto sanitário.

#### 4.3 ESTIMATIVA DE TARIFAÇÃO

A partir dos valores dos consumos efetivos per capitas identificados para as residências monitoradas, tendo em vista a não tarifação de água ou esgoto, realizou-se uma estimativa de quanto os residentes pagariam caso houvesse a implantação de cobrança por estes serviços.

Para isso, multiplicou-se a média do consumo efetivo per capita de água e de produção efetiva média per capita de esgoto sanitário pelo número de habitantes da residência. O resultado foi multiplicado por trinta, obtendo assim o valor total de consumo de água e de produção de esgoto mensal da residência, em litros. Por fim, esse valor foi convertido para metros cúbicos ( $m^3$ ), conforme observado nas Equações 5 e 6.

$$V_{\acute{a}gua30} = \frac{(qm_{\acute{a}gua} * P) * 30}{1000} \quad (5)$$

$$V_{esgoto30} = \frac{(qm_{esgoto} * P) * 30}{1000} \quad (6)$$

Onde:

$V_{\acute{a}gua30}$  = Volume de água consumida mensalmente ( $m^3$ );

$V_{esgoto30}$  = Volume de esgoto sanitário produzido mensalmente ( $m^3$ );

$qm_{\acute{a}gua}$  = Consumo médio efetivo per capita de água (l/hab.dia);

$qm_{esgoto}$  = Produção média efetiva per capita de esgoto sanitário (l/hab.dia);

$P$  = Número de habitantes (hab.).

Com base nos resultados, foi aplicado dados tarifários tabelados e aplicados pela Companhia de Saneamento do Estado do Pará (COSANPA) para estimar a tarifação na VT, em função dessas tarifas refletirem a realidade do Estado do Pará, e para posterior

comparação, utilizou-se tarifas aplicadas pela Companhia de Saneamento do Estado do Paraná – SANEPAR.

Segundo Andrade (1996), a estrutura tarifária em blocos (ETB) se caracteriza pela cobrança de preços diferenciados para cada consumo, sendo esta determinada pela empresa responsável. Nesse caso, os usuários pagam o valor referente a tarifação mínima, mesmo que não utilizem esse volume de água. Assim, para consumos superiores, os valores são somados a esse montante inicial.

A COSANPA aplica uma taxa fixa para o consumo de, no mínimo, 10 m<sup>3</sup> (dez metros cúbicos) de água, no valor de R\$ 22,60 e, utiliza, além da divisão das casas em categorias e subcategorias, uma faixa de consumo para o valor excedente ao mínimo estipulado. Já para o esgoto, as tarifas correspondem a 60% (sessenta por cento) do valor dos serviços de abastecimento da água. As figuras 17 e 18 apresentam o tipo de categoria e subcategoria do imóvel e as tarifas mínimas para as taxas de água e esgoto, respectivamente (COSANPA, 2017).

Figura 17 – Quadro de categorias e subcategorias de economia em função das características imobiliárias

Categoria	Subcategoria	Especificação
Residencial	R1	Imóvel tipo barraco, em madeira de 2º, enchimento ou alvenaria sem reboco, de construção simples, dotado com até 03 (três) pontos de utilização de água e com até 03(três) cômodos (compartimentos).
	R2	Imóvel de construção simples em madeira de lei, enchimento ou alvenaria com reboco, dotado com até 05 (cinco) pontos de utilização de água e mais de 03 (três) cômodos (compartimentos).
	R3	Imóvel de bom acabamento, em madeira de lei ou alvenaria, térreo ou com até 02 (dois) banheiros ou com até 10 (dez) pontos de utilização de água.
	R4	Imóvel de fino acabamento, em alvenaria, térreo ou com até 02 (dois) pavimentos, dotado de 02 (dois) ou mais banheiros ou com 10 (dez) ou mais pontos de utilização de água.

Fonte: COSANPA (2018)

Figura 18 – Quadro das tarifas mínimas para água e esgoto, de acordo com a classificação da categoria e subcategoria do imóvel

Categoria	Subcategoria	Quantidade	Tarifas mínimas		Água + Esgoto
			Valor água	Valor esgoto	
Residencial	R1	10 m <sup>3</sup>	R\$ 22,60	R\$ 13,56	R\$ 36,16
	R2	20 m <sup>3</sup>	R\$ 55,00	R\$ 33,00	R\$ 88,00
	R3	30 m <sup>3</sup>	R\$ 98,40	R\$ 59,04	R\$ 157,44
	R4	40 m <sup>3</sup>	R\$ 147,20	R\$ 88,32	R\$ 235,52

Fonte: COSANPA (2018)

O uso de faixas de consumo torna-se fundamental para orientar na cobrança de consumos superiores à taxa mínima. A figura 19 expõe os valores das faixas de consumo da companhia COSANPA.

Figura 19 – Quadro de tarifação de acordo com as faixas de consumo

Categoria	Faixa de consumo (m <sup>3</sup> )	Valor (R\$) por m <sup>3</sup>	
		Água	Esgoto
Residencial	0 – 10	2,26	1,36
	11 – 20	3,24	1,94
	21 – 30	4,34	2,60
	31 – 40	4,88	2,92
	41 – 50	6,77	4,06
	> 50	8,80	5,27

Fonte: COSANPA (2018)

Ao contrário da COSANPA, a SANEPAR adota tarifação mínima de cinco metros cúbicos e possui metodologia de cobrança diferenciada, desconsiderando o porte das residências ou o número de ligações de água, mas sim o consumo efetivo.

Desta maneira, para que pudéssemos realizar as devidas comparações, utilizamos o simulador de tarifas disponível em seu site oficial, no qual, adicionamos os valores do consumo em metros cúbicos, e rapidamente obtínhamos as taxas referentes para o consumo de água e a produção de esgoto. Com isso, os valores consultados para as casas em análise, foram disponibilizados em gráficos.

## 5 RESULTADOS

A escolha do presente bairro procedeu-se devido a tubulação de entrada de água das casas dessa categoria serem aparentes, permitindo o fácil acesso ao cavalete, e consequentemente, uma simples instalação do medidor. No entanto, mesmo com o grande número de residências do sub bairro, problemas foram identificados no decorrer da pesquisa. À vista disso, apenas quatro moradores optaram por participar da pesquisa.

Em campo, identificou-se elevada pressão na rede de distribuição de água, devido à diferença de cota presente na Vila Tropical, o que poderia danificar as tubulações e, inclusive o protótipo, caso instalado. Outro fator decisivo, foi a resistência da comunidade em aceitar participar do projeto, visto que atualmente, há receio frente à possibilidade de implantação de hidrômetros e tarifação, indo na contramão do que é estabelecido até então, apesar de toda a equipe estar devidamente identificada e ressaltarmos em todas as visitas a finalidade acadêmica do projeto.

Apesar das dificuldades, os residentes que participaram da pesquisa ficaram motivados com a visualização do consumo em tempo real no aplicativo, fato que pode estimular hábitos de consumo sustentável e o controle de desperdícios, além disto, a partir da instalação do protótipo e de sua perfeita funcionalidade, o consumidor consegue averiguar possíveis ocorrências de vazamentos nas tubulações da residência ou problemas nos aparelhos que utilizam água, visto que, quando não há uso, o aplicativo permanece inerte.

### 5.1 ETAPA I

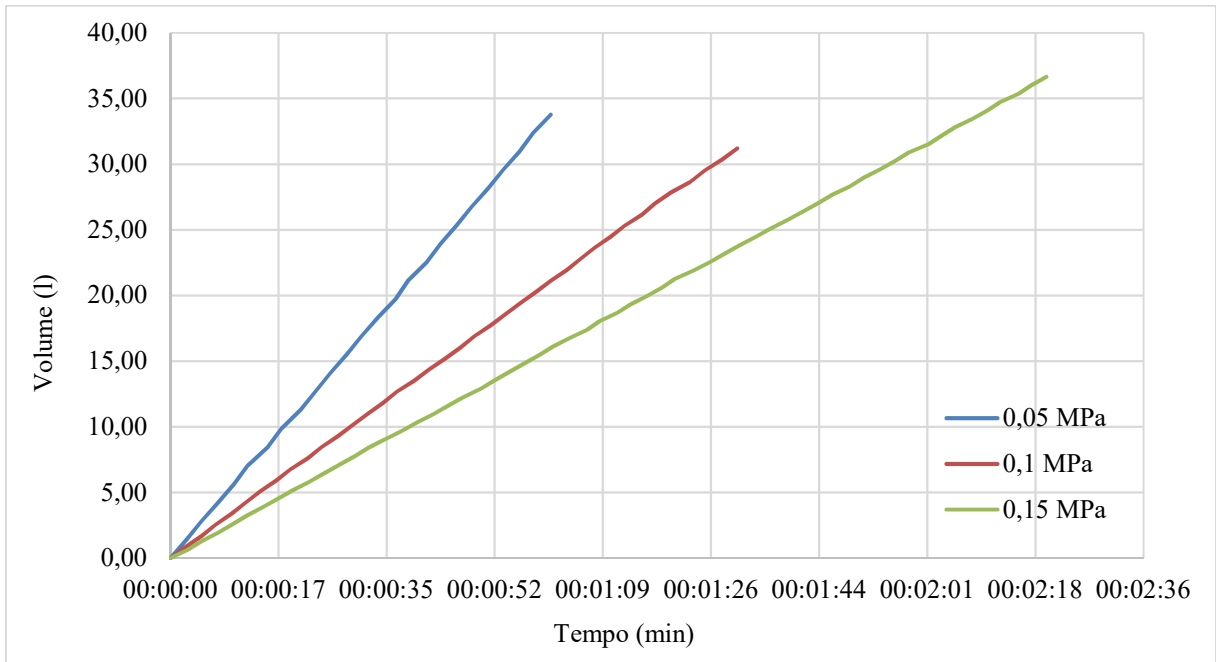
Na execução da calibração, o protótipo apresentou resultados satisfatórios de monitoramento. Este processo foi executado no Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM) da UFPA, Campus de Tucuruí.

O protótipo foi instalado à bancada e então foram considerados cenários de abastecimento de água com pressões diferenciadas (0,05 MPa, 0,1 MPa e 0,15 MPa), que eram modificadas por fechamento de válvulas e acompanhamento dessa variação pelos manômetros, respeitando o limite de 2 MPa estabelecido pelo fabricante do sensor de fluxo.

Nos experimentos foi considerado o volume dos reservatórios (40 litros), sendo monitorado o tempo em que a água era bombeada do reservatório de saída para o de chegada.

O equipamento teve comportamento aceitável nos cinco testes realizados para as três pressões distintas. Os resultados dos experimentos são apresentados na Figura 20.

Figura 20 – Gráfico da análise comportamental do protótipo no processo de calibração



Fonte: LABEM (2017)

A partir desses resultados, o protótipo pôde ser instalado, bem como o sensor de fluxo acoplado à tubulação de entrada de água da residência (o medidor requer posicionamento horizontal e trechos retos de tubulação a montante e a jusante para regularização do fluxo) e os demais equipamentos ligados à fonte de energia elétrica e rede de internet local, conforme Figura 21 e Figura 22.

Figura 21 - Sensor de fluxo do protótipo acoplado à tubulação



Fonte: Autor (2018)

Figura 22 - Sistema embarcado conectado à energia



Fonte: Autor (2018)

Os dados foram monitorados diariamente pela equipe em dispositivo Android, de forma a averiguar quaisquer comportamentos inesperados do protótipo, assim como potenciais falhas na rede de internet da residência e no abastecimento de água (intermitência), os quais podiam influenciar diretamente na leitura dos dados. A Figura 23 mostra a interface do *Software*/Aplicativo em processo de monitoramento.

Figura 23 - Aplicativo de monitoramento em funcionamento



Fonte: Autor (2018)

## 5.2 ETAPA II

Neste tópico, são apresentados os dados do questionário respondido pelos moradores da Vila Tropical (VT), bem como, resultados gráficos do monitoramento do consumo de água das residências, o consumo efetivo per capita de água diário (Equação 1) e a média de

consumo efetivo per capita (Equação 2), ambos em litros por habitante por dia (l/hab.dia). A partir dessa observação e na posse dos dados de consumo de água, determinou-se a produção per capita diária de esgoto sanitário (Equação 3) e a produção efetiva per capita média (Equação 4).

### **Residência I**

Na Residência I, situada à Rua Trombetas, residem três adultos e uma criança. A casa detém um reservatório elevado com volume de mil litros. Não constando na mesma, atividades comerciais. A Figura 24 apresenta a residência I e a Figura 25 o equipamento instalado. A Tabela 1 e a Figura 26 apresentam os dados monitorados de água de abastecimento, enquanto que a Tabela 2 e a Figura 27 apresentam os dados de produção de esgoto sanitário.

O questionário apontou que na residência I a lavagem de roupas ocorre com frequência de pelo menos três dias na semana e é realizada com auxílio de máquina de lavar. As áreas externas são frequentemente limpas utilizando água. A casa possui um banheiro com chuveiro elétrico e a duração média dos banhos é de dez minutos. O veículo da família é uma motocicleta que não é lavada com frequência na própria residência.

Apesar da família não conhecer o volume de água consumido, afirma possuir hábitos sustentáveis frente ao recurso, principalmente no que se refere à duração de banhos e a lavagem de pátios. O abastecimento da casa é raramente interrompido e os residentes consomem água mineral envazada.

Figura 24 - Vista frontal da Residência I



Fonte: Autor (2018)

Figura 25 - Medidor instalado no cavalete da residência I



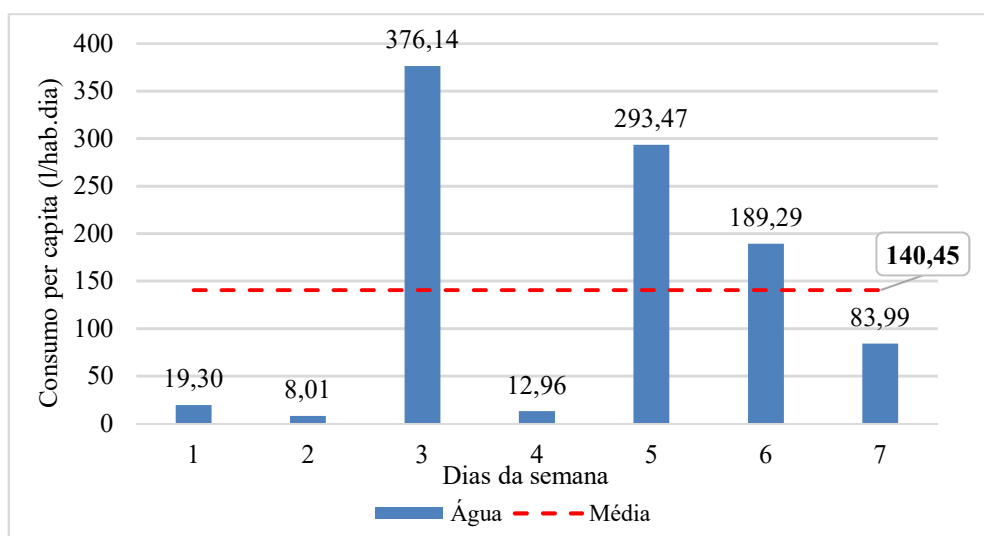
Fonte: Autor (2018)

Tabela 1 - Dados de consumo efetivo de água da Residência I

Dia	Consumo efetivo residencial de água (l/dia)	Consumo efetivo per capita diário (l/hab.dia)	Consumo efetivo per capita médio (l/hab.dia)
1	77,2	19,30	
2	32,03	8,01	
3	1504,54	376,14	
4	51,85	12,96	140,45
5	1173,86	293,47	
6	757,17	189,29	
7	335,95	83,99	

Fonte: Autor (2018)

Figura 26 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência I



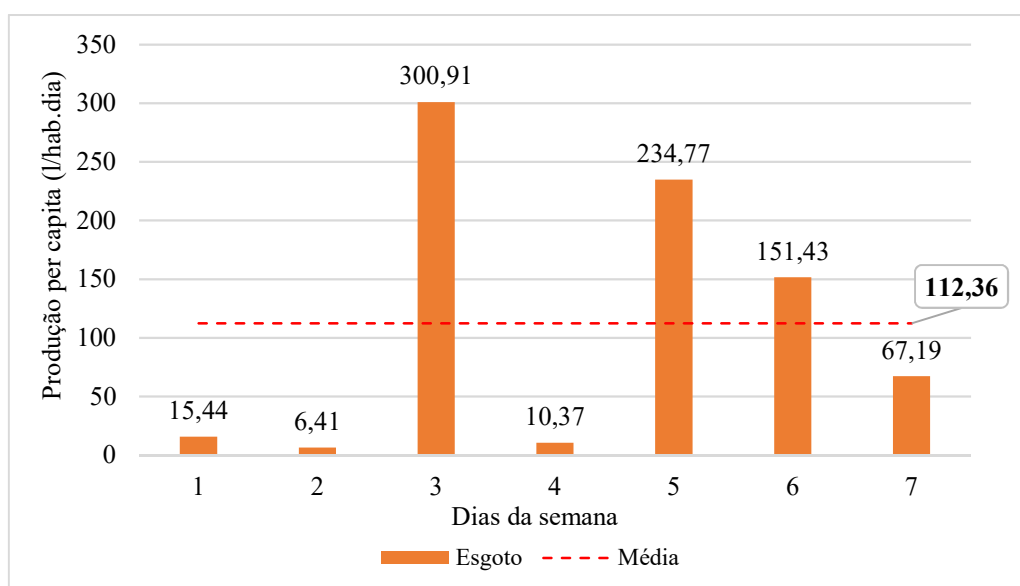
Fonte: Autor (2018)

Tabela 2 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência I

Dia	Produção residencial efetiva de esgoto sanitário (l/d)	Produção efetiva per capita diária (l/hab.dia)	Produção efetiva per capita média (l/hab.dia)
1	61,76	15,44	
2	25,62	6,41	
3	1203,63	300,91	
4	41,48	10,37	112,36
5	939,09	234,77	
6	605,74	151,43	
7	268,76	67,19	

Fonte: Autor (2018)

Figura 27 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência I



Fonte: Autor (2018)

## Residência II

A Residência II situa-se na Rua Tapajós onde moram quatro adultos. A mesma dispõe de um reservatório elevado com volume de mil litros, não sendo ali realizadas atividades comerciais.

A lavagem de roupas é realizada com auxílio de máquina de lavar e ocorre com frequência semanal. Há na casa um banheiro com chuveiro simples e a duração média dos banhos é de cinco minutos. Existe um veículo na residência, no entanto, não há gastos de água com sua lavagem. As áreas externas são raramente limpas com água.

Ainda que família não conheça o valor real do consumo, acredita que utiliza o recurso de forma consciente, diferente de outros moradores. Na residência é comum a falta de água e para o consumo diário é utilizada água envasada.

A Figura 28 apresenta a residência II e a Figura 29 o equipamento instalado. A Tabela 3 e a Figura 30 apresentam os dados monitorados de água de abastecimento, enquanto que a Tabela 4 e o Figura 31 apresentam os dados de produção de esgoto sanitário.

Figura 28 - Vista frontal da Residência II



Fonte: Autor (2018)

Figura 29 - Medidor instalado no cavalete da residência II



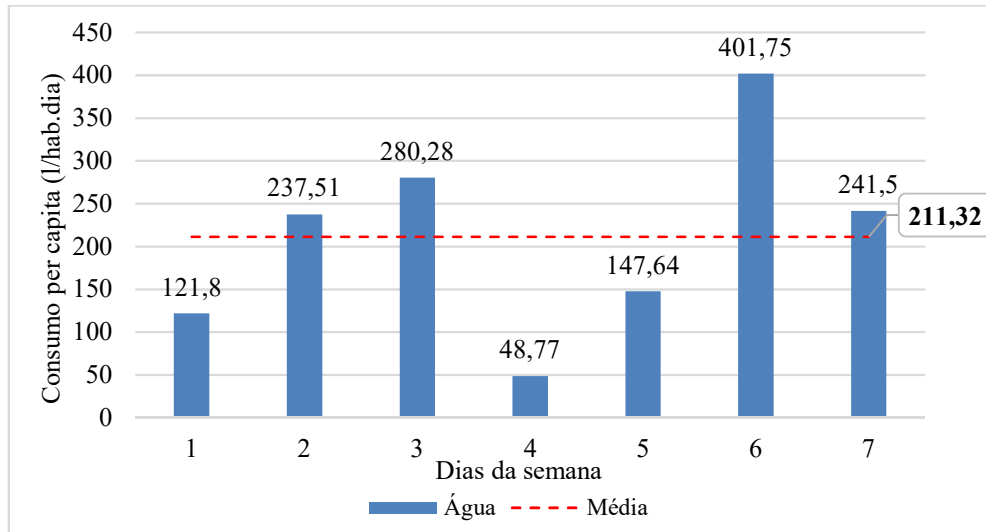
Fonte: Autor (2018)

Tabela 3 - Dados do consumo efetivo de água da Residência II

<b>Dia</b>	<b>Consumo efetivo residencial de água (l/dia)</b>	<b>Consumo efetivo per capita diário (l/hab.dia)</b>	<b>Consumo efetivo per capita médio (l/hab.dia)</b>
<b>1</b>	487,21	121,80	
<b>2</b>	950,04	237,51	
<b>3</b>	1121,10	280,28	
<b>4</b>	195,06	48,77	211,32
<b>5</b>	590,55	147,64	
<b>6</b>	1606,98	401,75	
<b>7</b>	966,01	241,50	

Fonte: Autor (2018)

Figura 30 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência II



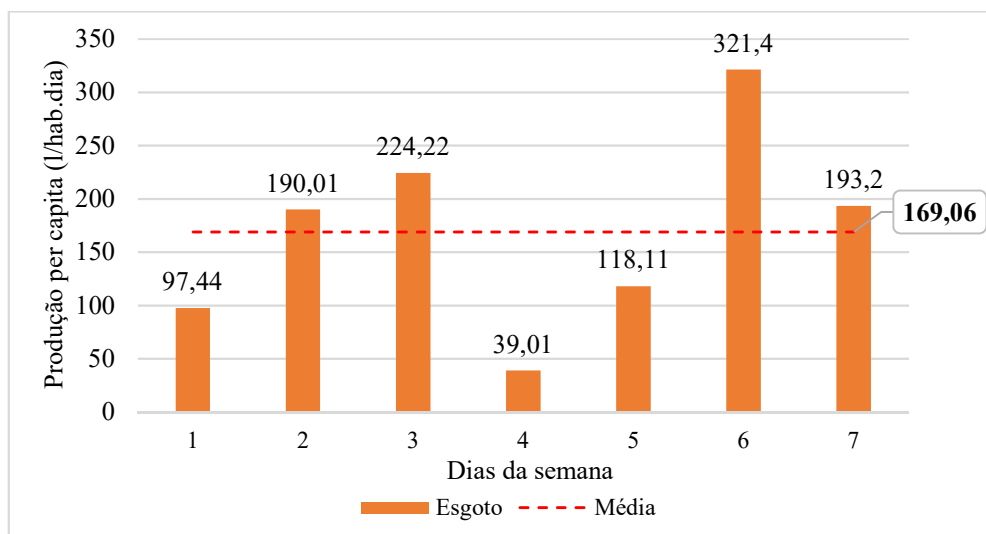
Fonte: Autor (2018)

Tabela 4 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência II

Dia	Produção residencial efetiva de esgoto sanitário (l/d)	Produção efetiva per capita diária (l/hab.dia)	Produção efetiva per capita média (l/hab.dia)
1	389,77	97,44	169,056
2	760,03	190,01	
3	896,88	224,22	
4	156,05	39,01	
5	472,44	118,11	
6	1285,58	321,40	
7	772,81	193,20	

Fonte: Autor (2018)

Figura 31 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência II



Fonte: Autor (2018)

### Residência III

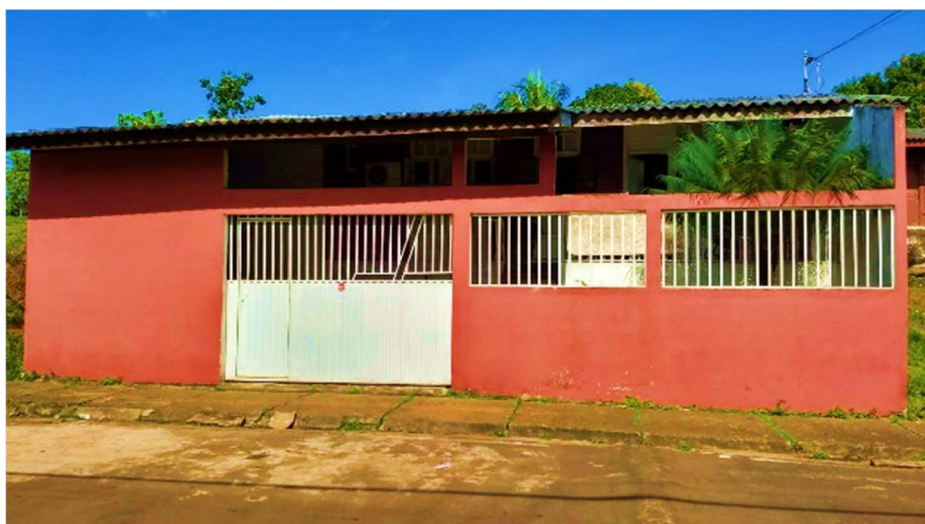
A terceira residência localiza-se à Rua Purus, na qual residem três adultos e uma criança. A casa possui abastecimento direto da rede de distribuição, não possuindo reservatório elevado. Nesta, não há a realização de atividades comerciais.

A lavagem de roupas ocorre pelo menos cinco dias na semana, com auxílio de duas máquinas de lavar e tanquinho semiautomático, o que acarreta em um significativo aumento nos valores de consumo. A casa possui três banheiros com ducha simples, e os banhos duram, em média, dez minutos. Há dois veículos na residência, no entanto estes não são lavados pelos usuários, e sim conduzidos a postos de lavagens.

Conforme podemos perceber no período de estudo, a família possui um perfil de consumo alto, mas acredita manter hábitos saudáveis frente ao consumo de água, pois afirmam se preocupar quanto à possível cobrança pelo uso do recurso, além de reconhecer que muitas pessoas utilizam água de forma correta. A água envasada é a utilizada para beber e os relatos de interrupção no abastecimento são mínimos.

A Figura 32 apresenta a residência III e a Figura 33 o equipamento instalado. A Tabela 5 e a figura 34 apresentam os dados monitorados de água de abastecimento, enquanto que a Tabela 6 e a Figura 35 apresentam os dados produção de esgoto sanitário da residência monitorada.

Figura 32 - Vista frontal Residência III



Fonte: Autor (2018)

Figura 33 - Medidor instalado no cavalete da residência III



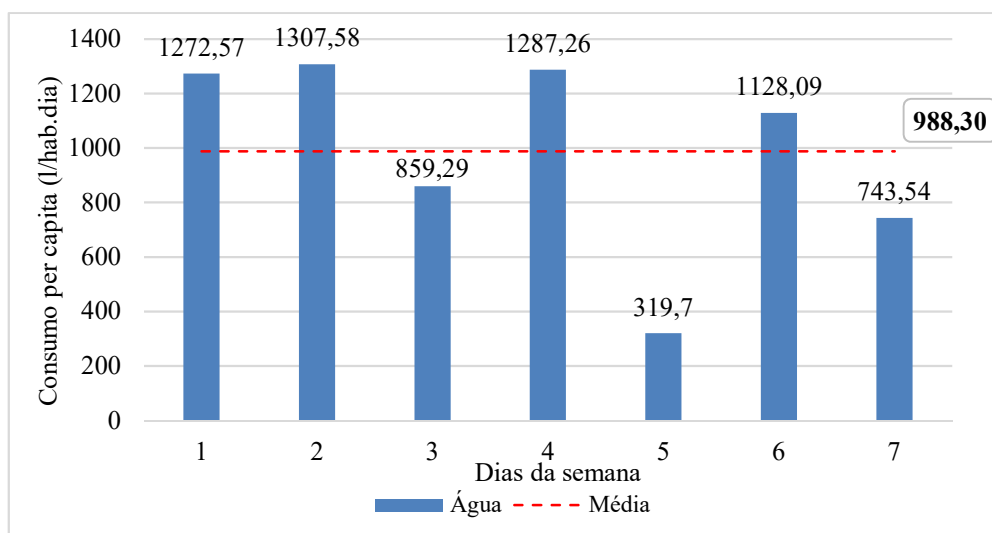
Fonte: Autor (2018)

Tabela 5 - Dados do consumo efetivo de água da Residência III

Dia	Consumo efetivo residencial de água (l/dia)	Consumo efetivo per capita diário (l/hab.dia)	Consumo efetivo per capita médio (l/hab.dia)
1	5090,29	1272,57	
2	5230,32	1307,58	
3	3437,15	859,29	
4	5149,06	1287,26	988,3
5	1278,8	319,70	
6	4512,38	1128,09	
7	2974,17	743,54	

Fonte: Autor (2018)

Figura 34 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência III



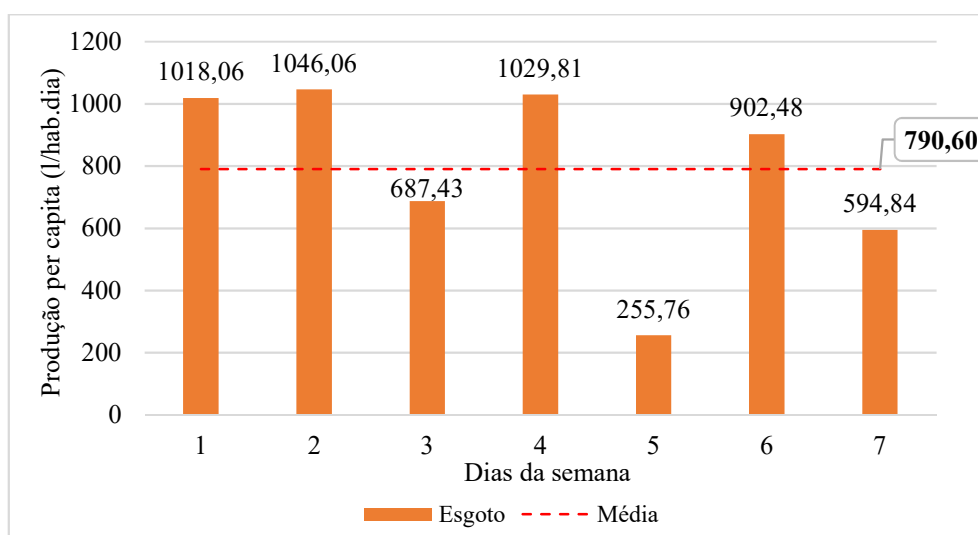
Fonte: Autor (2018)

Tabela 6 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência III

Dia	Produção residencial efetiva de esgoto sanitário (l/d)	Produção efetiva per capita diária (l/hab.dia)	Produção efetiva per capita média (l/hab.dia)
1	4072,23	1018,06	
2	4184,26	1046,06	
3	2749,72	687,43	
4	4119,25	1029,81	790,6
5	1023,04	255,76	
6	3609,90	902,48	
7	2379,34	594,84	

Fonte: Autor (2018)

Figura 35 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência III



Fonte: Autor (2018)

#### Residência IV

Situada à Rua Purus, tal residência é habitada por apenas dois adultos. A casa possui um reservatório elevado de volume igual aos demais (mil litros), na residência, não se registram atividades comerciais.

A lavagem de roupas é realizada diariamente, com auxílio de máquina de lavar, e os banhos, são realizados em banheiro com chuveiro elétrico, tendo a duração média de cinco minutos. Há um carro na casa, contudo, a lavagem deste não é realizada por eles, e as áreas externas são limpas com pouca frequência.

Dentre as casas monitoradas, esta é que apresenta o menor consumo de água, o que é reflexo direto da consciência ambiental que os habitantes possuem. Os moradores relatam boas ações de consumo, reutilizando até mesmo de águas cinzas para a lavagem de pátios, todavia não acreditam que outros tenham o mesmo pensamento. A água utilizada para beber, é proveniente de filtro instalado em torneira e a interrupção do abastecimento não é eventual.

A Figura 36 apresenta a residência IV e a Figura 37 o equipamento instalado. A Tabela 7 e a Figura 38 apresentam os dados monitorados de água de abastecimento, enquanto que a Tabela 8 e a Figura 39 apresentam os dados produção de esgoto sanitário.

Figura 36 - Vista frontal da Residência IV



Fonte: Autor (2018)

Figura 37 - Medidor instalado no cavalete da residência IV



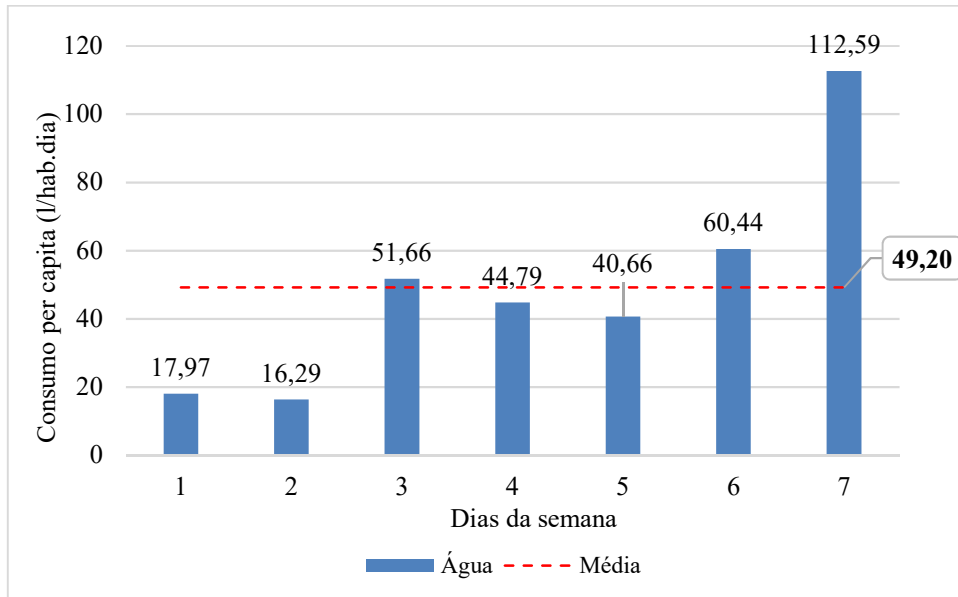
Fonte: Autor (2018)

Tabela 7 - Dados do consumo efetivo de água da Residência IV

<b>Dia</b>	<b>Consumo efetivo residencial de água (l/dia)</b>	<b>Consumo efetivo per capita diário (l/hab.dia)</b>	<b>Consumo efetivo per capita médio (l/hab.dia)</b>
1	35,94	17,97	
2	32,58	16,29	
3	103,33	51,66	
4	89,59	44,79	49,20
5	81,32	40,66	
6	120,88	60,44	
7	225,18	112,59	

Fonte: Autor (2018)

Figura 38 - Gráfico do consumo efetivo per capita diário de água da Residência IV



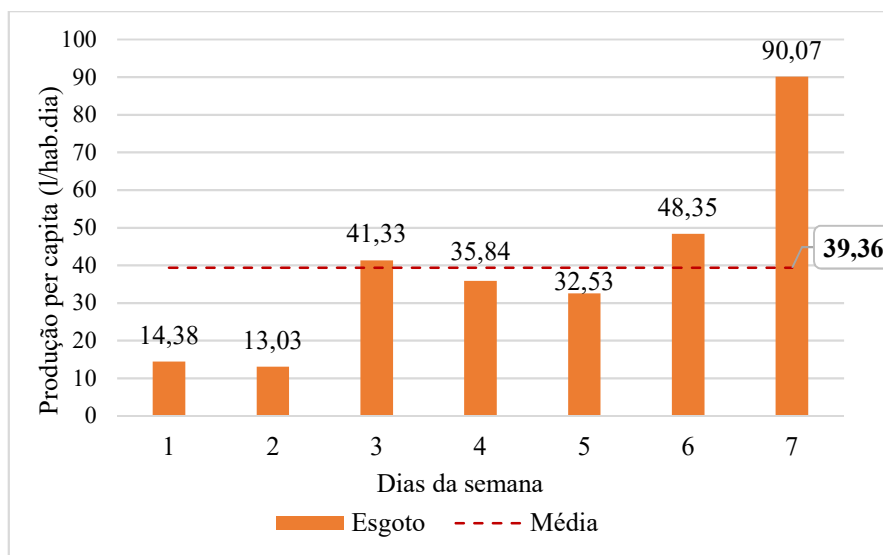
Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - Dados da produção efetiva de esgoto sanitário da Residência IV

Dia	Produção residencial efetiva de esgoto sanitário (l/d)	Produção efetiva per capita diária (l/hab.dia)	Produção efetiva per capita média (l/hab.dia)
1	28,75	14,38	
2	26,06	13,03	
3	82,66	41,33	
4	71,67	35,84	39,36
5	65,06	32,53	
6	96,70	48,35	
7	180,14	90,07	

Fonte: Autor (2018)

Figura 39 - Gráfico da produção efetiva per capita de esgoto sanitário da Residência IV



Fonte: Autor (2018)

Segundo relatório disponibilizado pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2016) o consumo brasileiro médio de água é de, 154,1 litros por habitante/dia, enquanto que para a região norte do país esse valor é de 154,5 litros, já para o estado do Pará o valor é um pouco menor, representando 143,3 litros.

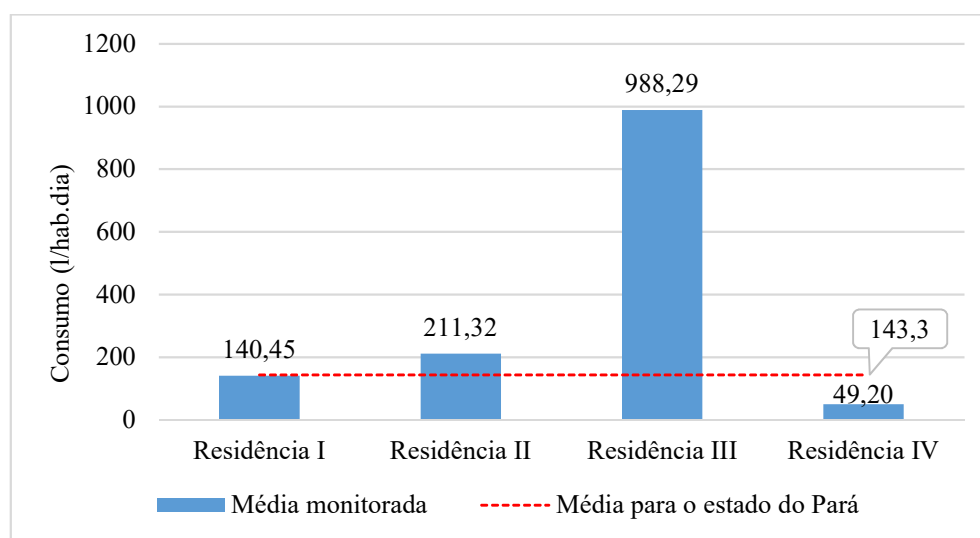
A Tabela 9 e na Figura 40 apresentam o resumo dos per capita médios de consumo de água e de produção de esgoto sanitário.

Tabela 9 - Valores médios de consumo efetivo per capita por residência

Residências	Consumo efetivo diário (l/dia)	Consumo efetivo per capita de água (l/hab. dia)	Produção efetiva per capita de Esgoto sanitário (l/hab. dia)
<b>Residência I</b>	561,80	140,45	112,36
<b>Residência II</b>	845,28	211,32	169,06
<b>Residência III</b>	3953,17	988,29	790,63
<b>Residência IV</b>	98,40	49,20	39,36
<b>Média de consumo para Vila Tropical</b>	<b>1364,66</b>	<b>347,32</b>	<b>277,85</b>

Fonte: Autor (2018)

Figura 40 - Gráfico da relação quanto ao consumo de água monitorado e a média estadual segundo SNIS



Fonte: Autor (2018)

Sabemos, que o uso perdulário do recurso, contribui consideravelmente para a degradação deste. Em nossa região, apesar de toda a capacidade hídrica disponível, já podemos sentir os impactos desse descaso com o meio ambiente.

Quando comparados às médias de consumo nacionais aos per capita médios de consumo de água encontrados na VT, percebemos que os valores estão dentro do esperado, com exceção da residência III, que expressou um consumo de água acima do exposto pelo SNIS.

Tal residência possui um consumo indiscriminado de água, utilizando sempre de máquinas de lavar, e dispositivos de alto consumo e com longos períodos de utilização, mesmo acreditando que consomem de forma adequada o recurso. Podemos identificar por meio de questionário que eles possuem certo receio na cobrança pelo uso, mas não fazem nada para a melhoria deste quadro, até por desconhecimento do consumo residencial.

O consumo desregrado realizado por moradores do bairro em estudo é ainda mais preocupante, por se tratar de um recurso de excelente qualidade. Todavia, entende-se que um dos motivos para o ocorrido está na ausência de instrumentos de controle do uso, como hidromedidação e tarifação, o que contribui para hábitos insustentáveis.

Por outro lado, é importante ressaltar que os valores de consumo efetivo per capita identificados para as demais residências (I, II e IV), estão próximos à média, evidenciando que os usuários possuem consciência perante o uso dos recursos hídricos e consomem somente o necessário para as suas necessidades.

Dada a nítida diferença entre os consumo residenciais, Fernando Neto (2003) afirma que a utilização de valores per capita tabelados ou oriundos de macromedidação, (como ocorre no bairro) na gestão de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, tem validade questionável, pois estes variam de acordo com o nível socioeconômico, industrialização, clima, hidrografia, topografia da cidade e demais fatores.

Além do serviço de abastecimento de água, deve-se atentar para a estimativa de produção de esgoto sanitário, visto a relevância de atendimento deste serviço. Nesse caso, a residência III teve uma estimativa de produção per capita de esgoto elevada, pois, quanto mais água for consumida, mais efluente será produzido, influenciando no porte das unidades que serão utilizadas para tratar esses dejetos, refletindo e possíveis manutenções e ampliação desses sistemas.

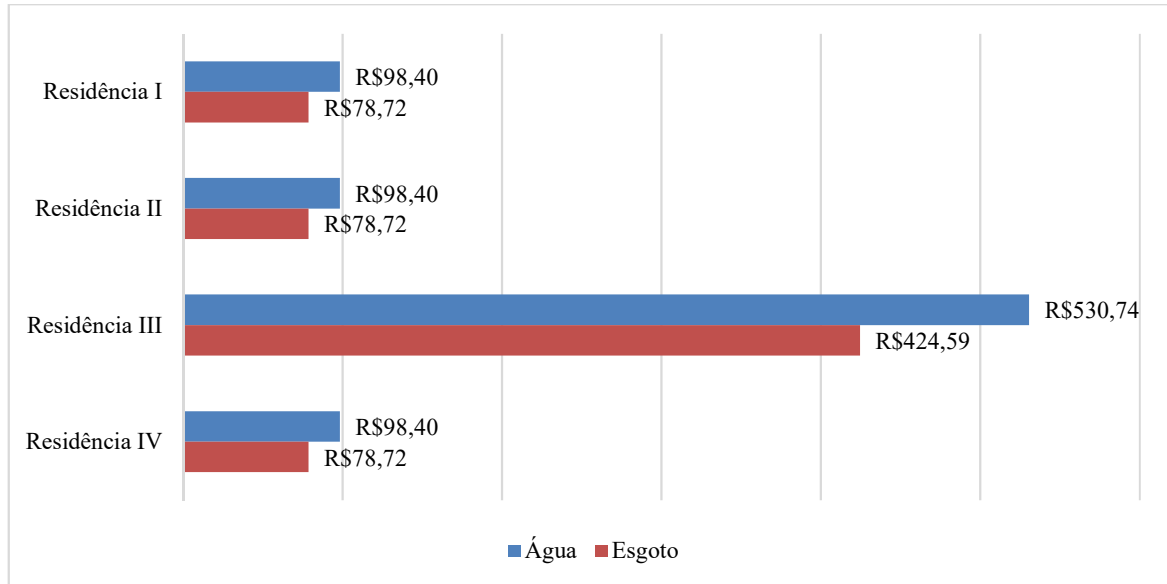
#### 5.4 ETAPA III

Com o auxílio das informações encontradas, podemos efetuar um comparativo entre o valor das tarifas para o saneamento que poderiam ser aplicadas na região de estudo tendo como base as tarifas de duas concessionárias atuantes no cenário nacional.

O modelo das residências analisadas refere-se à subcategoria R3, que segundo a COSANPA é composta por imóveis de bom acabamento em alvenaria ou madeira de lei e que apresentam até dez pontos de utilização de água. A tarifação mínima empregada para esta subcategoria é de R\$98,40 para 30m<sup>3</sup> de água, sendo, o valor mínimo cobrado pela coleta de esgoto o equivalente a 60% da tarifa de abastecimento.

Dessa forma, aplicando as equações 5 e 6 e consultando a tabela tarifária da COSANPA para o ano de 2018, obteve-se os seguintes resultados demonstrados na Figura 41, para taxas de água e esgoto.

Figura 41 - Gráfico de simulação do valor tarifário aplicado pela COSANPA conforme a classificação da subcategoria R3 para água e esgoto sanitário da Vila Tropical



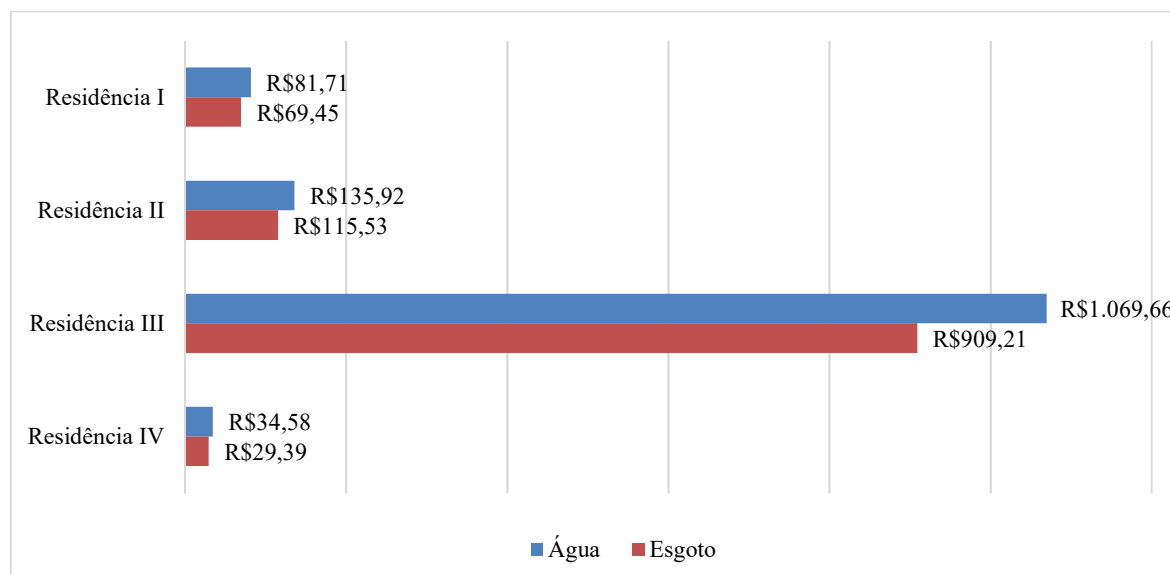
Fonte: Autor (2018)

Segundo o gráfico, podemos analisar a cobrança seria de tarifação mínima à basicamente todos os usuários, visto a subcategoria das residências. Neste cenário, os usuários da Vila Tropical, pagariam um montante expressivo, mesmo que muitos consigam manter hábitos de consumo inferior a este volume.

Com isso, percebe-se a importância da adequação de tarifas à realidade local, a Vila Tropical, possui uma boa estrutura de suas casas, apresentam água de qualidade, no entanto, nem todos os moradores consomem esse volume tão significativo. O que geraria por fim, ao invés de um auxílio uma onda contrária, que reafirmaria hábitos indiscriminados com o consumo, pois em virtude do pagamento, muitos reconheceriam estar no direito de consumidor.

Já a definição dos valores cobrados pela concessionária paranaense parte de especificações que não levam em consideração a subcategoria das residências, como faz a COSANPA, mas sim, o consumo efetivo da unidade. O que resulta em cobranças mais justas aos usuários, que utilizam o recurso de forma consciente, conforme podemos analisar na Figura 42.

Figura 42 - Gráfico de simulação do valor tarifário aplicado pela SANEPAR para água e esgoto sanitário da Vila Tropical



Fonte: Autor (2018)

Ainda que a concessionária sulista, empregue uma cobrança bem mais expressiva, podemos perceber, que as contas de usuários que se mantiveram no consumo ideal, sem exageros, não se mostrou alta.

A cobrança de tarifa mínima aliada a percepção lógica do consumo, tal como a aplicada pela Companhia da região Sul, auxilia não apenas na gestão do recurso, como também ajuda a proteger os direitos dos usuários que consomem um volume inferior ao estabelecido, fazendo com que o principal intuito do sistema seja alcançado, que é o controle do uso.

Um exemplo disso é a residência IV, que adota um bom perfil de uso, consumindo apenas 3 metros cúbicos de água por mês, no entanto, pagaria em torno de 70% a mais que o valor correspondente ao uso, no caso de tarifação aplicada pela COSANPA, levando em consideração a subcategoria residencial. O que poderia induzir ao consumo desregrado, em virtude de que, quando se paga por tal produto, a ideia é de liberdade de utilização.

A residência III por sua vez, pagaria ainda mais, pois para o sul, devido até mesmo a consciente ambiental local, a tarifa expressa uma quantia mais justa para o metro cúbico consumido. Fazendo com que quem mais consome, seja de certa forma penalizado.

Muito mais o que um sistema de monitoramento e cobrança, é necessário pensar em um sistema efetivo, com recebimentos em dia e satisfação plena para usuários e concessionários. Suprindo assim a perspectiva pública, auxiliando ainda mais na melhoria do serviço de atendimento.

## 6 CONCLUSÃO

O emprego da medição individualizada por meio do protótipo de medição, a partir do procedimento de calibração, demonstrou-se eficaz nas residências analisadas, e juntamente com o monitoramento por Android e a tarifação, configuram ferramenta imprescindível para a gestão do recurso, pois a população se manteria consciente no uso, para assim evitar despesas elevadas.

No entanto, a implementação de sistemas de micromedição e tarifação, demandaria da empresa responsável, a análise de todos os fatores envolvidos, para que tal tarifa fosse cobrada de maneira justa e não afetasse a renda dos consumidores. Sendo assim, devendo ser introduzido de forma gradual, conciliando as perspectivas da empresa e da população, além da necessidade do adequado estudo dos projetos sanitários atuais, visto que, trata-se de um bairro antigo.

Ainda que a instalação de micro medidores habitacionais não sejam uma alternativa prevista, ações relativamente simples para a redução dos níveis de consumo podem ser praticadas, como campanhas de conscientização do uso da água, palestras dirigidas aos moradores e às escolas, reutilização de águas cinzas e da chuva, dentre outros.

Ações como estas promovem a manutenção dos mananciais de exploração, diminuem os gastos com o tratamento, retardam a necessidade de construções de obras ainda mais distantes para a captação, além de diversos benefícios para a empresa, o consumidor e principalmente ao meio ambiente.

A pesquisa apresentou curto alcance, o que é resultado direto da negativa dos moradores em aderir o monitoramento, ou mesmo pelas características das residências, que não favorecem a instalação; por possuírem tubulação enterrada, ou tamanho útil inviável para o trabalho. O que causa enfraquecimento dos dados finais.

Contudo, os resultados demonstraram que a metodologia contribui para a ampliação do conhecimento sobre a necessidade do emprego de novas tecnologias no levantamento de dados. Visto que o medidor de vazão utilizado possui baixo custo, fácil instalação e se demonstrou eficaz em sua medição.

Vale ressaltar que a inexistência de cobrança pelo consumo da água, não é uma realidade apenas do bairro analisado, mas sim, de todo o município de Tucuruí. Visto que a ausência de cobranças, quase que anula o poder da população frente a respostas adequadas sobre o abastecimento.

Em virtude disso, a continuação do projeto de monitoramento é de excelente valia, com a aplicação em mais casas, até mesmo em outros bairros do município com diferentes características, para que assim possamos alcançar resultados mais robustos. Para então, com ações de monitoramento e divulgação dessas informações, ações de conscientização sejam empregadas na população.

## REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário** – Rio de Janeiro, 1986.
- ANDRADE, Thompson et al. **Estudo da Função Demanda por Serviços de Saneamento e Estudo da Tarificação do Consumo Residencial**. IPEA, 1996
- BARRETO, D. **Water conservation and the monitoring of sanitary appliances**. 1990. 196 f. Dissertação (Mestrado em Building Services Engineering) –, Heriot Watt University Edinburgh, Edinburgh, 1990.
- BRASIL, Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016. **Altera a lei do saneamento básico**. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm)>. Acesso em: 03 jul. 2018.
- BRASIL, Lei Nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art, v. 21, p. 9433-97, 2010.**
- CABRAL, Fabiano. **Manual de Macromedição**. CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. 2009.
- CARVALHO, W. F. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- COELHO, Adalberto Cavalcanti. **Micromedição em sistemas de abastecimento de água**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009. 348p.
- COSANPA, Companhia de Saneamento do Estado do Pará 2017. **Nova tarifa de água e esgoto viabilizará investimentos em qualidade do serviço**. Disponível em: <<http://www.cosanpa.pa.gov.br/index.php/2-geral/241-nova-tarifa-de-agua-e-esgoto-viabilizara-investimentos-em-qualidade-do-servico>>. Acesso em: 10 de jul. de 2018.
- COSANPA, Companhia de Saneamento do Pará, **Tarifas 2018**. Disponível em: [www.consapa.pa.gov.br/imagens/2018\\_fevereiro/TARIFAS\\_2018.pdf](http://www.consapa.pa.gov.br/imagens/2018_fevereiro/TARIFAS_2018.pdf). Acesso em: 13 mai. 2018.
- DAE, Departamento do Departamento de águas e esgotos, **Águas inteligente: tecnologias que podem evitar desperdício**. Disponível em: <[revistadae.com.br/site/noticia/12386-Águas-inteligentes-tecnologias-que-podem-evitar-desperdicio](http://revistadae.com.br/site/noticia/12386-Águas-inteligentes-tecnologias-que-podem-evitar-desperdicio)>. Acesso em: 25 jun. 2018.
- DELMÉE, G.J, **Manual de Medição de Vazão**, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo
- FOX, R.W. e MCDONALD, A.T., 1995, Introdução à Mecânica de Fluidos, Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 1983.
- EL HAGE, Fabio Sismotto. **A estrutura tarifária de uso das redes de distribuição de energia elétrica no Brasil: análise crítica do modelo vigente e nova proposta metodológica**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo
- EOS, Organização e Sistemas LTDA. **Novidade tecnológicas sobre o sistema de distribuição de água**. Disponível em: [www.eosconsultores.com.br/sistema-de-distribuição-de-água/](http://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-distribuição-de-água/). Acesso em: 23 de jun. 2018.

FEDERAL, Senado. **PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 508, Cria a Tarifa Social de Água e Esgoto e dá outras Providências**, 2015.

FERNANDES NETO, M. L. **Avaliação de parâmetros intervenientes no consumo per capita de água: estudo para 96 municípios do estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) / Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 146 p. 2003.

GALVÃO JUNIOR, Alceu Castro. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 25, p. 548-556, 2009.

HOWARD, Guy et al. **Domestic water quantity, service level and health**. 2003. WHO - World Health Organization. 33p

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2002.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** – Rio de Janeiro, 2017.

LIMA, Bárbara Cattapreta et al. **Sistema de medição individualizada de água: Estudo de caso de edifício comercial em São Paulo**. REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 11, n. 3, 2016.

MENDES, Andressa. **Medição individualizada e uso de água nos edifícios residenciais**. 2015.

MONIZ, André Ferreira; GÜNTHER, Hartmut. **Voluntariado ambiental: um estudo exploratório**. Psico, v. 42, n. 1, p. 116-123, 2011.

NINOMIYA, Gabriel Ayabe; KELLNER, Erich; AKUTSU, Jorge. **Análise Comparativa do Consumo de Água de dois bairros da Cidade de São Carlos (SP)**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 1, n. 5, 2013.

OMS, **Constitution of the World Health Organization**. Basic Documents. Genebra: OMS, 1946. 19p.

PEREIRA, J. A. R. ; SOARES, Jaqueline Maria . **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: projeto, construção e operação** (3a ed.). Belém: NUMA/UFPA, 2018. v. 1. 308p.

PEREIRA, L. G.; ILHA, MSO. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas, no estado de São Paulo**. Ambiente Construído, v. 8, n. 2, p. 7-21, 2008.

SANEPAR, Companhia de Saneamento do Paraná. **Simulador de tarifas**. Disponível em: <atvm.sanepar.com.br/simuladorconta>. Acesso em: 05 jul. 2018.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. 220 p.

TSUTYIA, Milton Tomoyuki, **Abastecimento de Água**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2006.

TSUTYIA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Além, **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, São Paulo, 2006.

UPP, E.L. **Fluid flow measurement:** a practical guide to accurate flow measurement. Houston: Gulf Publishing, 1993. 178p

VERAS, Lorena. **Avaliação das perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Feira de Santana operado pela embasa.** Feira de Santana, BA, 2008.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** 3<sup>a</sup> ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

## APÊNDICE A - Questionário

- 1) Quantos adultos vivem na casa?
- 2) Quantas crianças vivem na casa?
- 3) Número de cômodos?
- 4) A casa possui reservatório elevado? Se sim, qual o volume?
- 5) No domicílio realiza-se alguma atividade econômica? Se sim, qual atividade?
- 6) Possui área externa? Se sim, qual a frequência da lavagem?
- 7) Qual equipamento utilizado na lavagem de roupas?
- 8) Com que frequência ocorre a lavagem?
- 9) Quanto ao chuveiro? Simples? Ou elétrico?
- 10) Qual a média de duração de banhos?
- 11) Há veículos na residência? Se sim, a lavagem é feita na residência?
- 12) Você sabe qual o consumo de água da residência? Se sim, qual o consumo?
- 13) Qual a água utilizada para beber?
- 14) Qual a frequência da falta de água?
- 15) Você acredita que há pessoas que utilizam água de forma consciente?
- 16) Você utiliza a água de forma consciente?
- 17) Quais as ações realizadas para o consumo sustentável?