



**SOCIEDADE DE ENSINO SUPERIOR DE SERRA TALHADA
CENTRO UNIVERSITÁRIO FIS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

LUAN CARLOS DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DO USO DE DATALOGGERS PARA O MONITORAMENTO DAS
PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SERTÃO DO PAJEÚ**

SERRA TALHADA – PE

2024

LUAN CARLOS DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DO USO DE DATALOGGERS PARA O MONITORAMENTO DAS
PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SERTÃO DO PAJEÚ**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Fis - UNIFIS, pelo (a) aluno (a) **LUAN CARLOS DA SILVA SANTOS**. Como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Prof.^a Ma. Jussara Clarissa Alves de Lima Oliveira

SERRA TALHADA – PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Carmélia Ignácio de Mello
Centro Universitário FIS - UniFIS

S237a Santos, Luan Carlos da Silva.
Análise do uso de dataloggers para o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água no sertão do pajeú / Luan Carlos da Silva Santos. Orientador: Prof.^a Ma. Jussara Clarissa Alves de Lima Oliveira. – Serra Talhada, 2024.

22 f.: il.; tab. –

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Integração do Sertão, Serra Talhada, 2024.

1. Automação. 2. Saneamento básico. 3. Sistema de abastecimento de água. I. Santos, Luan Carlos da Silva. II. Jussara Clarissa Alves de Lima. (orient). III. Título.

69 CDU (1997)
Adely Edite - CRB-4/1845

Luan Carlos da Silva Santos

ANÁLISE DO USO DE DATALOGGERS PARA O MONITORAMENTO DAS PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SERTÃO DO PAJEÚ

Artigo apresentada à disciplina de TCC 2 do curso de Bacharelado em **Engenharia Civil**, do CENTRO UNIVERSITÁRIO FIS - UNIFIS, como requisito parcial para o título de Bacharel em **Engenharia Civil**, sob a orientação do(a) Prof. Ma. JUSSARA CLARISSA ALVES DE LIMA OLIVEIRA.

Artigo Aprovado pela banca examinadora, Sem ressalvas

com nota 10,0 (dez)

em 06 de junho de 2024

Banca Examinadora:

MA
Examinador (a): Prof (a) Ma. MONALIZA ARAÚJO PARNAÍBA
CENTRO UNIVERSITÁRIO FIS - UNIFIS

MA
Examinador (a): Prof (a). Esp. MAYARA NATIELY DA SILVA BESERRA
CENTRO UNIVERSITÁRIO FIS - UNIFIS

J
Orientador (a): Prof(a). Ma. JUSSARA CLARISSA ALVES DE LIMA OLIVEIRA
CENTRO UNIVERSITÁRIO FIS - UNIFIS

ANÁLISE DO USO DE DATALOGGERS PARA O MONITORAMENTO DAS PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SERTÃO DO PAJEÚ

ANALYSIS OF THE USE OF DATALOGGERS FOR MONITORING PRESSURE IN THE WATER DISTRIBUTION NETWORK IN SERTÃO DO PAJEÚ

Luan Carlos da Silva Santos¹, Jussara Clarissa Alves de Lima Oliveira ¹

¹Centro Universitário Fis - UNIFIS, Serra Talhada-PE, Brasil

RESUMO

Com a aprovação do novo marco do saneamento, algumas diretrizes foram estabelecidas, buscando a universalização dos serviços de saneamento básicos oferecidos a população, sendo uma delas, fornecer água potável a 99% da população. Visando isso, novas tecnologias são desenvolvidas e introduzidas como soluções as quais colaboraram para que a água atinja locais de difícil acesso e garanta que todas as áreas de abastecimento de água estejam sendo atendidas diariamente conforme planejamento. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo, analisar as pressões nas redes de distribuição de água no município de Afogados da Ingazeira – PE. Mais precisamente nas áreas de abastecimento de água da área 01 - Senador Paulo Guerra e área 02 - Avenida Arthur Padilha, por meio do sistema de telemetria com equipamentos de dataloggers, utilizados pela COMPESA. Através dos resultados das pressões médias, foram constatadas deficiências na área 02, a qual sofre com as baixas pressões, apresentando valores de 10.23 MCA, e 9.71 MCA, e pressões abaixo da mínima permitida com pressões de 4.49 MCA, 5.88 MCA, devido a abastecer em conjunto com a área 01 e também com a pouca disponibilidade hídrica. Na área 01 foi observado que o setor atinge pressões médias suficientes para abastecimento do setor, com pressões médias apresentando valores de 23.94 MCA, 32.25 MCA e 33.53 MCA. O estudo mostrou a importância do monitoramento das pressões na rede de distribuição de água e a eficiência do sistema de automação na percepção de problemas na rede de distribuição de água do município de Afogados da Ingazeira - PE, visando alcançar a meta de universalização dos serviços oferecidos pela companhia de saneamento.

Palavras-chave: Automação. Saneamento básico. Sistema de abastecimento de água. Telemetria.

ABSTRACT

With the approval of the new sanitation framework, a number of guidelines have been established, seeking to universalize the basic sanitation services offered to the population, one of which is to provide drinking water to 99% of the population. With this in mind, new technologies have been developed and introduced as solutions to help water reach hard-to-reach places and ensure that all water supply areas are being served on a daily basis as planned. The aim of this study was therefore to analyze the pressures in the water distribution networks in the municipality of Afogados da Ingazeira - PE. More precisely in the water supply areas of area 01 - Senador Paulo Guerra and area 02 - Avenida Arthur Padilha, by means of the telemetry system with datalogger equipment used by COMPESA. The results of the average pressures revealed deficiencies in area 02, which suffers from low pressures, with values of 10.23 MCA and 9.71 MCA, and pressures below the minimum allowed with pressures of 4.49 MCA and 5.88 MCA, due to the fact that it is supplied jointly with area 01 and also due to the limited availability of water. In area 01 it was observed that the sector reaches average pressures sufficient to supply the sector, with average pressures showing values of 23.94 MCA, 32.25 MCA and 33.53 MCA. The study showed the importance of monitoring pressures in the water distribution network and the efficiency of the automation system in detecting problems in the water distribution network in the municipality of Afogados da Ingazeira - PE, with a view to achieving the goal of universalization of the services offered by the sanitation company.

Key words: Automation. Basic sanitation. Water supply system. Telemetry.

Luan Carlos Da Silva Santos, Rua do Patrimônio, 53, Frei Damião, Igaracy, Pernambuco, CEP 56840-000, luancss98@gmail.com

INTRODUÇÃO

A água é um importante recurso natural do planeta, ela é essencial para a existência do ecossistema, sendo considerado um solvente universal que possui diversas funções no organismo humano (Olinto *et al.* 2021). Carreiro *et al.* (2024), destacou que a degradação de áreas onde se encontra recurso hídricos causa um serie de impactos ambientais, fator esse implicando na escassez do recurso hídrico.

É de extrema importância, os cidadãos terem acesso a água potável. Conforme a firmado na agenda da Organização das Nações – ONU, por meio da “agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável” especificamente no objetivo 6, onde objetiva assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

Comprovando que os serviços de abastecimento de água ofertados pelas companhias de saneamento são impreteríveis para o atendimento das necessidades básicas da população e o potencial desempenho em diversos setores da economia do país.

Evidenciando os dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, aponta que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios (Brasil, 2023).

Assegurado pela lei n° 11.445/2007, a população brasileira tem o direito ao saneamento básico, incluindo assim, o acesso a água potável, que seja apropriada para o consumo humano, livrando a população de substâncias e patógenos que possam ocasionar doenças à população. (Brasil, 2007).

Tendo em vista, as medidas do novo marco legal do saneamento, estabelecendo as metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico, uma das medidas tomadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento – (COMPESA) para atingir esse índice, foi a utilização de equipamentos dataloggers.

Conforme relatado por Mendonça e Pedrosa (2019, p.1) “No Brasil, agências reguladoras têm buscado estabelecer metas de desempenho para as concessionárias dos serviços de abastecimento de água, a fim de reduzir o desperdício de recursos naturais e alcançar melhor desempenho gerencial”. Tornando coerente a busca por ferramentas tecnológicas que façam o controle técnico operacional dos sistemas.

A aplicação de novas tecnologias com equipamentos de monitoramento nas redes de abastecimento, são medidas que visam melhorar o abastecimento de água, que de acordo com (Silva, 2022) a relevância de monitoramento a nível local, podem auxiliar nas tomadas de

decisões, sendo possível um melhor planejamento para atingir a meta de universalização dos serviços de saneamento. Classificando o monitoramento das pressões como um fator importante para a indicação do perfeito funcionamento do sistema.

O uso do sistema de telemetria, foi uma tecnologia implementada no ano de 2023, para o monitoramento das pressões na rede de abastecimento de água do município de Afogados da Ingazeira, Estado de Pernambuco, nesse sentido Beregula *et al.* (2019), considera que os dispositivos de coleta e armazenamento de dados nas redes de abastecimento de água pode ser considerado parte integrante da automação.

Para Alves (2023, p. 12), em sua pesquisa, explanou que “A automação e o monitoramento do sistema proporcionam a oportunidade de implementar estratégias inteligentes de gerenciamento”. Validando que os usos de dispositivos facilitadores para os monitoramentos das redes de abastecimento de água.

Tornando importante ferramenta na prestação de serviços, contribuindo positivamente pois, evidência o perfeito funcionamento sistema de abastecimento de água e possibilitando que melhores medidas sejam tomadas.

Diante do exposto o estudo visou analisar as pressões na rede de abastecimento de água do município de Afogados da Ingazeira, por meio de um sistema telemétrico, receptor das informações captadas pelos dispositivos dataloggers, utilizado pela COMPESA, com informações em tempo real e eficaz, automatizando os serviços afim de melhorar o abastecimento da região.

MÉTODO

No que se refere a adoção da metodologia, inicialmente foi solicitado à companhia pernambucana de saneamento – (COMPESA), na gerência de negócios Alto do Pajeú – (GNR-AP), a liberação do uso do Sistema Technook Telemetria o qual é utilizado para o monitoramento das pressões e armazenamento das informações obtidas através dos aparelhos dataloggers, que é acessado pelos técnicos de saneamento da Coordenação Técnica de água – (CTA), responsáveis pelo controle do abastecimento de toda as redes que compõem o sistema da gerência do Alto Pajeú, assim como também foi solicitado a permissão para a utilização de outros dados pertinentes ao estudo.

Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na cidade de Afogados da Ingazeira – PE, conforme apresenta a Figura 1. O município conta com uma população de 40.241 habitantes de acordo com o último

censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE) (Brasil, 2022). No município também está situada a GNR-AP, a qual responde pelo saneamento e operação do sistema de abastecimento de água de 13 municípios da microrregião do estado de Pernambuco. Sendo eles: Afogados da Ingazeira, Brejinho, Carnaíba, Flores, Iguaracy, Ingazeira, Itapetim, Quixaba, Santa Terezinha, São José do Egito, Solidão, Tabira e Tuparetama.



Figura 1 – Localização da cidade de Afogados da Ingazeira na mesorregião do Pajeú no estado de Pernambuco.
Fonte: Vieira (2022).

A cidade de Afogados da Ingazeira fica inserida totalmente dentro da bacia hidrográfica do Rio Pajeú, a maior bacia do estado de Pernambuco, com uma área de 16.685,63 km², correspondendo a 16,97% da área do Estado, segundo dados da Agência Pernambucana de água e Clima – APAC. (2024). Tendo como principal manancial de abastecimento, a barragem de Brotas e contribuição da união de poços do Sistema Zé Dantas.

Instalação dos dataloggers

Os dataloggers são equipamentos de telemetria modernos, implantados na rede de abastecimento de água da cidade de Afogados da Ingazeira – PE, com o objetivo de receber as informações transmitidas por esses equipamentos para sistemas a distâncias o que permite monitorar as pressões na rede de abastecimento de água de forma precisa e em tempo real.

A pesquisa conduzida por Junior e Vatauvuk (2023, p. 457), explanaram que “Os sistemas de telemetria ou telemedição, permitem a obtenção de dados à distância, proporcionando a agilidade na obtenção de informações e a tomada de decisões na operação dos sistemas de abastecimento de água”. O que evidencia a brevidade na obtenção das informações.

Equipado com um manômetro que mede e registra as pressões instantâneas, os dispositivos coleta as informações e transmite para a base de dados do sistema Techno Ok da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

No município de Afogados da Ingazeira, foram inseridos na rede de abastecimento para o monitoramento dessas pressões, sendo 20 pontos de medição, esses equipamentos ficam situados em unidades ativas de consumo, como escolas, postos de saúde e residências unifamiliares, antes do hidrômetro na ligação de ramal de água conforme é apresentado na Figura 2, ficando localizada na calçada do cliente. Onde, figura 2 (A) representa a ligação do equipamento no ramal, figura 2 (B) o manômetro de medição das pressões, figura 2 (C) o datalogger constituído de bateria e um chip transmissor de dados para o sistema e figura 2 (D) a caixa do equipamento já instalada e em funcionamento.

Por tanto, no decorrer do funcionamento do sistema, essa medição pode ser feita automaticamente e em tempo real, não necessitando de um operador ir a campo efetuar a aferição da pressão, podendo constatar que o setor do equipamento está sendo abastecido conforme o calendário.

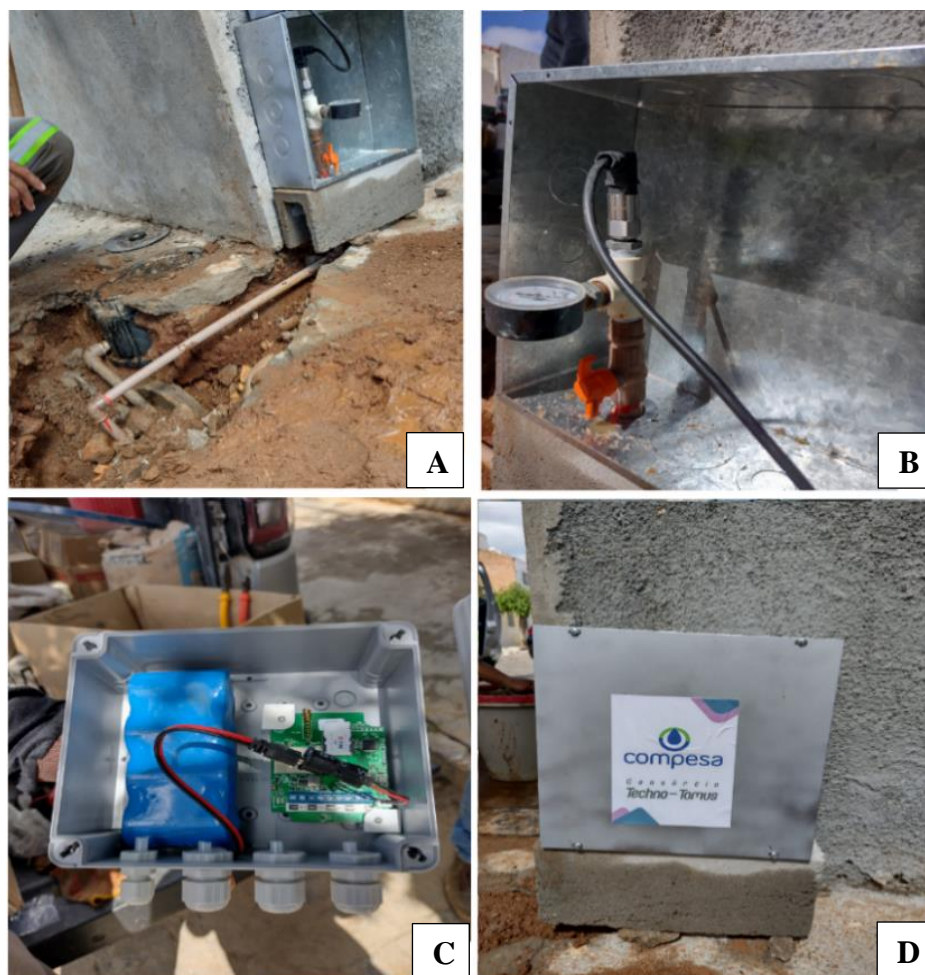


Figura 2 – Instalação do datalogger no ramal de água.
Fonte: Autor (2023).

Esse dispositivo mede as pressões 24 horas, embora não esteja em período de abastecimento do setor, fato esse de apresentar as baixas pressões e até mesmo as pressões zeradas, por esse motivo o dispositivo é equipado por uma bateria de longa duração que tem uma vida útil de 5 anos para que possa funcionar adequadamente sem a necessidade da troca de bateria.

Foram estabelecidos critérios para a instalação dos dispositivos em cada ponto, sendo que o sistema é dividido em polígonos com áreas/setores que são abastecidas conforme o calendário de abastecimento, desenvolvido e atualizado pelos técnicos da COMPESA, portanto, foi instalado um aparelho por cada setor conforme consta todos pontos na tabela do ANEXO A – Tabela dos pontos de localização dos dataloggers, sendo colocados em uma parte intermediária da área que possa constatar uma eficiente medição de todo o sistema.

Monitoramento da rede

O monitoramento dessas pressões era feito manualmente por meio de um manômetro analógico conforme a figura constante no ANEXO B – Manômetro analógico utilizado para a medição das pressões manuais, segundo explicou Vieira (2022, p. 4) “No local de aferição havia uma torneira com adaptador para engate flexível acoplado ao manômetro. O conjunto era, então, fixado, a torneira ligada e a pressão vista e anotada”.

Ainda de acordo com a pesquisa de Vieira (2022, p. 4), explicou que as medições das pressões não eram realizadas cotidianamente, podendo variar conforme a disponibilidade do operador e não eram realizados aos fins de semana. Desse modo eram feitas as aferições das pressões na rede e constatação se aquela localidade estava sendo abastecida em conformidade com o calendário de abastecimento.

Com a implantação dos sensores, a coleta dos dados é feita por um sistema de telemetria, monitorando as redes através das informações armazenadas, podendo identificar situações atípicas.

Para fazer um estudo mais aprofundado, foram escolhidas duas áreas de abastecimento conforme indicados na Figura 3. Sendo a figura 3 (A) a área Senador Paulo Guerra, inserida em um local com menor cota de elevação e figura 3 (B) a área Avenida Arthur Padilha, área com maior altitude, ambas têm abastecimento intermitente, ficando localizadas no centro da cidade.

Importante ressaltar que para garantir o controle dessas pressões e manter a eficiência nos setores de manobras, as pressões devem seguir os padrões estabelecidos pela norma interna COMPESA (GPE NI) 014-01 onde indicam que as zonas de pressão devem ser estabelecidas de modo a atender os limites para as pressões dinâmicas mínimas e pressões estáticas máximas na rede, não devendo extrapolar o intervalo de 10 a 40 metros de coluna d'água – (MCA), em

casos mais específicos, em cidades com regime de abastecimento intermitente, poder ser admitidas pressões dinâmicas mínimas de 6 MCA.



Figura 3 – Polígono das áreas analisadas.
Fonte: COMPESA (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentam os dados coletados, por meio do sistema de automação utilizado pela COMPESA, informando as pressões e peculiaridades do sistema de abastecimento nas áreas constituintes do estudo, bem como o meio de captação da água para o atendimento desses setores.

Segundo os dados disponibilizados pelo instituto água e saneamento, o município de Afogados da Ingazeira tem um consumo médio per capita de 93,2 l/habitantes/dia, se comparado com o consumo do estado que é, 77,64 l/habitantes/dia e do país com 143,79 l/habitantes/dia. (Brasil, 2021). O município é considerado baixo nesse quesito, já na questão do índice de perda essa porcentagem é mais alta do que a do País, chegando a 50,36%.

Nesse sentido o novo marco regulamentário do Saneamento, estabeleceu que o índice de perda de distribuição de água seja reduzido dos atuais 40% do país, para 25% no mesmo período de tempo das metas de universalização dos serviços de saneamento básico.

Sistema Poços Zé Dantas

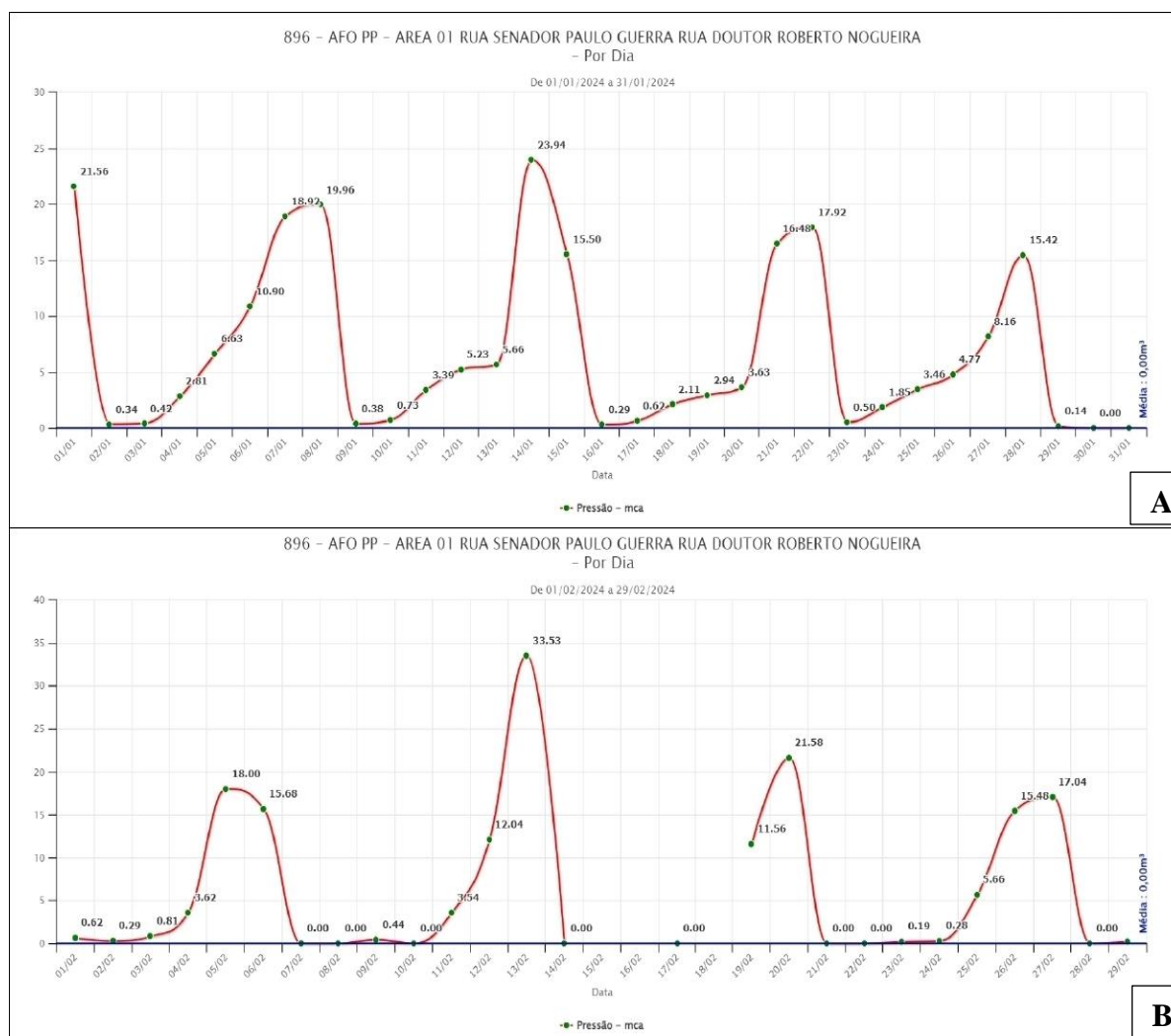
A cidade de Afogados da Ingazeira é abastecida pelo Sistema Adutor do Pajeú – 2ª Etapa, tendo sua captação realizada no canal da transposição do Rio São Francisco – Eixo Leste a partir da estação elevatória de água bruta – (EEAB-1S), o sistema Brotas, e também pela captação de águas subterrâneas, por meio da união dos poços artesianos do Sistema Zé Dantas, conforme apresentado no ANEXO C – Esquemático Sistema de abastecimento do município

de Afogados da Ingazeira. Sendo eles responsáveis pelo abastecimento da zona rural do município de Carnaíba, Flores e a Zona urbana de Afogados da Ingazeira.

Para Pereira (2018, p. 34) “As águas subterrâneas podem ser utilizadas para várias finalidades e dentre elas podemos citar: complementar o abastecimento hídrico do município”. Por tanto a utilização do sistema Zé Dantas se dar pelo fato do município não possuir disponibilidade hídrica suficiente para suprir a necessidade da população.

Área Senador Paulo Guerra

Foram gerados gráficos das pressões da área 01 – Senador Paulo Guerra, denominada Rua Senador Paulo Guerra, a qual é concentrada em uma parte baixa da cidade, contendo o histórico dados conforme apresentados na figura 4. Onde a figura 4 (A) pressões do mês janeiro, figura 4 (B) mês de fevereiro, figura 4 (C) mês de março e por fim a figura 4 (D) aprestando as pressões aferidas do mês de abril, respectivamente, o setor da área 01 é abastecido em conjunto com o setor da área 02, com o mesmo regime de abastecimento, através do mesmo reservatório o qual é abastecido pelo sistema Zé Dantas.



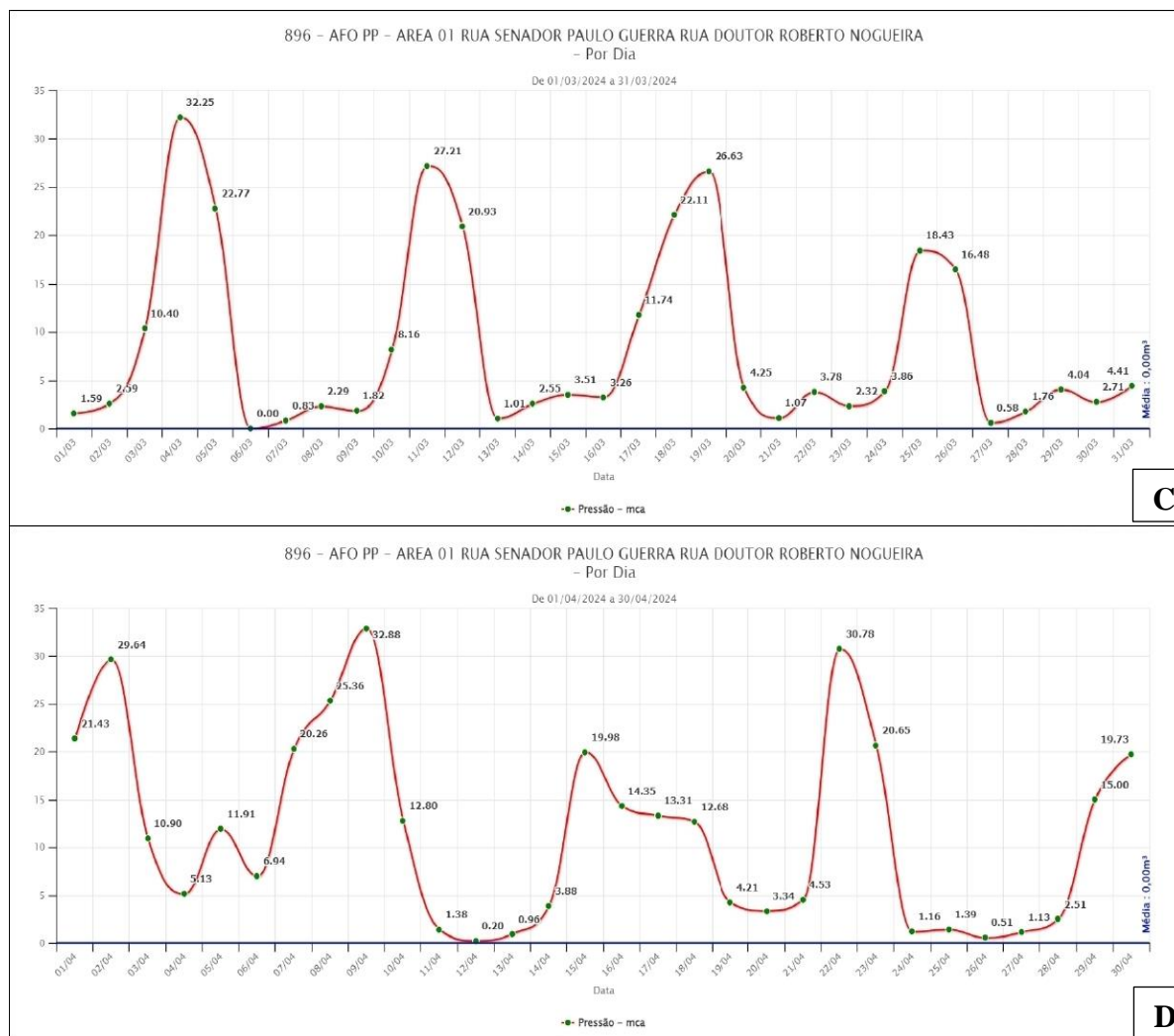


Figura 4 – Gráfico da média de pressões por dia da área Senador Paulo Guerra.
Fonte: Autor (2024).

Compreendida em um setor central da cidade, a área Senador Paulo Guerra, é abastecida pelo reservatório elevado – (REL) cálice, ocorrendo a captação do recurso no sistema de poços Zé Dantas, contemplando uma área com 1.395 economias consumidoras, sendo 1.185 residenciais, 139 comerciais e 30 públicas. Além disso a localidade tem uma rede tronco atual, que consta em operação, é constituída pelo material de policloreto de vinil – (PVC), com diâmetro de 250 milímetros – (mm), anteriormente a rede do setor era constituída de cimento amianto, sendo desativada e posteriormente substituída pela rede atual, já os ramais existentes variam de 25 a 85 mm, do mesmo material, anteriormente na área era utilizada uma rede de cimento amianto sendo desativada e substituída pela atual.

O setor tem regime intermitente de 2x5, sendo 2 dias com água e 5 dias sem água, o qual devido a necessidade de pressurização na rede, as pressões tendem a subir lentamente até atingir pressão suficiente para o abastecimento da área.

Na análise dos dados pode constatar que nessa área, não é identificadas significativas deficiências na média de pressões, estando de acordo com os padrões das médias de pressões em MCA estabelecidos pela norma interna COMPESA (GPE NI) 014-01, sendo possível observar que no gráfico da figura 4 (A) mês de janeiro, a maior pressão média medida pelo sistema foi de 23,94 MCA, outro fato observado no mês de janeiro, foi o aumento rápido das pressões, logo no início do abastecimento, visto que a rede necessita ser pressurizada para começar o abastecimento e as pressões tendem a subir gradativamente de forma mais lenta.

Nesse caso o fator pode ser explicado por meio do estudo de Côrtes *et al.* (2014), onde relata que as condições climáticas têm impacto direto na disponibilidade de água. Corroborando com o estudo de Assis *et al.* (2013), que explica sobre as chuvas na Região do Sertão do Pajeú, a qual caracteriza com uma grande irregularidade das precipitações, apresentando como principal período chuvoso os meses de janeiro a abril, o que acarreta em uma maior disponibilidade do recurso hídrico para o atendimento do abastecimento na região esclarecendo o aumento das pressões.

No Gráfico da figura 4 (B) do mês de fevereiro, foi registrada uma pressão de 33,53 MCA, sendo a mais alta registrada no período, pode-se observar também que entre os dias 15 e 18 o datalogger não mediu as pressões, nesse caso houve um problema técnico, ocasionando a interrupção do envio de informações para o sistema.

O mês de março e abril figura 4 (C) e (D) respectivamente, foram os meses em que apresentaram as melhores médias de pressões nos dias de abastecimento, apresentando altas pressões em três semanas seguidas nos períodos dos abastecimentos com pressões acima de 26 MCA, ocorrendo pelo fato dos poços estarem com boa vazão aumentando o nível do reservatório, favorecendo o setor, não havendo intercorrências nesses meses.

A análise dessas pressões, visando o seu controle é importante para garantir o perfeito atendimento aos usuários e também evitar perdas no sistema, Melato (2010, p.63), afirma em seu estudo que “o controle de pressão visa adequar as pressões em valores compatíveis com uma boa operação do sistema de distribuição, minimizando as altas pressões e variações bruscas, sem deixar de garantir as pressões mínimas de atendimento aos consumidores”.

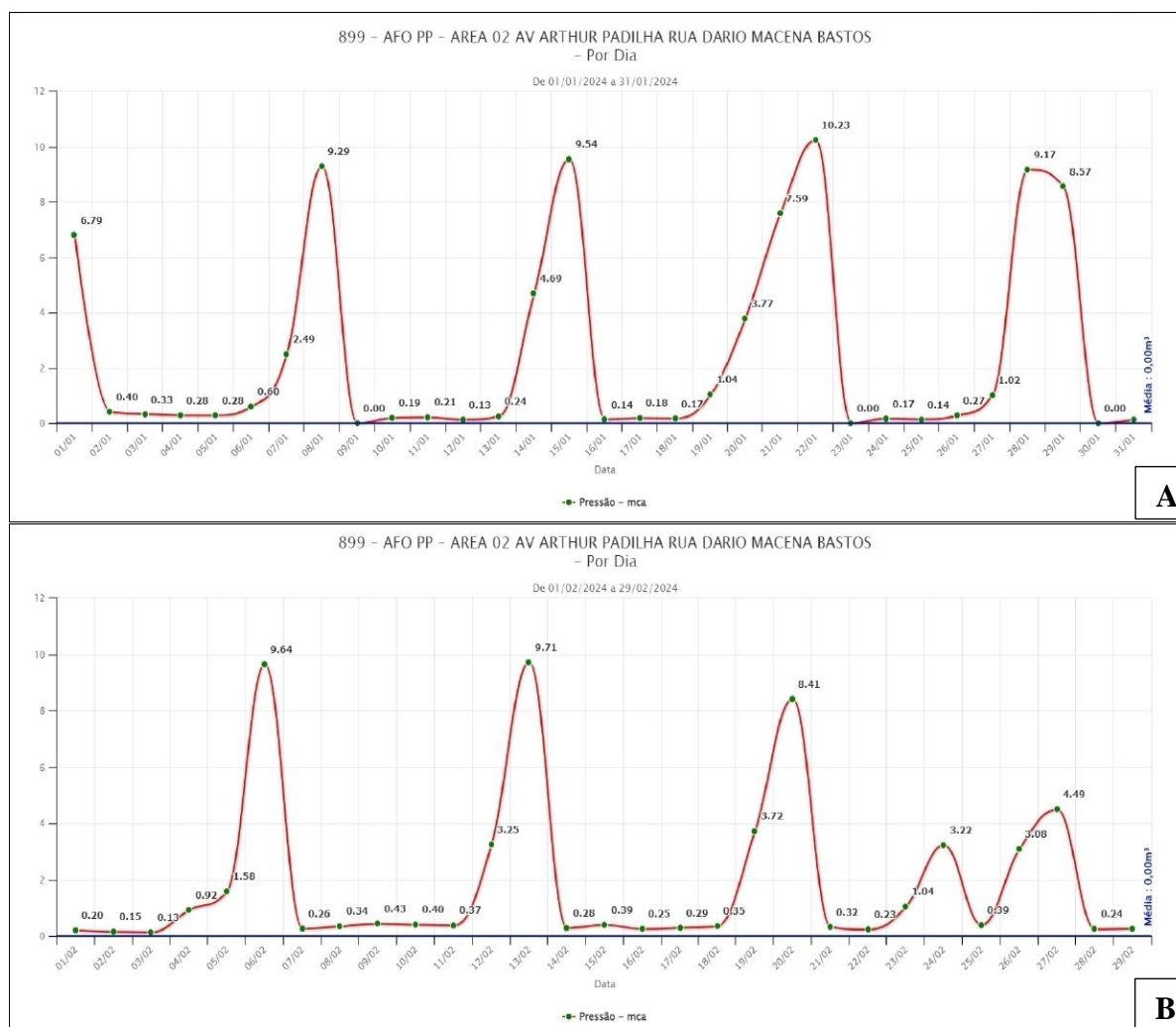
Sendo assim, a justificativa para a utilização desses métodos de monitoramento nas redes de abastecimento, fortalece a eficiência nos trabalhos pelas equipes das concessionárias que prestam esses serviços para a população.

Área Avenida Arthur Padilha

No entanto, devido à discrepância de altitude, a região superior só alcança a pressão necessária para abastecer a área quando a região inferior já alcançou uma pressão média considerável atingir a área da Avenida Paulo Guerra. É possível explicar esse acontecimento considerando a gravidade como um fator relevante.

Decorrendo da mesma metodologia utilizada para análise da Senador Paulo Guerra, para a Avenida Arthur Padilha, também foram constituídos gráficos para fins da análise, por se concentrar na parte adjacente da Senador Paulo Guerra, a peculiaridade dessa área é que a mesma se caracteriza por estar dentro de uma área de maior altitude, a área tem o mesmo regime de abastecimento, da Senador Paulo Guerra sendo abastecida nos mesmo período.

Os gráficos com os históricos das pressões médias, foram exibidos na figura 5, onde pode-se observar na figura 5 (A) as pressões do mês janeiro, figura 5 (B) do mês de fevereiro, figura 5 (C) do mês de março e figura 5 (D) as pressões aferidas do mês de abril.



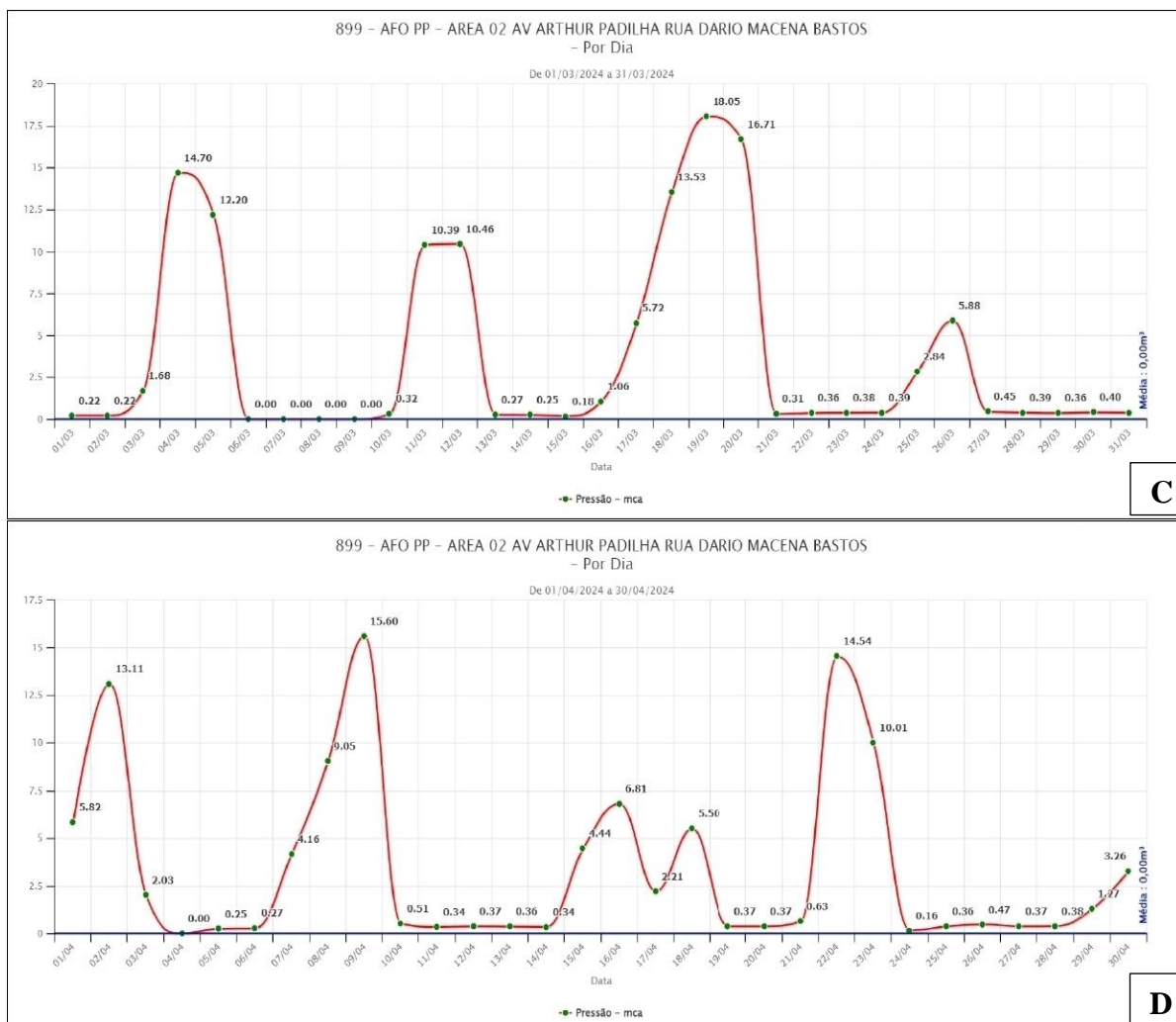


Figura 5 – Gráfico da média de pressões por dia da área Arthur Padilha.
Fonte: Autor (2024).

Localizada também no centro da cidade, a Avenida Arthur Padilha dispõe da mesma rede tronco da Senador Paulo Guerra, contando com 535 economias consumidoras ligadas, sendo 35 comerciais, 6 públicas, 606 residências e 1 caracterizada como economia industrial.

Esse setor tem um grande índice de Registro de Atendimento – RA, em reclamações de falta de água, por ser uma área localizada em uma parte alta da cidade e ter seu abastecimento em conjunto com outro setor, apresenta deficiências no atendimento da área, explicando o fato das baixas pressões apresentadas.

Outro fator preponderante, é que no ato das manobras, é feito um contorno para o abastecimento da Rua Diomedes Gomes, e assim então, voltar para a Avenida Arthur Padilha.

Por tanto, a parte alta só começa a receber água no período noturno quando ocorre a pressurização da rede, implicando em pressões zeradas durante o dia, subindo lentamente a noite. Para um perfeito atendimento nessa área, as pressões médias de 15,00 MCA, podendo ser observado esses valores nos dias 19 e 20 de março e 09 de abril.

Verificando os gráficos das pressões desse setor, foi observado que há baixas pressões sendo que algumas pressões não chegaram nem a atingir a mínima de 6,00 MCA, permitidas por ser regime intermitente. No mês de janeiro apresentou pressões médias baixas, constatando 10,23 MCA a maior pressão medida no mês em questão. Para explicar esses resultados, o fato de que de 15 em 15 dias, com o abastecimento dos chafarizes da zona rural e o distrito de Itã, os poços apresentam baixa vazão, diminuindo o nível do REL, ocasionando a baixa disponibilidade hídrica para o atendimento nessas áreas.

Afirmando em seu estudo, Gonçalves (2015, p.53), “a falta de energia elétrica em determinado ponto da cidade pode causar alarmes equivocados no sistema, prejudicando o seu funcionamento e a interpretação das informações”. Nesse sentido, devido os poços do Sistema Zé Dantas, estarem localizados na zona rural, ocorre algumas interferências afetando o abastecimento desses setores, por causa da falta de energia em períodos de chuvosos, chegando a ocasionar a queima de bombas, interferindo assim no abastecimento do setor.

Corroborando com o estudo de Pereira (2010), a área apresenta a necessidade de isolamento, ou seja, separar as áreas, setorizando as tubulações, para solucionar as dificuldades de abastecimento nesse setor, que sendo uma medida fundamental para o aumento das pressões dinâmicas. Outra solução seria a construção de outro reservatório com uma bomba próximo da área em questão ou até mesmo estender mais dias no regime de abastecimento desses setores.

CONCLUSÕES

O estudo realizado em Afogados da Ingazeira mostrou que ainda há dificuldades no abastecimento de setores de altitudes maiores sem setorização, como na Avenida Arthur Padilha com baixas pressões. O sistema de telemetria, com dataloggers, foi eficaz na detecção e resolução de problemas pela COMPESA, e na necessidade de setorização de outras áreas na cidade.

A pesquisa ressaltou a importância de investimentos em tecnologia para melhorar os serviços de saneamento e alcançar as metas de universalização, considerando o crescimento populacional. Novos estudos são necessários para analisar aspectos como pressões na saída das Estações de Tratamento de Água, perdas na rede de abastecimento e vazão nos reservatórios, além de aprofundar a análise em setores com abastecimento contínuo e a implementação de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. B. Monitoramento do nível de água em reservatórios residenciais utilizando sensor ultrassônico. 2023 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, João Pessoa - PB. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/3459>. Acesso em: 06 jun. 2024.

ASSIS, J. M. O. *et al.* Tendências Climáticas Observada no Período Chuvoso no Sertão de Pernambuco. **RBGF**. Recife, v. 6, n. 2, p. 211-222, jun. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbge/article/view/232878>. Acesso em: 18 mai. 2024.

BEREGULA, R. L. & SILVA, F. R. Equipamento de baixo custo para monitoramento de pressões em sistemas de abastecimento de água. **SciELO – Brasil, Mato Grosso**, v.25 n.6, p. 809-820 nov/dez 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/r4qg4ggPj5kST3M56nzxQsB/?lang=pt#>. Acesso em: 08 mai. 2024.

BRASIL. Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. Afogados da Ingazeira. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/afogados-da-ingazeira.html>. Acesso em: 08 mai. 2024.

BRASIL. Instituto de Água e Saneamento. Informações das cidades. Afogados da Ingazeira, 2021. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pe/afogados-da-ingazeira>. Acesso em: 18 mai. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 05 de janeiro de 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 08 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. ÁGUA NO MUNDO – 2023. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em: 08 mai. 2024.

CARREIRO, D. A. *et al.* Diagnóstico de impactos ambientais em um trecho do Rio Piancó – Piranhas –açú, Nordeste brasileiro. **AIDIS**, Campina Grande, v.17, n.01, p. 19-38, abr. 2024. Disponível em: <https://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/83993>. Acesso em: 06 jun. 2024.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. GPE - Gerência de Projetos de Engenharia: **GPE-NI-014-01**: Diretrizes gerais para elaboração de projetos de redes de distribuição de água. Recife, 2019. COMPESA, 2019. 20 p. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/engenharia/normas-e-padroes/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

CÔRTEZ, P. L. *et al.* Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. **IEA**, São Paulo, v 29, n 84, p. 07-26, ago./dez. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ea/a/qTc7zKkLFdR8jGwkCThjjFN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 mai. 2024.

GONÇALVES, A. A. *et al.* A redução das perdas através do controle de pressões no abastecimento de água no Município de Canoas: estudo de caso em uma empresa de saneamento, **ULBRA**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 38-56 mai. /jul. 2015. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2017/05/reducao-das-perdas-atraves-do-controle-de-pessoes-no-abastecimento-de-agua-no-municipio-de-canoas-estudo-de-caso-em-uma-empresa-de-saneamento.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2024.

JUNIOR, J. C. S. & VATAVUK, P. Distritos de medição e controle como ferramenta de gestão de perdas em redes de distribuição de água. **Delos**, Curitiba, v.16, n.42, p. 445-470, abr. 2023. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/818>. Acesso em: 24 abr. 2024.

MELATO, D.S. **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo**. 2010. 133 p. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082010-092608/pt-br.php>. Acesso em: 28 mai. 2024.

MENDONÇA, M.H. V. & PEDROSA, H. T. S. Estimativa de redução de perdas através do controle de pressão – modelo hidráulico do sistema morros da Zona Norte do Recife-PE. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL RN. **Anais [...]**. Recife: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2019. Trabalho XI-035. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/inova-compesa/conecta-compesa/>. Acesso em: 09 mai. 2024.

OLINTO, A. A. *et al.* Acesso à água potável e saúde pública. In: 2ª mostra de inovação e tecnologia São Lucas, 2020, Porto Velho – RO. **Anais [...]**. Porto Velho: **Afya Educacional**, 2021. Trabalho 685. Disponível em: <https://periodicos.saolucas.edu.br/index.php/mit/article/view/685/745>. Acesso em: 09 mai. 2024.

ONU. Brasil. Organização da Nações Unidas. A Agenda 2030. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 06 jun. 2024.

PEREIRA, A. S. Uso de poços artesianos como fonte temporária de Abastecimento hídrico no Município de Bonito de Santa Fé-PB. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Centro de formação de professores Unidade acadêmica de geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeira-PB. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/8372>. Acesso em: 17 mai. 2024.

PEREIRA, J. A. R. *et al.* Variação da pressão dinâmica em redes de distribuição de água com e sem setorização. In: GOMES, Heber Pimentel (org.). **Sistemas de saneamento: eficiência energética**. João Pessoa, PB: UFPB, 2010. cap. 10, p. 123-134. Disponível em: <http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/303>. Acesso em: 28 mai. 2024.

PERNAMBUCO. Agência Pernambucana de águas e Clima (APAC). **Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú**. Afogados da Ingazeira. 2024. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 06 jun. 2024.

SILVA, F. C. B. **Avaliação de desempenho do objetivo de desenvolvimento sustentável 6 – Água potável e saneamento – na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco**. 2022. 104 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/790>. Acesso em: 27 abr. 2024.

VIEIRA, J. S. Análise das pressões dinâmicas na rede de distribuição de água de Afogados da Ingazeira-PE. 2022 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada –PE.

AGRADECIMENTOS

Cheguei ao fim de mais um ciclo, dessa vez uma graduação, foram 5 anos, adquirindo experiências, conhecendo novas tecnologias da profissão, observando que a engenharia civil está sempre em constante desenvolvimento, finalizo esse ciclo com imensa gratidão.

Gratidão a Deus, pela força de todos os dias, por me guiar e me levar e me trazer em segurança no trajeto, todos esses anos e que outra vez esteve ao meu lado em mais uma conquista com duras batalhas e todas vencidas. Gratidão a todos que de algum modo fizeram parte da minha jornada.

Explano meus sinceros agradecimentos aos técnicos da COMPESA - GNR Alto do Pajeú, David Alan Ferreira Ramos Lima, Eduardo José de Brito e Welingda Sheyllle Souza Bezerra de Siqueira, por todo suporte a mim atribuído na construção do meu trabalho de conclusão de curso e que tive o privilégio de conviver durante um ano de estágio, saindo com uma bagagem cheia de experiências e aprendizados.

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional, aos meus amigos aos quais trilhamos juntos essa jornada, aos meus professores por todos os ensinamentos, a minha imensa gratidão. A minha orientadora excepcional, Prof.^a Ma. Jussara Clarissa Alves de Lima Oliveira, que aceitou o desafio com o tempo curto para a construção do trabalho de conclusão de curso, ao Prof.^o Dr. Carlos André Alves Souza por ter dado total apoio frente a disciplina de TCC II, à banca de avaliação, Prof (a). Ma. Mayara Natiely Da Silva Beserra e Prof (a). Ma. Monaliza Araújo Parnaíba.

Enfim, com o meu coração cheio de gratidão, agradeço a todos que fizeram parte dessa minha jornada e desejo sucesso a todos os meus amigos que estão finalizando essa etapa na vida de cada um.

ANEXO A – TABELA DOS PONTOS DE LOCALIZAÇÃO DOS DATALOGGERS

SISTEMA	Nº	NOME DO DATALOGGER	ÁREA DE MEDIÇÃO	NOME OFICIAL DA ÁREA
AFOGADOS DA INGAZEIRA				
PONTE	907	MANOEL VIRGÍNIO SOBRINHO	PONTE	AREA 01 AV MANOEL VIRGINIO SOBRINHO
	900	ERMENEGILDO MARINHO	PLANALTO PARTE BAIXA	AREA 02 RUA ERMENEGILDO MARINHO DOS SANTOS
	1134	RUA FREI MIGUELINO	PLANALTO PARTE ALTA	AREA 03 AV JOSE LEITE PADILHA
				AREA 04 MIGUEL ARRAES
				AREA 05 RUA MANOEL F DA SILVA
GERÊNCIA	904	RUA IZÍDIO LEITE	IZÍDIO LEITE/BIRO BIRO	AREA 01 RUA IZIDIO LEITE
	901	AV MANOEL BORBA	CENTRO LADO A - PARTE BAIXA	AREA 02 AV MANOEL BORBA
	895	RUA GUSTAVO FITTIPALDI	CENTRO LADO A - PARTE ALTA	AREA 03 RUA GUSTAVO FITTIPALDI
	894	ÁREA 04 RUA SETE DE SETEMBRO	S FRANCISCO PARTE BAIXA	AREA 04 RUA MARIA LEOPOLDINA
	893	ÁREA 05 RUA SETE DE SETEMBRO	S FRANCISCO PARTE ALTA	AREA 05 RUA 07 DE SETEMBRO
CÁLICE	896	SENADOR PAULO GUERRA	CENTRO LADO B - PARTE BAIXA	AREA 01 RUA SENADOR PAULO GUERRA
	899	AV ARTHUR PADILHA	CENTRO LADO B - PARTE ALTA	AREA 02 AV ARTHUR PADILHA
	902	RUA BERTA CELI	SOBREIRA PARTE BAIXA	AREA 03 RUA BERTA CELLI LEMOS LIBERAL
	892	RUA JOSEFA PEREIRA DA CRUZ	SOBREIRA PARTE ALTA	AREA 04 RUA JOSE TEOTONIO DO NASCIMENTO
	891	RUA WALDECYR XAVIER DE MENEZES	SÃO BRAZ PARTE ALTA / ESCOLA DOMINGOS TEOTÔNIO	AREA 06 RUA WALDECY XAVIER DE MENEZES
	890	LUCIANO BARBOSA DE ARAÚJO	RODOVIÁRIA	AREA 07 RUA LUCIANO BARBOSA DE ARAUJO
BOMBA	906	HORÁCIO PIRES	RESIDENCIAL DOM FRANCISCO	AREA 01 AVENIDA HORACIO PIRES RESIDENCIAL DOM FRANCISCO
	1136	RUA PROJETADA 04	LOTEAMENTO ALVORADA/RUA NELSON JOÃO	AREA 01 AVENIDA HORACIO PIRES RESIDENCIAL DOM FRANCISCO
	1137	AV PEDRO ELIAS DE ALCÂNTARA	VILA PAJEÚ	AREA 01 AVENIDA HORACIO PIRES RESIDENCIAL DOM FRANCISCO
BROTAS P AFOGADOS	903	RUA JOÃO BEZERRA	BORGES PARTE BAIXA	AREA 01 RUA JOAO BEZERRA DA SILVA RUA JACI PEREIRA DE MORAIS
	898	RUA DO SOSSEGO	BORGES PARTE ALTA	AREA 02 RUA DO SOSSEGO RUA SEVERINO NOGUEIRA BARROS
ZÉ DANTAS	905	RUA BELIZÁRIO GOMES	SÃO CRISTÓVÃO	AREA 01 RUA BELIZARIO GOMES BARRETO RUA JOAO SALES DE MENEZES

ANEXO B – MANÔMETRO ANALÓGICO UTILIZADO PARA A MEDIÇÃO DAS PRESSÕES MANUAIS.



