

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

CAMPUS PATOS

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**RUTE HELENA ANDRADE BRITO
WERLLANNY CRISTIANNY PEREIRA PROCÓPIO**

**DESAFIOS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA: DIMENSIONAMENTO DA REDE
DE DISTRIBUIÇÃO INTERLIGANDO O AÇUDE JENIPAPEIRO ÀS
COMUNIDADES RURAIS DE OLHO D'ÁGUA-PB.**

**PATOS - PB
2026.**

**RUTE HELENA ANDRADE BRITO
WERLLANNY CRISTIANNY PEREIRA PROCÓPIO**

**DESAFIOS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA: DIMENSIONAMENTO DA REDE
DE DISTRIBUIÇÃO INTERLIGANDO O AÇUDE JENIPAPEIRO ÀS
COMUNIDADES RURAIS DE OLHO D'ÁGUA-PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador (a): Prof. Dra. Tuane Batista do
Egito

PATOS - PB

2026.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

B862d Brito, Rute Helena Andrade.

Desafios do abastecimento de água: dimensionamento da rede de distribuição interligando o açude Jenipapeiro às comunidades rurais de Olho D'água-PB / Rute Helena Andrade Brito, Werllanny Cristianny Pereira Procópio. - Patos, 2026.
36. f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2026.

Orientador(a):Prof. Dra. Tuane Batista do Egito.

1. Segurança hídrica-Semiárido 2. Abastecimento de água - Aspectos ambientais 3. Água potável-Aspectos socioeconômicos I.Título II. Procópio, Werllanny Cristianny Pereira III. Egito, Tuane Batista do IV. Instituto Federal da Paraíba.

CDU –556

**DESAFIOS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA: DIMENSIONAMENTO DA REDE
DE DISTRIBUIÇÃO INTERLIGANDO O AÇUDE JENIPAPEIRO ÀS
COMUNIDADES RURAIS DE OLHO D'ÁGUA-PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Civil.

APROVADO EM: 03/ 02 /2026

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Tuane Batista Egito - Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof.^a Me. ariana Sousa da Paixão - Coorientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof.^a Me. Susana Cristina Batista Lucena – Examinador Externa
Universidade Federal da Paraíba.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, por nos conceder saúde, força, perseverança e sabedoria ao longo de toda a trajetória acadêmica, permitindo que superássemos os desafios encontrados durante este percurso e chegássemos à conclusão deste trabalho.

Expressamos nossa profunda gratidão aos nossos familiares, pelo apoio incondicional, compreensão, incentivo constante e confiança depositada em nós, especialmente nos momentos de maior dedicação e renúncia, que foram fundamentais para a concretização desta importante etapa de nossas vidas.

Registramos nossa sincera homenagem à memória de nossos entes queridos, em especial aos avós de Rute Helena e à mãe e à avó de Werllanny Cristianny. Fundamentais em nossa formação humana, seus ensinamentos e exemplos ultrapassam o tempo e permanecem como pilares de nossa ética, força e resiliência. A conclusão deste ciclo representa não apenas uma conquista acadêmica, mas também a materialização do legado de amor, valores e dedicação que nos deixaram.

Agradecemos de forma especial à nossa orientadora, Tuane Egito, pela disponibilidade, paciência e dedicação. Suas valiosas contribuições, ensinamentos técnicos e olhar criterioso foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho e essenciais para o nosso crescimento profissional. Sua doçura e comprometimento tornaram este processo muito mais enriquecedor.

Estendemos nossos agradecimentos a todos os professores, à coordenação do curso e a todos que fazem parte do IFPB – Campus Patos, que, ao longo da graduação, contribuíram significativamente para a nossa formação acadêmica e profissional, transmitindo conhecimentos, experiências e valores indispensáveis para a nossa trajetória.

Agradecemos também a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste estudo, seja por meio do apoio técnico, fornecimento de informações, incentivo ou troca de conhecimentos, os quais foram de grande importância para o desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, agradecemos aos amigos que fizemos ao longo desta caminhada e a todos que, de alguma forma, contribuíram para o encerramento com êxito.

RESUMO

A escassez de água no semiárido nordestino constitui um dos principais desafios ao desenvolvimento sustentável da região, especialmente para as populações rurais. Nesse contexto, a construção de reservatórios, como o Açude Jenipapeiro (Buiú), em Olho D'Água–PB, é estratégica para garantir segurança hídrica, embora o acesso à água potável permaneça desigual. Este trabalho apresenta uma proposta de sistema simplificado de abastecimento para as comunidades Distrito do Socorro, Boqueirão, Cedro, Riacho do Meio, Mandacarú, Canafístola e Sítio Socorro 2, interligadas ao referido açude. A metodologia envolveu levantamento populacional, análise socioeconômica, caracterização da microbacia e dimensionamento hidráulico com apoio de QGIS, QWater e EPANET, seguindo a NBR 12218/2017 que estabelece os critérios para o projeto de redes de distribuição de água e NBR 12215/2017, referente ao dimensionamento de adutoras e a Portaria MS nº 888/2021. Os resultados permitiram a concepção de uma rede de distribuição ramificada, dimensionada para atender à demanda atual e perspectivas futuras. A proposta evidencia a importância da integração entre tecnologia, planejamento territorial e políticas públicas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida rural, o fortalecimento da agricultura familiar e a redução das desigualdades. O estudo se apresenta como instrumento de apoio à gestão hídrica regional e à universalização do acesso à água potável no meio rural.

Palavras-chave: Abastecimento de água, Açude Jenipapeiro (Buiú), Comunidades rurais, Olho D'Água (PB), Recursos hídricos, Qualidade de vida.

ABSTRACT

Water scarcity in the semi-arid northeastern region of Brazil is one of the main challenges its sustainable development, especially for rural populations. In this context, constructing reservoirs, such as the Jenipapeiro (Buiú) Dam in Olho D'Água, Paraíba, is crucial for ensuring water security, although access to potable water remains unequal. This study proposed a simplified water supply system for the communities of Distrito do Socorro, Boqueirão, Cedro, Riacho do Meio, Mandacarú, Canafístola, and Sítio Socorro 2 that is, interconnected with the aforementioned dam. The methodology involved population surveys, a socioeconomic analysis, microbasin characterization, and hydraulic dimensioning with the support of QGIS, QWater, and EPANET. This study, followed NBR 12218/2017, which establishes the criteria for the design of water distribution networks, and NBR 12215/2017, regarding the dimensioning of water mains, and MS Ordinance No. 888/2021. The results enabled for the design of a branched distribution network, sized to meet current demand and future prospects. The proposal highlights the importance of integrating technology, territorial planning, and public policies, contributing to improving the quality of life in rural areas, strengthening family farming, and reducing inequalities. This study serves as a tool to support regional water management and the universal of access to drinking water in rural areas.

Keywords: Water supply, Jenipapeiro Reservoir (Buiú), Rural community, Olho D'Água (PB), Water resources, Quality of life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Açude Jenipapeiro (Buiu).	11
Figura 2 - Mapa de Localização da Microbacia do Rio Jenipapeiro... ..	12
Figura 3 - Localização das comunidades em torno do açude	14
Figura 4 - Comporta do açude e Rio Jenipapeiro.	15
Figura 5 - Traçado da adutora elaborado no QGIS	23
Figura 6 - Representação do reservatório, trechos e nós	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das tubulações que compõem a adutora	23
Tabela 2 – Parâmetros de projeto e resultados do sistema de bombeamento.	24
Tabela 3 – Resultados da simulação hidráulica do sistema	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1 Área de estudo.....	10
2.2 Diagnóstico socioeconômico da comunidade	12
2.3 Caracterização do abastecimento atual.....	14
2.4 População de projeto.....	15
2.5 Dimensionamento de rede de distribuição e adutora	16
2.5.1 Demanda real	17
2.5.2 Vazão de distribuição	17
2.5.3 Vazão específica.....	18
2.5.4 Reservatório	18
2.5.5 Vazão de dimensionamento da adutora.....	18
2.6 Modelo de elevação digital.....	19
2.7 Inserção do reservatório, trechos e nós no QGIS	19
2.8 Simulação EPANET.....	20
3 RESULTADOS.....	20
3.1 Dimensionamento da rede de distribuição e adutora	21
3.1.2 Captação e estudo da demanda.....	21
3.1.3 Reservatório	22
3.1.4 Traçado da adutora.....	22
3.1.5 Traçado da rede de abastecimento	25
3.1.6 Qualidade da água.....	29
3.2 ORÇAMENTO	30
4 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O acesso à água potável segura e confiável é considerado um direito humano em todo o mundo, tendo sido reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010, e sua universalização está entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da organização desde 2015 (OMS, 2017). A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que a gestão segura da água potável é composta por um serviço acessível localmente, disponível quando necessário e livre de contaminação; até 2017, 53% da população rural mundial tinha cobertura de abastecimento que atendia a esses critérios, com a diferença entre os serviços rurais e urbanos diminuindo 15%. Enquanto isso, no Brasil, 8% da população rural (mais de 2,3 milhões de pessoas) ainda não tinha acesso melhorado ao abastecimento de água (OMS/UNICEF, 2019).

No Brasil, o acesso à água de qualidade é reconhecido como um direito humano fundamental. A água integra um conteúdo mínimo do direito à dignidade da pessoa humana, previsto implicitamente no artigo 1º, III, da nossa Constituição da República Federativa (CF/1988). No entanto, é importante notar que a Constituição não especifica normas de qualidade da água para zonas rurais. Isso pode ser visto como uma lacuna na legislação, já que a qualidade da água é essencial para a saúde e o bem-estar das pessoas, independentemente de onde vivam.

No meio rural, frequentemente não há acesso à água tratada para consumo humano nem tratamento adequado dos efluentes. Assim, "para os diferentes usos, quantidade e qualidade de água devem ser ofertadas de maneira suficiente e segura" (WINCKLER; PILLON, 2021, p. 9). A ausência de qualidade adequada pode comprometer a produção agropecuária, afetar o retorno econômico e causar riscos à saúde de humanos e animais.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2022) estabelece diretrizes gerais para a gestão dos recursos hídricos em todo o Brasil, incluindo a região Nordeste. Embora o PNRH forneça uma estrutura ampla, cada região possui características específicas que exigem abordagens adaptadas. Fatores como as secas e os períodos de estiagem, a topografia, bem como a atuação dos governos locais, das comunidades, das organizações da sociedade civil e do setor privado influenciam diretamente a tomada de decisões relacionadas à água.

Nesse contexto, a gestão segura da água envolve a adoção de Planos de Segurança da Água (PSA), conforme preconizado pela OMS (2023), aliados ao monitoramento contínuo da qualidade da água e à atuação coordenada entre governos, comunidades e instituições privadas.

A Lei nº 9.433, promulgada em 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil. Seu objetivo principal é promover a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos para garantir a disponibilidade, a qualidade e o uso racional.

Olho d'Água é um dos 223 municípios do estado da Paraíba, na região Nordeste do país. O município possui 6.060 habitantes, 55,81% localizados em área urbana e 44,19% em área rural, o que representa uma queda de -12,57% em comparação com o censo de 2010. Sua área é de 580,47 km² e a densidade populacional é de 10,44 hab/km² (Censo, 2022). A situação reflete esses desafios, com uma proporção considerável da população vivendo em áreas rurais, a queda na população rural em comparação com o censo anterior pode indicar uma tendência de migração para áreas urbanas em busca de melhores condições de vida, mas também pode refletir a falta de acesso a serviços básicos, como água potável, nas áreas rurais.

A existência de um açude como principal corpo hídrico do município de Olho D'Água - PB não impede que parte da população rural ainda enfrenta dificuldades no acesso à água de qualidade. Diante desse contexto, o estudo procura entender de que forma a implantação de um sistema simplificado de abastecimento pode melhorar a realidade hídrica das comunidades do Distrito do Socorro, Boqueirão, Cedro, Riacho do Meio, Mandacarú, Canafístola e Sítio Socorro 2. Para isso, são analisados os desafios enfrentados pela população, as condições do manancial disponível e as necessidades que ainda não são atendidas. Assim, busca-se esclarecer como a criação de uma rede de distribuição pode contribuir para a permanência das famílias no campo e para o fortalecimento das atividades produtivas rurais, servindo de base para ações e políticas públicas futuras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A água faz parte da labuta diária das famílias rurais do semiárido nordestino, e seu acesso varia conforme as estações e as condições locais de disponibilidade. Neste estudo, adotou-se uma metodologia estruturada em etapas sequenciais, orientada pela modelagem hídrica do Açude Buiú, visando subsidiar o planejamento do abastecimento das comunidades da região.

A elaboração da metodologia baseou-se em estudos recentes de gestão hídrica rural, que destacam a importância da modelagem integrada e do dimensionamento baseado na demanda real das comunidades (Silva et al., 2023; Santos et al., 2022). Essa abordagem também se justifica por experiências regionais, como as obras de abastecimento hídrico concluídas na zona rural de Puxinanã - PB, que reforçam a necessidade de soluções técnicas compatíveis com a realidade local e com a escassez hídrica recorrente.

Para a implementação da modelagem, foi utilizado o software QGIS, ferramenta amplamente empregada em estudos de recursos hídricos e planejamento territorial para a realização de análises espaciais e topográficas, bem como para a extração de dados altimétricos (QGIS Development Team, 2023). Em seguida, empregou-se o plugin QWater, que permite a integração de dados geoespaciais com modelos hidráulicos, possibilitando a construção e a simulação preliminar de redes de distribuição de água (Kopeć et al., 2019).

Posteriormente, o modelo foi exportado para o software EPANET, amplamente utilizado para simulação hidráulica e análise do desempenho de sistemas de abastecimento, permitindo avaliar pressões, vazões e perdas ao longo da rede (Rossman, 2000). Todas as etapas de dimensionamento e verificação hidráulica foram conduzidas em conformidade com as normas técnicas brasileiras vigentes, assegurando a confiabilidade dos resultados e a viabilidade técnica do sistema proposto.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

É apresentada uma caracterização da área em estudo que envolve a Microbacia do Açude Jenipapeiro (Buiu), que faz parte da sub-bacia do Rio Piancó, localizado na Mesorregião do Sertão Paraibano, na Região Metropolitana do Vale do Piancó, o município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro. O abastecimento hídrico da zona urbana municipal é garantido pelas águas do Açude Buiu, que localiza-se na zona rural do município e tem capacidade para até 70.757.250 metros cúbicos (m^3), possui uma altura de 36 metros e comprimento de 468 metros, atualmente encontra-se com pouco mais de 23% de sua capacidade, com uma vazão de $41m^3/h$. O vertedor possui uma largura de 120 metros e a área da bacia hidráulica é de 693,65 hectares e da bacia hidrográfica de 645 km^2 . O início da obra de sua construção foi em 1984 e a sua conclusão em 1997, Na Figura 1, observa-se a imagem atual do manancial.

Figura 1 - Açude Jenipapeiro (Buiu).

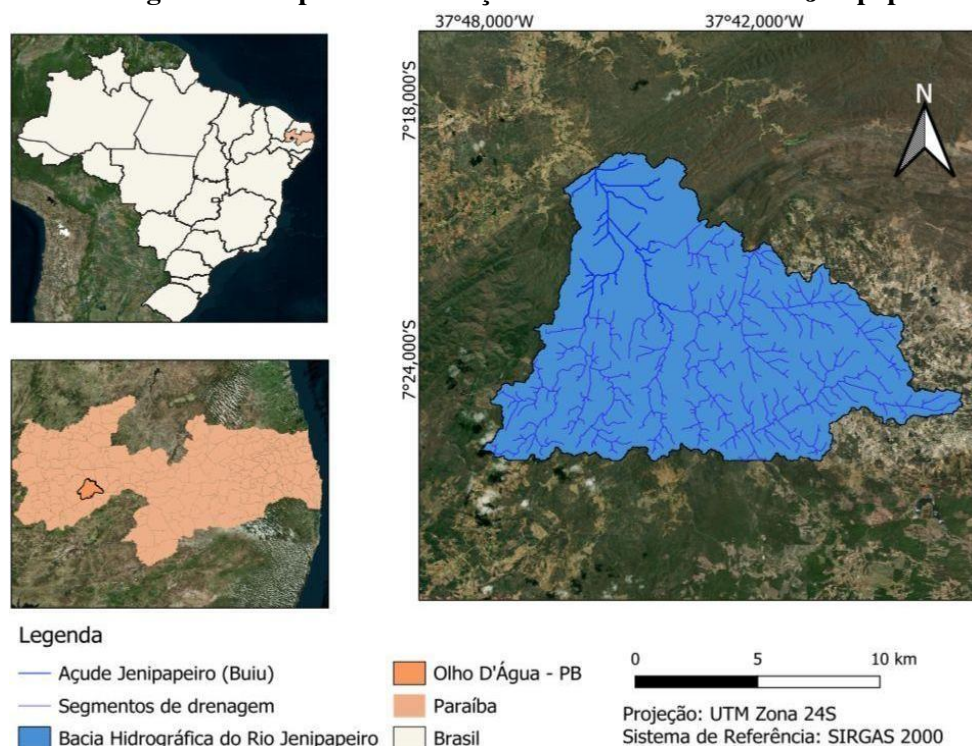


Fonte: Autoras, 2025.

Situada no Sertão Paraibano, numa região semi árida é atualmente uma bacia de muitos conflitos pelo uso de suas águas. Nela está inserida a maior reserva hídrica do Estado formada pelos reservatórios integrados do sistema Coremas - Mãe D'Água, com capacidade de acumulação de 1,358 bilhões de metros cúbicos, os referidos reservatórios foram construídos com a finalidade de: perenização dos vales, controle de cheias, mirrigação, piscicultura, aproveitamento de culturas nas áreas de montante, abastecimento de água para a população

urbana e geração de energia. (PEREIRA et al., 2015). A Figura 2 mostra a localização da bacia.

Figura 2 – Mapa de Localização da Microbacia do Rio Jenipapeiro.



Fonte: Autoras, 2025.

O regime pluviométrico é baixo e irregular com médias anuais variando entre 800 e 1.200 mm/ano, determinado pela Massa de Ar Equatorial Continental, singular, quente e seca. As irregularidades de chuvas tanto no tempo como no espaço fazem com que esta região seja inserida no denominado “Polígono das Secas” (CPRM, 2005).

A construção do açude eleva o nível da água, criando uma zona de inundação que se estende pela área ao redor da cidade. Portanto, é evidente que o açude, enquanto estrutura, é mais elevado do que a cidade e o terreno circundante, que ficam abaixo do nível da água. Por isso, foi necessária a construção de uma barragem.

O solo do município resulta, segundo a EMBRAPA (1972), da degradação e decomposição das rochas do embasamento cristalino sendo, em sua maioria, do tipo Regossolos Distróficos, apresentando ainda Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico e porções de solo de Aluvião. São solos rasos e pedregosos que sofrem muito intemperismo, devido às grandes variações térmicas e alívio de pressão.

Segundo a CPRM (2005), a rede de drenagem da região é intermitente e seu padrão é predominante dendrítica, isso ocorre devido à existência de fraturas geológicas, que provoca variações para retangular a angular.

2.2 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DA COMUNIDADE

As comunidades rurais consomem água sem tratamento e não recebem as devidas orientações sobre a operação e manutenção das soluções alternativas coletivas de abastecimento, por isso é preciso que haja a implementação de medidas técnicas, é comum a distribuição frequente do cloro nas residências por agentes de saúde do município, normalmente sem acesso aos serviços de saneamento de forma eficiente. Dessa forma, observa-se que o Distrito rural e as demais localidades não contam com infraestrutura básica de abastecimento e acabam não tendo acesso a água tratada ou a uma rede de abastecimento segura, como acontece com os outros bairros do município.

No Distrito do Socorro, o acesso à água para atividades domésticas básicas como banho, lavagem de roupas e limpeza ocorre por meio de um pequeno açude comunitário, cuja água é utilizada sem qualquer tipo de tratamento ou controle de qualidade. Para consumo humano, a população recorre principalmente à compra de água mineral em garrações, o que representa um custo significativo diante do perfil socioeconômico local, marcado, assim como nas demais comunidades da região, por famílias de baixa renda, beneficiários de programas sociais como Bolsa Família, Seguro Safra, aposentados rurais e trabalhadores com vínculos formais junto à prefeitura municipal.

Nas demais localidades do entorno, o abastecimento ocorre por meio de cisternas, poços privados ou, em situações de maior escassez, pelo envio de carros-pipa. Apesar de serem amplamente utilizadas, essas fontes apresentam limitações quanto à qualidade da água e à regularidade do fornecimento, especialmente durante períodos de estiagem prolongada, conforme dados secundários dos agentes comunitários de saúde do município de Olho d'Água – PB, sistematizados pela Secretaria Municipal de Saúde (2025). Esse cenário evidencia a vulnerabilidade hídrica regional e ressalta a urgência na implementação de soluções técnicas sustentáveis e acessíveis para garantir o acesso universal à água potável.

Segundo dados do Ministério da Previdência Social (2024), o município de Olho D'Água - PB contabilizou 1.102 benefícios previdenciários urbanos em 2024, sendo 998 aposentadorias por idade e 104 por tempo de contribuição. É importante destacar que esses números não incluem as aposentadorias rurais, comuns na área, já que informações específicas sobre esse tipo de benefício não estão disponíveis nas fontes públicas consultadas.

Em novembro de 2025, 1.303 famílias foram atendidas pelo Programa Bolsa Família, beneficiando um total de 3.473 pessoas (BRASIL, 2025). Na zona rural, especialmente em regiões remotas sem infraestrutura pública ou privada de abastecimento de água, a população depende de fontes alternativas inseguras. Por isso, o foco deste trabalho está no Distrito do Socorro e nas comunidades circundantes. Conforme levantamento realizado pelos agentes comunitários de saúde, às comunidades situadas no entorno do Açude Jenipapeiro possuem 723 habitantes distribuídos em 286 domicílios, dos quais 116 famílias recebem o Programa Bolsa

Família, representando cerca de 40,5% das famílias da região. A Figura 3 apresenta a localização dessas comunidades abrangidas pelo estudo.

Figura 3 - Localização das comunidades em torno do açude.



Fonte: Google Earth, 2025.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) indicam um aumento significativo no número de pessoas atendidas por redes de abastecimento de água potável, demonstrando que os investimentos têm sido direcionados para a expansão dos sistemas existentes. Na região Norte, por exemplo, houve um aumento de 17,5% no número de domicílios conectados a redes de distribuição de água desde 2000, seguida pelas regiões Centro-Oeste (17%) e Nordeste (15%). Esses números revelam esforços para reduzir as desigualdades regionais, embora as disparidades em relação às regiões Sul e Sudeste permaneçam evidentes.

É importante destacar que o acesso à água potável continua sendo um grande desafio, para a população da zona rural. No entanto, os dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023) referem-se ao município de Olho D'Água – PB de forma geral, indicando que 66,01% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado e 77,67% têm canalização de água em suas residências. Apesar disso, o município ainda não conta com uma Política Municipal de Saneamento Básico, apesar de sua importância na gestão hídrica.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO ATUAL

Atualmente, como citado anteriormente, o açude abastece apenas a cidade de Olho D'Água e algumas comunidades rurais próximas ao rio Jenipapeiro, que segue em direção ao sul até o Açude de Coremas-PB. Contudo, as comunidades analisadas neste estudo estão situadas a oeste, no sentido oposto ao rio. Durante períodos de estiagem e pouca chuva, como neste ano de 2025, em que, de janeiro a junho, foram registradas chuvas intensas apenas no mês de janeiro, com um total de 236,1 mm (AESAs, 2025), a CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), responsável pela gestão do açude decide pelo fechamento da comporta, o que prejudica o abastecimento da região. A Figura 4 apresenta a comporta do açude e rio Jenipapeiro.

Figura 4 - Comporta do açude e Rio Jenipapeiro.



Fonte: Autoras, 2025.

A disponibilidade hídrica do açude foi considerada suficiente para atender às demandas das comunidades incluídas no projeto, com base em informações institucionais da operadora do sistema e na análise da capacidade operacional do reservatório, sem comprometer o abastecimento urbano do município.

Por tanto, a qualidade da água será monitorada seguindo a Portaria de Potabilidade da Água (Portaria MS nº 888, de 04/05/2021), conforme o Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Nesse sentido, Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 da Agenda 2030 reforça as metas quanto ao acesso à água e ao saneamento; estabelece a água como a centralidade das principais dimensões do desenvolvimento sustentável, ambiental, social e econômico, e delinea a inter-relação entre os recursos hídricos e os seus serviços, crescimento econômico e a sustentabilidade. Prevê a erradicação da pobreza e a promoção da dignidade com o acesso à água e saneamento, como preconizam as metas do ODS 6 (ONU, 2015).

2.4 POPULAÇÃO DE PROJETO

Em obras de sistemas de abastecimento de água é ideal que seja projetado para atender além da população atual da localidade, devido ao crescimento populacional e consequentemente

à expansão da área. De acordo com o estudo de Tstuiya (2006) o ideal é projetar para um horizonte de 10 a 30 anos, sendo o valor médio de 20 anos o mais comum.

Na simulação da rede de abastecimento, adotou-se o parâmetro de 4 pessoas por domicílio, conforme recomendado para estimativas populacionais em áreas rurais. Esse valor foi utilizado como base para o cálculo da população atual da área de estudo, servindo de referência para as projeções realizadas.

Para estimar o crescimento populacional, dentre vários modelos matemáticos para estimativa do crescimento populacional, utilizaremos a expressão matemática conhecida como expressão de crescimento exponencial (BRASIL, 2019).

$$Pt = P0 * e^{k*t}$$

Onde:

$P0$ = População do ano atual;

Pt = População do ano a ser projetada;

k = taxa de crescimento geométrico da população;

t = período de tempo da projeção em anos.

Manipulando a equação anterior, podemos encontrar a função que descreve a taxa de crescimento geométrico da população K :

$$K = (\ln (\frac{P}{P0}) / \Delta t$$

Onde que:

P = representa a população no último censo;

$P0$ = é a população no censo anterior;

Δt = corresponde ao intervalo de tempo entre os dois levantamentos (em anos).

2.5 DIMENSIONAMENTO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO E ADUTORA

O dimensionamento da rede de distribuição considerou a população de projeto para o ano de 2045 e seguiu os critérios de vazões, pressões e velocidades estabelecidos pela Norma Brasileira ABNT NBR 12218 (ABNT, 2017).

O traçado e o diâmetro da adutora de água bruta foram definidos respeitando-se as diretrizes de projeto para adutoras e o cálculo de perda de carga, em conformidade com a ABNT NBR 12215 (ABNT, 2017).

2.5.1 Demanda real

A determinação da Demanda Real de água é o ponto de partida para o dimensionamento, pois quantifica o volume necessário para o atendimento da população ao longo do horizonte de projeto de 20 anos. Para tal, utilizou-se a vazão *per capita*, que é a quantidade de água consumida por habitante por dia (litros/habitante.dia), sendo esta um dos parâmetros fundamentais no dimensionamento de sistemas de abastecimento (Tsutiya, 2006).

O valor adotado para o consumo *per capita* foi de 150 L/hab.dia, um critério estabelecido conforme a literatura técnica para sistemas rurais de pequeno porte. A demanda foi aplicada à população projetada para o ano de 2045, conforme detalhado no Capítulo 2.4.

2.5.2 Vazão de distribuição

A vazão de distribuição representa a vazão máxima que o sistema de abastecimento deve ser capaz de fornecer, constituindo o parâmetro fundamental para o dimensionamento hidráulico da rede de distribuição e da adutora de recalque. Essa vazão corresponde à vazão máxima horária, obtida a partir da vazão média de consumo corrigida pelos coeficientes de variação diária e horária, que permitem contemplar os períodos de maior demanda do sistema (dia e hora de maior consumo), conforme recomendado por Azevedo Netto (2015).

Inicialmente, determinou-se a vazão média de consumo, calculada com base na população de projeto e no consumo per capita, convertendo-se o consumo diário em vazão contínua, conforme a Equação:

$$Q_{média} = \frac{P \cdot q}{86.400}$$

em que:

- P é a população de projeto (hab);
- q é o consumo per capita (L/hab.dia);
- 86.400 é o fator de conversão de dias para segundos.

O dimensionamento considerou o coeficiente do dia de maior consumo ($K1$) e o coeficiente da hora de maior consumo ($K2$). Tais coeficientes foram adotados como:

- $K1$ (Coeficiente do Dia de Maior Consumo) = 1,2
- $K2$ (Coeficiente da Hora de Maior Consumo) = 1,5

A Vazão Máxima da Hora ($Q_{máx. hora}$) foi determinada pela equação que expressa a combinação dos coeficientes com o consumo médio:

$$Q_{máx. hora} = Q_{média} \times K1 \times K2$$

2.5.3 Vazão específica

A vazão específica é um parâmetro auxiliar utilizado na modelagem hidráulica de redes de distribuição, permitindo a distribuição uniforme das demandas ao longo dos trechos da rede durante as simulações computacionais (Tsutiya, 2006)).

Ela é determinada pela divisão da vazão pela extensão total da rede de distribuição (L):

$$q_e = \frac{Q \text{ máx. hora}}{L}$$

em que:

- q_e é a vazão específica (L/s·m);
- $Q \text{ máx. hora}$ é a vazão de distribuição (L/s);
- L é o comprimento total da rede de distribuição (m).

A rede de distribuição projetada para as comunidades utilizou os valores de demanda atribuídos aos nós de consumo no EPANET, os quais foram previamente calculados e importados a partir do QGIS para simular de forma adequada a distribuição das vazões.

2.5.4 Reservatório

O volume total do reservatório (V_{total}) é dado pela soma desses volumes, conforme o procedimento adotado neste estudo.

$$V_{total} = V_{reg} + V_{reserva}$$

- Volume de Regularização V_{reg} : Volume necessário para compensar a diferença entre a vazão de alimentação da adutora (constante, geralmente) e as variações de consumo da rede ao longo das 24 horas (vazão de pico e vazão mínima);
- Volume de Reserva $V_{reserva}$: Volume destinado a emergências, como paralisação do sistema de bombeamento (adutora) ou combate a incêndios.

2.5.5 Vazão de Dimensionamento da Adutora

Diferentemente da rede de distribuição, cuja vazão de projeto está associada às condições de maior demanda do sistema, a Adutora de Água Bruta (ou de Recalque) deve ser dimensionada para a vazão que garanta o reabastecimento do reservatório, conforme as diretrizes da ABNT NBR 12215/2017 (ABNT, 2017).

A vazão da adutora é calculada a partir da Vazão Máxima do Dia ($Q_{\text{máx. dia}}$), que considera apenas o coeficiente $K1$. A Vazão Média do Dia de Maior Consumo deve ser fornecida ao reservatório continuamente ao longo das operações da bomba, e é calculada pela fórmula;

$$Q_{\text{máx. dia}} = \frac{P \times q}{86.400} \times K1$$

A Vazão da Adutora (Q_{adu}) é a vazão final, obtida dividindo o volume necessário pelo tempo de bombeamento (t_{op} em segundos):

$$Q_{\text{adu}} = \frac{Q_{\text{máx. dia}} \times 86.400}{t_{\text{op}}}$$

A vazão de dimensionamento da adutora (Q_{adu}) foi definida a partir da Vazão Máxima do Dia ($Q_{\text{máx. dia}}$), adotando-se um regime de operação da bomba de 20 horas diárias. A presença do reservatório permite que a adutora funcione com uma vazão menor que a ($Q_{\text{máx. hora}}$) da rede, proporcionando melhor aproveitamento energético e contribuindo significativamente para a viabilidade econômica do sistema.

2.6 MODELO DE ELEVAÇÃO DIGITAL

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi utilizado para a caracterização topográfica da área de estudo, auxiliando tanto a definição preliminar do traçado da adutora quanto o lançamento da rede de distribuição. O processamento foi realizado no software QGIS, no qual o MDE, importado em formato raster, permite gerar mapas de declividade, curvas de nível e perfis altimétricos. Além disso, utilizaram-se imagens de satélite obtidas no Google Earth para complementar a análise espacial, permitindo identificar vias de acesso, áreas ocupadas e potenciais interferências no trajeto. Essas informações foram fundamentais para identificar desníveis críticos, orientar o traçado e fornecer suporte ao dimensionamento hidráulico do sistema.

2.7 INSERÇÃO DO RESERVATÓRIO, TRECHOS E NÓS DA REDE E ADUTORA NO QGIS.

A inserção do reservatório, nós, tubulação da rede e da adutora no ambiente do QGIS foi realizada a partir da base topográfica obtida pelo MDE. Inicialmente, analisaram-se as curvas de nível para definir a localização mais adequada do reservatório, de modo que a rede e a adutora pudessem operar, preferencialmente, por gravidade a partir do Açude. Contudo, por

se tratar de uma área rural com terrenos predominantemente declivosos, o traçado apresentou limitações que exigiram ajustes para garantir um percurso tecnicamente viável, principalmente na adutora.

Para facilitar a modelagem geométrica dos elementos (nós e trechos), utilizou-se o plugin QWater no ambiente do QGIS. Após a definição do ponto de implantação do reservatório, iniciou-se a inserção dos nós e dos trechos de tubulação, utilizando o MDE como referência para a atribuição das cotas altimétricas a cada nó, compondo a geometria da rede e da adutora. Essa etapa foi crucial para permitir o posterior dimensionamento hidráulico no software EPANET, assegurando a coerência espacial do sistema e a compatibilidade com as análises topográficas.

2.8 SIMULAÇÃO EPANET

Após a conclusão do traçado no QGIS, a rede de distribuição e a adutora foram importadas para o EPANET para a realização de uma simulação hidráulica precisa e eficiente. O objetivo foi avaliar pressões mínimas e máximas, velocidades, perdas de carga, diâmetros e o todo o comportamento hidráulico do sistema. A modelagem foi conduzida conforme as diretrizes da NBR 12218/2017, que trata do projeto de redes de distribuição de água, e da NBR 12215/2017, que estabelece os requisitos para o projeto de adutoras de água.

3. RESULTADOS

O estudo constatou que, embora o Açude Jenipapeiro (Buiú) seja um manancial de grande relevância sendo o oitavo maior operado pela AESA e o nono em volume acumulável na Paraíba, seu aproveitamento pelas comunidades rurais ainda é limitado. A maior parte de sua água é direcionada ao abastecimento urbano, enquanto as famílias da zona rural continuam dependentes de fontes alternativas, muitas vezes sem tratamento adequado.

Diante desse cenário, torna-se essencial propor soluções técnicas que permitam uma utilização mais equilibrada do manancial, por meio da implantação de uma adutora e de uma rede de distribuição capazes de atender de forma segura a demanda das comunidades rurais.

Os resultados deste trabalho, apresentados a seguir, estão organizados em três etapas principais: 3.1 Dimensionamento da Adutora e da Rede de Distribuição, onde são detalhados o traçado, o dimensionamento e a simulação hidráulica do sistema proposto; 3.2 Orçamento, que reúne a estimativa dos custos de implantação e a análise de viabilidade econômica; e 3.3 Qualidade da Água, contendo a avaliação dos parâmetros necessários para garantir a potabilidade e o atendimento às normas vigentes.

3.1 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO E ADUTORA

O dimensionamento da rede de distribuição de água constitui uma etapa estratégica para garantir o fornecimento contínuo e eficiente às áreas rurais atendidas pelo Açude Buiú. Nesta fase do estudo, foram considerados fatores técnicos essenciais, como a topografia local, a demanda hídrica por habitante, o número de domicílios a serem atendidos e a pressão mínima necessária nos pontos de consumo. Esses parâmetros orientaram a definição dos diâmetros das tubulações, a localização dos nós, o posicionamento do reservatório e o traçado geral da rede, projetada em configuração ramificada conforme as diretrizes da NBR 12218/2017, priorizando a eficiência hidráulica e a sustentabilidade da solução.

Também foram incorporados critérios operacionais e de manutenção para assegurar o bom desempenho do sistema ao longo do tempo. O traçado foi planejado de modo a facilitar inspeções, manutenções e futuras ampliações. A seleção dos materiais, como tubulações em PVC, considerou tanto o desempenho hidráulico quanto a durabilidade, a disponibilidade no mercado local e o custo-benefício, garantindo maior viabilidade técnica e econômica ao sistema proposto.

3.1.2 Captação e Estudo da Demanda

Segundo o (BRASIL 2019, p. 71) a captação 'É o conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao abastecimento coletivo ou individual.' Portanto, a captação da água será realizada a partir do Açude do Buiú, será utilizado o método geométrico para o cálculo da vazão de distribuição, considerando o crescimento populacional, velocidade máxima na rede, o diâmetro mínimo das tubulações e os fatores K1 e K2, conforme a NBR 12218/2017.

Para estimar a demanda hídrica da comunidade, considerou-se o consumo *per capita* de 150 L/hab.dia, com uma população estimada de 723 habitantes, distribuídos em 286 domicílios, com uma ocupação média estimada de 4 pessoas por residência.

O dimensionamento da população futura foi feito utilizando a fórmula de crescimento exponencial, com projeção populacional até o ano de 2045. O coeficiente de crescimento populacional (K) foi calculado, resultando em 0,0365 equivalente a 3,65% ao ano.

A adoção dessa taxa considera que o sistema de abastecimento proposto atende de forma integrada diversas comunidades de caráter rural, cuja implantação tende a promover a fixação da população local, reduzir o êxodo rural e favorecer o adensamento populacional ao longo do horizonte de projeto. Além disso, a melhoria das condições de infraestrutura básica, especialmente o acesso contínuo à água potável, constitui um fator indutor de crescimento

populacional, justificando a adoção de uma taxa de crescimento superior àquela normalmente observada em comunidades rurais isoladas.

A vazão média foi de $Q_{média} = 2,60 \text{ L/s}$ e a vazão de distribuição adotada foi $Q_{máx. hora} = 4,68 \text{ L/s}$, valor que contempla os coeficientes de variação de consumo e proporciona segurança hidráulica. Com base nesse valor e levando em consideração o comprimento total da rede de $L = 20.354,70 \text{ metros}$, foi determinada a vazão específica de $q_e = 0,00023 \text{ L/s/m}$, parâmetro essencial para o dimensionamento adequado das tubulações e para assegurar a disponibilidade contínua de água nas comunidades atendidas.

3.1.3 Reservatório

O reservatório é um componente fundamental do sistema de abastecimento, responsável por armazenar a água captada e garantir o fornecimento contínuo mesmo diante das variações na demanda ou oferta hídrica. Para este projeto, realizou-se a análise topográfica da área de estudo, a fim de identificar as cotas altimétricas e propor um sistema viável de abastecimento. Essa etapa foi realizada por meio da ferramenta QGIS, utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) da região.

A partir dessas informações, foram definidas as posições dos nós, trechos de tubulação e o local do reservatório elevado. A partir da definição e localização do reservatório, foi possível projetar a rede de distribuição, conforme descrito a seguir no próximo item.

Considerando a capacidade de armazenamento de 315 m^3 . O dimensionamento levou em conta a demanda diária da comunidade é $Dd = 225 \text{ m}^3/\text{dia}$. A estrutura será construída em concreto armado, na forma de caixa elevada e formato cilíndrico, com 10 metros de diâmetro da base e 4 metros de altura. A operação será monitorada visando controlar os níveis de água, prevenir transbordamentos e assegurar regularidade e vida útil no abastecimento.

3.1.4 Traçado da Adutora

As adutoras são constituídas de tubulações que têm a função de transferir a água entre as unidades do sistema de abastecimento de água que precedem a rede de distribuição (Tsutiya, 2006).

O traçado da adutora, responsável por conectar o manancial ao sistema, foi desenvolvido seguindo o mesmo procedimento adotado anteriormente. A condução da água passou a ser feita com o uso de bombeamento em pontos estratégicos, especialmente na região de entrada do açude, uma vez que o desnível natural não se mostrou suficiente para assegurar o escoamento por gravidade ao longo de todo o percurso.

Para o dimensionamento hidráulico, considerou-se a vazão máxima diária do sistema, $Q_{máx.dia} = 3,13 \text{ L/s}$, adotando-se para a adutora uma vazão de projeto $Q_{adu} = 3,76 \text{ L/s}$, que incorpora as perdas e margens de segurança necessárias ao transporte.

A adutora seguirá um traçado otimizado, definido em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), utilizando imagens de satélite e curvas de nível extraídas do MDE, garantindo maior precisão na definição da rota e no cálculo de perdas de carga ao longo do sistema.

A tubulação será composta por tubos de PVC rígido, com diâmetro nominal de 53,4 mm, totalizando uma extensão aproximada de 8.740,81 metros (8,74 km). A Figura 5 apresenta esse traçado com as cotas altimétricas extraídas no QGIS.

Figura 5 - Traçado da adutora elaborado no QGIS.



Fonte: Autoras, 2025.

O traçado da adutora é formado por 33 nós e 33 trechos. As características e os resultados do dimensionamento dos trechos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características das tubulações que compõem a adutora.

TABELA DE ATRIBUTOS DAS TUBULAÇÕES NA ADUTORA					
Nº da Tubulação	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (m/km)
Trecho 78	108.2	53.4	1.88	0.84	2.16
Trecho 79	129.2	53.4	1.84	0.82	24
Trecho 80	131.2	53.4	1.81	0.81	23.3
Trecho 81	117.4	53.4	1.79	0.80	22.65
Trecho 82	221.4	53.4	1.75	0.78	21.77
Trecho 83	225.4	53.4	1.71	0.76	20.64
Trecho 84	226.8	53.4	1.66	0.74	19.52
Trecho 85	287.2	53.4	1.61	0.72	18.29

Trecho 86	217.4	53.4	1.55	0.69	17.13
Trecho 87	155.5	53.4	1.51	0.68	16.29
Trecho 88	139.3	53.4	1.48	0.66	15.64
Trecho 89	128.5	53.4	1.46	0.65	15.06
Trecho 90	296.9	53.4	1.41	0.63	14.17
Trecho 91	281.5	53.4	1.35	0.60	13
Trecho 92	481.8	53.4	1.27	0.57	11.53
Trecho 93	357.1	53.4	1.19	0.53	10.01
Trecho 94	277.8	53.4	1.12	0.50	8.94
Trecho 95	180.8	53.4	01.07	0.48	8.2
Trecho 96	207.7	53.4	01.03	0.46	7.6
Trecho 97	168.8	53.4	0.99	0.44	07.04
Trecho 98	168.5	53.4	0.96	0.43	6.56
Trecho 99	188.5	53.4	0.92	0.41	06.06
Trecho 100	327.5	53.4	0.87	0.39	5.39
Trecho 101	267.9	53.4	0.81	0.36	4.65
Trecho 102	341.5	53.4	0.75	0.33	3.96
Trecho 103	399.3	53.4	0.67	0.30	3.19
Trecho 104	459.9	53.4	0.58	0.26	2.4
Trecho 105	389.9	53.4	0.49	0.22	1.73
Trecho 106	335.6	53.4	0.42	0.19	18.05
Trecho 107	461.0	53.4	0.33	0.15	11.65
Trecho 108	363.7	53.4	0.25	0.11	6.49
Trecho 109	518.1	53.4	0.16	0.07	0.59
Trecho 110	504.5	53.4	0.05	0.02	0.03

Fonte: Autoras, 2025.

Para fins de simulação e dimensionamento do sistema de bombeamento e da adutora, adotou-se uma vazão de projeto de 3,0 L/s, valor próximo à vazão máxima diária estimada, sendo compatível com as condições operacionais do sistema. O sistema de bombeamento, projetado com o objetivo de garantir a vazão necessária ao abastecimento das comunidades atendidas, tem seus principais parâmetros de projeto e resultados hidráulicos apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros de projeto e resultados do sistema de bombeamento.

BOMBEAMENTO (Parâmetros de Projeto)	
Vazão (l/s)	3.0
Rendimento da bomba η (%)	75.0
Vida útil do sistema	20 anos
Taxa de juros anual i (%/aa)	12.0
Custo da energia elétrica T (R\$/kWh)	0.2
Tempo de operação diário (h/dia)	20
Cota piezométrica na origem	Variável
Cota do nível d'água na origem	20
Pressão mínima (m.c.a)	10
Resultados Hidráulicos	
Pressão Mínima Observada (m.c.a)	10
Pressão Máxima Observada (m.c.a)	27.101,04
Velocidade Mínima (m/s)	0,02
Velocidade Máxima (m/s)	0,84

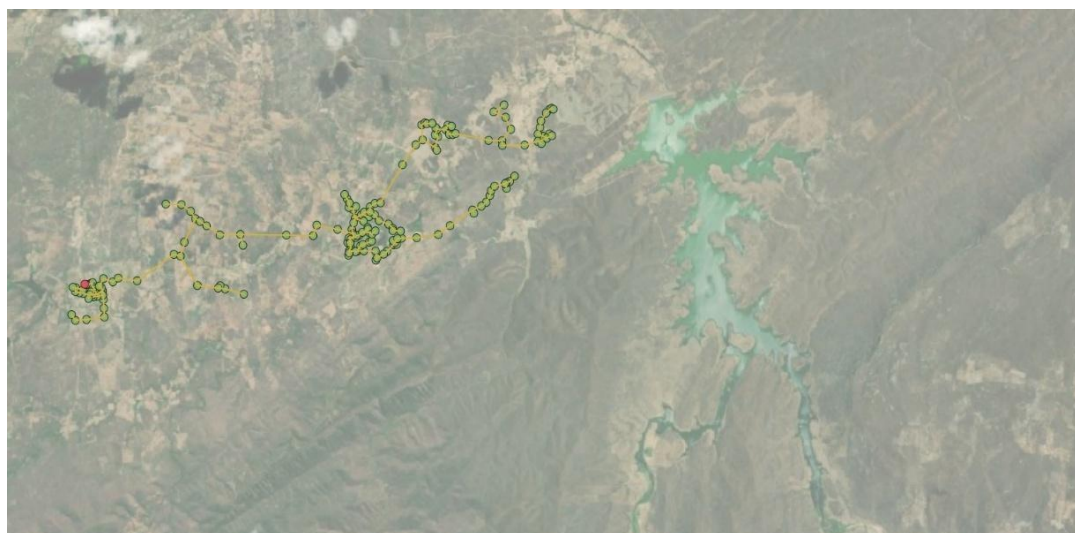
Características do Bombeamento	
Altura Manométrica Total (Hmt)	28.406,36 m
Avaliação Econômica	
Custo de Implantação das Tubulações	R\$ 219.063,88
Custo Total do Sistema	R\$ 219.063,88

Fonte: Autoras, 2025.

3.1.5 Traçado da Rede de Abastecimento

Com a rede primeiramente modelada no QGIS e posteriormente aberta no software EPANET, foi realizada a simulação hidráulica do sistema, composto por 225 nós, 1 reservatório e 174 trechos de tubulação e 2 válvulas redutoras de pressão. A Figura 6 apresenta a localização do reservatório e dos nós da rede de distribuição.

Figura 6 - Representação do reservatório, trechos e nós.



Fonte: Autoras, 2025.

A análise dos resultados obtidos demonstrou que a rede de distribuição projetada atende às condições de contorno estabelecidas, apresentando conformidade com os critérios técnicos preconizados pela NBR 12218/2017. Os dados de pressão dinâmica nos nós variaram entre 10,08 m.c.a. e 51,86 m.c.a., respeitando o limite mínimo de 10 m.c.a. exigido pela norma. No que tange ao comportamento cinético do fluido, as velocidades máximas registradas nos trechos de tubulação foram de 1,02 m/s, o que favorece a redução de perdas de carga e previne o desgaste prematuro dos condutos.

Para assegurar o controle operacional e a manutenção das pressões dentro de limites seguros, foi realizada a setorização da rede mediante a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP). A primeira unidade foi locada entre os nós 69 e 71, enquanto a segunda válvula

foi posicionada no trecho compreendido entre os nós 53 e 66. Tais intervenções foram fundamentais para a estabilização das cargas hidráulicas nos setores a jusante.

Observou-se que, nos nós 53 e 55, as pressões excederam ligeiramente o limite estático de 50 m.c.a. definido pela NBR 12218/2017. Todavia, esses valores foram mantidos e tecnicamente justificados em função das características topográficas da área rural atendida. A literatura técnica e a própria norma permitem tal flexibilização em casos específicos, desde que as condições de contorno e a resistência dos materiais instalados comportem tais solicitações sem comprometer a integridade do sistema.

Além dos critérios hidráulicos atendidos, o traçado da rede de abastecimento foi definido buscando compatibilidade com a realidade rural da área de estudo, priorizando o acompanhamento de vias existentes e áreas já ocupadas, de modo a minimizar intervenções ambientais, facilitar a execução das obras e reduzir custos de implantação. Essa estratégia também favorece a operação e a manutenção do sistema, permitindo acesso mais simples aos trechos da rede e aos dispositivos de controle, como válvulas e conexões. Adicionalmente, o arranjo adotado possibilita futuras ampliações da rede, para incorporação de novas comunidades, sem a necessidade de alterações significativas na infraestrutura principal.

A Tabela 3 apresenta os principais resultados hidráulicos obtidos para os trechos de tubulação da rede.

Tabela 3 – Resultados da simulação hidráulica do sistema.

TABELA DE ATRIBUTOS DAS TUBULAÇÕES NA REDE					
Nº da Tubulação	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (m/km)
Trecho 81	44,00	75,6	4,57	1,02	14,27
Trecho 82	27,53	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 83	52,48	75,6	4,51	1,00	13,92
Trecho 84	40,77	75,6	4,50	1,00	13,87
Trecho 85	45,46	75,6	4,49	1,00	13,83
Trecho 86	31,81	75,6	4,49	1,00	13,78
Trecho 87	50,91	75,6	4,25	0,95	12,46
Trecho 88	51,00	75,6	4,24	0,94	12,41
Trecho 89	42,91	75,6	3,99	0,89	11,11
Trecho 90	40,93	75,6	3,99	0,89	11,07
Trecho 91	120,02	75,6	3,95	0,88	10,99
Trecho 92	147,99	75,6	3,95	0,88	10,86
Trecho 93	94,17	75,6	3,92	0,87	10,75
Trecho 94	282,57	75,6	3,89	0,87	10,58
Trecho 96	60,75	75,6	0,17	0,04	0,03
Trecho 97	122,77	75,6	0,13	0,03	0,02
Trecho 98	268,61	75,6	0,09	0,02	0,01
Trecho 99	163,82	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 100	97,44	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 101	42,39	75,6	-0,03	0,01	0
Trecho 102	52,26	75,6	-0,10	0,02	0,01
Trecho 103	107,40	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 104	62,92	75,6	-0,11	0,02	0,01
Trecho 105	56,39	75,6	-0,12	0,03	0,02
Trecho 106	90,98	75,6	-0,13	0,03	0,02
Trecho 107	50,35	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 109	43,92	75,6	0,03	0,01	0

Trecho 110	55,96	75,6	-0,23	0,05	0,05
Trecho 111	59,88	75,6	-0,03	0,01	0
Trecho 112	84,80	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 113	122,57	75,6	0,15	0,03	0,03
Trecho 271	658,83	75,6	3,80	0,85	10,14
Trecho 272	98,74	75,6	3,73	0,83	9,80
Trecho 273	202,26	75,6	3,45	0,77	8,49
Trecho 274	116,22	75,6	-3,24	0,72	7,53
Trecho 275	366,03	75,6	3,40	0,76	8,25
Trecho 276	75,97	75,6	3,26	0,73	7,61
Trecho 277	127,46	75,6	0,09	0,02	0,01
Trecho 278	164,22	75,6	-0,07	0,01	0,01
Trecho 279	230,71	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 280	481,31	75,6	0,21	0,05	0,05
Trecho 281	310,90	75,6	0,13	0,03	0,02
Trecho 282	102,95	75,6	0,06	0,01	0,01
Trecho 283	43,63	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 284	286,83	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 285	232,97	75,6	3,21	0,71	7,39
Trecho 286	304,98	75,6	3,16	0,70	7,18
Trecho 287	155,31	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 370	314,75	75,6	2,83	0,63	5,86
Trecho 371	237,98	75,6	2,78	0,62	5,66
Trecho 372	62,94	75,6	-1,66	0,37	2,19
Trecho 373	95,71	75,6	1,65	0,37	2,16
Trecho 374	64,39	75,6	1,63	0,36	2,12
Trecho 375	136,10	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 376	109,58	75,6	1,44	0,32	1,69
Trecho 377	113,19	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 378	127,89	75,6	-0,12	0,03	0,02
Trecho 379	57,35	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 380	67,32	75,6	0,07	0,01	0,01
Trecho 381	63,93	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 382	64,80	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 383	74,60	75,6	-0,03	0,01	0
Trecho 384	51,56	75,6	1,39	0,31	1,57
Trecho 385	86,66	75,6	1,38	0,31	1,54
Trecho 386	79,85	75,6	0,12	0,03	0,02
Trecho 387	70,22	75,6	1,24	0,28	1,27
Trecho 388	21,06	75,6	1,08	0,24	0,99
Trecho 389	38,30	75,6	1,08	0,24	0,98
Trecho 390	42,16	75,6	0,14	0,03	0,02
Trecho 391	32,50	75,6	0,13	0,03	0,02
Trecho 392	34,11	75,6	0,13	0,03	0,02
Trecho 393	57,65	75,6	-0,92	0,21	0,74
Trecho 394	33,17	75,6	0,92	0,20	0,73
Trecho 395	57,56	75,6	-0,03	0,01	0
Trecho 396	48,18	75,6	0,87	0,29	0,67
Trecho 397	59,92	75,6	-0,86	0,19	0,65
Trecho 398	54,71	75,6	-0,85	0,19	0,64
Trecho 399	48,44	75,6	0,81	0,18	0,67
Trecho 400	44,90	75,6	0,80	0,18	0,56
Trecho 401	29,36	75,6	0,79	0,18	0,55
Trecho 402	27,03	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 403	32,72	75,6	-0,03	0,01	0
Trecho 404	82,59	75,6	0,07	0,02	0,01
Trecho 405	42,35	75,6	0,06	0,01	0
Trecho 406	99,25	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 407	40,23	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 408	60,66	75,6	0,12	0,03	0,02
Trecho 409	94,54	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 410	105,31	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 411	23,45	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 412	43,23	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 413	64,54	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 414	94,66	75,6	0,70	0,16	0,45
Trecho 415	86,47	75,6	1,22	0,27	1,22

Trecho 416	84,01	75,6	1,21	0,27	1,21
Trecho 417	105,06	75,6	0,10	0,02	0,01
Trecho 418	148,78	75,6	0,08	0,02	0,01
Trecho 419	88,44	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 420	28,32	75,6	-0,04	0,01	0
Trecho 421	114,34	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 422	174,99	75,6	0,68	0,15	0,42
Trecho 423	95,47	75,6	0,65	0,15	0,39
Trecho 424	37,08	75,6	-0,03	0,01	0
Trecho 425	109,38	75,6	0,60	0,13	0,33
Trecho 426	61,71	75,6	0,59	0,13	0,32
Trecho 427	136,47	75,6	0,57	0,13	0,30
Trecho 428	37,04	75,6	0,55	0,12	0,28
Trecho 429	36,43	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 430	37,83	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 431	65,34	75,6	0,48	0,11	0,22
Trecho 432	60,35	75,6	0,46	0,10	0,21
Trecho 433	225,89	75,6	0,44	0,10	0,18
Trecho 434	322,40	75,6	0,39	0,09	0,15
Trecho 435	213,49	75,6	0,34	0,08	0,11
Trecho 436	398,11	75,6	0,28	0,06	0,08
Trecho 437	48,75	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 438	142,08	75,6	0,20	0,04	0,04
Trecho 439	88,27	75,6	0,18	0,04	0,03
Trecho 440	111,59	75,6	0,16	0,04	0,03
Trecho 441	68,98	75,6	0,14	0,03	0,02
Trecho 442	80,94	75,6	0,12	0,03	0,02
Trecho 443	158,40	75,6	0,10	0,02	0,01
Trecho 444	25,53	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 445	50,75	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 446	68,80	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 447	105,83	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 448	496,31	75,6	1,15	0,26	1,11
Trecho 449	385,41	75,6	1,07	0,24	0,97
Trecho 450	205,13	75,6	1,02	0,23	0,88
Trecho 451	219,12	75,6	0,89	0,20	0,69
Trecho 452	40,12	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 453	210,02	75,6	-0,07	0,02	0,01
Trecho 454	158,27	75,6	0,82	0,18	0,59
Trecho 455	49,97	75,6	-0,80	0,18	0,57
Trecho 456	86,62	75,6	0,79	0,18	0,55
Trecho 457	55,46	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 458	29,38	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 459	80,77	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 460	33,44	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 461	125,06	75,6	0,73	0,16	0,48
Trecho 462	65,85	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 463	71,52	75,6	0,67	0,15	0,41
Trecho 464	14,09	75,6	0,66	0,15	0,40
Trecho 465	53,39	75,6	0,66	0,15	0,39
Trecho 466	42,20	75,6	0,65	0,14	0,38
Trecho 467	59,75	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 468	500,12	75,6	0,60	0,13	0,33
Trecho 469	198,57	75,6	0,53	0,12	0,27
Trecho 473	193,33	75,6	0,06	0,01	0,01
Trecho 474	183,54	75,6	0,02	0,01	0
Trecho 475	63,91	75,6	0,35	0,08	0,12
Trecho 476	329,85	75,6	0,32	0,07	0,10
Trecho 477	202,83	75,6	0,27	0,06	0,07
Trecho 478	61,24	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 479	138,76	75,6	0,20	0,04	0,04
Trecho 480	59,37	75,6	0,13	0,03	0,02
Trecho 481	83,13	75,6	0,10	0,02	0,01
Trecho 482	84,13	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 483	44,03	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 484	99,75	75,6	0,10	0,02	0,01
Trecho 485	89,17	75,6	0,09	0,01	0,01

Trecho 486	134,94	75,6	0,06	0,01	0,01
Trecho 487	74,14	75,6	0,05	0,01	0
Trecho 488	31,06	75,6	0,04	0,01	0
Trecho 489	28,25	75,6	0,03	0,01	0
Trecho 491	681,27	75,6	3,02	0,67	6,62
Trecho 492	397,08	75,6	2,92	0,65	6,22
Trecho 493	156,02	75,6	2,87	0,64	6,02
Trecho 496	19,90	108,4	4,59	0,50	2,48
Trecho 497	27,39	75,6	4,58	1,02	14,31
Trecho 499	208,02	75,6	0,14	0,03	0,02
Trecho 500	185,78	75,6	0,10	0,02	0,01

Fonte: Autoras, 2025.

3.1.6 Qualidade da Água

Conforme os requisitos estabelecidos para o Sistema de Abastecimento de Água, que define os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e operacionais que devem ser continuamente avaliados para garantir a segurança sanitária do abastecimento, recomenda-se, considerando as características do manancial e a necessidade de assegurar água potável às comunidades rurais, a implantação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) convencional. Essa estrutura deve contemplar as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, além de possíveis correções complementares, como o ajuste de pH, operando conforme os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS nº 888/2021.

Embora a área urbana já disponha de uma ETA, sua utilização para atender a área rural torna-se menos eficiente devido à declividade acentuada do terreno, que exige maior pressão ao longo da adutora, mesmo com a presença de sistema de bombeamento. A distância e as perdas de carga associadas ao relevo elevam os custos operacionais e dificultam a regularidade do abastecimento. Nesse sentido, a implantação de uma ETA próxima ao manancial reduz a necessidade de bombeamento a longas distâncias, diminui custos operacionais e melhora o desempenho do sistema, garantindo maior segurança hídrica à população atendida.

A adoção de um plano de controle operacional permite a identificação precoce de falhas, contribuindo para a prevenção de riscos à saúde pública e para o aprimoramento do desempenho do sistema. O acompanhamento periódico da qualidade da água possibilita ajustes operacionais sempre que necessário, especialmente em períodos de maior variabilidade climática ou redução do volume do manancial.

Adicionalmente, recomenda-se a implementação de ações de educação sanitária junto às comunidades atendidas, orientando a população quanto ao uso adequado da água, à conservação das instalações domiciliares e à importância da manutenção das caixas d'água. Essas medidas contribuem para a preservação da qualidade da água e para a sustentabilidade do sistema a longo prazo.

Por fim, a adoção de práticas alinhadas aos Planos de Segurança da Água, conforme recomenda a Organização Mundial da Saúde, fortalece a gestão do sistema ao considerar riscos desde a captação até o consumo final, ampliando a segurança hídrica, reduzindo vulnerabilidades operacionais e reforçando a confiabilidade do sistema proposto para atendimento das comunidades rurais.

3.2 ORÇAMENTO

A estimativa orçamentária foi elaborada com o objetivo de dimensionar os custos necessários para a implementação do sistema de abastecimento de água proposto. Os valores adotados foram obtidos a partir da base de dados LenhsNet, conforme sistematização apresentada por Gomes (2025), referência voltada ao dimensionamento econômico e à operação de redes de abastecimento de água.

O orçamento contempla itens como a tubulação da adutora, a tubulação da rede de distribuição e as conexões essenciais ao funcionamento do sistema, não incluindo os custos referentes ao reservatório de armazenamento. O investimento total estimado para a implantação é de aproximadamente R\$ 869.454,03, valor que representa uma projeção dos custos básicos, não contemplando despesas relacionadas à execução da obra, mão de obra, encargos indiretos e serviços complementares.

Dessa forma, o valor apresentado possui caráter estimativo e acadêmico, sendo utilizado como subsídio para a análise da viabilidade da proposta de abastecimento de água na região estudada.

4. CONCLUSÕES

Este estudo reitera a relevância de abordagens sustentáveis para assegurar o acesso à água potável em regiões de vulnerabilidade social historicamente marginalizadas pelas políticas públicas. A implantação de uma rede de distribuição conectando as comunidades ao Açude Buiú configurou-se como uma alternativa tecnicamente viável para garantir o abastecimento e otimizar o uso dos recursos hídricos locais, contribuindo para a gestão sustentável da água e para a segurança hídrica da região.

A metodologia adotada evidenciou a importância do planejamento técnico aliado a ferramentas de geoprocessamento e modelagem hidráulica, permitindo a análise do comportamento do sistema, a definição de vazões, pressões e diâmetros adequados, bem como a identificação de trechos críticos que demandaram soluções específicas, como a implantação de sistemas de bombeamento e válvulas. Nesse contexto, o trabalho integra rigor técnico e perspectiva social, conferindo visibilidade às demandas de áreas rurais carentes.

Quanto à viabilidade socioeconômica, destaca-se a necessidade de articulação entre o poder público e a CAGEPA, especialmente no que se refere à ampliação de políticas de tarifa social, fundamentais para garantir a sustentabilidade do sistema e o atendimento às populações em condição socioeconômica desfavorável. Tal iniciativa contribui para o fortalecimento das atividades produtivas locais e para a fixação das famílias no campo.

Embora os resultados técnicos obtidos sejam satisfatórios, a efetiva implementação do sistema depende do engajamento institucional e da disponibilidade de recursos financeiros. Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento de estudos voltados à implantação de sistemas de esgotamento sanitário e à setorização da rede, visando à gestão eficiente das pressões, à redução de perdas e ao aumento da vida útil das tubulações, considerando a topografia acentuada da região.

Dessa forma, o trabalho cumpre os objetivos propostos ao apresentar uma alternativa consistente para o abastecimento de água em comunidades rurais do município de Olho D'Água–PB, configurando-se como subsídio técnico para o planejamento e a tomada de decisão por parte dos gestores públicos, com potencial de contribuir para a melhoria das condições de vida da população rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. *Boletim pluviométrico de janeiro a junho de 2025*. João Pessoa, 2025. Disponível em: <https://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 14 jun. 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12215:2017 – Projeto de adutoras de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218:2017 – *Redes de distribuição de água – Projeto*. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Art. 1º, inciso III. Disponível em: [https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-norma-atualizada-pl.html](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-norma-1988-5-outubro-1988-322142-norma-atualizada-pl.html). Acesso em: 2 jun. 2025.

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, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 11 jun. 2025.

BRASIL. *Ministério da Previdência Social*. Estatísticas dos Regimes Próprios de Previdência Social – RPPS. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia>. Acesso em: 11 jul. 2025.

BRASIL. *Ministério da Saúde*. Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. Aprova o Regulamento Técnico sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de qualidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-888-de-4-de-maio-de-2021-317011872>. Acesso em: 4 jul. 2025.

BRASIL. *Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome*. Relatório de Informações do Programa Bolsa Família. Disponível em: <https://aplicacoes.cidadania.gov.br/ri/pbfcad/relatorio-completo.html>. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. *Ministério do Desenvolvimento Regional*. *Manual de captação e distribuição de água*. Brasília: MDR, 2019.

BRASIL. *Ministério do Desenvolvimento Regional*. *Secretaria Nacional de Segurança Hídrica. Plano Nacional de Recursos Hídricos: 2022–2040*. Brasília: MDR, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 6 jun. 2025.

CAGEPA – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA. Sistema de abastecimento de água no Estado da Paraíba. João Pessoa, [s.d.].

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Características climáticas do Polígono das Secas*. Brasília: CPRM, 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>. Acesso em: 19 jun. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Reconhecimento de solos do município de Olho D'Água–PB: levantamento exploratório – reconhecimentos de solos do*

Estado da Paraíba. Recife: Embrapa Solos/UEP, 1972. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb>. Acesso em: 7 maio 2024.

GOMES, Heber Pimentel. Abastecimento de água. 3. ed. revisada e ampliada. João Pessoa: LENHS/UFPB, 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022: resultados preliminares*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9160-pnad-continua.html>. Acesso em: 4 jun. 2025.

KOPEĆ, M.; KOTOWSKI, A.; WIECZOREK, A. *QWater: an open-source plugin for water supply network modeling in QGIS*. Environmental Engineering, v. 20, p. 45–56, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Reconhecimento do acesso à água potável como direito humano*. Nova York: ONU, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 29 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Água potável gerenciada com segurança*. Genebra: OMS, 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Guia para os planos de segurança da água: gestão dos riscos para a segurança da água potável*. Genebra: OMS, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240071250>. Acesso em: 4 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Manual do plano de segurança hídrica: gestão de riscos passo a passo para fornecedores de água potável*. 2. ed. Genebra: OMS, 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE; FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. *Progresso em água potável, saneamento e higiene domiciliar 2000–2017: foco especial nas desigualdades*. Nova York: UNICEF/OMS, 2019.

PEREIRA, F. H. de A.; FARIAS, M. F. de; VIANNA, P. C. G. *Uso dos recursos hídricos do Açude Jenipapeiro – Olho D'Água*. Revista de Geografia (UFPE), v. 32, n. 3, p. 163–179, 2015. Disponível em: <http://www.ufpe.br/revistageografia>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OLHO D'ÁGUA – PB. Secretaria Municipal de Saúde. Dados dos agentes comunitários de saúde sobre o abastecimento hídrico nas comunidades rurais do entorno do Açude Buiú. Olho d'Água – PB, 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*. Versão 3.40. Open Source Geospatial Foundation, 2023. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 01 fev. 2025.

ROSSMAN, L. A. *EPANET 2.2 User Manual*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/water-research/epanet>. Acesso em: 01 fev. 2025.

SANTOS, J. S. dos et al. *Desenvolvimento rural e políticas públicas de acesso à água no Nordeste: um estudo do Programa Água para Todos em Aracatu - BA*. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 60, 2022. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/journal/5743/574362568003/html/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SANTOS, R. F. et al. Abastecimento de água em comunidades rurais do semiárido brasileiro: limitações e perspectivas. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 523–534, 2021.

SILVA, A. B. et al. *Abastecimento hídrico: um estudo sobre condições e perspectivas em três comunidades rurais localizadas no município de São Rafael/RN*. Repositório UFRSA, Mossoró, RN, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrsa.edu.br/items/a59192f5-8c31-494e-b17b-058abd55496c>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2023*. Disponível em: <https://www.snis.gov.br>. Acesso em: 14 jul. 2025.

TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

WINCKLER, L. T.; PILLON, C. N. *Qualidade da água no meio rural: principais indicadores e procedimento de coleta para análise*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2021. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, 517).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA	
Campus Patos - Código INEP: 25281925	
Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)	
CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None	

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Werllanny Procopio
Tipo do Documento:	Processo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Werllanny Cristianny Pereira Procopio, ALUNO (202026550044) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS**, em 19/02/2026 11:48:29.

Este documento foi armazenado no SUAP em 19/02/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1770154

Código de Autenticação: 250f4b6e49

