

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TAÍS LOBO MARQUES

**SISTEMAS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES
RURAS DE MANAUS-AM: ESTUDOS E PROPOSTAS**

MANAUS – AM

2023

TAÍS LOBO MARQUES

**SISTEMAS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES
RURAS DE MANAUS-AM: ESTUDOS E PROPOSTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas, apresentado como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Esp. Ellen Barbosa de Andrade

MANAUS – AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M357s Marques, Taís Lobo
Sistemas coletivos de abastecimento de água em comunidades rurais de Manaus-Am: estudos e propostas. / Taís Lobo Marques . 2023
103 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ellen Barbosa de Andrade
TCC de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Saneamento rural. 2. Abastecimento de água. 3. Tupé. 4. Amazônia. I. Andrade, Ellen Barbosa de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

TAÍS LOBO MARQUES

SISTEMAS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES
RURAS DE MANAUS-AM: ESTUDOS E PROPOSTAS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
em Engenharia Civil da Universidade Federal do
Amazonas, apresentado como parte dos
requisitos necessários à obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 27 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Esp. Ellen Barbosa de Andrade, Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Prof.^a Me. Annunziata Donadio Chateaubriand, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Me. Erimar Pontes Santiago, Membro
Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua infinita bondade e pela graça dos dons do Espírito Santo concedidos a mim, pois sem Ele eu nada seria.

À minha mãe, Maria Dorotéia Lobo, por seu amor incondicional, por viver esse sonho comigo e ser minha maior incentivadora. E ao meu pai, Vanderlan Souza Marques (*in memoriam*), por ter plantado na infância o sonho de cursar uma Universidade Pública, e por ter acreditado que eu conseguiria.

À Prof^a. Esp. Ellen Barbosa de Andrade, pela grande amizade, inspiração, ensinamentos e ajuda ao longo da graduação.

Ao meu irmão, Lucas Lobo Marques, pelos conselhos, paciência e apoio emocional e acadêmico. E ao meu namorado, Breno Almeida de Souza, que viveu essa jornada comigo com paciência, companheirismo e amor, sempre me incentivando a acreditar no meu potencial.

Às lideranças comunitárias dos distritos-sede das comunidades São João e Julião, e funcionários da SEMMAS, que tornaram possíveis os levantamentos de campo para realização desse trabalho.

A todos meus amigos que tornaram mais leve o processo, em especial, ao Daniel Castro, Carla Alencar, Yasmim Libório, Narliane Santos, Nathália Cristina, Jackeline Barbosa, Yasmin Neves e Gabriel Wendel.

E a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Obrigada!

RESUMO

O acesso ao saneamento básico de qualidade em comunidades rurais é um desafio comum em diversas regiões do Brasil, destacando-se principalmente a prestação de serviços de abastecimento de água, prejudicados por fatores como dispersão geográfica, isolamento, limitações financeiras, ausência de políticas públicas e participação insuficiente de gestores públicos e comunitários. Nesse trabalho aborda-se a realidade dos sistemas coletivos de abastecimento de água em dois distritos sede da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (REDES) do Tupé: São João e Julião, localizados na área rural de Manaus-Am, buscando-se caracterizar e diagnosticar os sistemas coletivos e seus usuários e apresentar propostas de melhorias que possam contribuir para a gestão dessas infraestruturas físicas. Foram realizadas viagens fluviais à essas comunidades para levantamentos de dados e interação com os líderes comunitários. Tal processo participativo resultou na caracterização e diagnóstico de dois sistemas coletivos principais, denominados sistema São João 2 e sistema Julião 1, para os quais foram estudadas e elaboradas propostas de melhorias de gestão e de infraestrutura de abastecimento de água para essas populações.

Palavras-chave: Saneamento rural; Abastecimento de água; Tupé; Amazônia.

ABSTRACT

Access to quality basic sanitation in rural communities is a common challenge in various regions of Brazil, particularly regarding water supply services. Factors such as geographic dispersion, isolation, financial limitations, absence of public policies, and insufficient involvement of public and community managers hinder the provision of water services. This study addresses the reality of collective water supply systems in two district headquarters of the Tupé Sustainable Development Reserve (REDES): São João and Julião, located in the rural area of Manaus, Amazonas. The aim is to characterize and diagnose the collective systems and their users, as well as to propose improvements that can contribute to the management of these physical infrastructures. River trips were made to these communities for data collection and interaction with community leaders. This participatory process resulted in the characterization and diagnosis of two main collective systems, referred to as São João 2 and Julião 1 systems, for which management and water supply infrastructure improvement proposals were studied and developed for these populations.

Keywords: Rural sanitation; Water supply; Tupé; Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes do saneamento básico	15
Figura 2 – Atribuições do Ministério de Desenvolvimento Regional.....	16
Figura 3 – Esquema da hierarquia do saneamento rural no Brasil.....	17
Figura 4 – Eixos estratégicos do PNSR	19
Figura 5 – Classificação quanto ao funcionamento dos sistemas de abastecimento de água	22
Figura 6 – Unidades do sistema completo de abastecimento de água.	23
Figura 7 – Formas de captação de água para sistemas de abastecimento	24
Figura 8 – Tipos de poços tubulares.	25
Figura 9 – Tipos de adutoras para sistemas de abastecimento de água	29
Figura 10 – Reservatório de montante em sistemas de abastecimento de água	30
Figura 11 – Reservatório de jusante em sistemas de abastecimento de água	30
Figura 12 – Reservatório intermediário em sistemas de abastecimento de água	31
Figura 13 – Classificação dos reservatórios quanto a localização	32
Figura 14 – Tipos de rede de distribuição ramificada.....	33
Figura 15 – Tipos de rede de distribuição malhada.....	34
Figura 16 – Comunidades da REDES do Tupé, na área rural de Manaus-Am.	35
Figura 17 – Ocupação do distrito sede da comunidade São João, em 2018.	36
Figura 18 – Ocupação do distrito sede da comunidade Julião	37
Figura 19 – Viagens fluviais na embarcação da SEMMAS, em 2023.	40
Figura 20 – Levantamentos de campo no distrito sede da comunidade São João, em 2023.	42
Figura 21 – Levantamento de campo no distrito sede da comunidade Julião, 2023.	43
Figura 22 – Localização dos sistemas coletivos de água Julião 1 e Julião 2, em 2023.	46
Figura 23 - Cronologia do acesso a água no distrito sede da comunidade Julião	46
Figura 24 – Sistema coletivo de abastecimento de água Julião 2, em 2023.....	48
Figura 25 – Localização dos sistemas de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João.....	49
Figura 26 – Cronologia do acesso a água no distrito sede da comunidade São João	50

Figura 27 – Esquema geral e em perfil do primeiro sistema coletivo de abastecimento de água construído pelos moradores do distrito sede da comunidade São João, em 2016.	51
Figura 28 - Reservatório do sistema coletivo de abastecimento de água São João 1, em 2018 (a) e em 2023 (b).....	53
Figura 29 - Inauguração do sistema São João 2, em 2019.	54
Figura 30 - Esquema geral e em perfil do sistema de abastecimento do distrito sede da comunidade Julião, 2023.....	56
Figura 31 – Captação do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1 e respectivo abrigo, em 2023	57
Figura 32 - Conjuntos motor bomba danificados após o uso no sistema Julião 1	57
Figura 33 – Adução e reservação do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, em 2023	59
Figura 34 – Sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1 (<i>as built</i>), em 2023	60
Figura 35 – Tubulações e registros expostos, da rede de distribuição do sistema Julião 1.	60
Figura 36 – Pagantes da taxa de manutenção do sistema coletivo de abastecimento do distrito sede da comunidade São João, em 2023.....	61
Figura 37 – Sistema São João 2 em fase construtiva, em abril de 2019.....	63
Figura 38 – Projeto original do sistema coletivo São João 2, com poço, reservatório e bica.....	63
Figura 39 - Esquema geral e em perfil do sistema de abastecimento do distrito sede da comunidade São João, 2023.....	64
Figura 40 – Vistas, externa e interna, do abrigo do poço para captação e início da adução do sistema coletivo de abastecimento de água São João 2, em 2023	65
Figura 41 – Conjunto motor bomba do sistema de abastecimento São João 2	66
Figura 42 - Adução e reservação do sistema coletivo de abastecimento de água São João 2, em 2023.....	66
Figura 43 – Sistema coletivo de abastecimento de água São João 1 e 2 (<i>as built</i>), em 2023	67
Figura 44 – Ligação do sistema São João 1 ao Sistema São João 2	68
Figura 45 – Tubulação da rede de distribuição exposta	69

Figura 46 – Pagantes da taxa de manutenção do sistema coletivo de abastecimento do distrito sede da comunidade São João, em 2023.....70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Bombas hidrodinâmicas e hidrostáticas	27
Quadro 2 – Ocupação do distrito sede da comunidade São João, em 2006 e 2018.	36
Quadro 3 – Ocupação do distrito sede da comunidade Julião, em 2006 e 2023	55
Quadro 4 – Informações sobre os conjuntos motor bomba do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, de 2014 a 2023.....	58
Quadro 5 - Horários de abastecimento d'água no distrito sede da comunidade Julião	61
Quadro 6 – Ocupação do distrito sede da comunidade São João, em 2018 e 2023.	62
Quadro 7 – Análise dos sistemas estudados, em relação a princípios fundamentais	71
Quadro 8 – Proposta para os sistemas estudados, em relação a princípios fundamentais.....	71
Quadro 9 – Análise da titularidade e do controle social dos sistemas estudados	72
Quadro 10 – Propostas quanto a titularidade e o controle social dos sistemas estudados.....	73
Quadro 11 – Análise quanto a distribuição contínua e o controle de potabilidade da água dos sistemas estudados	75
Quadro 12 – Propostas para continuidade no abastecimento e controle da potabilidade de água nos sistemas estudados	75
Quadro 13 – Análise da captação por poço tubular profundo e da necessidade de relatórios técnicos construtivos dos sistemas estudados	77
Quadro 14 – Propostas para o poço tubular profundo e para os relatórios técnicos dos sistemas estudados.....	77
Quadro 15 – Análise sobre aspectos legais referentes ao uso da água subterrânea nos sistemas estudados.....	78
Quadro 16 – Proposta acerca de aspectos legais referentes ao uso da água subterrânea nos sistemas estudados.....	79
Quadro 17 – Análise dos reservatórios dos sistemas estudados	80
Quadro 18 – Propostas para os reservatórios dos sistemas estudados	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 SANEAMENTO BÁSICO RURAL	15
3 SISTEMAS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	22
4 RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TUPÉ	35
5 MATERIAIS E MÉTODOS	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1 Breve histórico do abastecimento de água no distrito sede da comunidade Julião	45
6.2 Breve histórico do abastecimento de água no distrito sede da comunidade São João	48
6.3 Sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1	55
6.3.1 Caracterização dos usuários.....	55
6.3.2 Caracterização do sistema coletivo de abastecimento de água.....	55
6.4 Sistema coletivo de abastecimento de água São João 2	62
6.4.1 Caracterização dos usuários.....	62
6.4.2 Caracterização do sistema coletivo de abastecimento de água.....	63
6.5 Sistemas Julião 1 e São João 2: análise e propostas	70
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICES	88
APÊNDICE A – Localização dos sistemas coletivos de abastecimento de água do distrito sede da comunidade Julião	89
APÊNDICE B – Localização dos sistemas coletivos de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João	90
APÊNDICE C – Esquema geral do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade Julião	91
APÊNDICE D – Esquema em perfil do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade Julião	92
APÊNDICE E – Planta (<i>as built</i>) do sistema Julião 1	93
APÊNDICE F – Corte (<i>as built</i>) do sistema Julião 1.....	94
APÊNDICE G – Esquema geral do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João	95

APÊNDICE H – Esquema em perfil do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João	96
APÊNDICE I – Implantação geral (<i>as built</i>) dos sistemas São João 1 e 2.....	97
ANEXOS	98
ANEXO A – Distrito sede da comunidade São João, em 2006.....	99
ANEXO B – Distrito sede da comunidade São João, em 2018.....	100
ANEXO C – Sistema de abastecimento de água São João (HS 01/03), 2017.....	101
ANEXO D – Sistema de abastecimento de água São João (HS 02/03), 2017.....	102
ANEXO E – Sistema de abastecimento de água São João (HS 03/03), 2017.....	103

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS), define que “saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social” (BRASIL, 2019a, p.16).

Saneamento básico é definido como um conjunto de medidas capazes de preservar ou modificar as condições do meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida, promoção da saúde e o desenvolvimento da atividade econômica, conforme ensinam o Instituto Trata Brasil (2012) e a Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2021).

A Organização das Nações Unidas (2010), estabeleceu em Assembleia Geral que o acesso à “água limpa e segura e o saneamento é um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos”. No entanto, “4,2 bilhões de pessoas no mundo não tem acesso a esse serviço”, razão pela qual foi adotado e inserido o 6º objetivo de desenvolvimento sustentável no Brasil, com o intuito de “garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos” na Agenda 2030 (BRASIL, 2020b).

A Lei Federal nº 14.026 (BRASIL, 2020a), estabelece que os serviços de saneamento básico devem ser prestados de acordo com princípios fundamentais, incluindo acesso universal, provisão integral e disponibilidade adequada de serviços de saúde pública, conservação dos recursos naturais e proteção ambiental.

No entanto, no Plano Nacional de Saneamento Rural (BRASIL, 2019a) é evidenciado que a população rural sofre com a falta de serviços adequados e carece de soluções apropriadas de saneamento básico e isto se deve a diversos fatores político-sociais e físicos como a dispersão geográfica, isolamento, limitações financeiras, ausência de políticas públicas e participação insuficiente. Esse plano enfatiza a necessidade de promover a saúde humana e a qualidade da água e do solo, e para isso, estabelece que as medidas estruturantes aplicadas ao saneamento rural devem ser concebidas de acordo com as singularidades sociais, econômicas e territoriais de cada população e em articulação com elas.

Na área rural de Manaus, capital do Amazonas, Brasil, está localizada a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (REDES do Tupé), definida por Chateaubriand *et al.* (2009) como unidade de conservação ambiental, que abriga seis comunidades, subdivididas em 18 (dezoito) distritos, sob gestão da Prefeitura de

Manaus, mais especificamente da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS).

Nos estudos de Chateaubriand *et al.* (2009) foi identificado que a população da REDES do Tupé, enfrentava carências e deficiências básicas em diversas áreas, destacando-se a precariedade do saneamento básico, posto que a maioria das habitações daquela reserva não possuíam instalações hidrossanitárias, resultando principalmente em dejetos dispostos diretamente no solo e nas águas locais, potencializando assim a disseminação de doenças.

Pelo exposto, e considerando alguns estudos e iniciativas realizadas na REDES do Tupé até 2022, nos quais buscava-se alcançar melhorias no cenário de serviços de saneamento básico daquela reserva, foi elaborado o presente trabalho, desenvolvido de março a junho de 2023, objetivando contribuir para a gestão de sistemas coletivos de abastecimento de água em comunidades rurais de Manaus-Am, buscando realizar especificamente:

- a) a caracterização e o diagnóstico dos sistemas coletivos de abastecimento de água em duas comunidades da REDES do Tupé;
- b) a caracterização dos usuários desses sistemas coletivos;
- c) o desenvolvimento de propostas de melhorias para esses sistemas coletivos.

2 SANEAMENTO BÁSICO RURAL

Saneamento básico é o “conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem” (BRASIL, 2020a) e tais serviços (Figura 1) devem ser fornecidos de acordo com princípios fundamentais, destacando-se:

- I - universalização de acesso e efetiva prestação de serviços;
- II - a integralidade, propiciando acesso aos serviços de saneamento à população conforme suas necessidades;
- III - os serviços de saneamento devem ser disponibilizados de forma adequada para a saúde pública, a conservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente;
- [...]
- VIII - o estímulo à pesquisa, desenvolvimento e utilização de tecnologias apropriadas, devem ser aplicadas conforme capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas, ganho de eficiência e redução dos custos que melhorem a qualidade do serviço prestado;
- [...] (BRASIL, 2020a, p. 6).

Figura 1 – Componentes do saneamento básico



Abastecimento de água

- constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;



Esgotamento Sanitário

- constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;



Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

- constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;



Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas

- constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

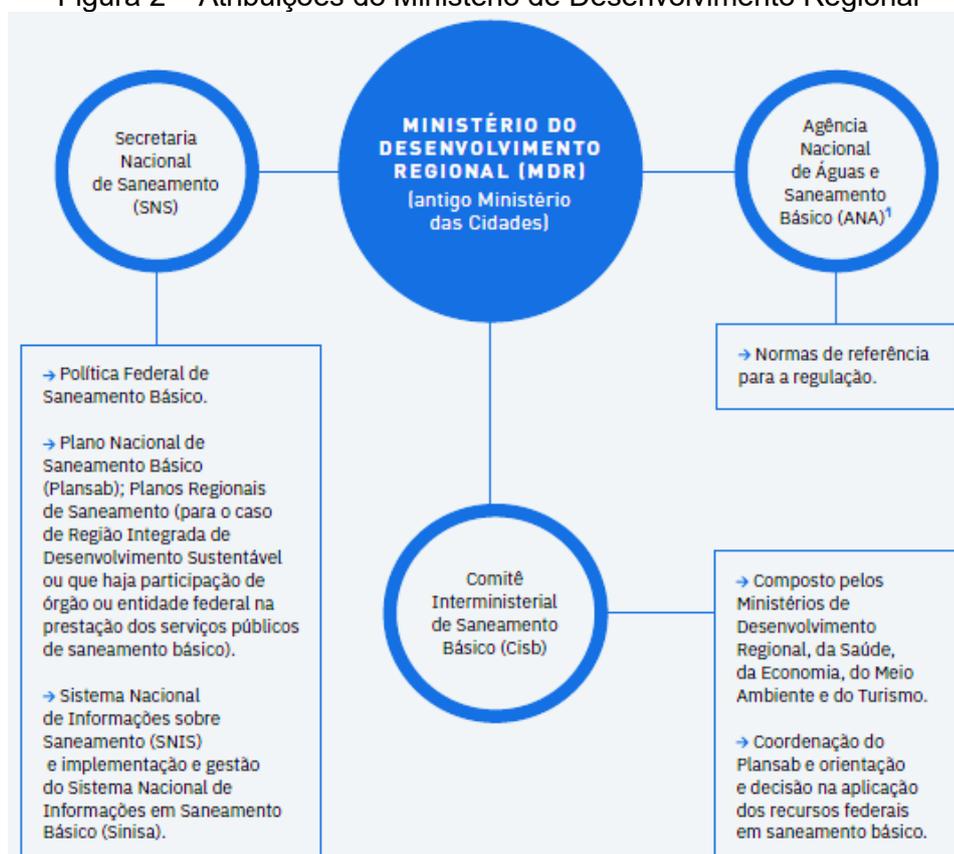
Fonte: Adaptado de Brasil, 2020a, p. 7.

Em recente atualização do marco legal do saneamento básico (BRASIL, 2020a) foi estabelecido que devem ser garantidos meios adequados para atendimento da população rural, considerando soluções de saneamento básico compatíveis com suas características socioeconômicas.

O novo marco legal do saneamento básico é o principal norteador nacional para diretrizes do saneamento básico, atualizou a Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, antiga lei federal de saneamento e atribui à Agência Nacional de Águas (ANA) a “competência para instituir normas de referência para regulação dos serviços públicos de saneamento básico” (BRASIL, 2020a, p. 1).

Integra a política nacional de saneamento básico, o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) responsável por desenvolver “políticas públicas de infraestrutura urbana e de promoção do desenvolvimento regional e produtivo”, administrando “programas, recursos e financiamentos” em diversas vertentes (BRASIL, 2023?). Esse Ministério coordena e regulamenta o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SINISA), o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (CISB) e a ANA (BRASIL, 2020a; POLLINI *et al.*, 2021), conforme Figura 2.

Figura 2 – Atribuições do Ministério de Desenvolvimento Regional



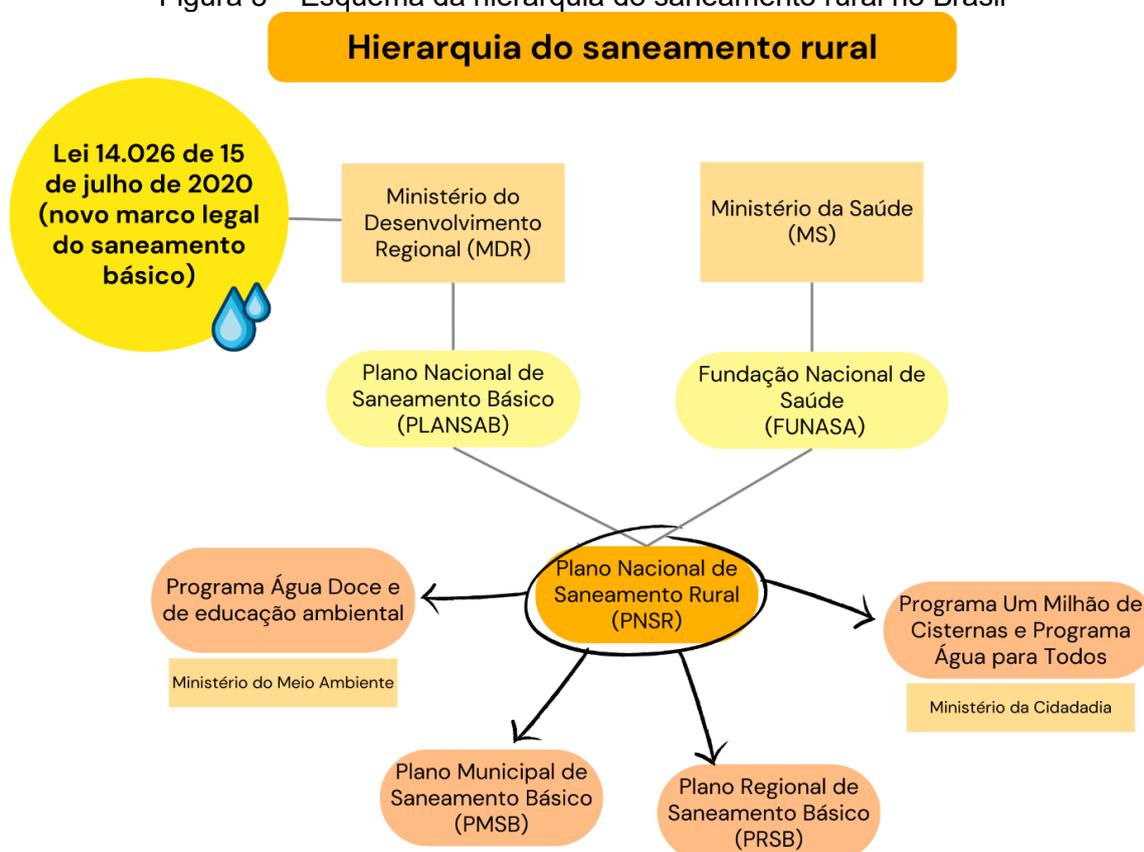
Fonte: Instituto Água e Saneamento, 2021, p. 17.

O PLANSAB, é o modelador de “programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas da política federal de saneamento básico”, este plano contém ações para atender as áreas rurais com programas específicos (BRASIL, 2020a, p. 21).

Dessa forma, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), por meio Ministério da Saúde, coordena o Plano Nacional de Saneamento Rural (PNSR) “concebido a luz dos princípios fundamentais, diretrizes e estratégias do Plansab”, objetivando reavaliar conceitos e metodologias desse plano para adaptar às peculiaridades do saneamento rural de modo que alcance objetivos comuns do Plansab (BRASIL, 2019b, p. 214).

Na Figura 3, está representada a hierarquia do saneamento rural, e mostra que além do MDR e do Ministério da Saúde, atuam diretamente no PNSR o Ministério do Meio Ambiente com “ações do Programa Água Doce e de educação ambiental”, e o Ministério da Cidadania com o “Programa Um Milhão de Cisternas e Programa Água para Todos”, e a nível estadual e municipal o “Programa contará com participação, tanto da representação dos órgãos federais nos estados, como de Secretarias Estaduais, Municipais e seus órgãos vinculados” (BRASIL, 2019b, p. 219).

Figura 3 – Esquema da hierarquia do saneamento rural no Brasil



Fonte: Adaptado de Brasil, 2020a; Brasil, 2019b.

No Brasil, no Plano Nacional de Saneamento Rural (PNSR) foi registrado que:

As populações das áreas rurais e dos pequenos municípios permanecem, e permanecem, à margem do Estado brasileiro, carecendo de ações e serviços públicos em todas as áreas fundamentais para o desenvolvimento humano: saúde, alimentação, educação, segurança, transporte público, energia, meio ambiente, assistência técnica e extensão rural, e evidentemente, o saneamento básico (BRASIL, 2019a, p. 31).

Esse mesmo plano complementa que “as soluções de saneamento são essenciais para a promoção da saúde humana e para a qualidade das águas e dos solos” (BRASIL, 2019a, p. 31), trazendo também condicionantes que potencializam a falta de serviços adequados às populações rurais, a saber:

dispersão geográfica; isolamento político e geográfico das localidades e seu distanciamento das sedes municipais; localização em área de difícil acesso, seja por via terrestre ou fluvial; limitação financeira ou de pessoal, por parte dos municípios, o que dificulta a execução dos serviços voltados para o saneamento; ausência de estratégias que incentivem a participação social e o empoderamento dessas populações; inexistência ou insuficiência de políticas públicas de saneamento rural, nas esferas municipais, estaduais ou federal. (BRASIL, 2019a, p. 32).

No entanto, tais dificuldades não podem justificar a pouca ou nenhuma ação do poder público, cujas iniciativas ainda estão distantes da “resolutividade que se espera para o rural, no que se refere à garantia universal de direitos”, considerando-se ainda que não são seguidas as macrodiretrizes e estratégias do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) que indicam a universalização do saneamento em territórios rurais, observando as especificidades dos territórios, dos povos e comunidades tradicionais, de modo a contribuir para o fomento do desenvolvimento rural (BRASIL, 2019a, p. 34).

Garrido *et al.* (2016) complementam afirmando que,

“para os gestores de recursos hídricos e saneamento, assim como para os formuladores de políticas públicas, garantir o abastecimento de água e serviços de saneamento básico de qualidade no meio rural é um desafio recorrente. Para milhões de famílias brasileiras que vivem nas zonas rurais, ter água encanada e serviços de esgotamento sanitário em casa é uma realidade distante” (GARRIDO *et al.*, 2016, p. 9).

Camargo (2022) aponta também que é um grande desafio a questão do acesso à água tratada pelas comunidades rurais e isoladas do Brasil, afirmando ainda que é urgente a implementação de políticas públicas que auxiliem no desenvolvimento de programas que permitam a ampliação do saneamento básico nessas localidades.

O PNSR (BRASIL, 2019a, p. 47) alerta que para garantir o direito humano “à alimentação adequada, à segurança alimentar e nutricional”, além de garantir o acesso à água, é essencial que a quantidade de água disponível seja suficiente para atender às necessidades de seus usuários e que sua qualidade seja mantida de acordo com o padrão de potabilidade brasileiro, evitando riscos à saúde humana, portanto, o mencionado plano aponta como crucial considerar a “relação entre as práticas produtivas e a saúde ambiental” ao avaliar a qualidade da água, como também considera importante preservar os recursos hídricos, especialmente os mananciais usados para abastecimento de água.

O PNSR indica também que (Figura 4):

As medidas estruturantes do Plansab aplicadas ao rural, bem como as estruturais, devem ser concebidas, portanto, à luz das singularidades étnico-culturais, sociais, econômicas e territoriais de cada uma dessas populações e em conjunto com elas. Entre essas medidas estão os mecanismos de gestão, educação, participação e controle social. (BRASIL, 2019a, p. 35).

Figura 4 – Eixos estratégicos do PNSR



Fonte: Adaptado de Brasil, 2019b, p. 216

Nesse sentido, consideram-se medidas estruturais aquelas que correspondem aos “tradicionais investimentos em obras, com intervenções físicas relevantes nos territórios, para a conformação das infraestruturas físicas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas” (BRASIL, 2019a, p. 35), as quais são evidentemente necessárias para suprir

o déficit de cobertura pelos serviços e a proteção da população quanto aos riscos epidemiológicos, sanitários, patrimoniais e ambientais.

Por outro lado, medidas estruturantes são entendidas como aquelas que:

“fornecem suporte político e gerencial para a sustentabilidade da prestação dos serviços, correspondendo a ações de aperfeiçoamento da gestão (qualificação para o exercício da participação e do controle social, educação popular e permanente em saneamento, desenvolvimento tecnológico e científico) e de melhoria da infraestrutura física” (BRASIL, 2019a, p. 35).

A titularidade dos serviços públicos de saneamento básico compete aos municípios e ao Distrito Federal, no caso de interesse local (BRASIL, 2020a, p. 10) e será exercida

pelo Estado, em conjunto com os Municípios que compartilham efetivamente instalações operacionais integrantes de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, instituídas por lei complementar estadual, no caso de interesse comum (BRASIL, 2020a, p. 10).

Poderá ser concedida também a titularidade por gestão associada (Brasil, 2020a, p. 10), por meio de “consórcio público ou convênio de cooperação”, no qual o titular é responsável por “definir a entidade responsável pela regulação e fiscalização desses serviços”, além de

elaborar os planos de saneamento básico, nos termos desta Lei, bem como estabelecer metas e indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados, a serem obrigatoriamente observados na execução dos serviços prestados de forma direta ou por concessão (BRASIL, 2020a, p. 10)

Compete também ao titular dos serviços públicos de abastecimento determinar os mecanismos e procedimentos de controle social, que poderá “incluir a participação de órgãos colegiados de caráter consultivo, nacional, estaduais, distrital e municipais, em especial o Conselho Nacional de Recursos Hídricos” (BRASIL, 2020a, p. 19), garantido a representação:

- I - dos titulares dos serviços;
- II - de órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento básico;
- III - dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico;
- IV - dos usuários de serviços de saneamento básico;
- V - de entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionadas ao setor de saneamento básico. BRASIL, 2020a, p. 19)

No plano municipal de saneamento básico do município de Manaus, a área rural é citada apenas no item que aborda aspectos demográficos, mais especificamente nos subitens sobre evolução populacional, taxa de crescimento

populacional e situação habitacional. Portanto as comunidades da área rural de Manaus não são mencionadas no diagnóstico e nos itens subsequentes desse plano, os quais tratam exclusivamente de ações planejadas para área urbana desse município (MANAUS, 2014).

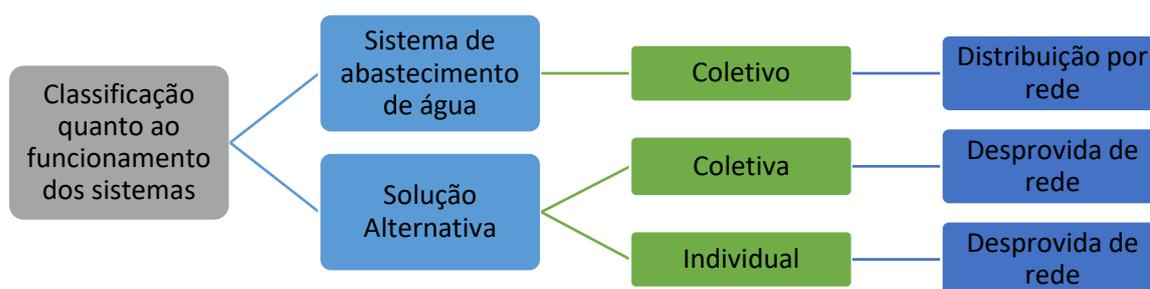
A agência reguladora dos serviços públicos delegados do município de Manaus – AGEMAN, exerce o “poder regulatório, normatizador, controlador e fiscalizador dos serviços públicos prestados no âmbito do município de Manaus” (MANAUS, 2023a), dos quais os serviços de abastecimentos de água e esgotamento sanitário são oferecidos por concessão entre o município e a concessionária Águas de Manaus (MANAUS, 2023b).

3 SISTEMAS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na legislação brasileira, foi estabelecido que o abastecimento de água potável é “constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição” (BRASIL, 2020a, p. 7).

O sistema de abastecimento de água para consumo humano pode ser definido também como “conjunto de infraestruturas, obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinados à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição” (BRASIL, 2019c, p. 56), podendo ser classificado também como solução alternativa – coletiva ou individual, conforme o respectivo funcionamento (Figura 5).

Figura 5 – Classificação quanto ao funcionamento dos sistemas de abastecimento de água



Fonte: Adaptado de Brasil, 2019c.

Destaca-se que, dentre as soluções alternativas:

- a) a solução coletiva atende a um conjunto de edificações e “destina-se a fornecer água potável, a partir de captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição” (Brasil, 2019c, p. 56); e,
- b) a solução individual busca “atender a domicílios residenciais com uma única família” (Brasil, 2019c, p. 56).

Para centros urbanizados, a “solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema de abastecimento de água”, por possibilitar o controle eficaz dos mananciais e da qualidade da água, no entanto, as soluções alternativas, coletivas e individuais, podem ser consideradas para áreas periféricas, enquanto não são implantadas soluções definitivas (Brasil, 2019c, p. 56).

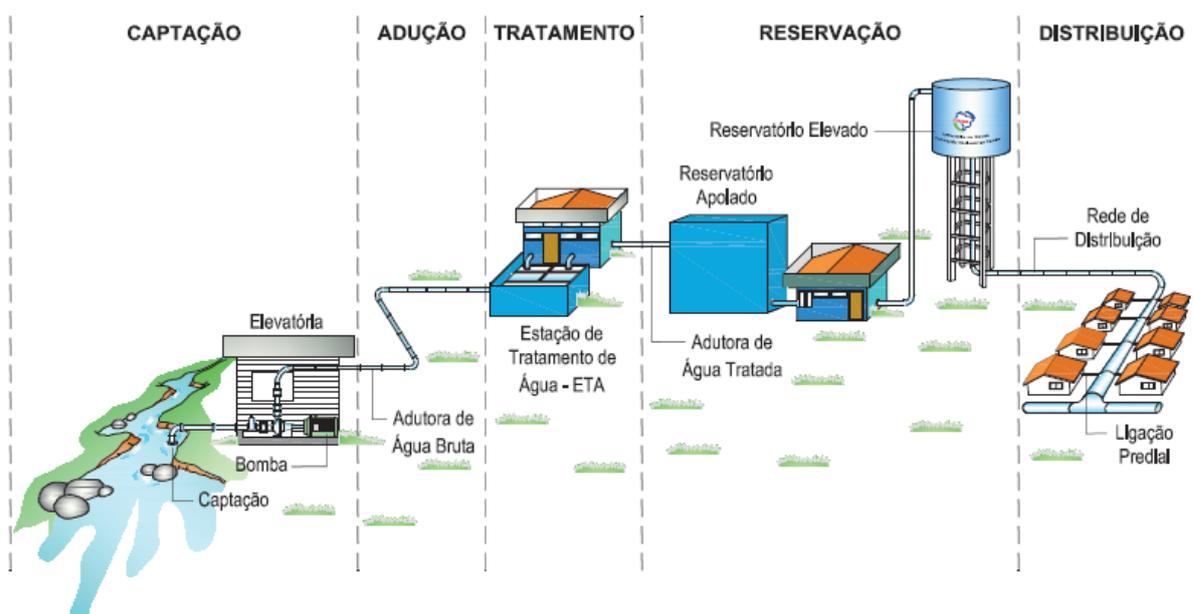
O abastecimento de água potável, segundo o PLANSAB (BRASIL, 2019b, p. 35) pode ser feito por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, sem intermitências, no entanto, o mencionado plano registra que,

na realidade, o atendimento é precário, seja por rede ou poço, observando-se a ocorrência das seguintes características:

- a) domicílios sem instalações de água no interior da edificação;
- b) distribuição intermitente e fora dos padrões de potabilidade;
- c) uso de cisterna para armazenamento de água de chuva, distribuindo e fornecendo água sem segurança sanitária.

A Figura 6 apresenta as unidades que constituem o sistema de abastecimento de água completo – “captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial” (BRASIL, 2019c, p. 56).

Figura 6 – Unidades do sistema completo de abastecimento de água.



Fonte: Brasil, 2019c, p. 56.

Os mananciais superficiais e subterrâneos são “reservas hídricas ou fontes utilizadas para abastecimento de água”, considerando-se superficiais, as águas que “escoam e acumulam-se na superfície da Terra”, e subterrâneos, os situados “abaixo da superfície terrestre, compreendo os (lençóis) freáticos e profundos” (BRASIL, 2019c, p. 66).

Recomenda-se avaliar aspectos quantitativos e qualitativos das águas para escolha dos mananciais para abastecimento (BRASIL, 2019c), especialmente quanto aos seguintes requisitos:

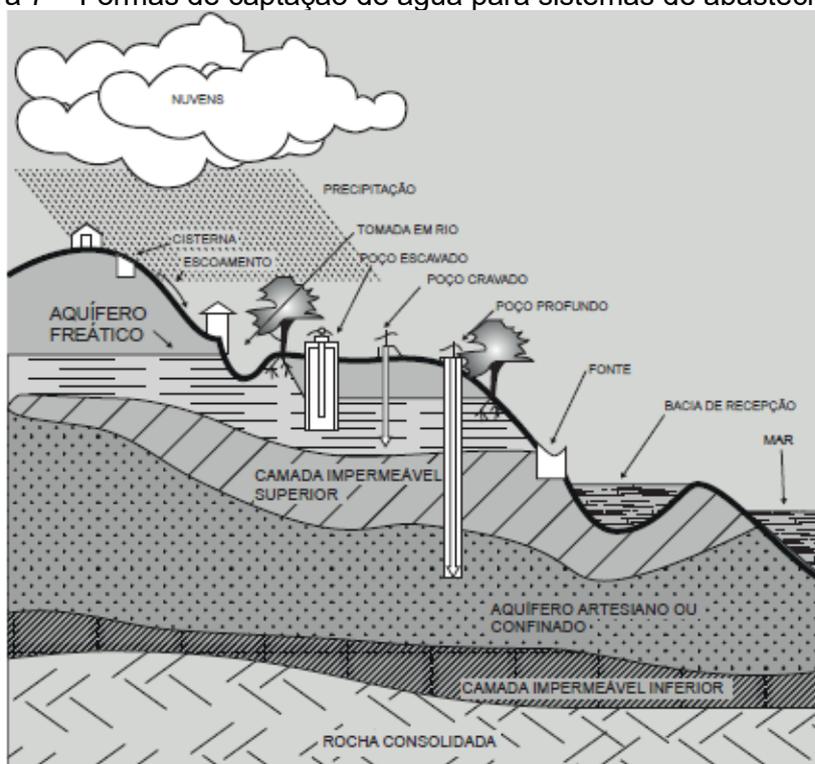
- a) medir a vazão mínima do manancial, de modo a garantir o abastecimento dos usuários pelo tempo para o qual um determinado sistema de abastecimento foi projetado; e,

- b) analisar as condições sanitárias do manancial, verificando se necessitam de tratamento simplificado (filtração e desinfecção, comum para mananciais protegidos) ou de tratamento convencional (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção).

Nesse sentido, devem-se promover “ações de proteção, preservação e recuperação da qualidade de água de mananciais superficiais e subterrâneos”, por meio da conservação do solo, controlando assim a “poluição pontual e difusa”, como também devem-se garantir os padrões de potabilidade da água reservada em sistemas de abastecimento (BRASIL, 2019a, p. 140).

A captação é definida como “conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para retirada de água destinada ao abastecimento coletivo ou individual”, podendo ser dividida conforme a origem da fonte de água, nas seguintes formas de captação (Figura 7): “superfície de coleta, caixa de tomada, galeria filtrante, poço escavado, poço tubular profundo e tomada direta” (BRASIL, 2019c, p. 71).

Figura 7 – Formas de captação de água para sistemas de abastecimento



Fonte: Brasil, 2019c, p. 72.

A captação superficial, principalmente em rios, é deixada como opção secundária, tendo em vista a melhor qualidade da água subterrânea, de nascentes ou da chuva, que levam a população a dispensar o tratamento ou a utilizar apenas métodos simplificados, como a desinfecção. O uso de múltiplas fontes de captação é comum pela

insuficiência ou baixa qualidade da água, esta última, de forma contínua, bastante frequente nos domicílios das macrorregiões Norte e Nordeste [...] (BRASIL, 2019a, p.72).

Na Amazônia, predomina o abastecimento de água captada de poço ou nascente existente na propriedade, captação essa justificada por proporcionar melhor qualidade da água (BRASIL, 2019a).

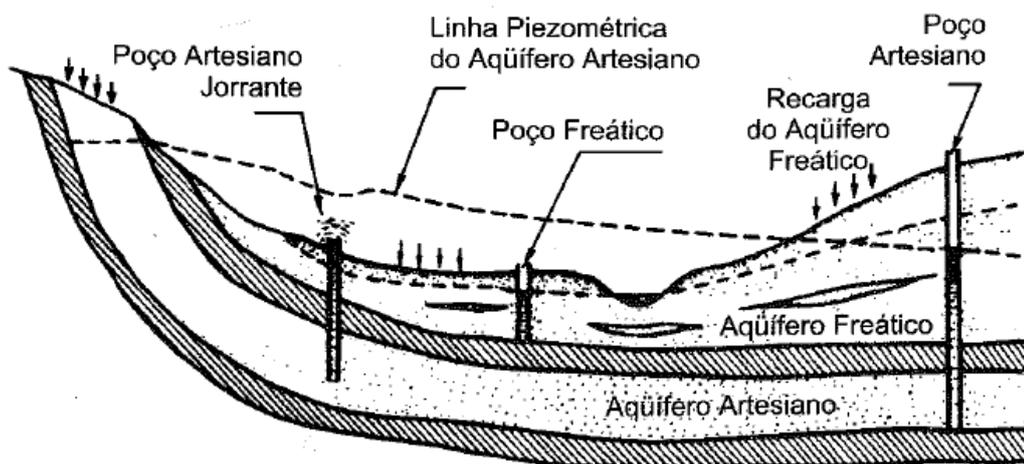
Os poços tubulares profundos são utilizados para captação de águas subterrâneas com profundidade entre 20 metros e 4.500 metros, com diâmetros que variam de 4” a 36”, executado com equipamentos próprios como perfuratrizes, e “revestidos com tubos e filtros metálicos ou de plástico” (BRASIL, 2019c, p. 83), podendo ser classificados de três tipos (Figura 8), a saber:

Poços tubulares freáticos – são construídos em aquíferos livres ou freáticos. O nível da água parada nesses poços (nível estático) coincide com o nível freático regional.

Poços artesianos – são poços construídos em aquíferos confinados ou semiconfinados, nos quais a superfície potenciométrica eleva-se acima do topo da camada aquífera. O nível estático desses poços é superior ao nível freático regional.

Poços artesianos jorrantes – é um caso particular do poço artesiano, no qual a superfície potenciométrica eleva-se acima da superfície do terreno, ficando, assim, o nível estático acima da boca do poço, provocando o jorro, ou seja, o derramamento espontâneo de água (BRASIL, 2019c, p. 83, grifo nosso).

Figura 8 – Tipos de poços tubulares.



Fonte: Tsutiya, 2006, p. 27.

A quantidade de água disponível no poço tubular depende da geologia da região, por isso há necessidade de realizar um estudo hidrogeológico com tecnologias apropriadas, para determinar a “capacidade de armazenamento e circulação da água no aquífero” (BRASIL, 2019c, p. 83).

Para locação dos poços devem ser realizados alguns procedimentos (BRASIL, 2019c, p.79) que podem auxiliar na escolha do local, tais como:

- a) verificar a existência de “poços escavados na área, sua profundidade, quantidade e características da água fornecida”;
- b) investigar os níveis da água em épocas de seca e de chuva, se houver possibilidade de sondagem na área;
- c) localizar “possíveis focos de contaminação” para que a construção do poço seja realizada em nível mais alto;
- d) evitar locais passíveis de inundações; e,
- e) “respeitar a distância mínima de 15 metros entre o poço e a fossa do tipo seca, desde que seja construída dentro dos padrões técnicos, e de 100 metros para os demais focos de contaminação [...]” (BRASIL, 2019c, p.79).

Tratando-se da “outorga do direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas” (AMAZONAS, 2016a, p. 1), tem-se que “poços tubulares a serem construídos em unidades de conservação, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes, deverão ter a anuência do órgão gestor da unidade de conservação” (AMAZONAS, 2016a, p. 13).

Para obter a outorga de uso da água subterrânea é obrigatória a apresentação, ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), dos seguintes itens (AMAZONAS, 2016a):

- a) o licenciamento ambiental;
- b) os testes de bombeamento – escalonado e de vazão constante, e respectivas planilhas de testes;
- c) apresentação de relatório técnico e fotográfico;
- d) laudos físico-químicos, químicos e bacteriológicos da água; e ,
- e) ART dos profissionais responsáveis,

Pequenos núcleos habitacionais rurais com “limites máximos de aglomerações de até 51 domicílios ou 400 habitantes”, estão isentos de outorga, desde que as “extrações de águas subterrâneas, derivações, captações de águas superficiais, bem como os lançamentos de efluentes em corpos d’água sejam iguais ou inferiores aos volumes” de até 5m³/dia, por domicílio, dentre outras condições especificadas pelo IPAAM (AMAZONAS, 2016b, p. 2).

Quando atendidos os requisitos de dispensa da outorga, os usuários devem requerê-la ao IPAAM, por meio do “Requerimento de Dispensa de Outorga de

Recursos Hídricos”, no entanto, ainda que concedida a dispensa de outorga, deverá ser procedido o correspondente “licenciamento ambiental e demais autorizações exigidas pela legislação, ficando o usuário sujeito a posterior fiscalização” (AMAZONAS, 2016b, p. 4).

As estações elevatórias são instalações que podem ser utilizadas para auxiliar no recalque de “água de mananciais de superfície ou poços rasos e profundos”, e podem ser compostas por obras civis do “poço de sucção e a casa de bomba; equipamentos eletromecânicos, como motor, bomba, quadro elétrico; e, por tubulações de sucção e recalque, além de equipamentos acessórios e conexões do edutor e do barrilete” (BRASIL, 2019c, p.122).

As bombas hidráulicas classificam-se em dois grupos (BRASIL, 2019c), conforme apresentado na Quadro 1.

Quadro 1 – Bombas hidrodinâmicas e hidrostáticas

BOMBAS HIDRODINÂMICAS OU CINÉTICAS	CENTRÍFUGAS		fluxo radial
			fluxo misto
			fluxo axial
	PERIFÉRICAS		estágio único
			estágios múltiplos
	ESPECIAIS		ejetor
			ar comprimido
			carneiro hidráulico
	BOMBAS HIDROSTÁTICAS OU VOLUMÉTRICAS	ALTERNATIVAS	
êmbolo			
diafragma			
ROTATIVAS		ROTOR SIMPLES	palheta
			pistão
			elemento flexível
			parafuso
		ROTOR MÚLTIPLO	engrenagem
			rotor lobular
			pistão oscilatório
		parafuso	

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2019c, p. 122.

A principal diferença entre as bombas hidrodinâmicas e hidrostáticas está no uso da velocidade, uma vez que a hidrodinâmica fornece “energia à água sob forma

de energia de velocidade, que é convertida no seu interior por energia de pressão” auxiliando na elevação da água em níveis maiores. Já nas bombas hidrostáticas há movimentação e pressão do fluido sem aumento significativo da velocidade, uma vez que água é apenas aspirada e recalçada (BRASIL, 2019c, p. 122).

Para seleção do conjunto motor bomba, devem-se considerar alguns fatores (BRASIL, 2019c), destacando-se:

- a) Faixa de operação – curvas características do sistema e das bombas, vazão, níveis de água e características das tubulações, entre outros.
- [...]
- b) Características da água a ser recalçada. As características físico-químicas da água, como pH, temperatura, sólidos totais, entre outras, são importantes para se definir o tipo do material da carcaça e do rotor da bomba que mais se adaptam ao recalque dessa água.
- c) Disponibilidade de bombas no mercado e padronização com equipamentos de outras elevatórias existentes.
- d) Economia e facilidade de operação e manutenção (BRASIL, 2019c, p. 123 e 124).

Para transportar água entre as unidades do sistema de abastecimento antes da rede de distribuição, utiliza-se um “conjunto de tubulações, peças especiais e obras de arte” (BRASIL, 2019c, p. 91), denominada adução, que podem ser posicionadas entre:

- a) a captação e a estação de tratamento de água (ETA);
- b) a captação e o reservatório de distribuição;
- c) a captação e a rede de distribuição;
- d) a ETA e o reservatório de distribuição; e,
- e) a ETA e a rede de distribuição.

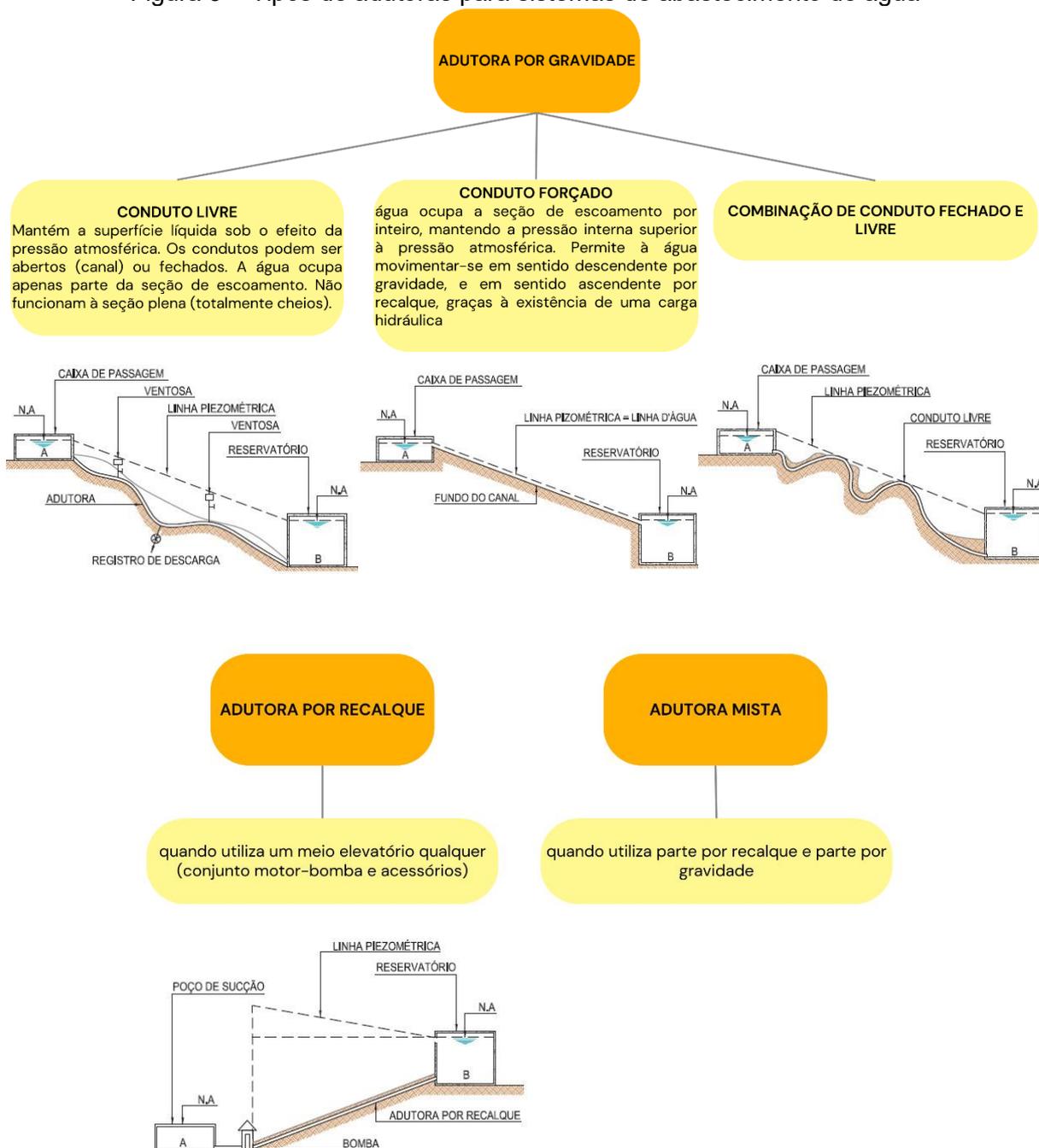
As adutoras podem ser classificadas quanto à natureza da água transportada, podendo ser adutora de água bruta ou de água tratada, e quanto à energia utilizada no escoamento da água, denominada de adutora por gravidade, por recalque ou mista (BRASIL, 2019c), conforme resumido na Figura 9.

Nas adutoras por gravidade o escoamento pode ser feito em condutos livres, forçados e/ou combinados, enquanto nas adutoras de recalque utiliza-se “um meio elevatório qualquer (conjunto motor-bomba e acessórios)” e nas adutoras mistas utiliza-se uma combinação de gravidade e recalque (BRASIL, 2019c, p. 92).

Para “regularizar as variações entre vazões de adução e de distribuição, e condicionar as pressões na rede” são utilizados os reservatórios, que também são

responsáveis por “atender às variações de consumo ao longo do dia”, e “promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água” (BRASIL, 2019c, p.115).

Figura 9 – Tipos de adutoras para sistemas de abastecimento de água



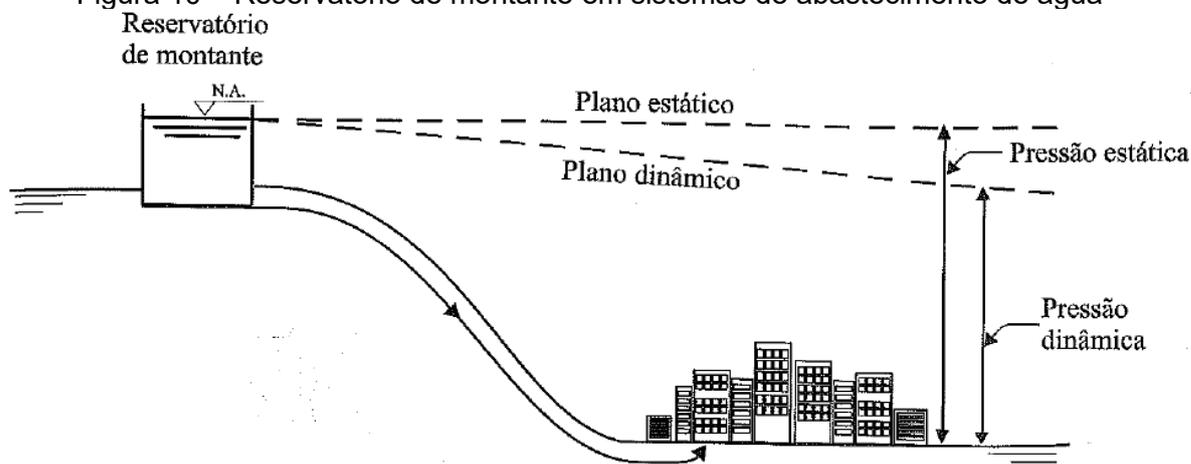
Fonte: Adaptado de Brasil, 2019c, p. 91-92.

Tsutiya (2006) classifica os reservatórios de sistemas de abastecimento de água quanto à localização no sistema e no terreno, como também quanto à forma e materiais de construtivos.

Quanto à localização no sistema de abastecimento d'água, pode-se ter:

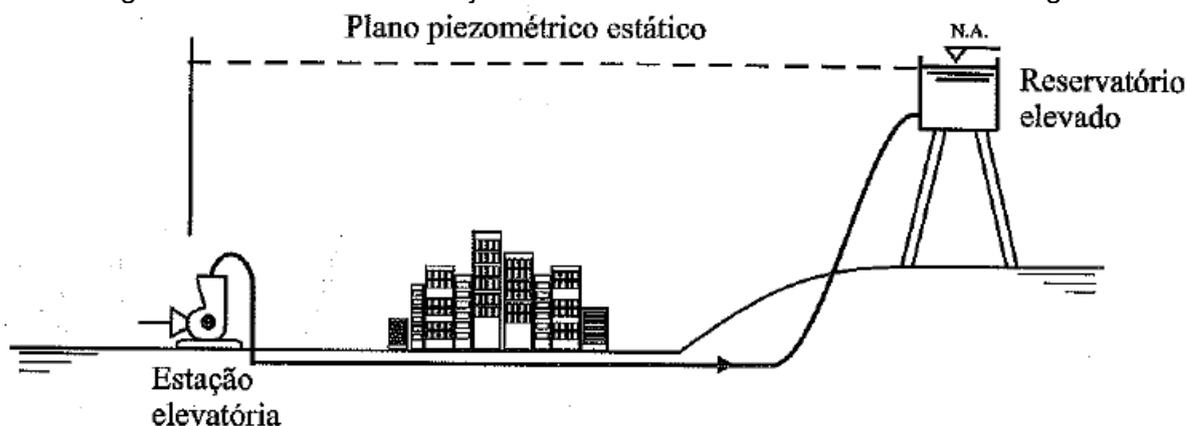
- a) reservatório de montante (Figura 10), quando localizado no início da rede de distribuição (BRASIL, 2019c);
- b) reservatório de jusante (Figura 11), quando posicionado em pontos estratégicos do sistema auxiliando na distribuição, de modo a fornecer e/ou receber água (BRASIL, 2019c), inclusive possibilitando “menor oscilação de pressão nas zonas de jusantes da rede” (TSUTIYA, 2006, p. 338); e,
- c) reservatório de posição intermediária (Figura 12), quando posicionado de forma escalonada no sistema de adução, contribuindo para “regularização das transições entre bombeamento e/ou adução por gravidade” (TSUTIYA, 2006, p. 338).

Figura 10 – Reservatório de montante em sistemas de abastecimento de água



Fonte: Tsutiya, 2006, p. 339.

Figura 11 – Reservatório de jusante em sistemas de abastecimento de água

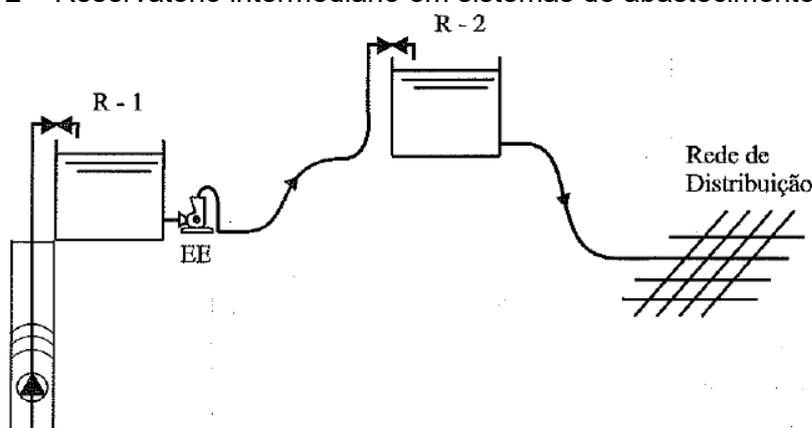


Fonte: Tsutiya, 2006, p. 341.

“A forma do reservatório deve proporcionar máxima economia global em fundação, estrutura, utilização de área disponível, equipamentos de operação e

interligação das unidades” (ABNT, 1994a, p. 2 e TSUTIYA, 2006, p. 340), podendo ter qualquer forma geométrica de seção, seja circular, retangular ou outras.

Figura 12 – Reservatório intermediário em sistemas de abastecimento de água



Fonte: Tsutiya, 2006, p. 342.

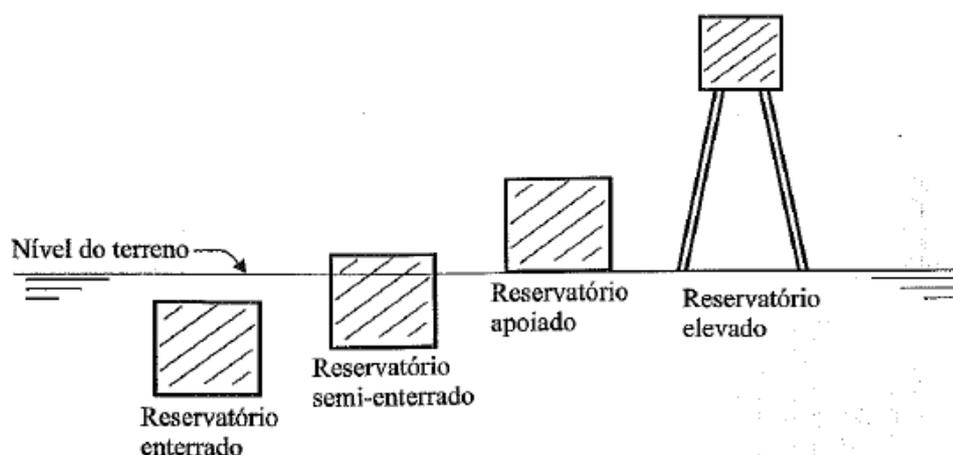
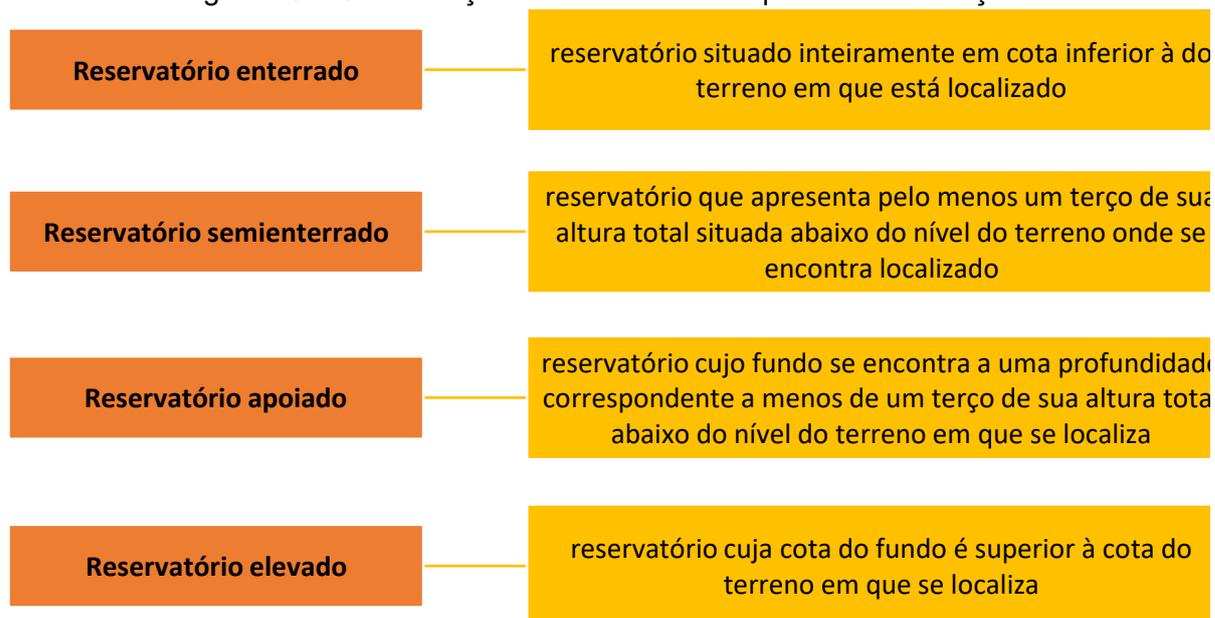
Quanto aos materiais, os reservatórios podem ser construídos com “concreto armado (comum ou protendido); aço; poliéster com fibras de vidro”, dentre outros, segundo (TSUTIYA, 2006, p. 350), que recomenda também a realização de estudo técnico e econômico adequado para escolha do material, levando em “consideração as condições da fundação, a disponibilidade do material na região e a agressividade da água a armazenar e a do ar atmosférico” (TSUTIYA, 2006, p. 350).

Considerados como um dos principais elementos no sistema de abastecimento de água, os reservatórios devem estar livres de contaminação e, faz-se necessária “estrutura adequada, tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, extravasor e indicador de nível”, recomendando-se que o “volume armazenado seja igual ou maior que 1/3 do volume de água consumido referente ao dia de maior consumo” (BRASIL, 2019c, p. 115).

Tsutiya (2006) ensina que, quanto a localização no terreno, os reservatórios podem ser enterrados, semienterrados, apoiados e elevados, conforme Figura 13.

Na implantação dos reservatórios de sistemas coletivos de abastecimento de água também devem ser previstos: drenagem subestrutural, medição e controle, velocidade da água de entrada e saída, proteção com crivo na saída da tubulação, descarga de fundo, abertura de inspeção, e medidas de segurança como pisos, escadas e passadiços com materiais antiderrapantes, guarda-corpo, para-raios e luz de sinalização de obstáculo, e controle de acesso a área de implantação do sistema (ABNT, 1994a).

Figura 13 – Classificação dos reservatórios quanto a localização



Fonte: Tsutiya, 2006, p. 340.

Complementando o sistema de abastecimento, tem-se a rede distribuição, cuja finalidade é fornecer água continuamente e com pressão adequada (BRASIL, 2019c), sendo constituída por canalizações principais e secundárias, onde as principais possuem maior diâmetro e tem a função de “abastecer as canalizações secundárias”, e as secundárias possuem diâmetro menor, e abastecem “diretamente os pontos de consumo do sistema de abastecimento de água” (TSUTIYA, 2006, p. 389).

As redes de distribuição dos sistemas de abastecimento d’água podem ser classificadas como ramificadas e malhadas (TSUTIYA, 2006 e BRASIL, 2019c).

A rede de distribuição do tipo ramificada é constituída de uma tubulação principal que distribui para as tubulações secundárias e é alimentada por um único ponto (BRASIL, 2019c), sendo recomendada para casos em que a “topografia e os

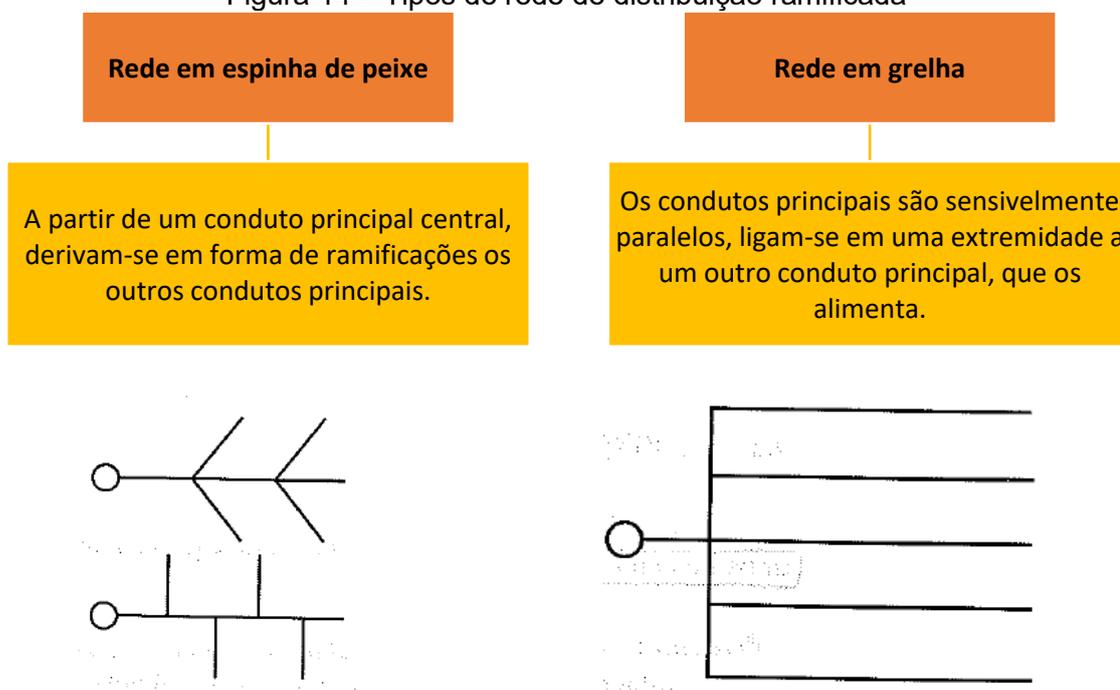
pontos a serem abastecidos não permitam o traçado como rede malhada”, uma vez que havendo hipótese de quebra de tubulação, pode comprometer a rede a jusante impedindo a distribuição (TSUTIYA, 2006, p. 390). Esse tipo de rede pode ser subdividido em dois outros tipos: em espinha de peixe e em grelha, conforme apresentado na Figura 14.

A rede de distribuição do tipo malhada é composta por tubulações secundárias que se intercomunicam e são ligadas numa tubulação principal, podendo ser sem anel e com anel (BRASIL, 2019c), conforme Figura 15.

A construção das redes de distribuição de água deve ser executada em valas com recobrimento feito por camadas sucessivas de terra que absorvem o impacto de cargas móveis, e as tubulações devem estar a 1/3 da rua e em nível superior ao da rede coletora de esgoto (BRASIL, 2019c).

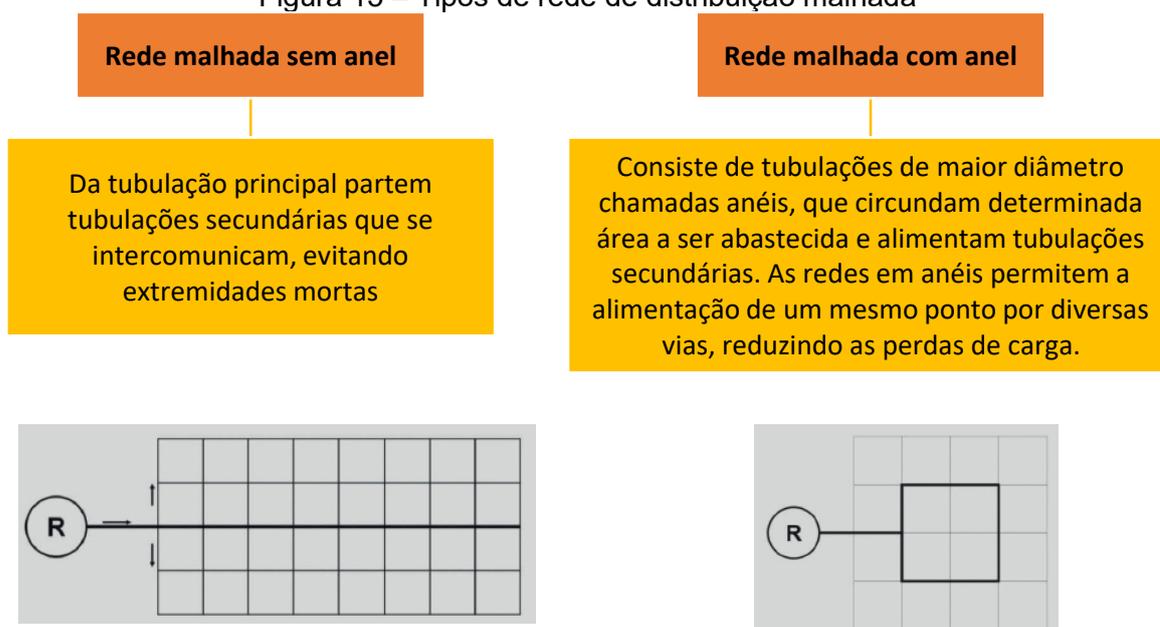
Os componentes do sistema de abastecimento de água devem atender às recomendações das normas técnicas brasileiras, principalmente NBR 12211 (ABNT, 1992a), NBR 12212 (ABNT, 1992b), NBR 12214 (ABNT, 1992c), NBR 12217 (ABNT, 1994a), NBR 12218 (ABNT, 1994b), NBR 12244 (ABNT, 2006), dentre outras observações de cunho técnico que servem de diretrizes para o desenvolvimento de projetos.

Figura 14 – Tipos de rede de distribuição ramificada



Fonte: Tsutiya, 2006, p. 390.

Figura 15 – Tipos de rede de distribuição malhada



Fonte: Brasil, 2019c, p. 116

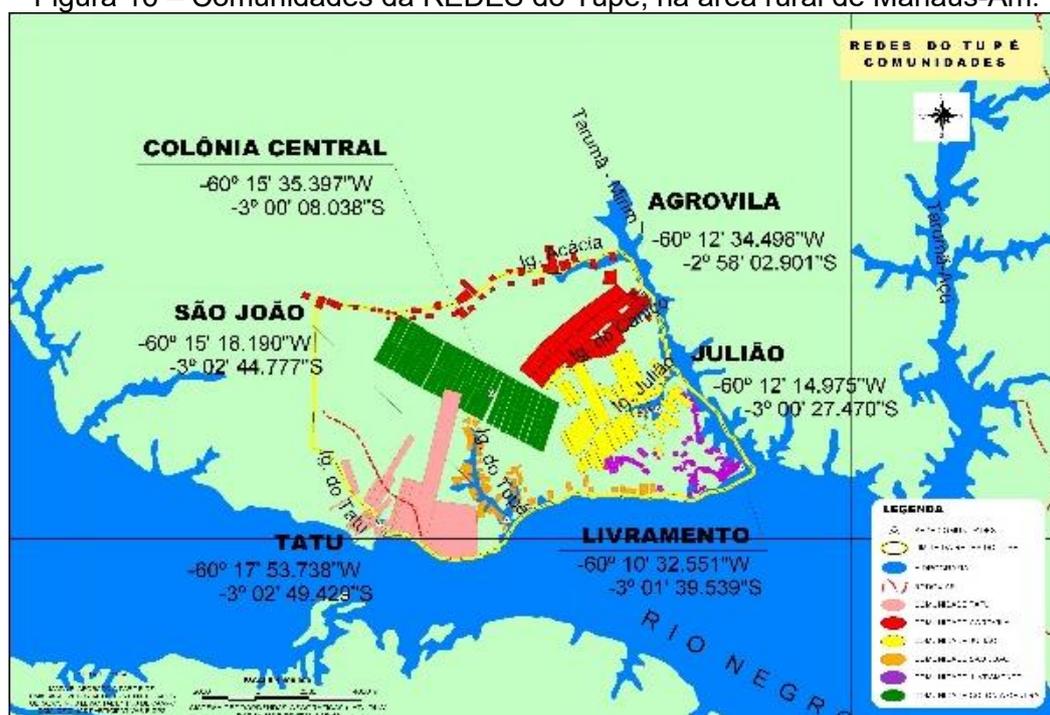
O PNSR (BRASIL, 2019a, p. 139) aponta que uma das “estratégias para implantação de serviços públicos de abastecimento de água de maior aceitabilidade e fácil manejo pela população local” é dar preferência à tecnologia já utilizada, promovendo sua adequação e melhoria,

ou, ainda, indicar serviços públicos de abastecimento de água capazes de atender às demandas locais, desde que garantam a salubridade, a privacidade, o conforto, a segurança e a dignidade da população, e que considerem as diversidades sociais, culturais, étnicas e regionais (BRASIL, 2019a, p. 139).

4 RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TUPÉ

Na área rural do município de Manaus, no Amazonas, está localizada a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (REDES do Tupé): trata-se de unidade de conservação ambiental que abriga seis comunidades (Figura 16) – Agrovila, Central, Julião, Livramento, São João e Tatu, subdivididas em 18 (dezoito) distritos, sob a gestão da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) desse município (CHATEAUBRIAND *et al.*, 2009).

Figura 16 – Comunidades da REDES do Tupé, na área rural de Manaus-Am.



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, adaptado de Chateaubriand *et al.*, 2009, p. 33.

Durante estudos de Chateaubriand *et al.* (2009), acerca da ocupação da REDES do Tupé, na comunidade São João foram identificados 116 (cento e dezesseis) lotes, georreferenciados e divididos em quatro distritos:

- “Distrito 1 – Costa do Rio Negro”;
- “Distrito 2 – Igarapé dos Crentes (braço menor do Igarapé do Tupé)”;
- “Distrito 3 – Igarapé do Chefe (braço maior do Igarapé do Tupé)”;
- “Distrito 4 – Sede”.

Em setembro de 2006, o distrito sede da comunidade São João apresentava 56 (cinquenta e seis) lotes ocupados, representados no Anexo A (CHATEAUBRIAND *et al.*, 2009).

Em ações realizadas no âmbito do Programa Tupé da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Silva (2018) constatou que o distrito sede da comunidade São

João, possuía um total 102 lotes, que foram georreferenciados e representados conforme Anexo B e na Figura 17. Nesse estudo Silva (2018) adotou o mesmo código de cores utilizado por Chateaubriand *et al.* (2009) para classificar o tipo de ocupação dos lotes, conforme representado pelo Quadro 2.

Figura 17 – Ocupação do distrito sede da comunidade São João, em 2018.



Fonte: Silva, 2018, em apêndice.

Quadro 2 – Ocupação do distrito sede da comunidade São João, em 2006 e 2018

TIPO DE OCUPAÇÃO DOS LOTES	CONVENÇÃO	QUANTIDADE DE LOTES	
		2006 ⁽¹⁾	2018
Institucional/Equipamento comunitário		8	10
Residencial permanente		24	23
Residencial eventual		22	30
Residencial comercial		0	3
Comercial		0	2
Desocupado		1	34
TOTAIS		55	102

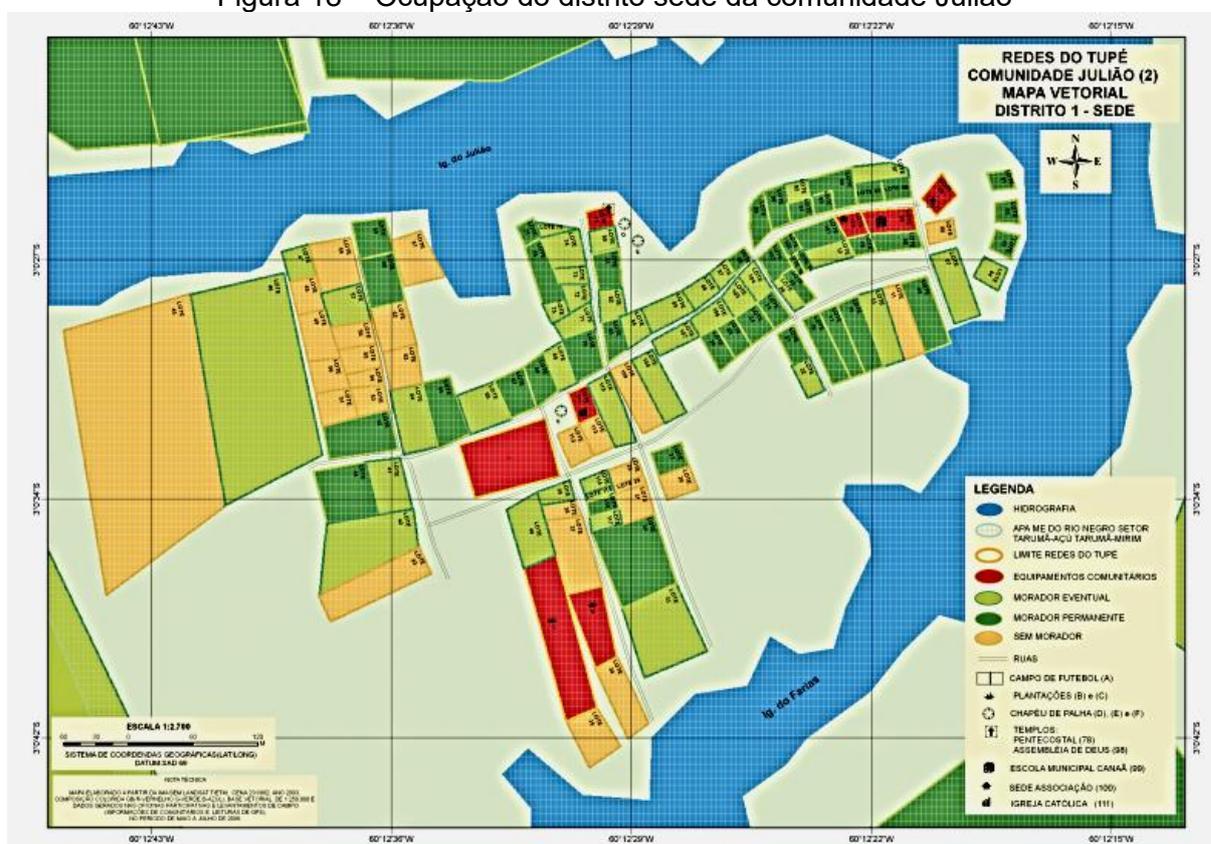
Fonte: Silva, 2018 e adaptado de Chateaubriand *et al.*, 2009⁽¹⁾.

Em 2006, na comunidade Julião, foi identificado por Chateaubriand *et al.* (2009) um total de 173 (cento e setenta e três) lotes, subdivididos em quatro distritos:

- a) “Distrito 1 – Sede”;
- b) “Distrito 2 – Igarapé do Farias”;
- c) “Distrito 3 – Igarapé do Julião”;
- e),
- d) “Distrito 4 – Igarapé do Caniço”.

No distrito sede da comunidade Julião, foram registrados 121 lotes (Figura 18), também caracterizados por cores, segundo a ocupação conforme CHATEAUBRIAND *et al.*, 2009.

Figura 18 – Ocupação do distrito sede da comunidade Julião



Fonte: Chateaubriand *et al.* (2009, p.81)

Há alguns anos, foi identificado na REDES do Tupé que a população “[...] tinha carências e deficiências básicas, comuns a muitas outras comunidades da região amazônica, principalmente, aquelas relacionadas à saúde, à educação, à nutrição, ao trabalho, à energia, ao saneamento, ao transporte e à habitação” (CHATEAUBRIAND *et al.*, 2009, p. 29), constando ainda que a maioria das habitações da reserva eram precárias, não possuindo instalações hidrossanitárias, e geralmente construídas nas proximidades dos cursos d’água, despejando os resíduos como fezes, urina e lixo

diretamente no ambiente, contaminando o solo e as águas locais, potencializando a disseminação de doenças.

Em 2017, o Conselho Deliberativo daquela reserva aprovou o Plano de Gestão da reserva e, dentre os doze objetivos específicos estabelecidos nesse plano, consta “construir e manter infraestrutura necessária à melhoria da qualidade de vida nas comunidades REDES do Tupé/SEMMAS/PMM, principalmente de saúde, saneamento básico, educação, cultura, organização social, segurança, energia, turismo e lazer” (PREFEITURA DE MANAUS, 2017, p. 182).

Durante a elaboração participativa do citado plano, destacou-se a relação direta entre saúde pública e saneamento básico, apontando para

[...] a necessidade de acesso universal ao saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais, que deverão ser trabalhados durante os próximos dez anos na região. Ter água limpa para beber, acessível durante todo o ano através de sistema de distribuição nas casas, faz parte dos anseios das comunidades (PREFEITURA DE MANAUS, 2017, p. 179).

Observa-se ainda, que o Plano de Gestão da REDES do Tupé destaca a relação entre saneamento básico e economia local, quando registra que “o turismo de base comunitária e as atividades de lazer, maiores potencialidades da região, dependerão das condições de “segurança sanitária”, infraestrutura e organização comunitária das comunidades, e será, portanto, essencial na questão de geração de trabalho e renda, outro ponto muito pautado pelos moradores” (PREFEITURA DE MANAUS, 2017, p. 180).

No Programa de Uso Público (PUP) do referido plano de gestão foi estabelecido um conjunto de ações voltadas para o desenvolvimento da REDES do Tupé, destacando-se o item de infraestrutura, prevendo ações para “planejar, executar, operar e realizar manutenção dos sistemas individuais e coletivos de saneamento básico – abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais, nas comunidades da REDES do Tupé” (PREFEITURA DE MANAUS, 2017, p. 217).

Mariosa *et al.* (2020, p.5) aponta que, na REDES do Tupé, existe a seguinte hierarquização quanto à origem do abastecimento de água potável: “diretamente em poço artesiano comunitário; em reservatórios construídos para o armazenamento de água potável; retirada de poço particular; em rios e nascentes; outras formas de abastecimento”.

Em 2021, a Prefeitura de Manaus publicou que, por “doação da Organização Internacional para as Migrações (OIM), órgão vinculado à Organização das Nações Unidas (ONU)”, a SEMMAS procedeu “a entrega de cinco bombas submersas” para comunidades da REDES do Tupé, sendo beneficiadas em outubro de 2021 as comunidades Nossa Senhora do Livramento, Julião, Central, São João e, anteriormente, em agosto do mesmo ano, a comunidade Agrovila também havia recebido tal benefício (BREVES, 2021).

Breves (2021) informa ainda que, segundo a subsecretária da SEMMAS, a ação desse poder público nas comunidades rurais de Manaus atende às orientações do prefeito desse município, no sentido de “[...] levar, para nossas comunidades, os mesmos serviços oferecidos nas comunidades da zona metropolitana [...]”.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de estudo de natureza qualitativa-quantitativa, que buscou explorar e descrever os sistemas coletivos de abastecimento de água existentes em dois distritos situados em duas comunidades rurais que integram a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (REDES do Tupé): o distrito sede da comunidade São João e o distrito sede da comunidade Julião, ambos localizados na área rural de Manaus-Am.

Inicialmente, foram realizados levantamentos e estudos de referências sobre o assunto e temas correlatos, no período compreendido entre março e abril de 2023, objetivando embasar e subsidiar a caracterização e o diagnóstico dos sistemas em questão.

Foram realizados também levantamentos de dados em acervos institucionais, principalmente no âmbito do Programa Tupé da UFAM, como também por meio de contatos remotos e presenciais – entrevistas e reuniões, com moradores, líderes e gestores públicos da REDES do Tupé, visando coletar informações e documentação referentes aos sistemas coletivos de abastecimento de água existentes nos dois distritos.

Considerando que não há acesso rodoviário entre a área urbana de Manaus e a REDES do Tupé, foram realizadas viagens fluviais até as duas comunidades rurais dessa reserva, escolhidas como prioritárias – São João e Julião, para levantamento de dados *in loco* – registros de imagens, medições, observações participantes, dentre outros procedimentos, referentes à caracterização, funcionamento e gestão dos sistemas coletivos de abastecimento d'água em estudo.

As viagens ocorreram nos dias 15 e 22 de abril de 2023, partindo da Marina do Davi, área urbana de Manaus, por meio da embarcação da SEMMAS (Figura 19) agendadas previamente com o gestor da REDES do Tupé.

Figura 19 – Viagens fluviais na embarcação da SEMMAS, em 2023.



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

Antes das viagens, foram realizadas reuniões de planejamento, onde foram definidas estratégias de levantamento de campo e equipamentos que seriam utilizados, tais como: trena, GPS, celulares para registro de imagens – fotografias e vídeos, e registro de áudios, além de capa de chuva e alimentação da equipe, adquirida nas comunidades.

Tais levantamentos *in loco*, ilustrados nas Figuras 20 e 21, foram realizados com o apoio e a participação de professores e estudantes, atuantes no Programa Tupé, dos cursos de graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Elétrica da UFAM, possibilitando assim a colaboração no levantamento de dados referentes aos sistemas coletivos de abastecimento de água, nos seguintes aspectos:

- a) histórico e respectivos componentes: captação, bombeamento, reservação e distribuição;
- b) características técnicas das unidades, tais como diâmetros, profundidades, materiais e outros;
- c) abrangência do atendimento;
- d) gestão – planejamento (projetos), execução (obras), operação e manutenção; e,
- e) principais problemas identificados.

A exiguidade de tempo para realização do presente estudo exigiu que o mesmo fosse focado apenas em dois sistemas coletivos de abastecimento de água:

- a) o sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, escolhido devido à localização do mesmo, abrangendo a maioria dos domicílios locais, enquanto o sistema Julião 2, situado no lote 102, em cota inferior ao sistema Julião 1, atende somente cerca de 20 (vinte) residências que se encontram próximas.
- b) o sistema coletivo de abastecimento de água São João 2, escolhido considerando-se a disponibilidade de maior quantidade de informações acerca desse sistema.

Para auxiliar na caracterização dos sistemas foram consultados e estudados os dados em Chateaubriand *et al.* (2009) e em Silva (2018), acerca da ocupação dos distritos sede em estudo e sobre os sistemas coletivos de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João, obtidos em Silva (2018), não sendo

encontradas referências que tratassem dos sistemas de coletivos de abastecimento d'água da comunidade Julião.

Figura 20 – Levantamentos de campo no distrito sede da comunidade São João, em 2023.



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

Foi necessário caracterizar e representar graficamente o sistema Julião 1, como construído (*as built*), posto que não foram disponibilizadas pranchas de desenho, nem memoriais, do projeto original desse sistema, apesar da tentativa de obter tal projeto em acervo governamental e da Associação Comunitária (AC) Julião.

Contribuíram ainda para caracterização desse sistema, os levantamentos de campo e informações prestadas por líderes comunitários.

Figura 21 – Levantamento de campo no distrito sede da comunidade Julião, 2023



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

Também foram estudadas as pranchas de desenho em formato digital do projeto original do poço, existente num dos sistemas coletivos de abastecimento de água da comunidade São João. Disponibilizados pelo acervo da SEMMAS, uma vez que o referido projeto foi elaborado por equipe da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) da Prefeitura de Manaus.

As informações fornecidas por moradores e líderes das duas comunidades em estudo, foram estritamente verbais, uma vez que não foram disponibilizados documentos correspondentes.

Os dados obtidos foram sistematizados com o apoio da equipe do Programa Tupé da UFAM, com auxílio principalmente de planilhas eletrônicas e de *softwares* gráficos, enquanto a análise dos sistemas foi realizada à luz da legislação e normas técnicas pertinentes, assim como o desenvolvimento de propostas de melhorias e respectivos desenhos técnicos.

Na formatação do presente trabalho de conclusão de curso foram utilizadas normas técnicas brasileiras, NBR 6023 (ABNT, 2018), NBR 6024 (ABNT, 2012a), NBR 6027 (ABNT, 2012b), NBR 6028 (ABNT, 2021), NBR 10520 (ABNT, 2002) e NBR 14724 (ABNT, 2011).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, apresentação e discussão dos resultados compreendem quatro etapas:

- a) o histórico resumido do abastecimento de água nas comunidades Julião e São João;
- b) a caracterização do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1 e dos respectivos usuários;
- c) a caracterização do sistema coletivo de abastecimento de água São João 2 e dos respectivos usuários;
- d) análise desses dois sistemas coletivos.

6.1 Breve histórico do abastecimento de água no distrito sede da comunidade Julião

No distrito sede da comunidade Julião, foram identificados dois sistemas coletivos de abastecimento de água, localizados conforme consta no Apêndice A e na Figura 22, a saber:

- a) o sistema Julião 1, construído em meados de 2013, pela Prefeitura de Manaus através de processo licitatório com a empresa Tecon – Tecnologia em Construção Ltda., segundo informação de engenheiro da SEMMAS, utilizando-se recursos financeiros de convênio firmado com o Consulado do Japão, sendo tal sistema inaugurado em 02 de abril de 2014, constituído por um poço, um reservatório elevado e uma bica com quatro torneiras públicas (COMUNIDADES, 2014); e,
- b) o sistema Julião 2, constituído por um poço, um reservatório elevado, e uma bica com seis torneiras públicas, construído no início de 2017 pelo Governo do Estado do Amazonas, através da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Região Metropolitana de Manaus (SEINFRA), “com os serviços executados pela Construtora Tocantins, Indústria e Comércio Ltda” (AMAZONAS, 2017) e inaugurado em 2018, segundo informam líderes dessa comunidade.

A Figura 23 apresenta o resumo do histórico de abastecimento de água no distrito sede da comunidade Julião, constatando-se que em 2006, segundo os estudos de Chateaubriand *et al.* (2009), as fontes de captação de água no distrito sede da

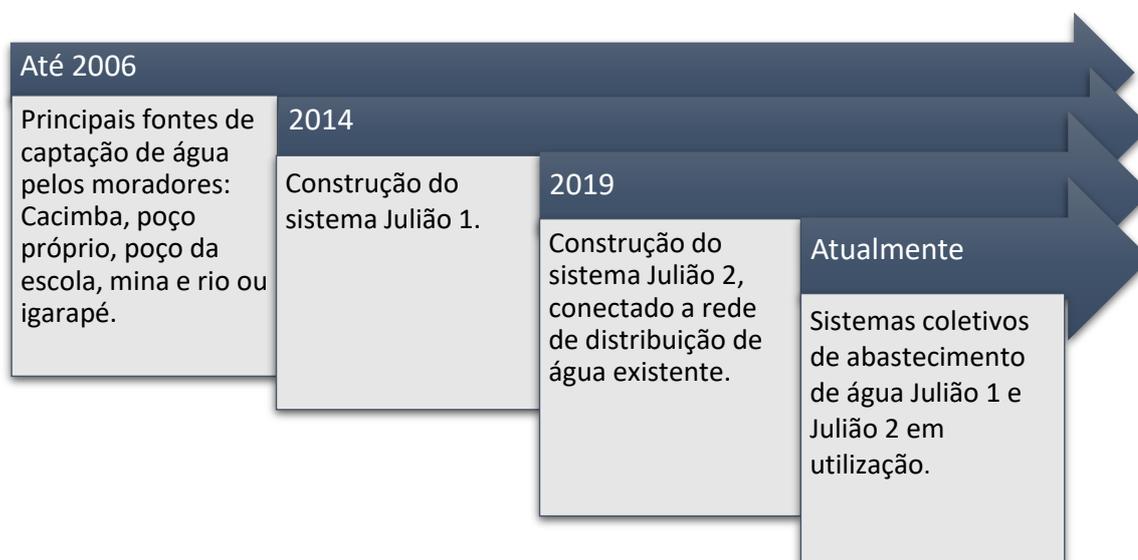
comunidade Julião eram a cacimba, poço próprio, o poço da escola, minas d'água, rio ou igarapé.

Figura 22 – Localização dos sistemas coletivos de água Julião 1 e Julião 2, em 2023.



Fonte: Adaptado de Chateaubriand *et al.*, 2009.

Figura 23 - Cronologia do acesso a água no distrito sede da comunidade Julião



Fonte: a autora, e adaptado de Chateaubriand *et al.*, 2006, Comunidades, 2014 e Amazonas, 2017.

O Consulado do Japão em parceria com a Prefeitura de Manaus contribuíram, respectivamente, com R\$194 mil e R\$10 mil, para construção de dois poços artesianos que auxiliariam no abastecimento de água potável para as famílias

residentes nas comunidades Julião e Agrovila da REDES do Tupé, inaugurados em abril de 2014, quando estimava-se que “os sistemas atenderiam diretamente mais de 300 famílias” (COMUNIDADES, 2014).

A decisão de beneficiar essas duas comunidades, Agrovila e Julião, com sistemas coletivos de abastecimento de água, foi tomada após “discussões envolvendo a comunidade e seus representantes no Conselho Deliberativo da RDS do Tupé” e, após a construção do sistema Julião 1, inaugurado em 2014, “os próprios comunitários se encarregaram de instalar as ligações que permitem que a água chegue às torneiras de aproximadamente 90% das casas” naquela localidade (COMUNIDADES, 2014).

Comunitários enalteceram ainda, a importância desse poço artesiano que trouxe consigo a concretização do sonho de ter água limpa e de qualidade, e sobretudo encanada, visto que os moradores precisavam abastecer suas residências buscando água na beira do igarapé, como abordado por Comunidades (2014).

Em 2017, foi noticiada a realização de uma visita técnica do Consulado japonês à comunidade Julião, com o objetivo de monitorar o uso do sistema Julião 1 e os “benefícios gerados para os ribeirinhos a partir da implantação do projeto”, resultando em avaliação positiva, uma vez que os moradores locais “conseguiram se organizar no sentido de garantir a manutenção e funcionamento dos poços”, abrangendo “105 domicílios, beneficiando diretamente 420 pessoas” (CONSULADO, 2017).

Ainda em 2017, o sistema coletivo de abastecimento de água Julião 2 (Figura 24) foi concebido pelo Governo do Estado do Amazonas através da SEINFRA, objetivando “minimizar o desabastecimento de água potável”, pela captação em um poço de 100 metros de profundidade, uma “base de concreto para abrigar a caixa d’água e o chafariz com seis torneiras para distribuição de água” (AMAZONAS, 2017), integrando um sistema de abastecimento d’água classificado inicialmente como solução alternativa coletiva, visto que não dispunha de rede de distribuição (BRASIL, 2019c, p. 56).

No entanto, na atualidade, líderes comunitários relatam que o sistema Julião 2 foi posteriormente conectado à rede de distribuição de água existente naquela localidade, rede essa anteriormente conectada somente ao sistema Julião 1.

Pedrosa (2017) informa que os sistemas implantados na comunidade Julião seriam “promessa de que seria sanado o problema longínquo de abastecimento de água nas comunidades da REDES do Tupé”.

Figura 24 – Sistema coletivo de abastecimento de água Julião 2, em 2023.



Fonte: Acervo do Programa Tupé, 2023.

Em 2023, constatou-se que os sistemas coletivos Julião 1 e Julião 2 encontram-se ativos, no entanto, ambos passam por intermitências no seu funcionamento, devido a problemas no bombeamento d'água, dos respectivos poços até os reservatórios elevados, estando ao encargo de líderes comunitários e moradores locais a gestão – operação e manutenção, de ambos os sistemas.

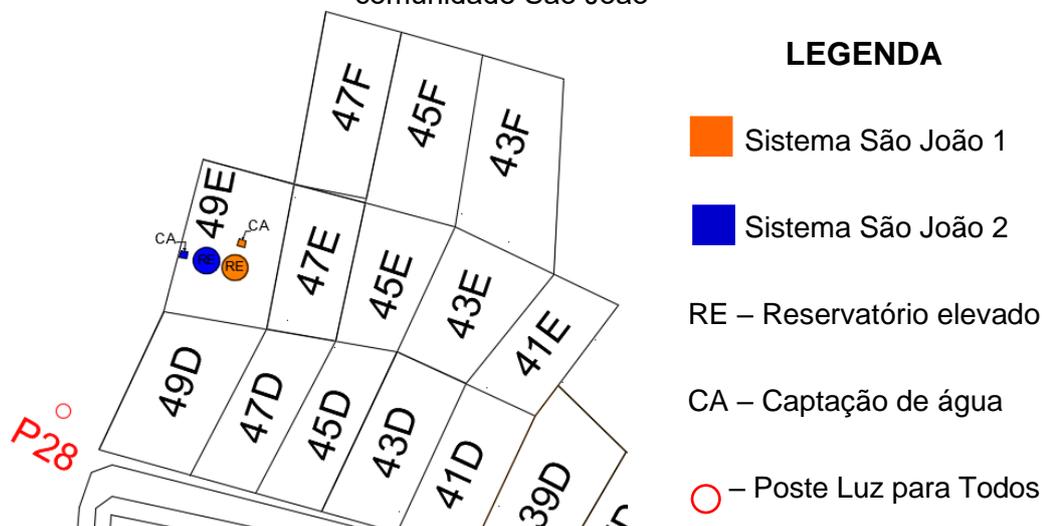
6.2 Breve histórico do abastecimento de água no distrito sede da comunidade São João

No distrito sede da comunidade São João foram identificados dois sistemas coletivos de abastecimento de água, localizados conforme consta no Apêndice B e Figura 25, a saber:

- a) o sistema São João 1, constituído por um poço, um reservatório elevado e rede de distribuição, cuja construção data do início de 2018, realizada por contratados da Associação Comunitária São João (AC São João), com recursos financeiros dessa entidade, tendo sido concluído e inaugurado em julho/2018, conforme registro de Silva (2018);
- b) o sistema São João 2, constituído por um poço, um reservatório elevado e uma bica com quatro torneiras públicas, construído no início de 2019, pela empresa Engefort Construção, Manutenção e Conservação Ltda, contratada pela Prefeitura de Manaus por meio de processo licitatório, com recursos financeiros de convênio firmado com Consulado do Japão e

inaugurado em 18 de dezembro de 2019, segundo Pedrosa e Gonçalves (2019).

Figura 25 – Localização dos sistemas de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João



Fonte: Adaptado do acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

Estudando o distrito sede da comunidade São João, na REDES do Tupé, Silva (2018) apresentou e discutiu grande quantidade de dados sobre as condições de saneamento básico locais, apontando diversos problemas que vinham ocorrendo naquela localidade, em razão do sistema coletivo de abastecimento de água São João 1 ter sido executado “exclusivamente pelos comunitários, sem orientação de profissionais qualificados e sem o adequado planejamento prévio” (SILVA, 2018, p.85), destacando também o problema da contaminação da água consumida naquele distrito.

Observou-se uma cronologia dos esforços comunitários, do Programa Tupé e da Prefeitura de Manaus, por meio da SEMMAS, para melhorar as condições de acesso à água no distrito sede da comunidade São João, de acordo com o resumo apresentado na Figura 26.

Nos anos 90 e início dos anos 2000 notava-se a precariedade quanto ao acesso de água pela população local, que necessitava se deslocar às margens dos rios para coletar água com auxílio de baldes, quando o Programa Tupé, desenvolvendo ações de saneamento, realizou doações de filtros de água e baldes para armazenamento doméstico de água.

Posteriormente, os comunitários passaram também a utilizar água proveniente dos poços construídos na Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) São João e no Centro de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável (CADS) Prof. Roberto dos

Santos Vieira na outra margem do rio, na então Praia do Tupé. Em 2006, segundo os estudos de Chateaubriand *et al.* (2009), as fontes de captação de água no distrito sede da comunidade São João também eram a cacimba, poço próprio, o poço da escola, minas d'água, rio ou igarapé.

Figura 26 – Cronologia do acesso a água no distrito sede da comunidade São João



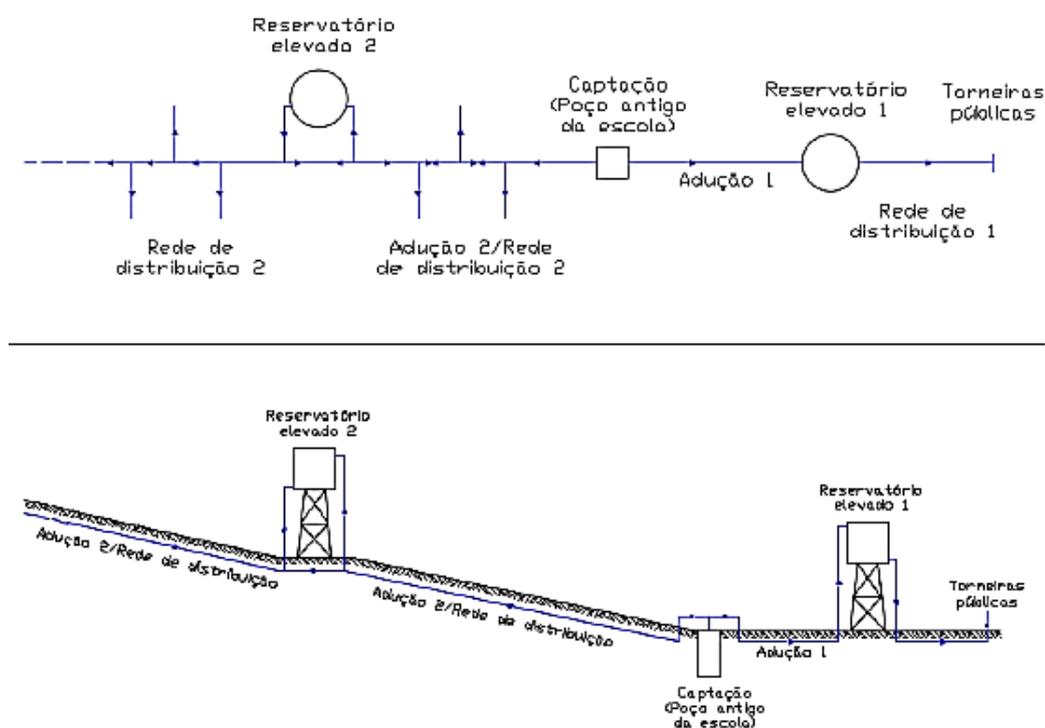
Fonte: a autora, e adaptado de Chateaubriand *et al.*, 2006 e Silva, 2018.

Em 2013, Silva (2018) registra que ocorreu a reforma da escola e a construção de um novo poço nesse estabelecimento de ensino, visto que análises de água realizadas pelo Programa Tupé constataram contaminação da água fornecida pelo antigo poço, que continuou ativo para abastecimento d'água no distrito sede da comunidade São João.

Somente em 2015 houve a criação do primeiro sistema coletivo de abastecimento de água, “viabilizado e executado por iniciativa exclusiva de líderes e moradores daquele distrito”, segundo Silva (2018) que descreve o mencionado sistema (Figura 27) constituído por:

- a) captação de água subterrânea por meio de poço, utilizando o antigo poço da escola local, sem uso à época, tendo em vista a existência de um novo poço que atendia esse estabelecimento de ensino, situado no lote 1B do distrito em estudo;
- b) adução de um reservatório elevado, de fibra plástica e 3.000 litros, situado no mesmo lote;
- c) adução de outro reservatório elevado, de 3.000 litros e também de fibra plástica, situado no lote 29A, entre as cotas topográficas de 40 e 45 metros;
- d) pequena rede de distribuição, partindo do reservatório 1, até as torneiras públicas situadas no lote 1A; e,
- e) rede de distribuição maior, subterrânea, percorrendo a principal via local, cujos ramos atendiam, por gravidade, a 19 (dezenove) lotes do distrito em estudo (SILVA, 2018, p. 49).

Figura 27 – Esquema geral e em perfil do primeiro sistema coletivo de abastecimento de água construído pelos moradores do distrito sede da comunidade São João, em 2016.



Fonte: Silva, 2018.

Posto isso, esse sistema contava com duas aduções: adução 1, situado entre o poço antigo da escola e o reservatório 1, que “distribuía água para as torneiras públicas e para os banheiros da associação comunitária local”; e adução 2, situado “entre o poço antigo da escola e o reservatório 2, situado no lote 29A, destacando-se que essa tubulação de adução funcionava também como tubulação de distribuição, ao longo de toda sua extensão” (SILVA, 2018, p. 49), enquanto o escoamento nas aduções era realizado por recalque, cuja pressão disponível distribuía para os dois reservatórios elevados.

No entanto, durante a operação desse sistema coletivo, Silva (2018) apontou diversos problemas de gestão, execução, operação e manutenção, destacando-se:

- a) eram atendidos com abastecimento d'água apenas os lotes que pagavam uma taxa de R\$ 15,00 (quinze reais), estabelecida para honrar compromissos financeiros assumidos com a construção do sistema coletivo e, principalmente, para ampliação e manutenção do mesmo;
- b) falhas frequentes no motor elétrico de acionamento da bomba do antigo poço da escola;
- c) utilizava-se como fonte de captação o antigo poço da escola, cuja qualidade de água não era adequada para consumo humano, segundo estudos realizados pelo Programa Tupé da UFAM;
- d) frequente ocorrência, entre os moradores do distrito, inclusive em crianças, de doenças associadas à qualidade da água distribuída (SILVA, 2018, p. 52);
- e) pressão insuficiente para abastecer os lotes situados nas cotas topográficas mais elevadas do distrito (REIS, 2017 apud SILVA, 2018, p. 52).

Mesmo com as melhorias que esse sistema proporcionou para os usuários do distrito sede da comunidade São João, os problemas destacados por Silva (2018) deixaram explícito que o pleno acesso a água de qualidade naquele local ainda era uma realidade distante.

Com o passar do tempo, segundo Silva (2018), os anseios da comunidade São João aumentaram e os líderes da associação comunitária local discutiram sobre a necessidade de construção de um novo poço, situado em cota mais elevada daquela localidade, de modo a suprir as necessidades de água da comunidade. Para atingir tal objetivo, em 2018, os membros comunitários desmataram e lotearam aproximadamente 30 (trinta) lotes para comercialização, aumentando significativamente a área de ocupação do distrito sede em questão, visando atender assim duas finalidades:

- a) atender demandas de descendentes de moradores locais, que constituíram suas famílias e desejavam construir sua própria moradia, deixando a casa dos pais ou imóveis que alugavam nessa comunidade; e,
- b) comercializar parte desses lotes, com pessoas de fora da comunidade, para obter recursos financeiros para implantar empreendimentos coletivos necessários na própria comunidade, principalmente para execução de parte do sistema coletivo de abastecimento d'água daquele distrito, [...] em construção, pela própria comunidade e por algumas pessoas e empresas por contratados pela mesma (SILVA, 2018, p. 45).

Os recursos financeiros arrecadados com a comercialização desses lotes foram utilizados na “aquisição de materiais e na contratação de serviços para execução de um novo poço e de uma estrutura de concreto para sustentação de um novo

reservatório” (SILVA, 2018, p. 52). Desse modo, surgiu o sistema coletivo de abastecimento de água São João 1, pelo acréscimo dos seguintes componentes:

- a) captação de água subterrânea por meio de novo poço, situado no lote 49E, denominado de “poço da comunidade”;
- b) nova adução, conduzindo água até um novo reservatório elevado, de 10.000 litros, situado no mesmo lote, numa torre de concreto construída para tal;
- c) novo trecho da rede de distribuição, ampliada de modo a atender aos novos lotes [...] (SILVA, 2018, p. 53).

Silva (2018) relata que em julho de 2018, durante o enchimento inaugural do reservatório do novo elevado do sistema São João 1, ocorreu um recalque da estrutura de sustentação desse reservatório de 10.000 litros, impedindo o enchimento por completo, levando à desativação temporária desse tanque, obrigando assim os moradores locais a voltar a utilizar o antigo poço da escola como fonte de captação, mesmo com problemas.

Posteriormente, segundo relatos de líderes da comunidade São João afirmam em 2023, a estrutura comprometida passou por reforma, realizada pelos próprios comunitários, numa tentativa de melhorar a resistência estrutural que dá suporte ao reservatório do sistema São João 1 que, segundo as mesmas declarações, passou a operar e auxiliar na distribuição de água local (Figura 28).

Figura 28 - Reservatório do sistema coletivo de abastecimento de água São João 1, em 2018 (a) e em 2023 (b).



(a)



(b)

Fonte: Silva, 2018 (a) e a autora.

A Prefeitura de Manaus publicou que (PEDROSA, 2017), numa parceria com o Governo do Japão, foi viabilizada a execução de obras de poços artesianos em favor da melhoria da qualidade de vida das comunidades da REDES do Tupé, beneficiando

a partir de 2017, as comunidades São João e Central daquela reserva, com a promessa de que seria sanado o problema longínquo de abastecimento de água, sendo investido o total “R\$ 168,8 mil” com a construção de dois poços com “120 metros de profundidade, cada, dois reservatórios com capacidade para dez metros cúbicos e duas bicas públicas para abastecimento das comunidades” (PEDROSA E GONÇALVES, 2019).

Silva (2018) afirma que a verba para construção do poço artesiano no distrito sede da comunidade São João fora repassado para a Prefeitura de Manaus em novembro de 2017, mas até novembro de 2018 tal construção ainda não havia sido realizada.

Pedrosa e Gonçalves (2019) registraram que essa obra foi executada pela empresa “Engafort Construção, Manutenção e Conservação Ltda” e, em 18 de dezembro de 2019, foi entregue um “poço artesiano” na comunidade São João do Tupé (Figura 29), por meio de convênio firmado entre o município e o Governo do Japão, cujo investimento é proveniente do “Programa de Assistência a Projetos Comunitários de Segurança Humana do Ministério dos Negócios Estrangeiros do Japão”, constituindo assim o sistema coletivo de abastecimento de água São João 2.

Figura 29 - Inauguração do sistema São João 2, em 2019.



Fonte: Pedrosa e Gonçalves, 2019.

Em meados de agosto de 2019, técnicos da SEMMAS e representante do Consulado Geral do Japão, visitaram a comunidade São João para avaliação do sistema São João 2, juntamente com técnicos da SEMMAS, ouvindo moradores locais, registrando-se o beneficiamento de “340 residentes na comunidade São João” (MANAUS, 2019?).

6.3 Sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1

6.3.1 Caracterização dos usuários

Os dados apresentados por Chateaubriand *et al.* (2009) apontaram que, até setembro de 2006, havia 121 (cento e vinte um) lotes no distrito sede da comunidade Julião, no entanto, a Associação Comunitária Julião (AC Julião) informou que, até maio de 2023, faziam parte desse distrito 152 lotes (Quadro 3).

Quadro 3 – Ocupação do distrito sede da comunidade Julião, em 2006 e 2023

	2006 ¹	2023
TOTAL DE LOTES NO DISTRITO SEDE DA COMUNIDADE JULIÃO	121	152

Fonte: a autora, e Chateaubriand *et al.*, 2009⁽¹⁾.

Os registros da AC Julião apontam que pelo menos 105 (cento e cinco) lotes fazem uso do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, abrangendo aproximadamente 240 (duzentos e quarenta) pessoas, considerando que estão desocupados os demais lotes não compreendidos nessa contagem.

Lideranças comunitárias afirmam que, em 2023, não há domicílios sem abastecimento de água, caracterizando assim o atendimento universal preconizado na legislação brasileira (BRASIL, 2020a) para o distrito sede em questão.

Nos domicílios desse distrito, para os diversos usos prediais – residencial, comercial, institucional e outros, observou-se que nem sempre há instalações sanitárias completas, tais como banheiros e cozinhas, havendo ainda banheiros secos e edificações que não possuem sistema predial de água fria, isto é, edificações sem canalização de água para consumo humano, conforme registros de Chateaubriand *et al.* (2009).

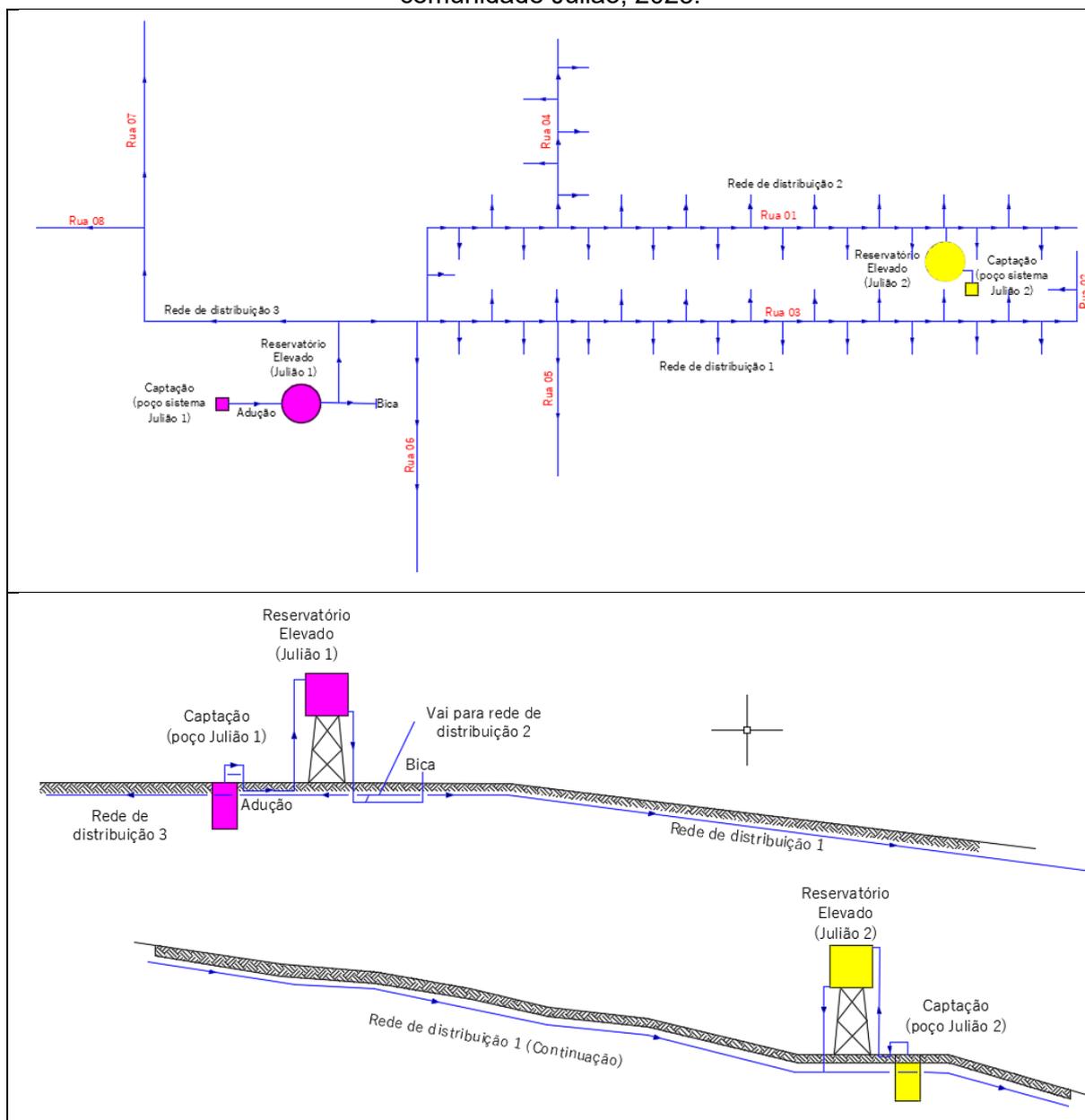
6.3.2 Caracterização do sistema coletivo de abastecimento de água

O sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, representado como construído (*as built*) nos Apêndices C a F e na Figura 30, está situado no lote 39, em cota mais elevada do que o sistema Julião 2 (lote 102), sendo constituído pelas seguintes unidades: captação, adução, reservação e distribuição.

A captação de água subterrânea do sistema Julião 1 é realizada por meio de poço tubular profundo, com 120m de profundidade, que funciona com auxílio de um

conjunto motor bomba de 2CV, havendo um abrigo, com dimensões externas de 1,01x1,22x0,65m e construído em alvenaria, com tampa metálica, em cujo interior é possível visualizar a entrada do poço com diâmetro de 150mm, uma válvula de retenção no início da tubulação de adução que segue enterrada (Figura 31).

Figura 30 - Esquema geral e em perfil do sistema de abastecimento do distrito sede da comunidade Julião, 2023.



Fonte: a autora.

Desde a inauguração do sistema Julião 1 em 2014, ocorreram quatro trocas do conjunto motor bomba desse sistema, conforme apresentado no Quadro 4, onde constam as características principais desses conjuntos de equipamentos, dos quais apenas um encontra-se em uso em 2023, segundo informações de moradores e líderes comunitários daquela localidade, os quais informaram também que um dos

fatores que mais contribuiu para os danos ocorridos (Figura 32) foi a instabilidade no fornecimento de energia elétrica pelo sistema público existente.

Figura 31 – Captação do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1 e respectivo abrigo, em 2023



Fonte: a autora.

Figura 32 - Conjuntos motor bomba danificados após o uso no sistema Julião 1



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

A rotina de funcionamento do conjunto motor bomba do sistema Julião 1 ocorre três vezes ao dia, durando em média três horas para o enchimento completo do reservatório de 10.000 (dez mil) litros, correspondendo assim a uma vazão média 3.300 L/h ou 3,3 m³/h, sendo feito manualmente o desligamento da bomba.

Quadro 4 – Informações sobre os conjuntos motor bomba do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, de 2014 a 2023.

	PERÍODO DE USO DOS CONJUNTOS MOTOR BOMBA				
	2014 - 2016	2016 - 2017	2017 - 2018	2018 - 2023	2023 - atual
	1º conjunto	2º conjunto	3º conjunto	4º conjunto	5º conjunto
MARCA	Bombas Leão	Bombas Leão	Bombas Leão	-	Bombas Leão
MODELO	4R5PA-12 230	4R5PA-12 230	4R5PA-12 230	-	4R5PA-12 230
POTÊNCIA	2 CV	2 CV	2 CV	5CV	2 CV
VOLTAGEM	230 V (monofásico)	230 V (monofásico)	230 V (monofásico)	-	230 V (monofásico)
ALTURA MANOMÉTRICA MÍNIMA-MÁXIMA (m.c.a)	41-113	41-113	41-113	-	41-113
VAZÃO MÍNIMA-MÁXIMA (m³/h)	1,5 – 5,5	1,5 – 5,5	1,5 – 5,5	-	1,5 – 5,5
ORIGEM E DURAÇÃO	doado pelo consulado japonês em 2014; vida útil de dois anos.	comprado com recursos financeiros da comunidade; duração de 1 ano (prazo de garantia).	substituiu o segundo conjunto, danificado durante o prazo de garantia; duração de 1 ano.	doado AC Julião; vida útil cinco anos.	Doada em 2021, provavelmente pela Organização Internacional para as Migrações (OIM) (BREVES, 2021).
SITUAÇÃO ATUAL	danificado	danificado	danificado	danificado	em uso

Fonte: a autora.

A Figura 33 mostra a adução do sistema Julião 1, constituída por tubulação em PVC, 40mm, apresentando saída com registro e conduzindo água da captação até o reservatório metálico elevado, do tipo taça, com capacidade de 10.000L, o qual encontra-se aproximadamente 3,75m acima do nível do solo.

Figura 33 – Adução e reservação do sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1, em 2023



Fonte: a autora.

O reservatório metálico, detalhado na Figura 34, possui os seguintes acessórios:

- a) tubulação de adução em PVC, 40mm;
- b) tubulação de distribuição também em PVC, 40mm;
- c) tubulação de limpeza em PVC, com diâmetro estimado de 25mm;
- d) extravasor em PVC, com diâmetro estimado de 40mm; e,
- e) escada externa metálica com guarda corpo;

O sistema Julião 1 possui uma rede de distribuição com três ramificações – 1, 2, 3, podendo ser classificada como do tipo ramificada, em espinha de peixe (TSUTIYA, 2006, p. 390), observando-se que parte dessa rede se encontra exposta conforme mostrado na Figura 35.

Figura 34 – Sistema coletivo de abastecimento de água Julião 1 (as built), em 2023

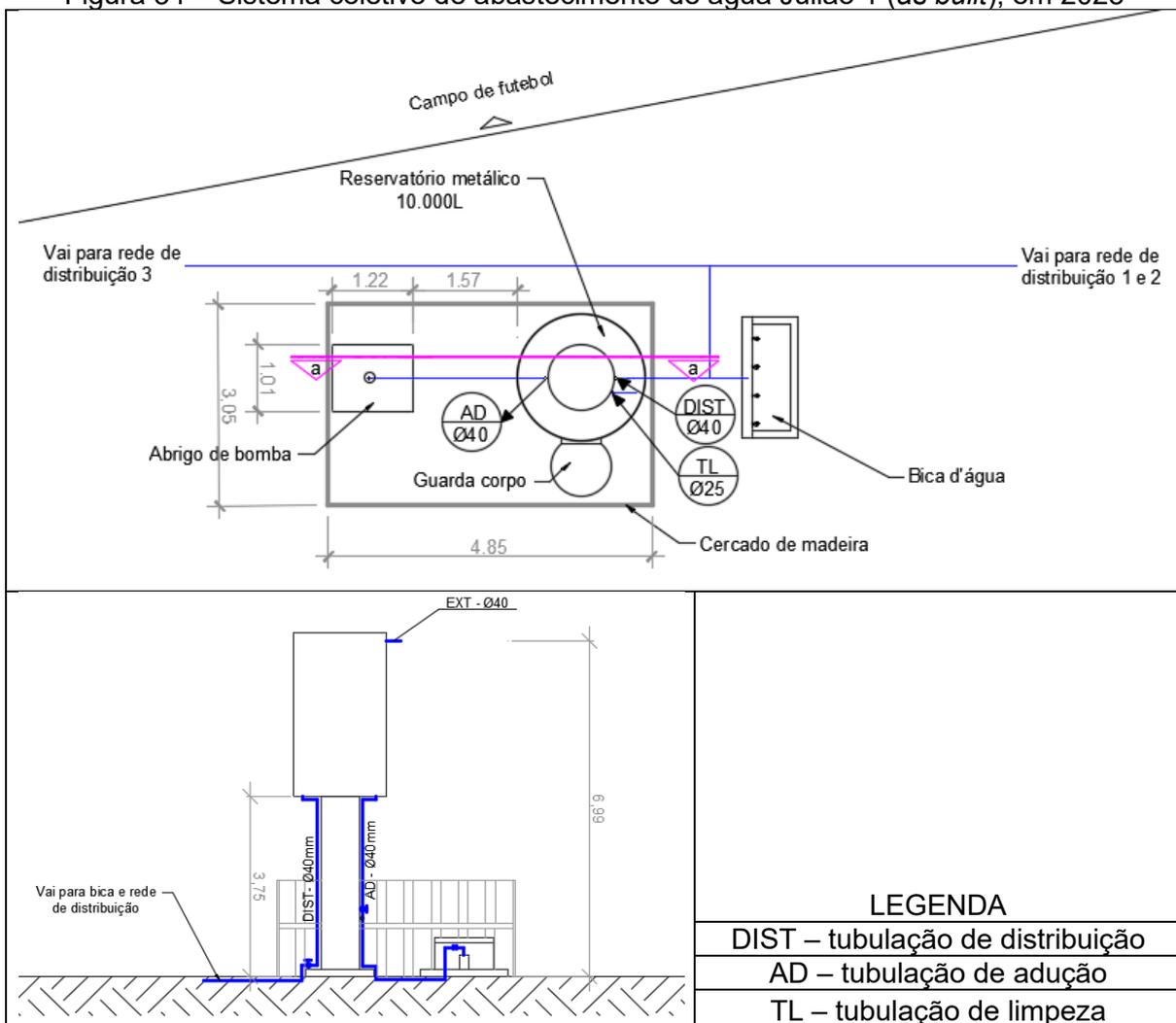


Figura 35 – Tubulações e registros expostos, da rede de distribuição do sistema Julião 1.



O funcionamento do sistema Julião 1 ocorre de modo intermitente, com liberação do abastecimento por área do distrito sede da comunidade (Quadro 5), ficando um morador local responsável pela abertura e fechamento de registros existentes ao longo da rede de distribuição, nos horários previamente estipulados, sob a supervisão da AC Julião.

Quadro 5 - Horários de abastecimento d'água no distrito sede da comunidade Julião

HORÁRIO	ÁREA ABASTECIDA
07:00h – 09:00h	“ruas” 7 e 8
09:00h – 11:00h	“ruas” 6, 5 e 3
11:00h – 13:00h	“ruas” 1, 2 e 4

Fonte: AC Julião, 2023.

A responsabilidade pela gestão – operação e manutenção do sistema coletivo de abastecimento d'água do sistema Julião 1 sempre esteve ao encargo da AC Julião que, para manter esse sistema, adota atualmente as seguintes medidas:

- a) cobrança de taxa mensal de R\$25 por domicílio, dos quais R\$10 destina-se a manutenção dos sistemas coletivos Julião 1 e Julião 2, enquanto R\$15 destina-se a serviços e atividades da AC Julião; e,
- b) da receita total gerada, faz-se o pagamento mensal de R\$150 para um morador responsável pela operação e manutenção desses dois sistemas e o restante dos recursos financeiros arrecadados é guardado e utilizado em serviços de manutenção de tubulações e em eventuais despesas associadas.

No entanto, a AC Julião relatou adversidades financeiras na gestão desses sistemas coletivos de abastecimento de água pois, do total de 105 (cento e cinco) lotes abastecidos, somente 60 (sessenta) lotes contribuem regularmente com a taxa cobrada, havendo atualmente a inadimplência de 42,86% (Figura 36).

Figura 36 – Pagantes da taxa de manutenção do sistema coletivo de abastecimento do distrito sede da comunidade São João, em 2023



Fonte: a autora

O comunitário responsável pela manutenção do sistema coletivo Julião 1 realiza a limpeza do reservatório com água e sabão uma vez por ano. E não há o controle da qualidade da água relativo ao padrão de potabilidade da água (BRASIL, 2019a).

6.4 Sistema coletivo de abastecimento de água São João 2

6.4.1 Caracterização dos usuários

Os dados de ocupação apresentados por Silva (2018), demonstraram que até 2018, havia 102 (cento e dois) lotes no distrito sede da comunidade São João, dos quais somente 33 (trinta e três) lotes faziam uso de água proveniente do poço antigo da escola e do poço do sistema São João 1.

Os registros da AC São João, em 2023, acerca da ocupação e quantidade de moradores encontram-se desatualizados, entretanto, estima-se um aumento de três novos lotes situados a montante dos sistemas de abastecimento, totalizando-se 105 (cento e cinco) lotes. De acordo com informações dos líderes comunitários, cerca de 67 (sessenta e sete) lotes são abastecidos com o sistema coletivo de abastecimento São João 2 (Quadro 6), que corresponde a aproximadamente a 201 pessoas.

Quadro 6 – Ocupação do distrito sede da comunidade São João, em 2018 e 2023

	2018 ¹	2023
TOTAL DE LOTES NO DISTRITO SEDE DA COMUNIDADE SÃO JOÃO	102	105
TOTAL DE LOTES ABASTECIDOS POR SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	33	67

Fonte: a autora, e Silva 2018⁽¹⁾.

Nota-se que os princípios da universalização e integridade não são vivenciados por alguns moradores desse distrito, ferindo o que preconiza a lei brasileira (BRASIL, 2020a).

Nesse distrito também nem sempre há instalações sanitárias completas, como banheiro e cozinhas e muitos não possuem sistema predial de água fria, ou seja, são edificações sem canalização de água para consumo humano, conforme registros de Chateaubriand *et al.* (2009).

6.4.2 Caracterização do sistema coletivo de abastecimento de água

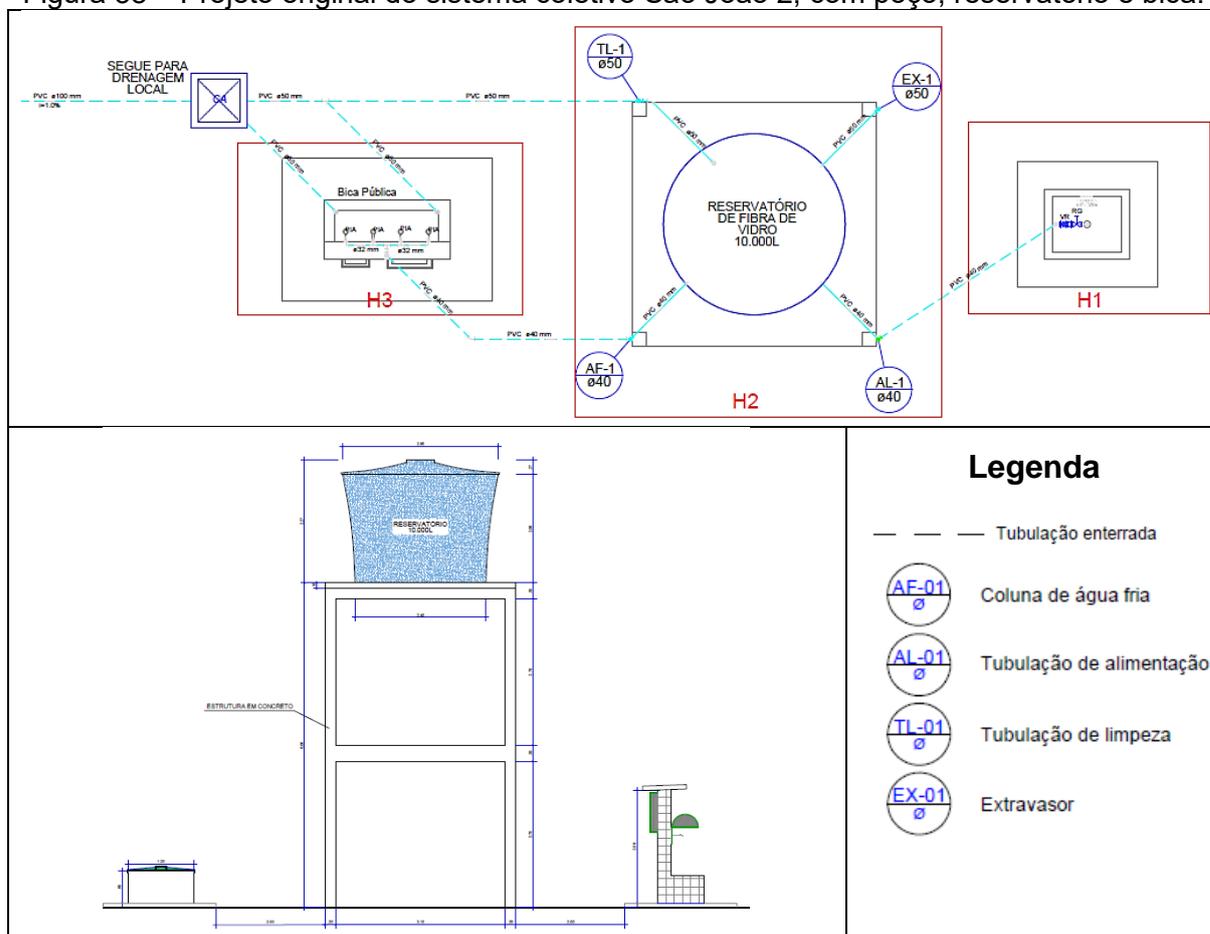
O projeto original do sistema São João 2 foi elaborado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF), como uma solução alternativa coletiva, sem rede de distribuição (BRASIL, 2019c), conforme consta nos Anexos C a E, composto somente pelas seguintes unidades: captação, adução e reservação, conforme Figura 37 e 38.

Figura 37 – Sistema São João 2 em fase construtiva, em abril de 2019.



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2019.

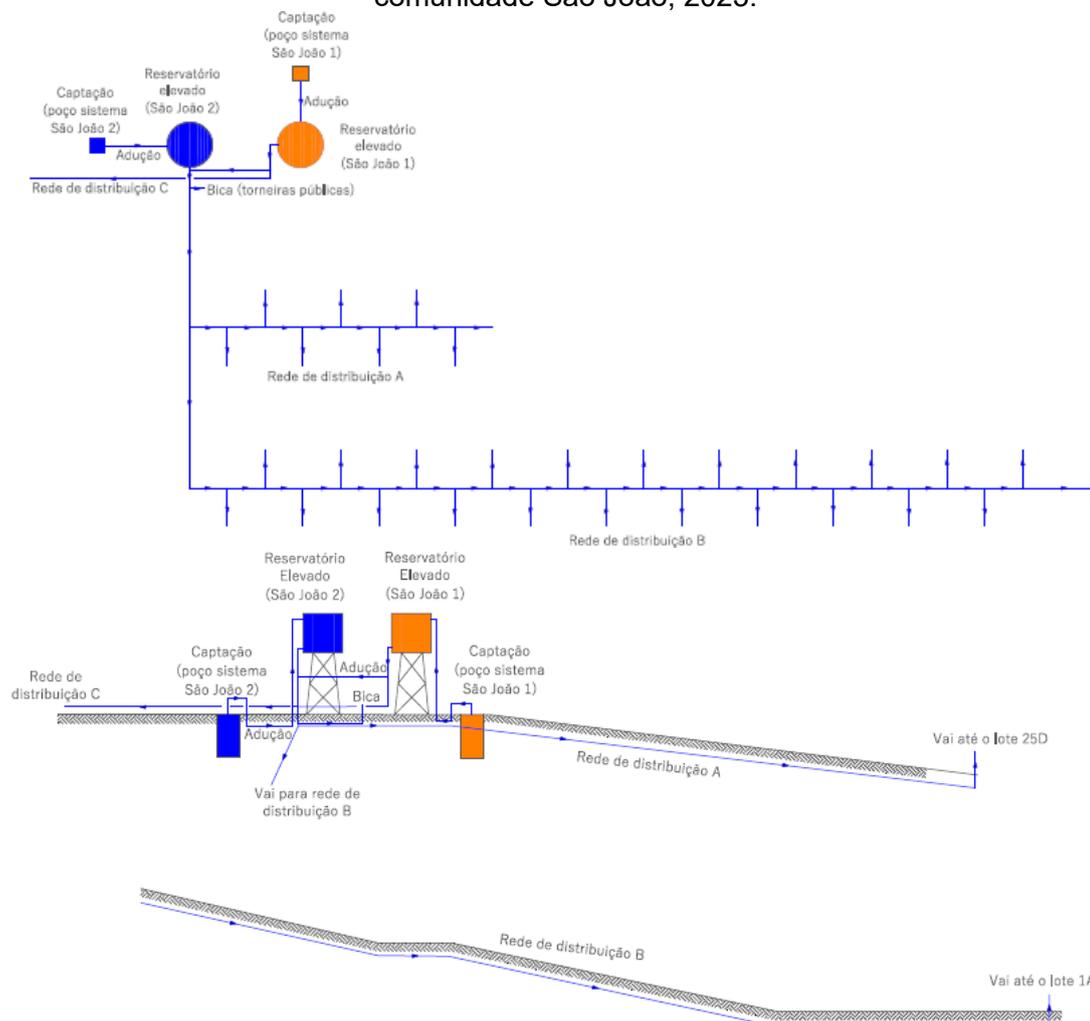
Figura 38 – Projeto original do sistema coletivo São João 2, com poço, reservatório e bica.



Fonte: Adaptado de SEMINF, 2017.

Os componentes previstos nesse projeto original do sistema São João 2 foram implantados no lote 49E, ao lado do sistema São João 1, conforme representado nos Apêndices G a I. Com a construção da rede de distribuição, viabilizada e executada por iniciativa exclusiva dos moradores locais, o sistema São João 2 passou da condição de solução alternativa coletiva para a condição de sistema coletivo de abastecimento de água (Figura 39), conforme classificação estabelecida para zonas rurais brasileiras (BRASIL, 2019c).

Figura 39 - Esquema geral e em perfil do sistema de abastecimento do distrito sede da comunidade São João, 2023.



Fonte: a autora.

Ressalta-se que os poços dos sistemas São João 1 e São João 2 encontram-se muito próximos – pouco mais que nove metros entre os mesmos, entretanto, não há registro de que tenha sido realizado estudo hidrogeológico prévio, que orientasse a locação do segundo poço, a partir das características do primeiro poço já instalado, quanto a área de abrangência, profundidade e vazão (BRASIL, 2019c).

A captação de água subterrânea do sistema São João 2 é realizada por meio de poço tubular profundo, com 120m de profundidade, que funciona com auxílio de um conjunto motor bomba de 5CV, protegido por um abrigo, com dimensões internas de 0,60x0,60x0,60m, em alvenaria, em cujo interior é possível visualizar a entrada do poço com diâmetro de 200mm (Figura 40).

Figura 40 – Vistas, externa e interna, do abrigo do poço para captação e início da adução do sistema coletivo de abastecimento de água São João 2, em 2023



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

O conjunto motor bomba originalmente instalado nesse sistema – bomba submersa Ebara de 5,5 HP, modelo OM4A, 220V (Figura 41), encontra-se danificado desde janeiro de 2022. A bomba apresentava-se bastante degradada pela corrosão, demonstrando assim a necessidade de conhecimento prévio das características da água a ser recalçada, fator essencial para escolha do conjunto motor bomba adequado (BRASIL, 2019c), visando a durabilidade.

Atualmente, esse sistema utiliza uma bomba doada pela ONU em 2021, supondo-se que a potência seja de 5CV, pois não foram disponibilizadas nem informações e nem o manual desse equipamento.

A AC São João relatou que o poço em questão “puxa lama” sempre entra em funcionamento, e que é necessário “limpar”, esgotando água pela adução até que se obtenha água limpa, para que a adução possa ser conectada novamente ao reservatório elevado.

A rotina de funcionamento do conjunto motor bomba do sistema São João 2 ocorre uma vez ao dia, durando em média duas horas para o enchimento completo do reservatório de 10.000 (dez mil) litros, correspondendo assim a uma vazão média 5.000L/h ou 5 m³/h, com acionamento e desligamento manual dessa bomba.

A Figura 42 mostra que a adução desse sistema coletivo de abastecimento de água posiciona-se entre a captação e o reservatório, saindo do abrigo sem proteção

e posteriormente segue enterrada. Esse tipo de adução pode ser classificada como adução de recalque, visto que necessita de uma estação elevatória para levar água bruta para o reservatório elevado (BRASIL, 2019c).

Figura 41 – Conjunto motor bomba do sistema de abastecimento São João 2



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

Figura 42 - Adução e reservação do sistema coletivo de abastecimento de água São João 2, em 2023



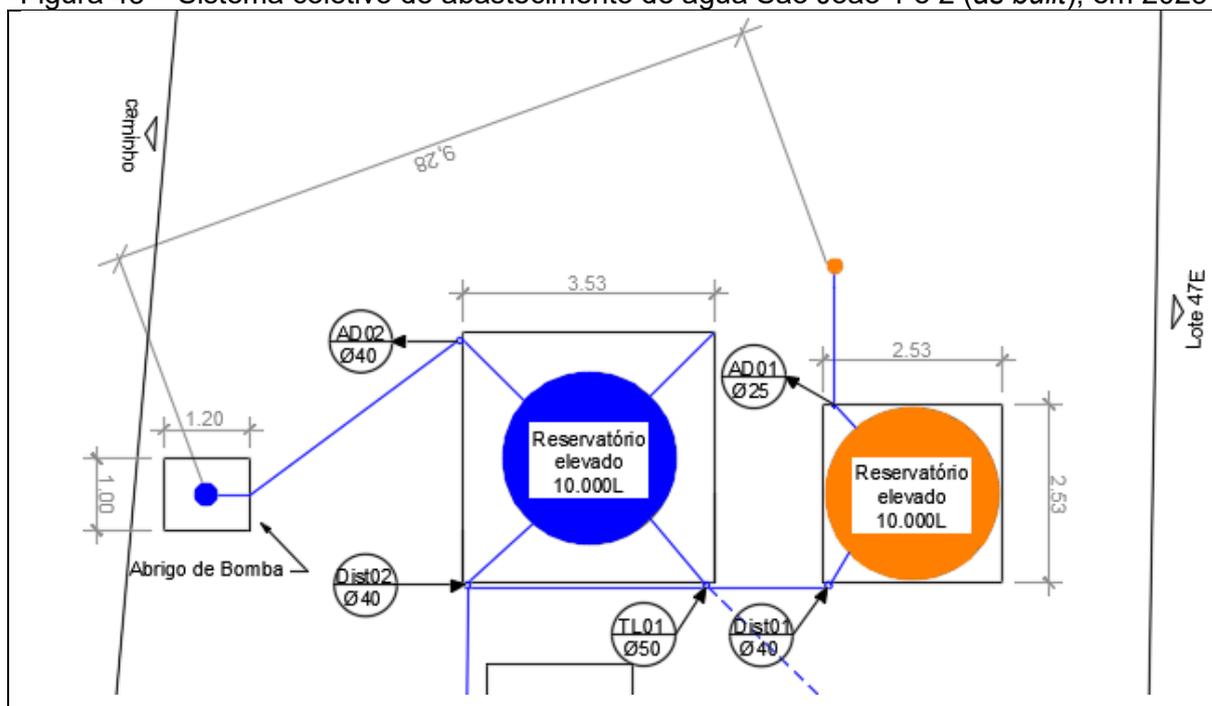
Fonte: a autora

O reservatório elevado possui seção circular e material em fibra de vidro, capacidade para 10.000L, encontrando-se apoiado numa estrutura de concreto de seis metros de altura, cuja base tem dimensões 3,5x3,5m e pilares de 0,20x0,20m, conforme consta no projeto original do sistema São João 2, devidamente posicionado no início da rede, razão pela qual pode ser classificado como reservatório de montante (TSUTIYA, 2006).

Os acessórios que integram o reservatório (Figura 43) são:

- tubulação de adução em PVC, 40mm;
- a tubulação de limpeza em PVC, 50mm com registro de gaveta, conectada diretamente a uma caixa de areia em alvenaria de 0,60x0,60m;
- o extravasor em PVC, 50mm; e
- tubulação de distribuição em PVC, 40mm.

Figura 43 – Sistema coletivo de abastecimento de água São João 1 e 2 (*as built*), em 2023



LEGENDA

- Sistema São João 1
- Sistema São João 2

Fonte: A autora.

Os sistemas São João 1 e São João 2, estão conectados a mesma rede de distribuição, por meio de um tê existente na coluna de distribuição proveniente do reservatório elevado do sistema São João 2, onde é possível identificar três registros de gaveta (Figura 44).

Figura 44 – Ligação do sistema São João 1 ao Sistema São João 2



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

Essa rede de distribuição foi planejada, viabilizada e executada por iniciativa dos moradores locais, que colaboraram com R\$130,00 (cento e trinta reais) por residência, arrecadando assim um total não mencionado, destinado à construção dessa rede de abastecimento (tronco principal), alcançando assim cerca de 67 (sessenta e sete) domicílios locais, ficando a ligação predial ao encargo do proprietário de cada domicílio.

Foi mencionado que essa rede de distribuição era originalmente constituída de duas ramificações principais, A e B, podendo ser classificada como do tipo ramificada, em espinha de peixe (TSUTIYA, 2006, p. 390). Líderes comunitários relataram que a ramificação C, proveniente da coluna de distribuição do sistema São João 1, abastece somente três residências, e foi instalada recentemente.

No percurso das três ramificações dessa rede de distribuição, pode ser observada a exposição parcial das tubulações (Figura 45), trechos esses sujeitos a danos físicos e a ataques de fatores climáticos, que podem ocasionar o desgaste ou rompimento e a destruição dessa tubulação.

A AC São João declara que os sistemas São João 1 e São João 2 nunca funcionam simultaneamente, sendo considerado de uso prioritário o sistema São João 2 e, somente no caso de falha ou de manutenção deste, o sistema São João 1 entraria em operação, portanto este último é considerado como sistema reserva.

Figura 45 – Tubulação da rede de distribuição exposta



Fonte: Acervo do Programa Tupé/UFAM, 2023.

A responsabilidade pela gestão – operação e manutenção do sistema coletivo de abastecimento d'água dos sistemas coletivos de abastecimento d'água São João 1 e São João 2, sempre esteve ao encargo da AC São João, que em 2018 era realizada da seguinte maneira:

- a) havia a cobrança de uma taxa mensal de manutenção de R\$15 (quinze reais) por mês, por residência filiada à AC São João; e
- b) apenas os lotes que contribuíam regularmente podiam utilizar a água proveniente do poço.

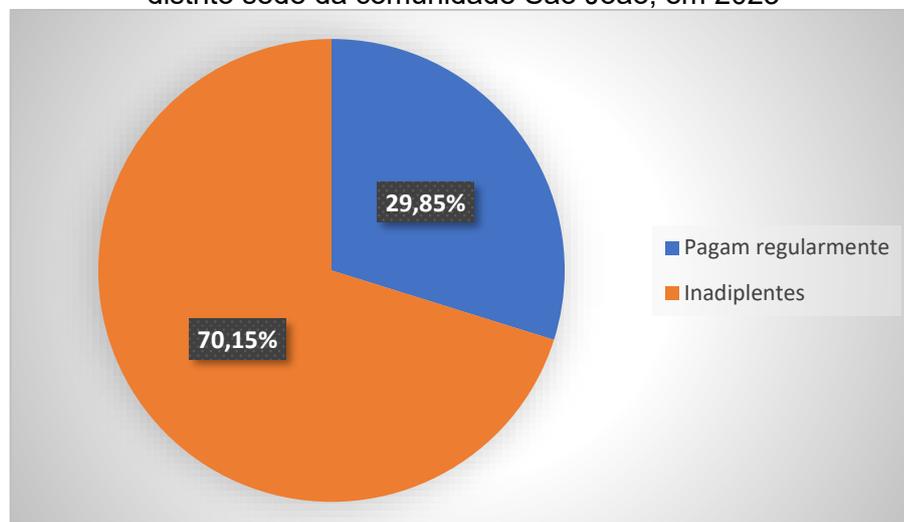
Em abril de 2023, a AC São João apresentou as seguintes informações quanto a gestão do sistema São João 2:

- a) a taxa de manutenção encontra-se fixada atualmente em R\$20 (vinte reais) por mês, por residência filiada a AC São João;
- b) todos os lotes ligados ao sistema fazem uso do abastecimento, independentemente do pagamento dessa taxa; e,
- c) atualmente, apenas 20 lotes pagam regularmente essa taxa, causando uma inadimplência de 70,15% (Figura 46).

Foi informado ainda que a limpeza do reservatório elevado do sistema São João 2 é realizada a cada seis meses, de forma manual, utilizando apenas água e sabão comum, enquanto que o controle da qualidade da água fornecida por esse

sistema não é realizado atualmente e a AC São João não possui nenhum laudo de análises da qualidade dessa água (BRASIL, 2019a).

Figura 46 – Pagantes da taxa de manutenção do sistema coletivo de abastecimento do distrito sede da comunidade São João, em 2023



Fonte: a autora

6.5 Sistemas Julião 1 e São João 2: análise e propostas

Ao analisar os sistemas coletivos de abastecimento de água Julião 1 e São João 2, constatou-se que ambos os sistemas apresentam conformidades e não conformidades em vários itens, exigidos pela legislação brasileira, como também outros itens recomendados pelas normas técnicas brasileiras pertinentes e por outras referências.

Portanto, nesta parte deste trabalho, são apresentados os itens analisados juntamente com diversos quadros, onde constam os resultados de análise de forma resumida. Em acréscimo, também são apresentadas propostas para alguns itens, juntamente com outros quadros, onde constam os resumos destas propostas.

Os Quadros 7 e 8 mostram, respectivamente, análises e propostas referentes aos princípios fundamentais garantidos por lei (BRASIL, 2020a), indicando que os sistemas coletivos de abastecimento de água Julião 1 e São João 2 apresentam não conformidades, visto que esse componente do saneamento básico tem sido um serviço negligenciado pelo poder público, nessa área rural, em contraste com diretrizes do PNSR (BRASIL, 2019b), principalmente o que se refere a universalização e integralidade desse serviço, como também no que se refere a gestão dos mencionados sistemas.

Quadro 7 – Análise dos sistemas estudados, em relação a princípios fundamentais

ITEM		ANÁLISE	
		JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2
PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS (BRASIL, 2020a, p. 6)	I - universalização de acesso e efetiva prestação de serviços; II - a integralidade, propiciando acesso aos serviços de saneamento à população conforme suas necessidades; III - os serviços de saneamento devem ser disponibilizados de forma adequada para a saúde pública, a conservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente; [...] VIII - o estímulo à pesquisa, desenvolvimento e utilização de tecnologias apropriadas, devem ser aplicadas conforme capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas, ganho de eficiência e redução dos custos que melhorem a qualidade do serviço prestado;	NC	NC
Legenda: C – em conformidade; NC – não conforme.			

Fonte: a autora.

Para que os princípios fundamentais sejam alcançados no meio rural, faz-se necessária a aplicação das medidas estruturais e estruturantes indicadas no PNSR. O poder público deveria exercer um papel primordial na gestão desses serviços de abastecimento de água, monitorando e fiscalizando desde a fase de planejamento, execução, operação e manutenção. Nota-se que há falhas de gestão desde a concepção dos projetos, as quais refletem diretamente nas condições atuais dos sistemas.

Quadro 8 – Proposta para os sistemas estudados, em relação a princípios fundamentais

ITEM	APLICAÇÃO		PROPOSTA
	JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2	
PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS (BRASIL, 2020a, p. 6)	sim	sim	Aplicação das medidas estruturantes e estruturais, nos três eixos estratégicos do PNSR: gestão de serviço, tecnologia, educação e participação social (BRASIL, 2019a).

Fonte: a autora.

A gestão ineficiente dos serviços públicos de abastecimento de água parece ter causa principalmente na forma de atuação do poder público municipal – as vezes morosa, as vezes ausente e parcialmente inadequada em relação as especificidades locais.

Tal gestão ineficiente tem sido agravada pela forma de atuação das comunidades que, pressionadas pela importância e urgência de ter acesso à água

nos domicílios, resolvem atuar por conta própria nesse processo, implantando e complementando de modo inadequado os sistemas coletivos de abastecimento d'água de que necessitam, como ocorreu em parte dos quatro sistemas estudados neste trabalho – Julião 1 e 2 e São João 1 e 2.

Nesse sentido, destacam-se as iniciativas comunitárias de realizar, isoladamente, a viabilização e a construção do sistema coletivo São João 1, bem como, das redes de distribuição dos sistemas coletivos das comunidades Julião e São João, nos quais podem ser constados inúmeros problemas de funcionamento e de gestão, causando assim insatisfação em relação a esse serviço público.

Nos Quadros 9 e 10 constam análises e propostas acerca dos sistemas coletivos estudados, quanto a titularidade e o controle social desses serviços públicos garantidos por lei (BRASIL, 2020a).

Quadro 9 – Análise da titularidade e do controle social dos sistemas estudados

ITEM		ANÁLISE	
		JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2
TITULARIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL, 2020a, p. 10)	A titularidade dos serviços públicos de saneamento básico compete aos municípios e ao Distrito Federal; Titularidade por gestão associada, por meio de consórcio público ou convênio de cooperação;	NC	NC
CONTROLE SOCIAL (BRASIL, 2020a, p. 19)	Compete também ao titular dos serviços públicos de abastecimento determinar os mecanismos e procedimentos de controle social, garantindo a representação: I - dos titulares dos serviços; II - de órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento básico; III - dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico; IV - dos usuários de serviços de saneamento básico; V - de entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionadas ao setor de saneamento básico.	NC	NC
Legenda: C – em conformidade; NC – não conforme.			

Fonte: a autora.

Em princípio, o poder público municipal teria a titularidade do serviço público de abastecimento de água na REDES do Tupé, situada na zona rural de Manaus. No entanto, os serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário

são concedidos à empresa privada Águas de Manaus, abrangendo as áreas urbana e rural desse município (MANAUS, 2023b), cabendo à AGEMAN exercer o “poder regulatório, normatizador, controlador e fiscalizador dos serviços públicos prestados no âmbito do município de Manaus” (MANAUS, 2023a).

Quadro 10 – Propostas quanto a titularidade e o controle social dos sistemas estudados

ITEM	APLICAÇÃO		PROPOSTAS
	JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2	
TITULARIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL, 2020a, p. 10)	sim	sim	Elaborar um plano de ação para o saneamento básico das comunidades da REDES do Tupé, atendendo diretrizes do Plano de Gestão dessa reserva, envolvendo todos os agentes titulares desses serviços públicos em saneamento e demais envolvidos – poder público, concessionária, FUNASA, AGEMAM, associações comunitárias, conselho deliberativo da reserva e organizações parceiras.
CONTROLE SOCIAL (BRASIL, 2020a, p. 19)	sim	sim	Desenvolvimento de palestras, oficinas e eventos similares para conscientização, formação e qualificação dos envolvidos nesse processo, capacitando-os para o trabalho conjunto em todas as etapas da gestão em saneamento, do planejamento até a operação, manutenção e monitoramento.

Fonte: a autora.

Entende-se ainda que os sistemas coletivos de abastecimento de água estudados são casos particulares, especialmente:

- a) por estarem implantados em comunidades rurais de Manaus-Am, relativamente próximas da zona urbana desse município, porém sem ligação rodoviária com essa zona urbana, usando-se transporte fluvial para acessar tais comunidades; e,
- b) pela inexistência de vias públicas pavimentadas nessas comunidades rurais, onde o deslocamento das pessoas é realizado principalmente a pé, por caminhos de terra e trilhas de floresta, ou utilizando pequenos veículos tais como bicicletas e similares.

Nesse cenário particular, as soluções de saneamento devem ser compatíveis com as características físicas e socioeconômicas locais, não só na estrutura física dos sistemas coletivos de abastecimento d’água, como também na gestão desses sistemas – operação, manutenção, cobrança e monitoramento, devendo ocorrer de

modo diferente do que acontece na zona urbana de Manaus, o que não foi observado nos distritos sede das comunidades Julião e São João.

Por outro lado, o serviço público de abastecimento de água para a área rural não está previsto no plano municipal de saneamento básico de Manaus (MANAUS, 2014), evidenciando que a população rural continua excluída do controle social desse serviço desde a etapa inicial de planejamento, sem participar efetivamente dos direitos e deveres estabelecidos em lei (BRASIL, 2020a, p. 19).

As comunidades da REDES do Tupé já possuem estrutura organizacional para atuarem no controle social do saneamento básico local, incluindo-se o abastecimento de água, uma vez que possuem associações comunitárias legalmente constituídas e registradas desde a década de 80, além de integrarem o Conselho Deliberativo dessa reserva, ao lado de diversas outras organizações governamentais e não governamentais que atuam naquela localidade. Destaca-se, por importante, que esse conselho tem funcionado continuamente desde sua criação em 2006.

Para que haja controle social, o eixo da educação e participação social pode auxiliar com o desenvolvimento de palestras, oficinas e eventos similares visando a conscientização, formação e qualificação dos envolvidos nesse processo – poder público, comunitários e organizações parceiras, para que todos estejam capacitados para o trabalho conjunto em todas as etapas da gestão dos sistemas coletivos de abastecimento de água, desde o planejamento até a operação, manutenção e monitoramento, além de promover assim a sensibilização sobre a importância do envolvimento social para que políticas públicas de saneamento básico sejam colocadas em prática, com efetividades.

Entende-se que a atuação do município, titular desse serviço público, deve ocorrer de modo articulado e integrado às comunidades interessadas, tanto na abordagem – reflexão e ação, dos problemas atuais dos sistemas coletivos de abastecimento de água existentes, como também desde o planejamento dos sistemas coletivos de saneamento básico a serem implantados e implementados naquelas comunidades.

O Plano de Gestão da REDES do Tupé prevê ações para acesso universal ao saneamento básico nas comunidades dessa reserva, incluindo o planejamento, a execução e a operação dos sistemas individuais e coletivos existentes e previstos para aquela localidade rural (PREFEITURA DE MANAUS, 2017).

Tratando-se de infraestrutura física para abastecimento de água em comunidades da REDES do Tupé, a solução tecnológica adotada tem sido similar ao constatado nos sistemas Julião 1 e São João 2 – captação por poços (MARIOSA, 2020), adução, reservação e rede de distribuição, buscando-se adaptações às peculiaridades locais, o que pode ser considerado relativamente adequado, considerando-se principalmente o isolamento geográfico e a inexistência de planos de ação em saneamento rural e demais condicionantes.

Analisando os aspectos de distribuição contínua e controle de potabilidade da água, os sistemas coletivos Julião 1 e São João 2 encontram-se em situação precária (Quadro 11), segundo registrado pelo PLANSAB (BRASIL, 2019b), demandando assim a elaboração de propostas (Quadro 12).

Quadro 11 – Análise quanto a distribuição contínua e o controle de potabilidade da água dos sistemas estudados

ITEM		ANÁLISES	
		JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2
ABASTECIMENTO DE ÁGUA (BRASIL, 2019b, p. 35)	O abastecimento de água potável, segundo o PLANSAB, deve ser contínuo e sem intermitências.	NC	NC
	O abastecimento de água, segundo o PLANSAB, deve ter segurança sanitária, atendendo aos padrões de potabilidade da água.	NC	NC
Legenda: C – em conformidade; NC – não conforme.			

Fonte: a autora.

Quadro 12 – Propostas para continuidade no abastecimento e controle da potabilidade de água nos sistemas estudados

ITEM	APLICAÇÃO		PROPOSTAS
	JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2	
ABASTECIMENTO DE ÁGUA (BRASIL, 2019b, p. 35)	sim	sim	Realizar estudos mais detalhados, de modo a garantir o abastecimento contínuo de água, a partir do aproveitamento dos componentes dos sistemas existentes.
	sim	sim	Planejar e implantar soluções alternativas de geração de energia elétrica (painéis fotovoltaicos), para suprir continuamente os sistemas coletivos de abastecimento de água existentes.
	sim	sim	Estabelecer parcerias institucionais e/ou gestão compartilhada com o poder público, visando o monitoramento da potabilidade da água.

Fonte: a autora.

Em ambos os sistemas estudados, foi observado que o abastecimento é descontínuo, com distribuição de água somente uma vez ao dia aos domicílios, registrando-se ainda a inexistência do controle da potabilidade da água distribuída e consumida.

Entende-se que esse problema da descontinuidade do abastecimento de água têm origem no planejamento e na execução dos sistemas Julião 1 e São João 2, uma vez que os estudos de concepção desses não foram consideradas recomendações de norma técnica brasileira (ABNT, 1992a), especialmente no que se refere a necessidade estudos prévios, abordando investigações geotécnicas, a população a ser abastecida, as vazões e condições sanitárias dos mananciais a serem utilizados para captação.

Nesse sentido, propõe-se a realização de estudos mais detalhados dos sistemas Julião 1 e São João 2, visando introduzir modificações, de modo a garantir o abastecimento contínuo de água, a partir do aproveitamento dos componentes desses sistemas (ABNT, 1992a, p. 4).

Também foi identificado que ambas as comunidades sofrem com a instabilidade diária de fornecimento de energia elétrica pela rede pública, na qual estão conectadas, dificultando assim o abastecimento contínuo e contribuindo para os frequentes danos dos conjuntos de bombeamento, entendendo que a resolutividade desta questão pode ser encontrada nas soluções alternativas de geração de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos.

Atualmente, os sistemas coletivos de abastecimento de água implantados na REDES do Tupé encontram-se sob a gestão das respectivas associações comunitárias, que não dispõem de meios técnicos e financeiros para monitorar a qualidade da água produzida. Propõe-se então que sejam estabelecidas parcerias com instituições que realizam análises físico-químicas e microbiológicas para controle da potabilidade da água, como também se propõe a gestão compartilhada com o poder público, ficando sob responsabilidade municipal o controle da qualidade da água visando a segurança sanitária.

Análise e propostas relativas aos sistemas em estudo, quanto a locação do poço tubular profundo e quanto a necessidade de relatório técnico construtivo, estão resumidas nos Quadros 13 e 14. Dentre as irregularidades observadas nesses itens, destaca-se a proximidade entre os poços dos sistemas São João 1 e São João 2, o

que pode estar influenciando, negativamente, na quantidade de água disponível no manancial e na qualidade da água fornecida.

Quadro 13 – Análise da captação por poço tubular profundo e da necessidade de relatórios técnicos construtivos dos sistemas estudados

ITEM		ANÁLISES	
		JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2
POÇO TUBULAR PROFUNDO (BRASIL, 2019c, p. 79)	Na locação de poços, devem ser considerados: a) a existência de “poços escavados na área, sua profundidade, quantidade e características da água fornecida”; b) os níveis da água em épocas de seca e de chuva, se houver possibilidade de sondagem na área;	C	NC
RELATÓRIO TÉCNICO CONSTRUTIVO (ABNT, 2006)	A empresa responsável pela construção do poço, ao final do serviço deve entregar o relatório técnico construtivo ao contratante com todas as informações pertinentes à execução, testes de bombeamento, e análises físico-químicas e bacteriológicas e outros.	NC	NC
Legenda: C – em conformidade; NC – não conforme.			

Fonte: a autora.

Quadro 14 – Propostas para o poço tubular profundo e para os relatórios técnicos dos sistemas estudados

ITEM	APLICAÇÃO		PROPOSTAS
	JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2	
POÇO TUBULAR PROFUNDO (BRASIL, 2019c, p. 79)	não	sim	Realização de teste de vazão para verificar a exploração do poço e de um estudo hidrogeológico, para verificar as condições dessa fonte de captação.
RELATÓRIO TÉCNICO CONSTRUTIVO (ABNT, 2006)	sim	sim	Cobrar das empresas responsáveis pela construção desses poços o respectivo relatório técnico construtivo.

Fonte: a autora.

O problema constatado na captação do sistema São João 2, onde o poço tubular bombeia água e sedimentos (“lama”), pode estar relacionado à perfuração desse poço, suspeitando-se não ter sido alcançado um aquífero confinado ou semiconfinado, ideal para poços artesianos, ou seja, sinalizando que a água é captada do nível freático regional, que oscila com a cheia e vazante dos cursos d’água locais.

A análise dos poços em questão fica limitada em face da escassez de informações técnicas sobre a execução dos mesmos, demonstrando assim falha de gestão, visto que a empresa responsável pela construção de poço, ao final do serviço

deve entregar o relatório técnico construtivo ao contratante, com todas as informações pertinentes à execução, testes de bombeamento, análises físico-químicas e bacteriológicas, dentre outros dados (ABNT, 2006).

Propõe-se então que sejam cobrados, das empresas responsáveis esses relatórios técnicos construtivos dos poços que integram os sistemas coletivos de abastecimento de água estudados.

Todavia, não há informações quanto a entrega e ao recebimento desses relatórios, o que limita a resolutividade dos problemas identificados nos poços em questão, fazendo-se necessária a realização de teste de vazão para determinação das condições de exploração, bem como o desenvolvimento de estudo hidrogeológico, para verificar a real condição dessas fontes de captação.

Outra questão importante é a necessidade de cumprimento da exigência legal de regularização dos poços existentes nos sistemas estudados, considerando que não foi identificada documentação de anuência do órgão gestor dessa unidade de conservação – SEMMAS, seja de outorga de uso da água subterrânea, seja licença ambiental desses poços, constando nos Quadros 15 e 16 a análise e a proposta acerca desse assunto.

Quadro 15 – Análise sobre aspectos legais referentes ao uso da água subterrânea nos sistemas estudados

ITEM		ANÁLISE	
		JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2
USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (AMAZONAS, 2016a e 2016b)	“poços tubulares a serem construídos em unidades de conservação, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes, deverão ter a anuência do órgão gestor da unidade de conservação” (AMAZONAS, 2016a, p. 13).	NC	NC
	Pequenos núcleos habitacionais rurais com “limites máximos de aglomerações de até 51 domicílios ou 400 habitantes”, estão isentos de outorga de uso da água subterrânea.	C	C
	Além da outorga, deverá ser procedido o correspondente “licenciamento ambiental e demais autorizações exigidas pela legislação, ficando o usuário sujeito a posterior fiscalização” (AMAZONAS, 2016b, p. 4).	NC	NC
Legenda: C – em conformidade; NC – não conforme.			

Fonte: a autora.

Quadro 16 – Proposta acerca de aspectos legais referentes ao uso da água subterrânea nos sistemas estudados

ITEM	APLICAÇÃO		PROPOSTA
	JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2	
USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (AMAZONAS, 2016a e 2016b)	sim	sim	Realizar os procedimentos necessários para obter a anuência do órgão gestor da unidade de conservação – SEMMAS, no que se refere a outorga, ao licenciamento ambiental e demais exigências legais referentes ao uso da água subterrânea.

Fonte: a autora.

Em relação à dispensa de outorga de uso de água subterrânea, concluiu-se que os poços dos sistemas estudados se enquadram, uma vez que são núcleos habitacionais rurais e estão abaixo do limite de 400 habitantes, fazendo jus à isenção dessa outorga, ainda que ultrapassem o limite de 51 domicílios.

Faz-se necessário portanto, tomar providências no sentido de solicitar essa dispensa de outorga que envolve o licenciamento ambiental, testes de bombeamento, relatório técnico e fotográfico, além de laudos físico-químicos, químicos e bacteriológicos da água.

Assim, enfatiza-se que deverá ser procedido o correspondente “licenciamento ambiental e demais autorizações exigidas pela legislação, ficando o usuário sujeito a posterior fiscalização” (AMAZONAS, 2016b, p. 4), ainda que a dispensa de outorga seja concedida.

Ambos os reservatórios dos sistemas coletivos de abastecimento de água estudados apresentaram algumas não conformidades em relação a norma técnica brasileira (BRASIL, 1994a), conforme apresentado nos Quadros 17 e 18.

No reservatório do sistema coletivo São João 2:

- a) foi visualizado um vazamento, sem identificação da respectiva origem, por isso recomenda-se a realização de inspeção detalhada e substituição das partes eventualmente danificadas;
- b) faz-se necessário adequações quanto a acessórios não encontrados, principalmente escada com guarda corpo, dispositivo de controle de nível, dispositivo de medição e controle de vazão, crivo na saída da tubulação de distribuição;

- c) há necessidade de controle do acesso à área onde foram implantados a captação, a adução e reservatório desse sistema, protegendo-o de vandalismo e danos em geral; e,
- d) recomenda-se a fixação dos trechos aparentes das tubulações de adução e de distribuição, com braçadeiras metálicas.

Para o reservatório do sistema coletivo Julião 1:

- a) recomenda-se a instalação de escada com guarda corpo, até a abertura de inspeção;
- b) a instalação de dispositivo de controle de nível e dispositivo de controle e medição de vazão; e,
- c) substituição da tubulação de limpeza, adotando-se diâmetro de 40mm, para facilitar o rápido esvaziamento do efluente resultante da operação de limpeza, bem como para impedir entupimentos.

Quadro 17 – Análise dos reservatórios dos sistemas estudados

ITEM		ANÁLISE	
		JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2
RESERVATÓRIO (BRASIL, 2019c; ABNT, 1994a)	<p>Considerados como um dos principais elementos no sistema de abastecimento de água, os reservatórios devem estar livres de contaminação e, faz-se necessária “estrutura adequada, tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, extravasor e indicador de nível”. (BRASIL, 2019c, p. 115).</p> <p>Na implantação dos reservatórios de sistemas coletivos de abastecimento de água também devem ser previstos: drenagem subestrutural, medição e controle, velocidade da água de entrada e saída, proteção com crivo na saída da tubulação, descarga de fundo, abertura de inspeção, e medidas de segurança como pisos, escadas e passadiços com materiais antiderrapantes, guarda-corpo, para-raios e luz de sinalização de obstáculo, e controle de acesso a área de implantação do sistema (ABNT, 1994a).</p>	NC	NC
Legenda: C – em conformidade; NC – não conforme.			

Fonte: a autora.

Recomenda-se ainda a limpeza frequente dos reservatórios dos sistemas coletivos de abastecimento de água estudados, pelo menos a cada seis meses, utilizando-se procedimentos e utensílios de limpeza adequados, de modo a manter tais reservatórios livres de contaminação e de impurezas.

Quadro 18 – Propostas para os reservatórios dos sistemas estudados

ITEM	APLICAÇÃO		PROPOSTAS
	JULIÃO 1	SÃO JOÃO 2	
RESERVATÓRIO (BRASIL, 2019c; ABNT, 1994a)	não	sim	Inspeção da integridade física do reservatório, verificando a necessidade de substituição.
	não	sim	Fixação de apoio com braçadeiras metálicas das tubulações de adução e distribuição.
	não	sim	Instalação de escadas externas fixadas no topo, na base e no meio, com espaçamento entre degraus de 0,30m e espaço livre atrás da escada de 0,2m, e protegidas com guarda corpo.
	não	sim	Instalação vertical de escada interna, apoiada ao fundo e presa na cobertura, construída de material resistente a corrosão.
	sim	sim	Instalação de gradil ou guarda corpo no ponto de chegada da escada na cobertura até a abertura de inspeção.
	sim	não	Aumentar diâmetro da tubulação de limpeza do reservatório para 40mm.
	sim	sim	Instalação de dispositivo de controle de nível (bóia elétrica) no reservatório;
	sim	sim	Instalação de dispositivo de controle de vazão (hidrômetro) na entrada ou saída do reservatório;
	sim	sim	Proteção com crivo na seção de saída da tubulação de distribuição;
	não	sim	As canalizações de entrada e de saída e a estrutura devem ser protegidas, impedindo o acesso de pessoas não autorizadas.
	sim	sim	Limpeza semestral dos reservatórios

Fonte: a autora.

Analisando as redes de distribuição dos dois sistemas coletivos de abastecimento de água, constatou-se que foram concebidas, viabilizadas e executadas exclusivamente pelos moradores das comunidades beneficiadas, sem acompanhamento técnico e sem projeto adequado com base em norma técnica brasileira (BRASIL, 1994b).

Constatou-se também que os recobrimentos dessas tubulações de distribuição não foram realizados em “camadas sucessivas de terra, de forma a absorver o impacto de cargas móveis”, e não estão posicionadas no terço médio do caminho público (BRASIL, 2019c, p.121), sugerindo-se que seja realizado o planejamento adequado dessas redes de distribuição, incluindo projeto executivo, para que sejam atingidas as pressões necessárias para o abastecimento dos domicílios.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O abastecimento coletivo de água é um componente do saneamento básico essencial para melhorar a qualidade de vida e promover o desenvolvimento sustentável no meio rural. Por isso, considerou-se fundamental caracterizar e diagnosticar os sistemas coletivos de abastecimento de água implantados em na REDES do Tupé, desenvolvendo estudos e propostas de melhorias e, principalmente, buscando avaliar a prestação desse serviço de uso coletivo essencial naquelas localidades.

Ressalta-se a importância de promover a participação e o envolvimento das comunidades rurais no planejamento e na gestão dos sistemas de abastecimento de água, e sobre necessidade de cobrar do poder público, principalmente no âmbito municipal, ações efetivas de implementações das políticas públicas já existentes.

Em suma, os princípios fundamentais do saneamento básico muitas vezes não são alcançados devido à falta de infraestrutura adequada, gestão ineficiente dos recursos e falta de sensibilização da população. Superar essas barreiras requer um compromisso contínuo de governo, organizações e sociedade civil para garantir que todas as pessoas tenham acesso a serviços de saneamento básico adequado e de qualidade.

Contudo, espera-se que este trabalho possa contribuir para melhoria do abastecimento de água nas áreas rurais e, para trabalhos futuros, recomenda-se para os sistemas coletivos estudados:

- a) a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção dos sistemas abordando todos os componentes – captação por poço, adução, reservatório e rede de distribuição;
- b) a realização periódica de análises físico-químicas e microbiológicas da água produzida e da água consumida, visando o controle de potabilidade, segundo padrões da legislação brasileira;
- c) o planejamento e a implantação de unidades de tratamento simplificado da água, com cloração, complementando assim os sistemas existentes;
- d) o planejamento e a implantação das redes de distribuição, de acordo com as normas técnicas brasileiras.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). **Resolução CERH Nº 01, de 19-07-2016**. Manaus, 02 de ago. de 2016a. Disponível em: <<http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Res-CERH-01-16.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2023.

AMAZONAS. Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). **Resolução CERH Nº 02, de 19 de julho de 2016**. Manaus, 19 de jul. de 2016b. Disponível em: <<https://meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/Resolu%C3%A7%C3%A3o-N%C2%BA02-de-Outorga-de-19-07-19.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2023.

AMAZONAS. Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEINFRA). Assessoria de Comunicação (ASCOM). **Comunidade do Tarumã Mirim é beneficiada com sistema de abastecimento de água**. Manaus, 24 de fev. de 2017. Disponível em: <<http://www.seinfra.am.gov.br/comunidade-do-taruma-mirim-e-beneficiada-com-sistema-de-abastecimento-de-agua/>>. Acesso em: 19 de abr. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6023**: Informação e documentação – Referências – Elaboração. 2018. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/documents/40070/1837975/ABNT+NBR+6023+2018+%281%29.pdf/3021f721-5be8-4e6d-951b-fa354dc490ed>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 6024**: Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento – Apresentação. 2012a. Disponível em: <<https://cnm.paginas.ufsc.br/files/2020/02/ABNT-NBR-6024.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 6027**: Informação e documentação – Sumário – Apresentação. 2012b. Disponível em: <https://www.academia.edu/37036306/ABNT_NBR_6027_2012_Sum%C3%A1rio>. Acesso em: 19 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 6028**: Informação e documentação – Resumo, resenha e recensão – Apresentação. 2021. Disponível em: <https://www.academia.edu/37036306/ABNT_NBR_6027_2012_Sum%C3%A1rio>. Acesso em: 19 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 10520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. 2002. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2016/05/NBR-10520-CITA%C3%87%C3%95ES.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 12211**: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. 1992a. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAEir4AJ/nbr-12211-nb-587-estudos-concepcao-sistemas-publicos-abastecimento-agua>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 12212**: Projeto de poço para captação de água subterrânea. 1992b. Disponível em: <<https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade->

estadual-de-campinas/saneamento-ambiental/abnt-nbr-12212-2017-pdf-norma-abnt/33249392>. Acesso em: 30 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 12214**: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. 1992c. Disponível em: <https://www.academia.edu/38267509/NBR_12214_1992_NB_590_Projeto_de_sistema_de_bombeamento_de_agua_para_abastecimento_publico>. Acesso em: 30 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 12217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. 1994a. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAhH5wAB/nbr-12217-projeto-reservatorio-distribuicao-agua-abastecimento-publico#>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. 1994b. Disponível em: <https://www.academia.edu/36889465/Nbr_12218_Projeto_De_Rede_De_Distribuicao_De_Agua_Para_Abastecimento_Publico>. Acesso em: 30 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 12244**: Poço tubular – Construção de poço tubular para captação de água subterrânea. 2006. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/qdownload/nbr-12244-pdf-free.html>>. Acesso em: Acesso em: 26 abr. 2023.

_____. **ABNT NBR 14724**: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos - Apresentação. 2011. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2011/09/NBR_14724_atualizada_abr_2011.pdf>. Acesso em: Acesso em: 13 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 135, p. 1-8, 15 jul. 2020a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#view>. Acesso em: 14 jan. 2023.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2019a. 266p. Disponível em:

<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb>. Acesso em: 14 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Institucional**. Brasil, Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, [2023?]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/acesso-a-informacao/institucional>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento / Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/downloads/panorama/PANORAMA_DO_SANEAMENTO_BASICO_NO_BRASIL_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Saneamento básico - Plansab**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento / Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019b

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5 ed. Brasília, FUNASA, 2019c, 545p.

BRASIL. Nações Unidas. Mais de 4,2 bilhões de pessoas vivem sem acesso ao saneamento básico. **Nações Unidas Brasil**, 19 de nov. de 2020b. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/101526-mais-de-42-bilh%C3%B5es-de-pessoas-vivem-sem-acesso-saneamento-b%C3%A1sico#:~:text=Para%20a%20ONU%2C%20o%20acesso,c%C3%B3lera%20e%20a%20febre%20tifoide>>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BREVES, Keynes. Comunidades da RDS do Tupé recebem bombas submersas da prefeitura. **Prefeitura de Manaus**, Manaus, 06 de out. de 2021. Disponível em: <<https://www.manaus.am.gov.br/noticia/comunidades-da-rds-do-tupe-recebem-bombas-submersas-da-prefeitura/>>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

CAMARGO, J.C.S. O Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR: uma política pública de inovação técnico-social para o acesso à água a comunidades rurais no Brasil. **RPPR – Revista Política e Planejamento Regional**, v. 9, n. 2, p. 314-334, 2022. Disponível em: <<https://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/artigo-o-sistema-integrado-de-saneamento-rural---sisar-uma-politica-publica-de-inovacao-tecnico-social-para-o-acesso-a-agua-a-comunidades-rurais-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

CHATEAUBRIAND, Annunziata Donadio *et al.* **Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé – REDES do Tupé: especialização e informações das comunidades**. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 2009.

COMUNIDADES da RDS do Tupé apoiam e agradecem o trabalho da Prefeitura de Manaus. **Prefeitura de Manaus**, 04 de abr. de 2014. Disponível em: <<https://semmas.manaus.am.gov.br/comunidades-da-rds-do-tupe-apoiam-e-agradecem-o-trabalho-da-prefeitura-de-manaus/>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

CONSULADO do Japão visita comunidades beneficiadas com a construção de poços artesianos na RDS do Tupé. **Prefeitura de Manaus**, 15 de fev. de 2017. Disponível em: <<https://semmas.manaus.am.gov.br/consulado-do-japao-visita-comunidades-beneficiadas-com-a-construcao-de-pocos-artesianos-na-rds-do-tupe/>>. Acesso em: 01 maio 2023.

GARRIDO, J., ROCHA, W., GAMBRILL, M., COLLET, H. **Estudo de modelos de gestão de serviço de abastecimento de água no meio rural no Brasil: Parte I Relatório Principal**. Brasília: Banco Mundial, 2016. 112 p. (Série Água Brasil, n. 13). Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/378901479099282672/pdf/Parte-I.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Entenda o marco legal**. Brasil, [2023?]. Disponível em: <<https://marcolegal.aguaesaneamento.org.br/entenda-o-marco-legal/#entenda>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. Brasil, 2012. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/manual-impressao.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MANAUS. Agência reguladora dos serviços públicos delegados do município de Manaus (AGEMAN). **Atribuições**. Manaus, 2023a. Disponível em: <<https://ageman.manaus.am.gov.br/atribuicoes/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MANAUS. Agência reguladora dos serviços públicos delegados do município de Manaus (AGEMAN). **Abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Manaus, 2023b. Disponível em: <<https://ageman.manaus.am.gov.br/atribuicoes/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MANAUS. Agência reguladora dos serviços públicos delegados do município de Manaus (AGEMAN). **Prefeitura lança obras de construção de poços em duas comunidades da RDS do Tupé**. Manaus, [2019?]. Disponível em: <<https://ageman.manaus.am.gov.br/prefeitura-lanca-obras-de-construcao-de-pocos-em-duas-comunidades-da-rds-do-tupe/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MANAUS. **Lei nº 724, de 23 de março de 2004**. Institui a obrigatoriedade da limpeza periódica de caixas d'água, conforme especifica, e dá outras providências. Diário Oficial de Manaus: Manaus, n. 965, 23 mar. 2004. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/am/m/manaus/lei-ordinaria/2004/76/754/lei-ordinaria-n-754-2004-institui-a-obrigatoriedade-da-limpeza-periodica-de-caixas-d-agua-conforme-especifica-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 09 jun. 2023

MANAUS. Prefeitura Municipal. **PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico**. Manaus: Prefeitura Municipal, 2014. Disponível em: <https://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/casacivil/ugpm_agua/pmsb-2014/PLANOMUNCIPALDESANEAMENTOBASICO2014.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MANAUS. Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus. **HS-01/03: Esquema geral tipo – inst. hidrossanitárias**. dez. 2017a. Plantas diversas. PDF.

MANAUS. Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus. **HS-02/03: Detalhes H1, H2 e H3 perfil esquemático do poço**. dez. 2017b. Plantas diversas. PDF.

MANAUS. Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus. **HS-03/03: Esquemas tipo: vertical, elevações e plantas dos elementos**. dez. 2017c. Plantas diversas. PDF.

MARIOSIA, D. F. *et al.* A agenda 2030 e o saneamento como indicador de sustentabilidade. **Revista Cerrados (Unimontes)** v. 18, n. 1, p. 278-299, 2020. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/5769/576962804019/html/>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. O direito humano à água e saneamento. **Comunicados aos Média**. 28 jun. 2010. Disponível em: <https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.

PEDROSA, Júlio. Prefeitura e governo do Japão firmam parceria para levar água potável ao Tupé. **Prefeitura de Manaus**, 21 de nov. de 2017. Disponível em: <<https://www.manaus.am.gov.br/noticias/saneamento-basico/prefeitura-e-governo-do-japao-firmam-parceria-para-levar-agua-potavel-ao-tupe/>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

PEDROSA, J.; GONÇALVES, J. P. Mais dois poços artesianos são entregues na RDS do Tupé. **Prefeitura de Manaus**, 18 de dez. de 2019. Disponível em: <<https://www.manaus.am.gov.br/noticias/meio-ambiente/dois-pocos-rds-tupe/>>. Acesso em: 23 maio 2023.

POLLINI, Paula *et al.* **Saneamento 2021: balanços e perspectivas após aprovação do novo marco legal Lei 14.026/2020**. São Paulo: Instituto Água e Saneamento, 2021. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/publicacoes/saneamento-2021-publicacao/>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

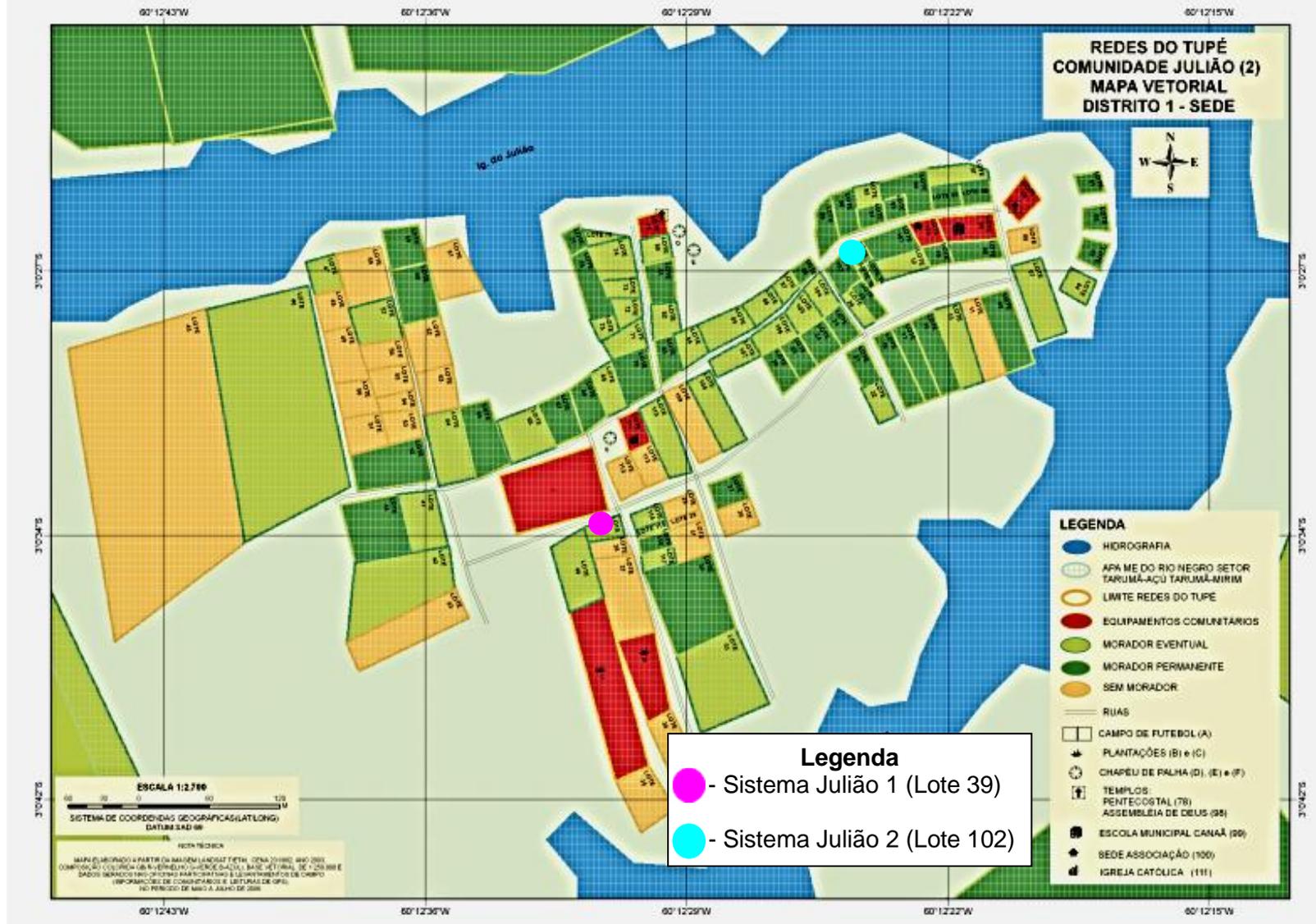
PREFEITURA DE MANAUS. **Plano de gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé**. v. I e v. II. Manaus, 2017. 260 p.

SILVA, Anne Carolline Flores da. **Saneamento básico em área rural de Manaus-Am: O caso do distrito-sede da comunidade São João**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018. 91 p.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 4. ed. São Paulo: USP, 2006. 643 p.

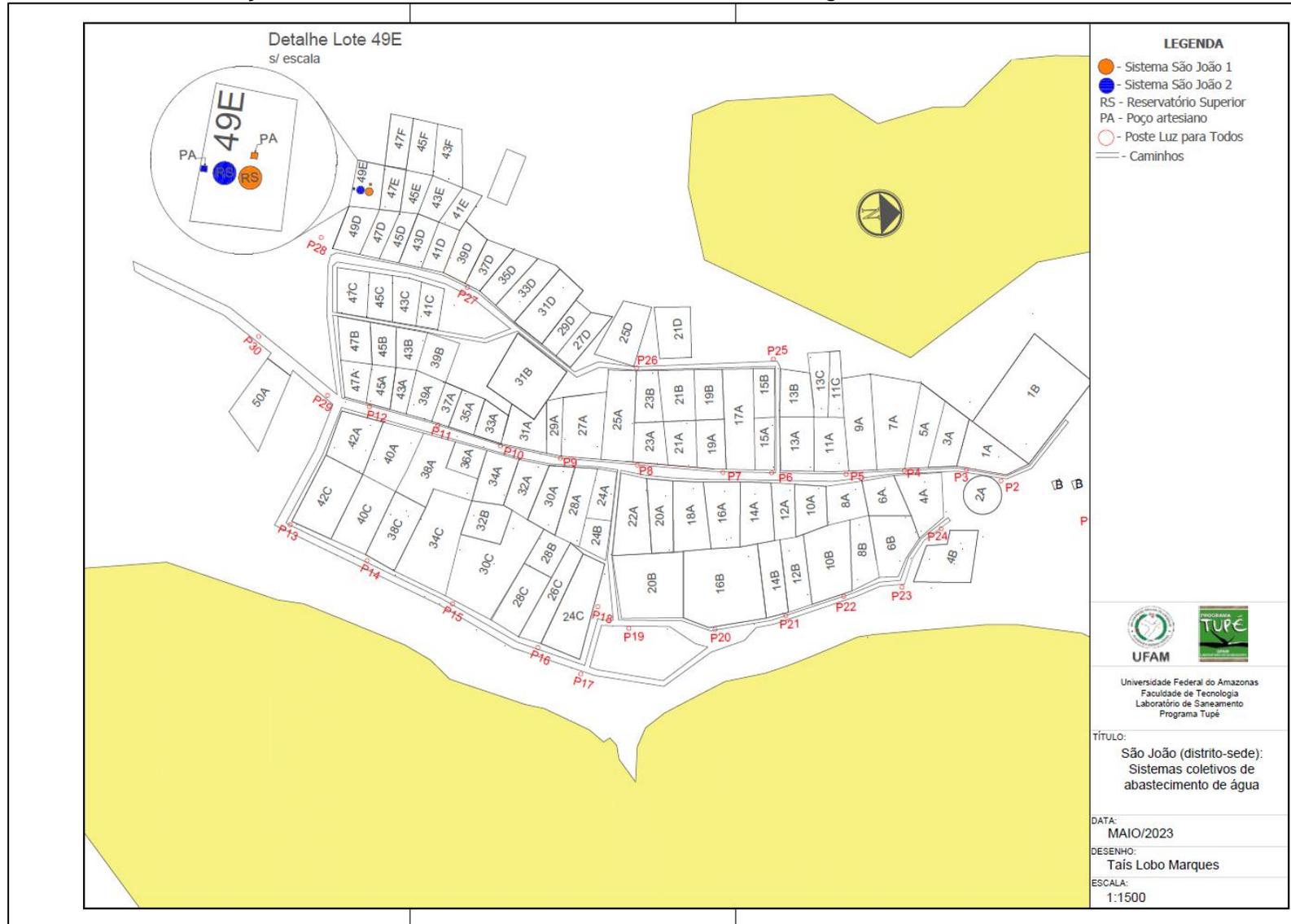
APÊNDICES

APÊNDICE A – Localização dos sistemas coletivos de abastecimento de água do distrito sede da comunidade Julião

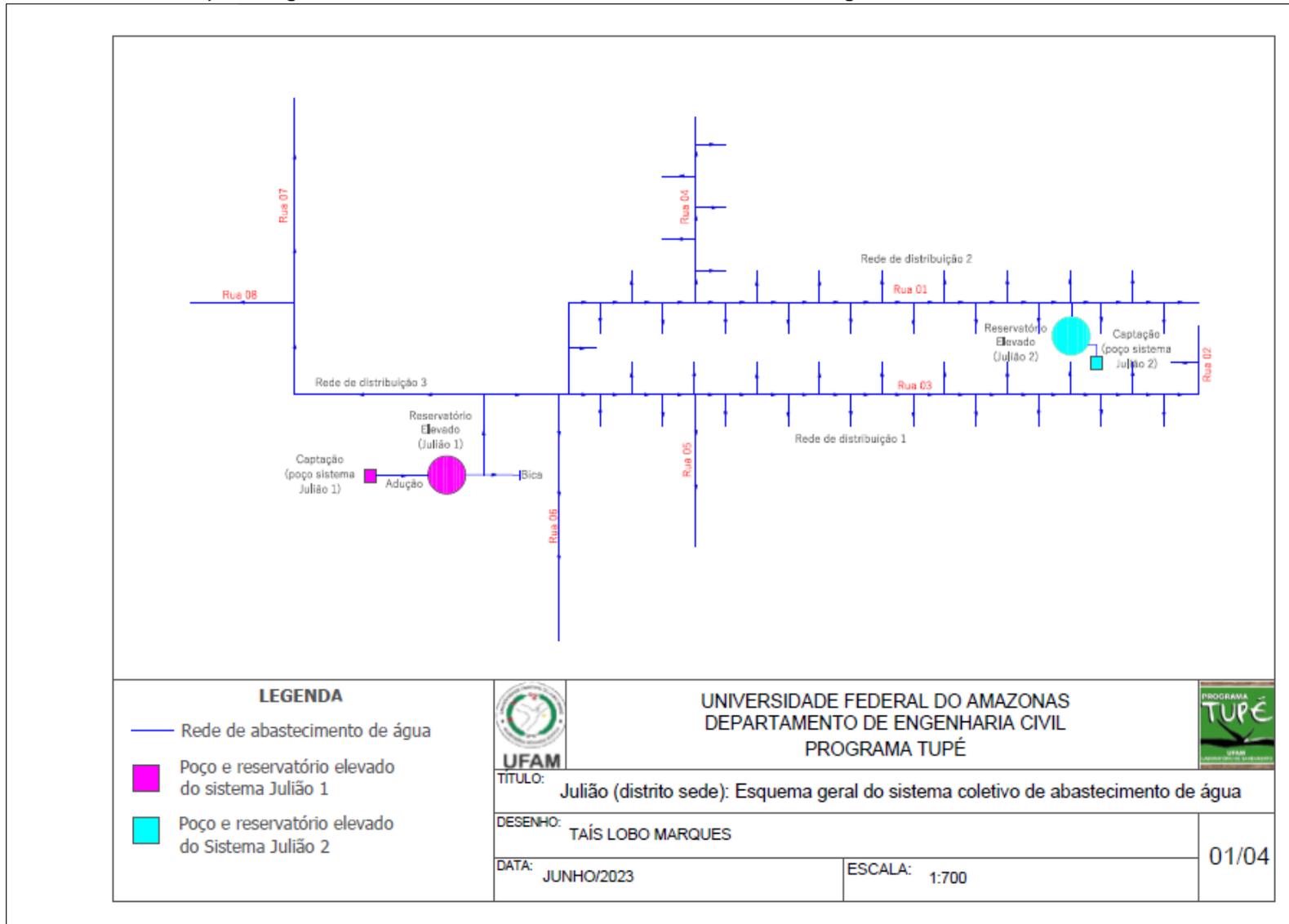


Fonte: Adaptado de Chateaubriand *et al.*, 2009.

APÊNDICE B – Localização dos sistemas coletivos de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João

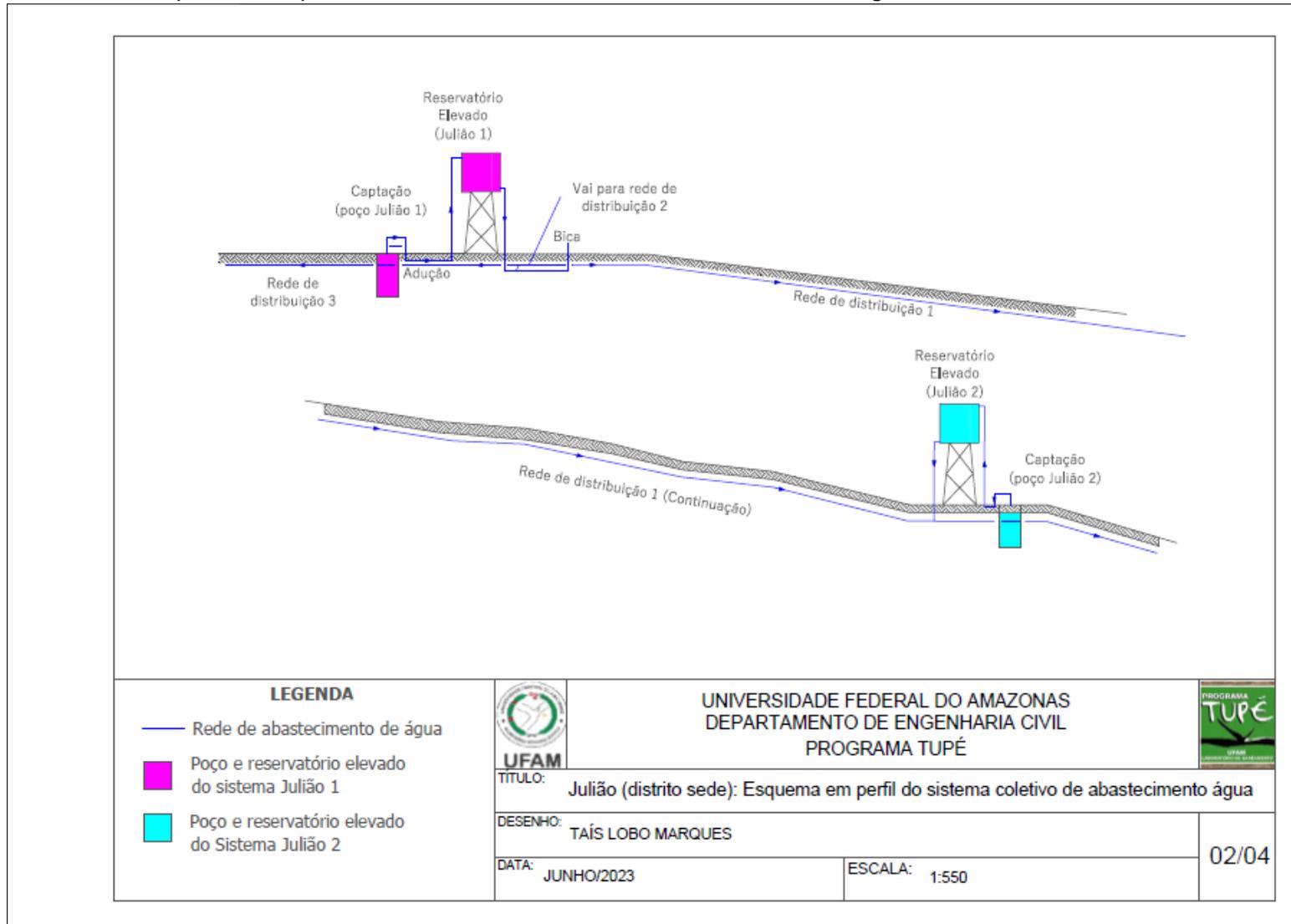


APÊNDICE C – Esquema geral do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade Julião



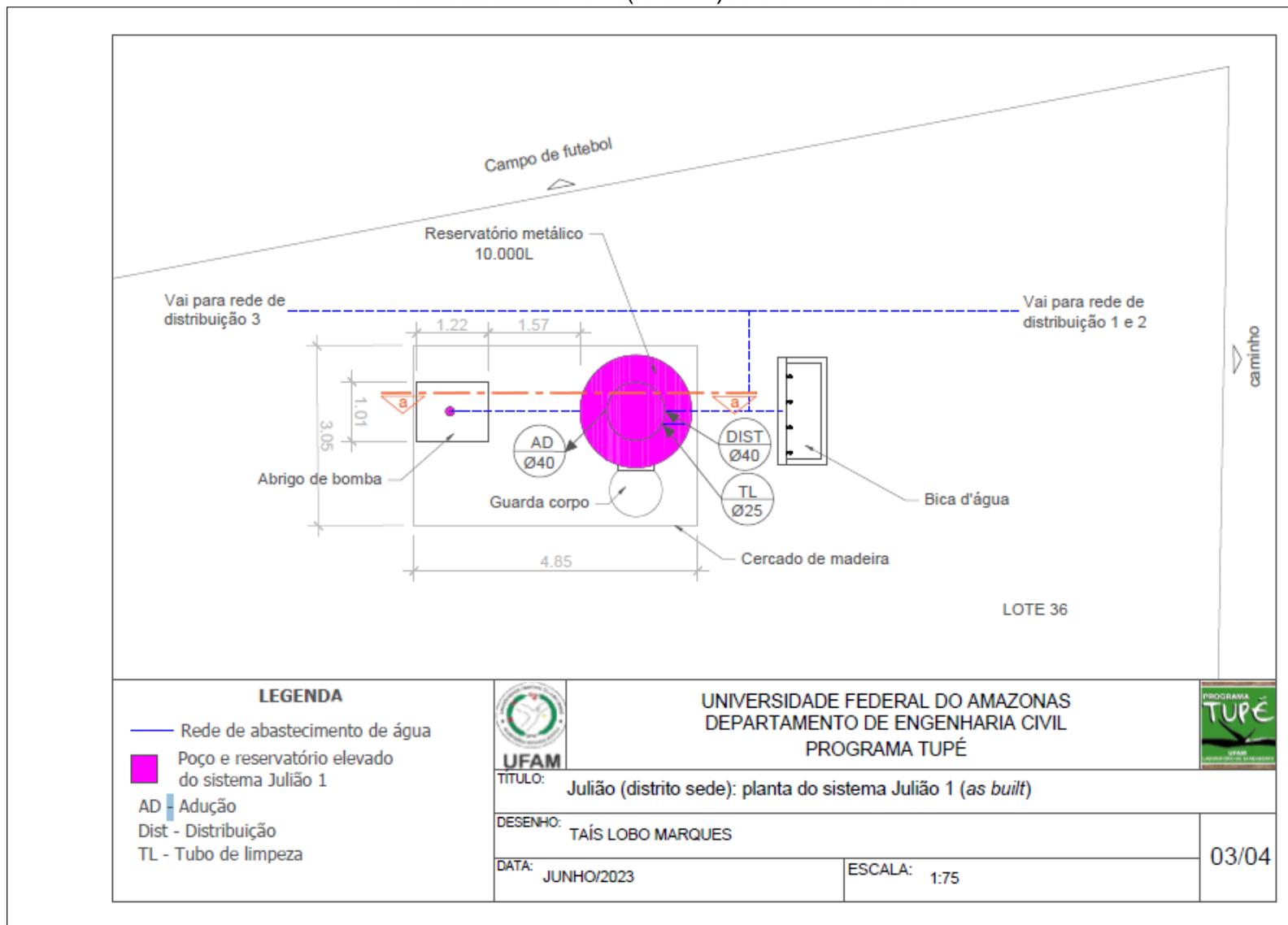
Fonte: a autora.

APÊNDICE D – Esquema em perfil do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade Julião



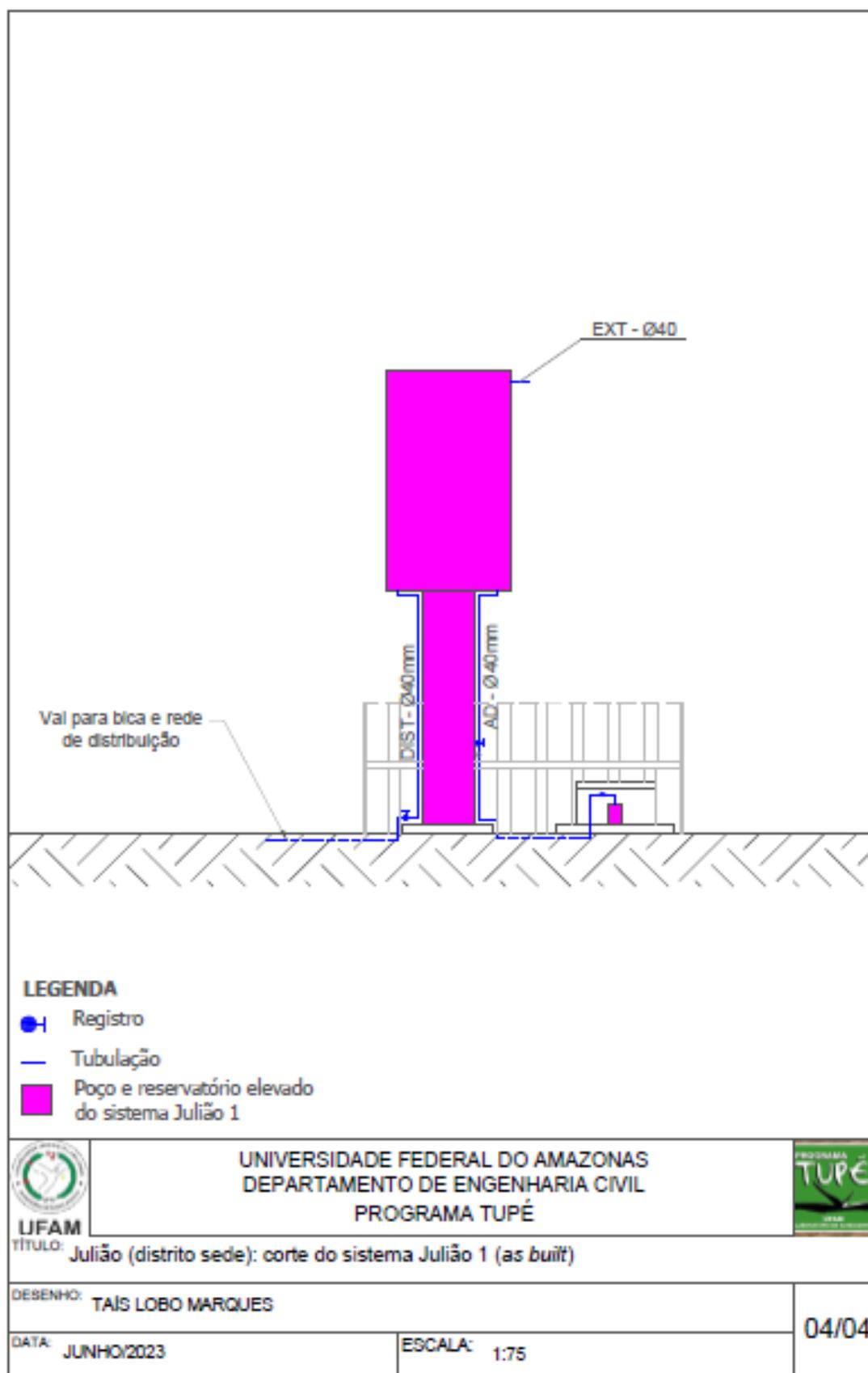
Fonte: a autora.

APÊNDICE E – Planta (as built) do sistema Julião 1



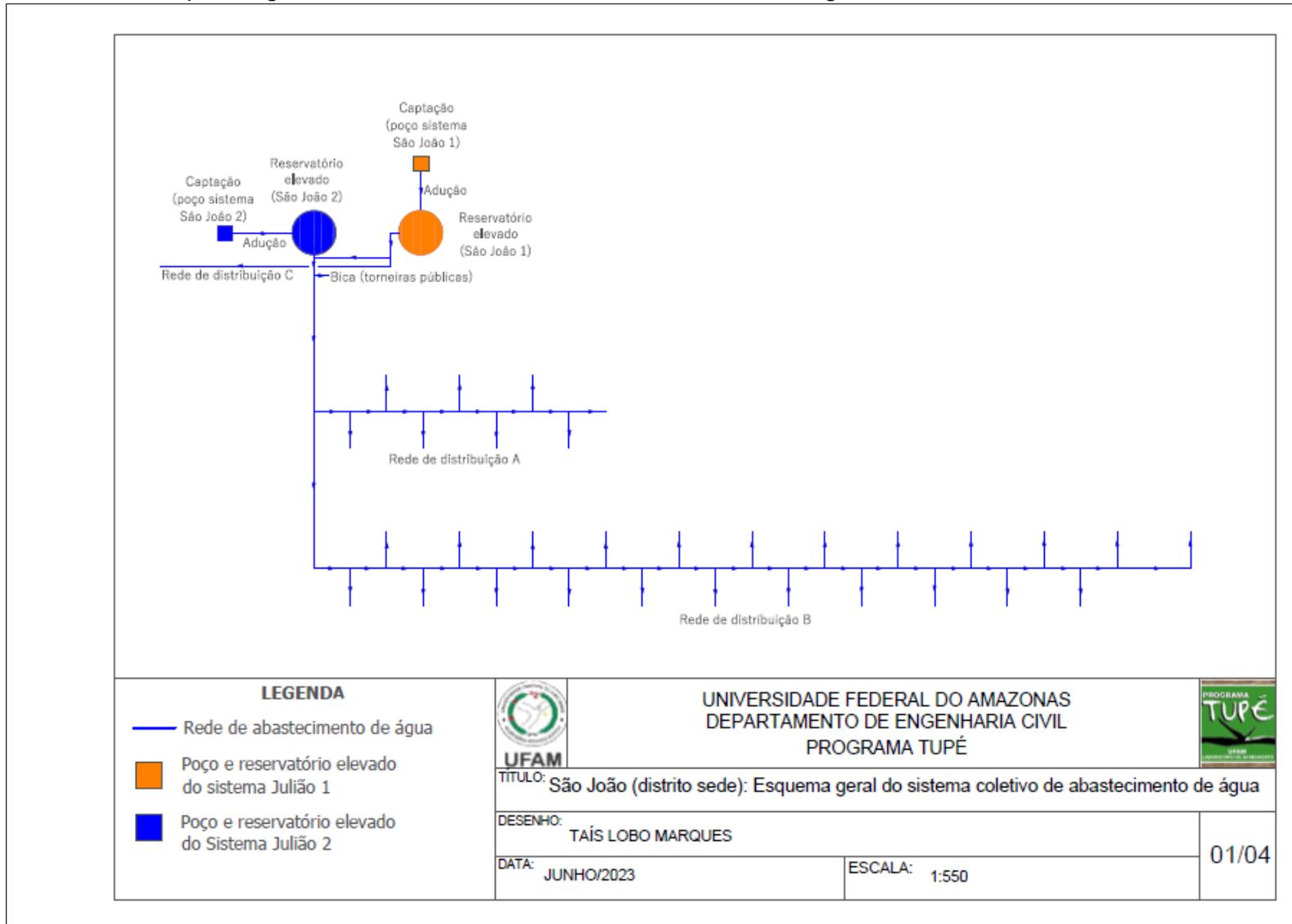
Fonte: a autora.

APÊNDICE F – Corte (*as built*) do sistema Julião 1



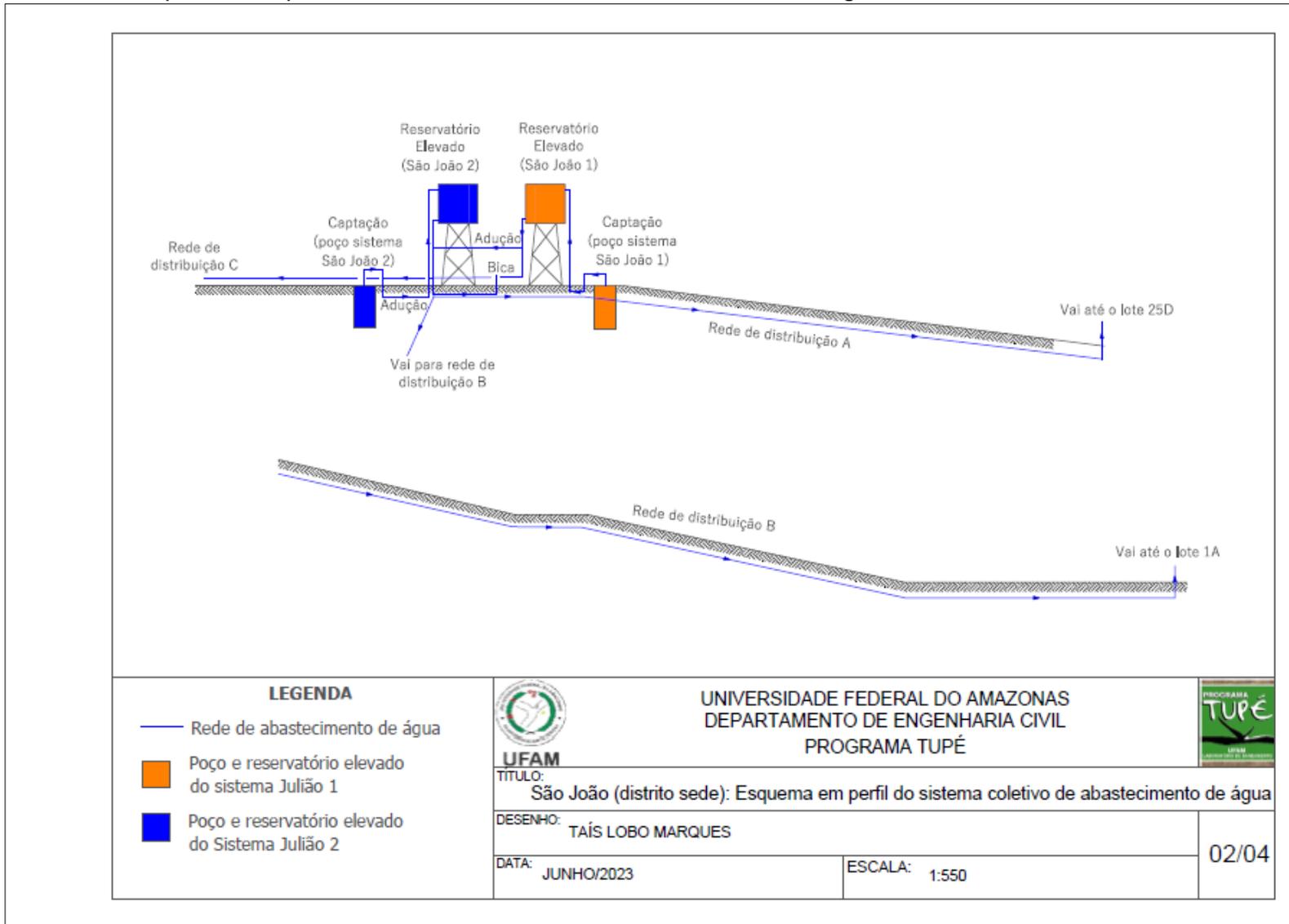
Fonte: a autora.

APÊNDICE G – Esquema geral do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João



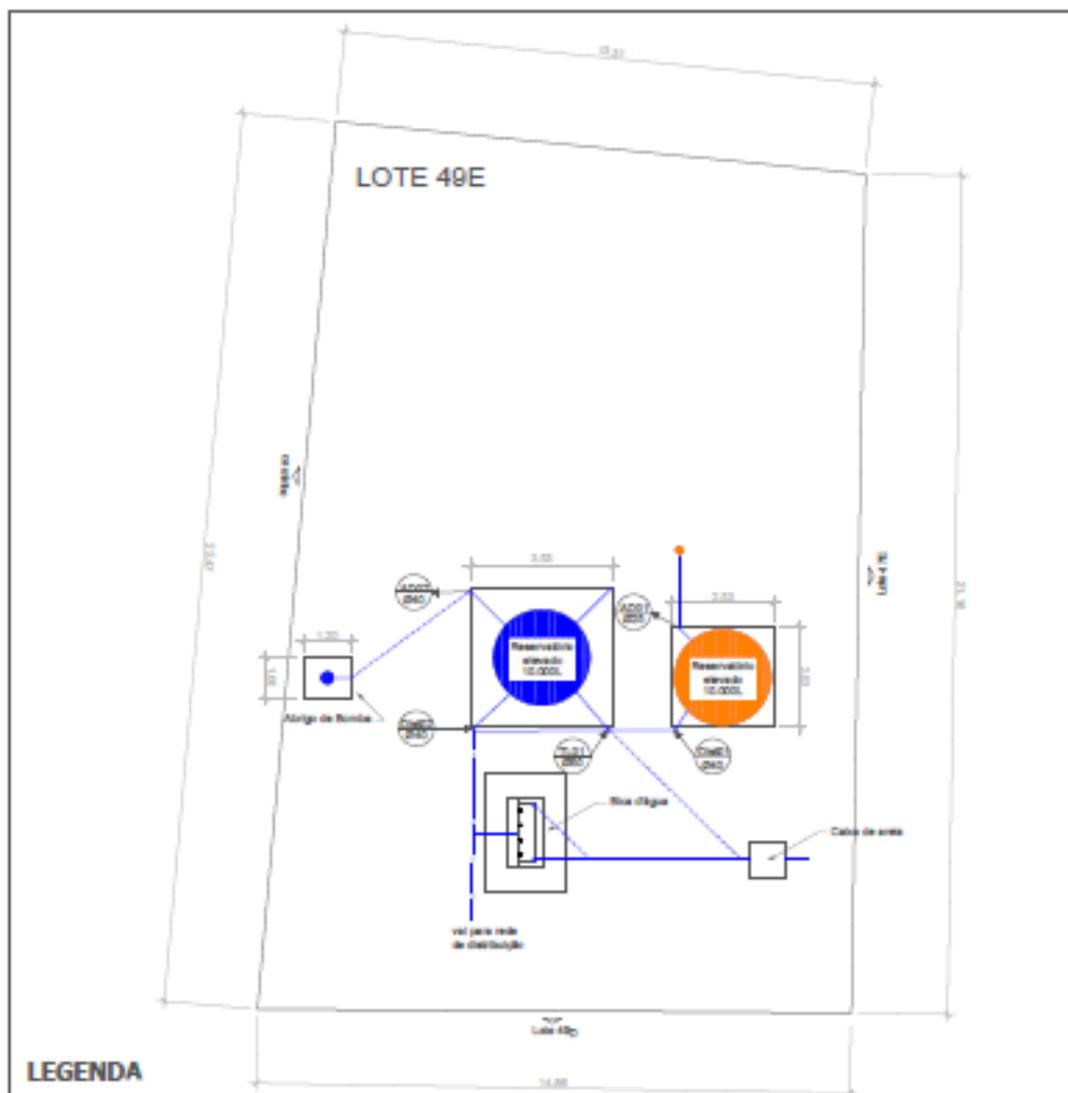
Fonte: a autora.

APÊNDICE H – Esquema em perfil do sistema coletivo de abastecimento de água do distrito sede da comunidade São João



Fonte: a autora.

APÊNDICE I – Implantação geral (*as built*) dos sistemas São João 1 e 2



LEGENDA

— Rede de abastecimento de água

■ Poço e reservatório elevado do sistema São João 1

■ Poço e reservatório elevado do sistema São João 2

AD - Adução

Dist - Distribuição

TL - Tubo de limpeza



UFAM

TÍTULO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA TUPÉ



São João (distrito sede): implantação geral do sistema São João 1 e 2 (*as built*)

DESENHO: TALS LOBO MARQUES

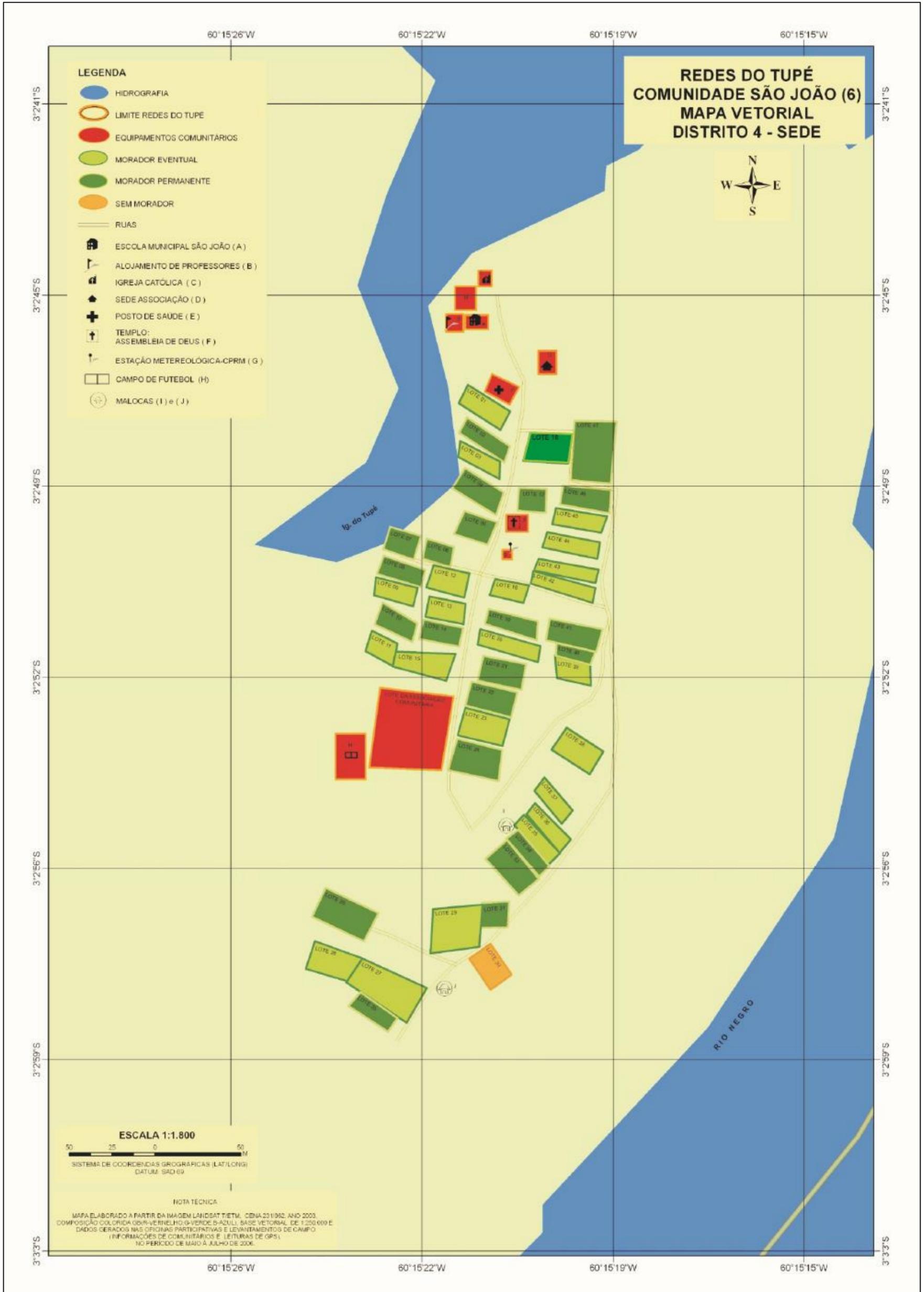
DATA: JUNHO/2023

ESCALA: 1:150

03/04

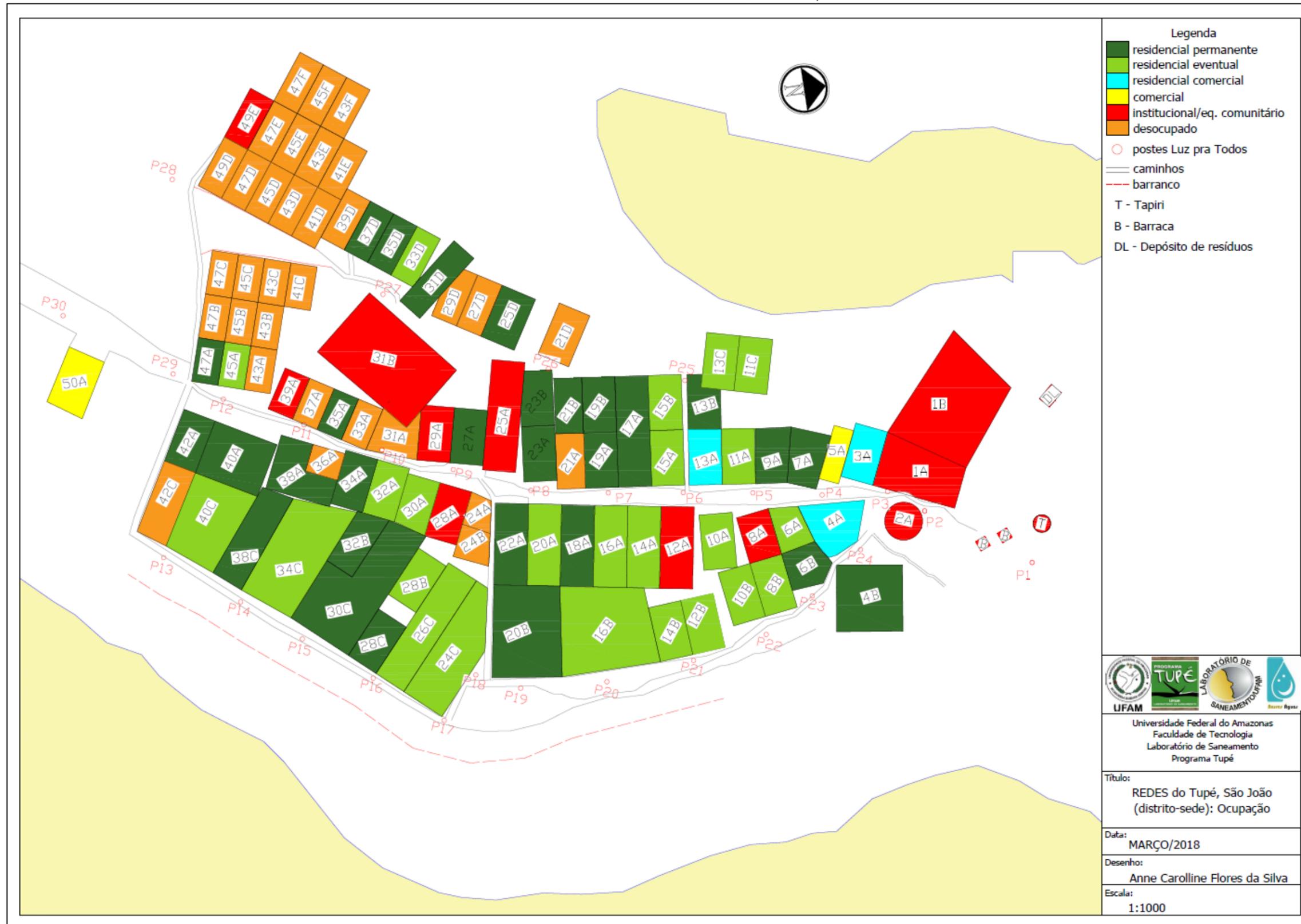
ANEXOS

ANEXO A – Distrito sede da comunidade São João, em 2006.



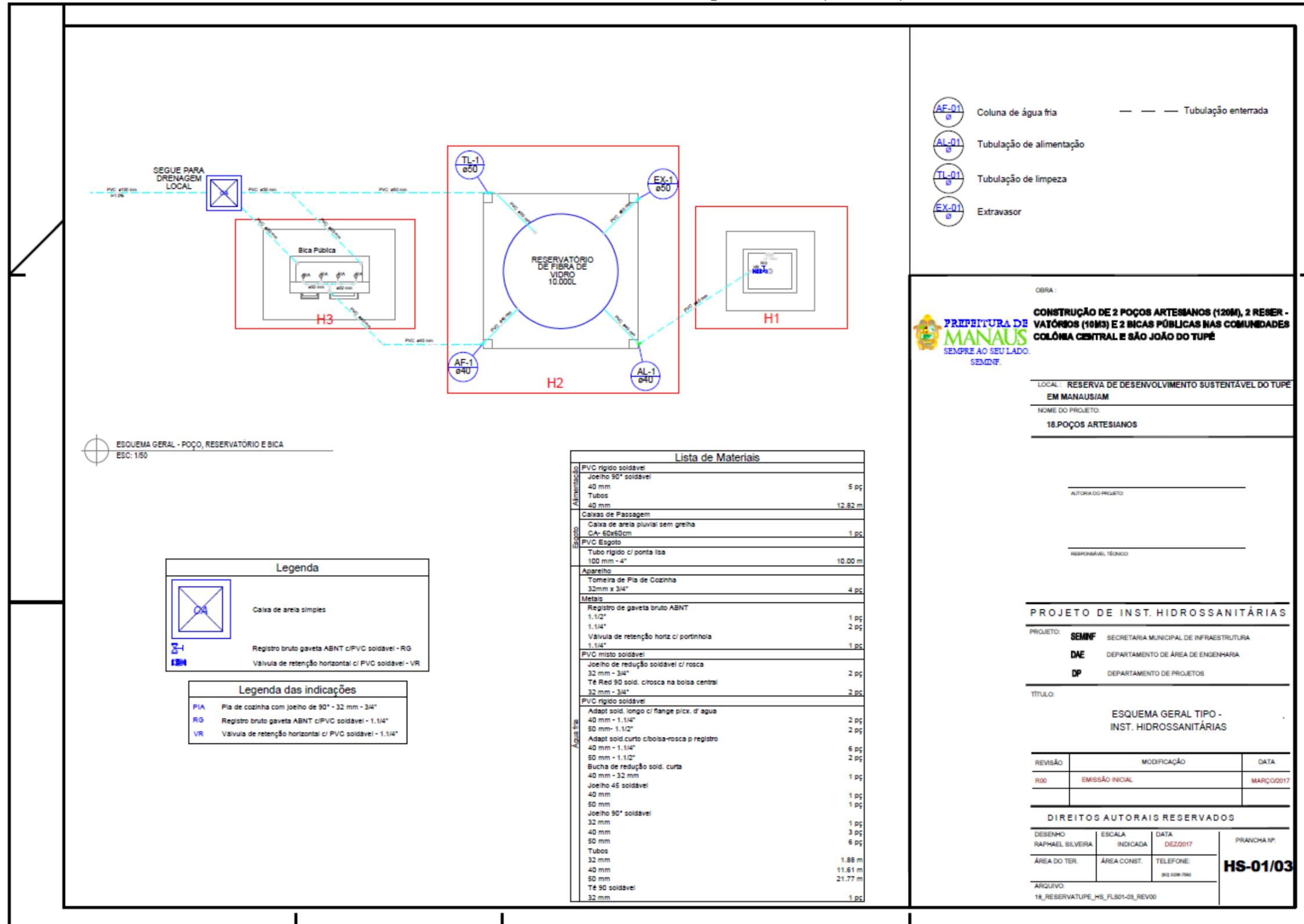
Fonte: Chateaubriand *et al.*, 2009.

ANEXO B – Distrito sede da comunidade São João, em 2018.



Fonte: Silva, 2018.

ANEXO C – Sistema de abastecimento de água São João (HS 01/03), 2017.



ESQUEMA GERAL - POÇO, RESERVATÓRIO E BICA
ESC: 1/50

Legenda

Caixa de areia simples

Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - RG

Válvula de retenção horizontal c/ PVC soldável - VR

Legenda das indicações

PIA Pia de cozinha com Joelho de 90° - 32 mm - 3/4"

RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - 1.1/4"

VR Válvula de retenção horizontal c/ PVC soldável - 1.1/4"

Lista de Materiais	
Alimentação	
PVC rígido soldável	
Joelho 90° soldável	5 pç
40 mm	
Tubos	12,82 m
40 mm	
Caixas de Passagem	
Caixa de areia pluvial sem grelha	1 pç
CA- 60x60cm	
PVC Esgoto	
Tubo rígido c/ ponta lisa	10,00 m
100 mm - 4"	
Aparelho	
Tomada de Pia de Cozinha	4 pç
32mm x 3/4"	
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	1 pç
1.1/2"	
1.1/4"	2 pç
Válvula de retenção horiz c/ portinhola	1 pç
1.1/4"	
PVC misto soldável	
Joelho de redução soldável c/ rosca	2 pç
32 mm - 3/4"	
Tê Red 90 sold. c/rosca na bolsa central	2 pç
32 mm - 3/4"	
PVC rígido soldável	
Adapt sold. longo c/ flange p/cx. d' água	2 pç
40 mm - 1.1/4"	
50 mm - 1.1/2"	2 pç
Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro	6 pç
40 mm - 1.1/4"	
50 mm - 1.1/2"	2 pç
50 mm - 1.1/2"	
Bucha de redução sold. curta	1 pç
40 mm - 32 mm	
Joelho 45 soldável	1 pç
40 mm	
50 mm	1 pç
Joelho 90° soldável	1 pç
32 mm	
40 mm	3 pç
50 mm	6 pç
Tubos	
32 mm	1,88 m
40 mm	11,61 m
50 mm	21,77 m
Tê 90 soldável	
32 mm	1 pç

- Coluna de água fria
- Tubulação de alimentação
- Tubulação de limpeza
- Extravador
- Tubulação enterrada

OBRA:
PREFEITURA DE MANAUS
 SEMINF. SEMPRE AO SEU LADO.

LOCAL: RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TIPO EM MANAUS/AM
 NOME DO PROJETO:
 18.POÇOS ARTESIANOS

AUTORIA DO PROJETO:
 RESPONSÁVEL TÉCNICO:

PROJETO DE INST. HIDROSSANITÁRIAS
 PROJETO: SEMINF SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA
 DAE DEPARTAMENTO DE ÁREA DE ENGENHARIA
 DP DEPARTAMENTO DE PROJETOS

TÍTULO:
 ESQUEMA GERAL TIPO - INST. HIDROSSANITÁRIAS

REVISÃO	MODIFICAÇÃO	DATA
R00	EMIÇÃO INICIAL	MARÇO/2017

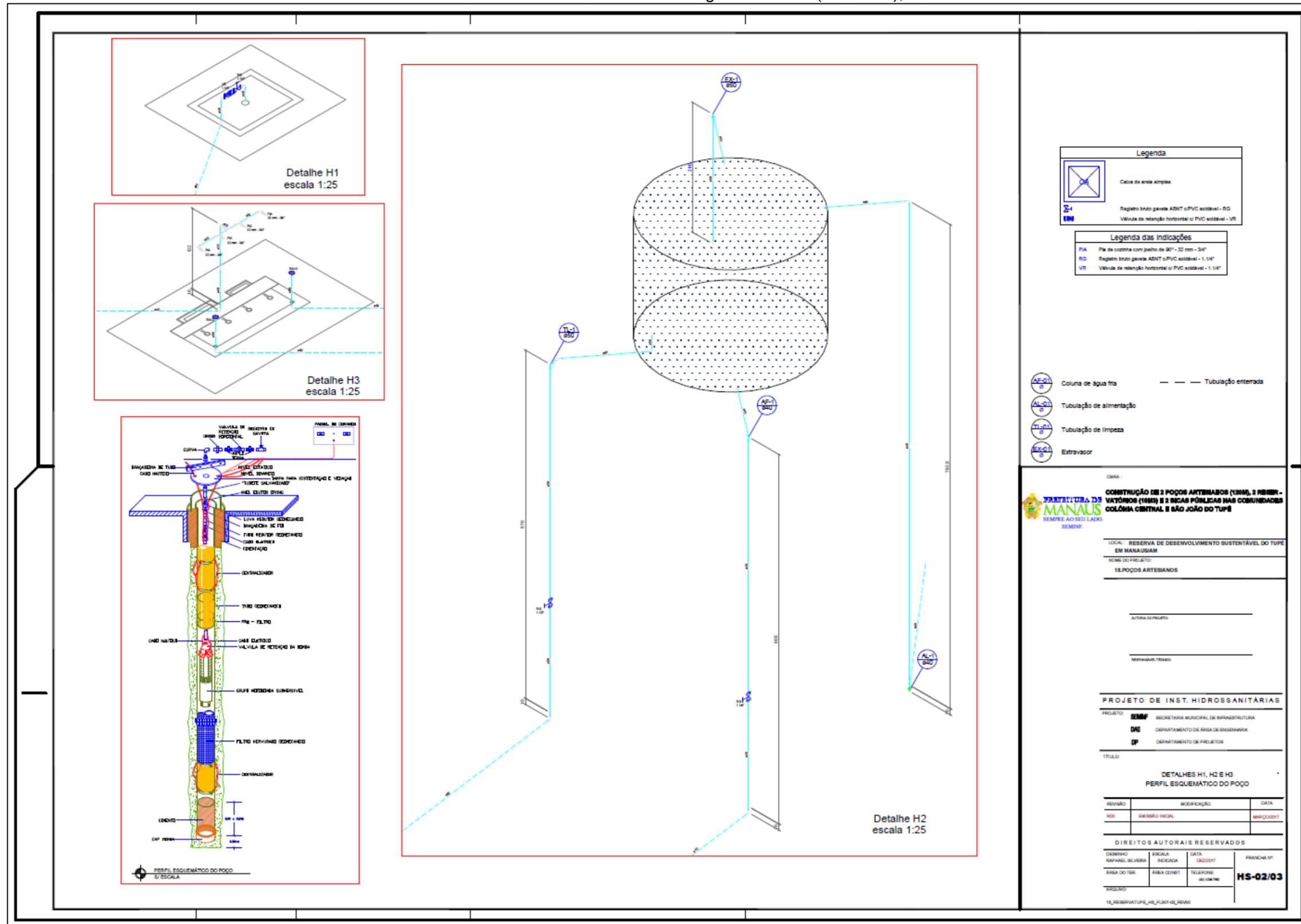
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS

DESENHO RAPHAEL SILVEIRA	ESCALA INDICADA	DATA DEZ/2017	PRANCHA Nº: HS-01/03
ÁREA DO TER.	ÁREA CONST.	TELEFONE: 913 328 1962	

ARQUIVO:
18_RESERVATUPE_HS_FL801-03_REV00

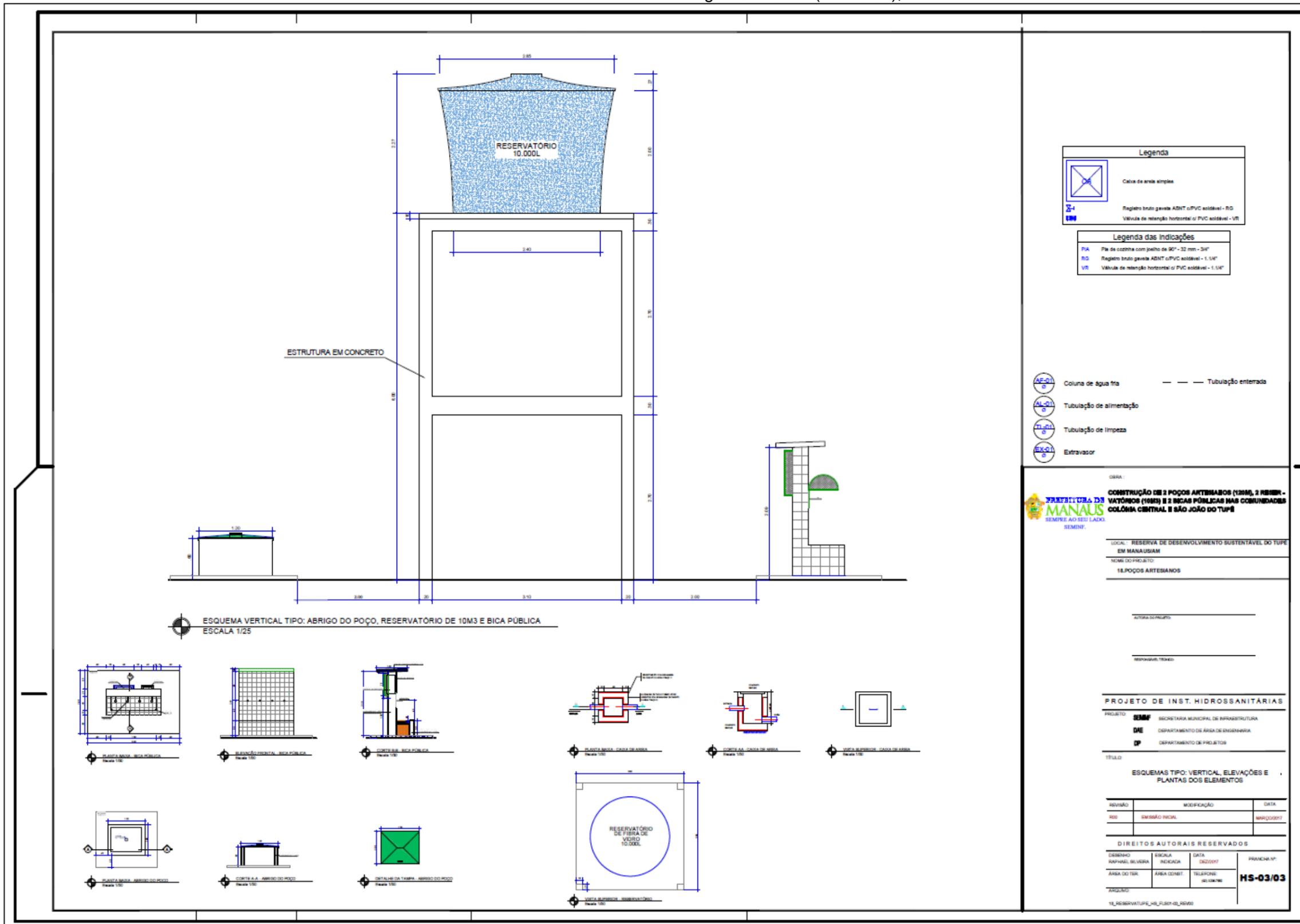
Fonte: MANAUS, 2017a.

ANEXO D – Sistema de abastecimento de água São João (HS 02/03), 2017.



Fonte: MANAUS, 2017b.

ANEXO E – Sistema de abastecimento de água São João (HS 03/03), 2017.



Fonte: MANAUS, 2017c.