



GeoDne

Certificado de Conclusão

Conferido a

CARLA DE MATTOS SANTOS

emitiu em 16/06/2025 o certificado do conteúdo

Minicurso de Mapas Temáticos Profissionais do Zero

com carga horária de 8 horas

portal.geoone.com.br/verify/e34b5c58325dcf75a077eab9f55371c553537960



Leandro França

Engenheiro Cartógrafo

Instrutor



geoone.com.br
[@geoleandrofranca](https://www.instagram.com/geoleandrofranca)



Nº do certificado: UC-1271432e-037c-4850-92bf-7d46028f722a

URL do certificado: ude.my/UC-1271432e-037c-4850-92bf-7d46028f722a

Número de referência: 0004

CERTIFICADO DE CONCLUSÃO

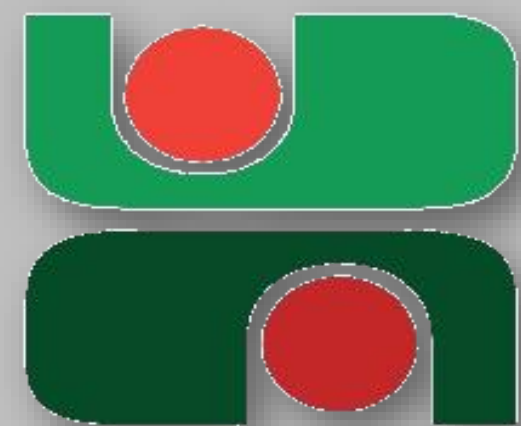
Geoprocessamento - Uso prático do QGIS

Instrutores **Fuso 22 S Geotecnologias**

Carla de Mattos Santos

Data **14 de Junho de 2025**

Duração **6 horas no total**



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO

Certifico que **Carla de Mattos Santos**, inscrita sob o CPF **914.794.792-68**, concluiu com aproveitamento total o **Curso de Pilotagem de Drone**, promovido pelo Laboratório de Geoprocessamento (GEOLAB/UDESC), com carga horária de **20 horas**, sendo 8 horas teóricas e 12 horas práticas, realizado no período de **10 a 14/06/2024**.

Florianópolis/SC, 17 de junho de 2024.

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira



geolab

DECLARAÇÃO DE TEMPO DE SERVIÇO

Declaramos para os devidos fins que a Sr.^a **CARLA DE MATTOS SANTOS**, inscrita no CPF sob o nº 914.794.792-68, exerceu o cargo de **Geóloga** nesta empresa no período de 22/06/2020 a 26/11/2023, com jornada de trabalho semanal de 44 horas, desempenhou atividades em levantamentos geológicos e geofísicos coletando, analisando e interpretando dados, gerenciando amostragens, caracterizando e medindo parâmetros físicos, químicos e mecânicos de materiais geológicos, estimando geometria e distribuição espacial de corpos e estruturas geológicas, elaborando mapas e relatórios técnicos e científicos. Realizou atividades relacionadas ao monitoramento da qualidade da água em aldeias indígenas.

Macapá - AP, 27 de dezembro de 2023.



ARGEMIRO FALCÃO JUNIOR
Coordenador de Projetos

 Instituto Ovídio Machado
Argemiro Falcão Junior
Coord IOM/AMP
MTR: 000897



www.institutoovidiomachado.org



contato@institutoovidiomachado.org



Rua 01, Residencial São Domingos II
Cohama, São Luís - MA, 65064-550

(98) 33023294

CNPJ: 07.260.939/0001-34



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E
SANEAMENTO PARA COMUNIDADES RURAIS

CARLA DE MATTOS SANTOS

IMPLANTAÇÃO DE POÇOS AMAZONAS EM COMUNIDADES
INDÍGENAS: O CASO DA ALDEIA MUNU'Y, TERRA INDÍGENA
WAIÃPI, MUNICÍPIO DE PEDRA BRANCA DO AMAPARI, AMAPÁ

Petrolina

2023

CARLA DE MATTOS SANTOS

**IMPLANTAÇÃO DE POÇOS AMAZONAS EM COMUNIDADES
INDÍGENAS: O CASO DA ALDEIA MUNU'Y, TERRA INDÍGENA
WAIÃPI, MUNICÍPIO DE PEDRA BRANCA DO AMAPARI, AMAPÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Petrolina, como requisito para obtenção do título de especialista em Saúde Ambiental e Saneamento para Comunidades Rurais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Bezerra dos Santos

Petrolina

2023

Santos, Carla de Mattos
S237i Implantação de poços amazonas em comunidades indígenas: o caso da aldeia Munu'y, Terra Indígena Waiãpi, município de Pedra Branca do Amapari, Amapá / Carla de Mattos Santos. - Petrolina, 2023.
vi, 71 f.: il.; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Ambiental e Saneamento para Comunidades Rurais) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Polo SEAD Petrolina-PE, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Bezerra dos Santos.

Inclui referências.

1. Saneamento. 2. Saúde indígena. I. Título. II. Santos, Márcio Bezerra dos. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 628

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E
SANEAMENTO PARA COMUNIDADES RURAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

IMPLANTAÇÃO DE POÇOS AMAZONAS EM COMUNIDADES INDÍGENAS: O
CASO DA ALDEIA MUNU'Y, TERRA INDÍGENA WAIÃPI, MUNICÍPIO DE PEDRA
BRANCA DO AMAPARI, AMAPÁ

CARLA DE MATTOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Petrolina, como requisito para obtenção do título de especialista em Saúde Ambiental e Saneamento para Comunidades Rurais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Bezerra Santos

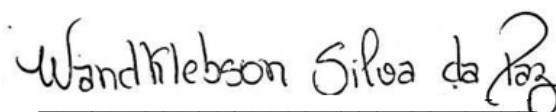
Aprovado pela Banca Examinadora em: 12/12/2023.



Prof. Dr. Márcio Bezerra dos Santos
Orientador – UNIVASF



Prof. Me. Lucas Almeida Andrade
Membro 1 – UFS



Prof. Me. Wandklebson Silva da Paz
Membro 2 – UFPE

RESUMO

Introdução: Os riscos à saúde pública em áreas indígenas estão ligados, especialmente, a falta de acesso adequado aos serviços de saneamento, tais como o abastecimento com água tratada, a coleta e acondicionamento de resíduos sólidos e a coleta e tratamento de esgoto. O saneamento em comunidades indígenas, sob o ponto de vista da sustentabilidade, compreende aspectos da saúde ambiental, que determinam, condicionam e influenciam a saúde humana, com vistas a melhorar a qualidade de vida do indivíduo. Entende-se que a utilização de poços do tipo amazonas, é a opção mais viável em áreas remotas e com densidade demográfica reduzida. **Objetivo:** Propor a implantação de um poço amazonas aldeia Munu'y, localizada na Terra Indígena Waiãpi, município de Pedra Branca do Amapari, estado do Amapá. **Métodos:** Elaboração de modelo de projeto básico para a implantação de um poço do tipo amazonas, considerando a fase de levantamento de campo e as demais etapas construtivas que devem ser cumpridas para o bom funcionamento deste tipo de intervenção. **Resultados esperados:** a caracterização física da área de estudo; o modelo de projeto para a execução de obra de construção de poço amazonas; e promover o conhecimento acerca da realidade do saneamento em áreas indígenas no Amapá.

Palavras-chave: Saúde indígena; poço tipo amazonas; Terra Indígena Waiãpi (TIW).

ABSTRACT

Introduction: Public health risks in indigenous areas are linked, especially, to the lack of adequate access to sanitation services, such as the supply of treated water, the collection and packaging of solid waste and the collection and treatment of sewage. Sanitation in indigenous communities, from the point of view of sustainability, covers aspects of environmental health, which determine, condition and influence human health, with a view to improving the individual's quality of life. It is understood that the use of Amazon-type wells is the most viable option in remote areas with reduced demographic density. **Objective:** To propose the implementation of a well in the Amazon village of Munu'y, located in the Waiãpi Indigenous Land, municipality of Pedra Branca do Amapari, state of Amapá. **Methods:** Preparation of a basic project model for the implementation of an Amazonas-type well, considering the field survey phase and the other construction steps that must be completed for the proper functioning of this type of intervention. **Expected results:** physical characterization of the study area; the project model for carrying out construction work on the Amazonas well; and promote knowledge about the reality of sanitation in indigenous areas in Amapá.

Keywords: Indigenous health; Amazonas-type well; Waiãpi Indigenous land.

Sumário

1. Introdução	8
2. Justificativa	10
3. Questão de pesquisa e hipóteses/pressupostos	11
4. Referencial Teórico	12
5. Objetivos	29
Objetivo Geral	29
Objetivos Específicos	29
6. Metodologia	30
7. Impactos esperados frente aos objetivos propostos.....	35
8. Avaliação de riscos e benefícios	36
9. Indicativos de custo.....	37
10. Cronograma de execução.....	38
11. Referências	39

1. Introdução

Os riscos à saúde pública em áreas indígenas estão ligados, especialmente, a falta de acesso adequado aos serviços de saneamento, tais como o abastecimento com água tratada, a coleta e acondicionamento de resíduos sólidos e a coleta e tratamento de esgoto. Quando há um planejamento eficiente destes fatores, é possível reduzir os índices de doenças por veiculação hídrica e demais enfermidades relacionadas a ausência ou ineficácia destes serviços.

A saúde indígena no Brasil é, atualmente, dirigida pela Secretaria de Saúde Indígena (SESAI), que tem como responsabilidade coordenar e executar a Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas – PNASPI (Decreto n.º 3.156, de 27 de agosto de 1999) e todo o processo de gestão do Subsistema de Atenção à Saúde Indígena – SasiSUS (Lei nº 9.836/99, de 23 de setembro de 1999), no Sistema Único de Saúde (SUS).

Descentralizados da SESAI, estão os Distritos Sanitários Especiais Indígenas – DSEIs, que são unidades gestoras do SasiSUS, estabelecidos estrategicamente por todo o território nacional. Dentre as suas atribuições, está a implementação de ações de saneamento e edificações de saúde indígena, visando garantir as condições sanitárias adequadas para prevenção de doenças evitáveis, por meio da construção de infraestruturas de abastecimento de água, entre outras.

O saneamento em comunidades indígenas, sob o ponto de vista da sustentabilidade, compreende aspectos da saúde ambiental, que determinam, condicionam e influenciam a saúde humana, com vistas a melhorar a qualidade de vida do indivíduo (FUNASA, 2008).

Para Neves-Silva; Heller (2016), a aceitabilidade de uma população, no que se refere às ações e programas desenvolvidos em benefício do saneamento, é um importante ponto a ser lembrado, pois “todos os serviços devem ser culturalmente apropriados, respeitando as questões culturais de cada indivíduo, e sensíveis às necessidades de gênero”.

Logo, a utilização de técnicas de construção pouco invasivas, com opções de engenharia que se adaptem ao contexto das comunidades e que contemplem

eficiência e custos acessíveis, colabora com a redução da desigualdade nas dimensões social, econômica e ambiental, sob as quais vive a maioria da população rural (IBGE, 2017).

Compreende-se, portanto, que as técnicas alternativas para atender a essas comunidades, resulta em preservação dos recursos naturais e qualidade de vida, a partir de projetos eficientes, pensados diretamente para atender e suprir as necessidades das comunidades rurais.

A construção de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) busca resolver problemas de abastecimento das comunidades indígenas, de forma a garantir água potável (água sem contaminação) e em quantidade suficiente para o consumo da comunidade ou da aldeia. Um SAA é formado pela captação, adução, tratamento, reservação e distribuição da água à comunidade, pelos chafarizes ou rede de distribuição com ligações domiciliares (FUNASA, 2008).

Os poços do tipo amazonas são considerados fundamentais para resolver o problema de baixa produtividade do aquífero, pois, ao mesmo tempo, é um ponto de produção e de armazenamento de um bom volume de água, além de ter custo mais baixo em relação a outros tipos de captação.

Assim, intencionando fornecer um parâmetro mínimo para a implementação do abastecimento de água em áreas indígenas, este projeto apresenta uma proposta de implantação de poços tipo amazonas nestes locais, considerando como recorte espacial, a aldeia Munu'y, na Terra Indígena Waiãpi, município de Pedra Branca do Amapari/AP.

2. Justificativa

A maioria das enfermidades parasitárias são causadas ou desenvolvidas em decorrência da contaminação da água, ocasionando as chamadas doenças transmitidas por veiculação hídrica, que podem se manifestar de maneira grave, podendo a pessoa chegar ao óbito. O saneamento, porque tem impacto direto na qualidade de vida da população, na prevenção e controle de doenças e agravos. Serviços de saneamento adequados contribuem para minimizar riscos à saúde pública.

Neste sentido, as ações e projetos infraestruturais para melhoria da qualidade de vida relacionadas ao saneamento ambiental, quando aplicadas nas aldeias, são fundamentais para garantir o bem-estar e a longevidade dos povos indígenas.

3. Questão de pesquisa e hipóteses/pressupostos

Em muitas localidades, a população indígena consome água captada diretamente dos corpos d'água, como rios e igarapés, sem nenhum tratamento, o que ocasiona altos índices de contaminação por doenças de veiculação hídrica. Os poços amazonas são recomendados para o abastecimento de comunidades em que existem aquíferos granulares, pouco profundos e de baixa produtividade.

A construção de um poço amazonas, além de ser relativamente barata e mais ágil, em relação a outras formas de captação, é capaz de resolver o problema da baixa produtividade dos aquíferos, pois, ao mesmo tempo, é um ponto de produção e de armazenamento de um bom volume de água, uma vez que tem diâmetro mínimo de 90 centímetros.

4. Referencial Teórico

A fim de fundamentar os conceitos associados à temática da pesquisa, neste capítulo foram abordadas referências acerca dos antecedentes históricos e do marco legal para a saúde e o saneamento em terras indígenas; e das soluções alternativas para a construção de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e seus componentes, conforme define a Portaria GM/MS nº 888/2021.

4.1 SAÚDE E SANEAMENTO EM TERRAS INDÍGENAS

A política indigenista da saúde no Brasil teve início com a criação do Serviço de Proteção ao Índio e Localização de Trabalhadores Nacionais (SPILTN), conforme o Decreto nº. 8.072, de 20 de junho de 1910, que expressava, já no nome, a intenção por trás da iniciativa, isto é, após integrar a população indígena à nação, transformá-la em mão de obra para o desenvolvimento do país e guardiãs das fronteiras nacionais.

O SPILTN tinha como finalidade “proteger” os indígenas, sua saúde e educação, bem como a preservação, a conservação e o desenvolvimento do seu patrimônio, além de implementar estratégias de controle das fronteiras e sertões e o controle da ocupação do vasto território brasileiro (GOMES, 2013).

Em 1918, o SPI foi separado da Localização dos Trabalhadores Nacionais, conforme o Decreto-Lei nº. 3.454, de 6 de janeiro de 1918, e funcionou até 1967, quando foi substituído pela Fundação Nacional do Índio (Funai), após denúncias de violações contra os indígenas, decorridas da omissão do Estado, que resultou em mortes e desestruturação social (RODRIGUES, 2023).

A Funai foi criada com a missão institucional de exercer poderes de representação ou assistência jurídica inerente ao regime tutelar dos índios, promovendo a garantia do reconhecimento dos povos indígenas como etnias diferenciadas, respeitando suas organizações sociais, costumes, línguas, crenças e tradições e garantia das ações de saúde na prestação de assistência médico-sanitária (GOMES, 2013; RODRIGUES; 2023).

Como forma de organização da execução dos serviços de saúde, a Funai estruturou uma rede física interiorizada de atendimentos, que tinham como principal referência os Postos Indígenas (PIN), que funcionavam nas proximidades das terras indígenas, com um Auxiliar de Enfermagem executando ações pontuais, como curativos de emergências e acompanhando a saúde daqueles pacientes que precisavam de atenção mais prologada (GOMES, 2013).

Em março de 1986 houve a realização da VIII Conferência Nacional de Saúde, onde foram discutidas pautas sobre as diretrizes para nortear as políticas públicas de proteção à saúde dos povos indígenas, abrindo-se espaços de diálogos e reivindicações aos próprios interessados, levando em conta a participação indígena na sua gestão, acompanhamento e controle, busca pelo respeito às singularidades das etnias, seus determinantes espaciais, geográficos, espaço temporal histórico, avanços nos contatos com a sociedade não indígena, posse exclusiva das terras, saúde no espaço e no tempo próprio aos usos e costumes dos povos indígenas (GOMES, 2013).

Ainda no mesmo ano, oito meses depois, foi realizada a I Conferência Nacional de Proteção à Saúde do Índio, que teve como temas principais: a criação de um único órgão, vinculado ao ministério responsável pela coordenação do sistema nacional de saúde, para gerenciamento da saúde indígena e participação dos indígenas na formulação da política de saúde.

Com a promulgação da Constituição de 1988, os povos indígenas passaram a ser gradativamente integrados às políticas públicas, na categoria de populações socialmente vulneráveis pela sua baixa demografia, diversidade étnica e peculiaridades e singularidades em suas formas de viver, respeitando (GOMES, 2013).

Em 1990, é criado o Sistema Único de Saúde (SUS), com a finalidade de prover condições para que todos os indivíduos tenham direito à saúde, através de um modelo de descentralização, hierarquização e regionalização, com formulação e execução de políticas para a redução de riscos de doenças e agravos, transferindo responsabilidades constitucionais de gestão e definição de competências comuns e específicas para União, Estados, Distrito Federal e Municípios (GOMES, 2013).

No mesmo ano, a Funai permanecia como responsável pelas ações de saúde indígena e solicitou ao Ministério da Saúde (MS) apoio em projetos especiais, relacionados aos acidentes ambientais com contaminação de mercúrio em virtude da atividade garimpeira na região dos Yanomami. Neste contexto, a F-SESP¹ acabou absorvendo e agregando ao seu quadro de pessoal todo o corpo técnico de saúde da Funai (GOMES, 2013).

Após isso, em 1991, ocorreu a efetivação da FUNASA, que incorporou as ações da F-SESP e da SUCAM², assumindo, portanto, as ações de saúde e saneamento e de combate e controle de endemias. Foram, aos poucos, sendo criados os departamentos responsáveis por cada tipo de ação, dentre eles, o Departamento de Saneamento (DESAN), o qual era responsável pela implantação de uma rede de serviços de saúde, saneamento básico e edificações em terras indígenas.

Em agosto de 1999, foi regulamentada pelo Decreto n.º 3.156, de 27 de agosto de 1999, a Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas (PNASPI), que dispõe sobre as condições de assistência à saúde dos povos indígenas.

A Lei nº 9.836, de 23 de setembro de 1999, que institui o Subsistema de Atenção à Saúde Indígena (SasiSUS), dispõe que o mesmo funcionará em perfeita integração com o SUS, que caberá à União o seu financiamento e que deverá ser descentralizado, hierarquizado e regionalizado.

Em vista disso, foram criados os Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI), que tinham a finalidade de prestar atenção integral à saúde dos povos indígenas, com atendimento básico nas aldeias, e de média e alta complexidade, articulado com as Redes de Atenção à Saúde do SUS nos estados e municípios (GOMES, 2013).

Atualmente, os DSEIs, unidades descentralizadas da SESAI, estão presentes em 34 áreas de jurisdição. Dentro dos DSEIs, funciona o Serviço de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena (SESANI), que é responsável pelas ações de

¹F-SESP – Fundação Serviços de Saúde Pública.

² SUCAM – Superintendência de Campanhas de Saúde Pública.

saneamento, com base no que preconiza a Portaria GM/MS nº 1419, de 8 de junho de 2017. Ao SESANI compete:

- Participar da elaboração do Plano Distrital de Saúde no que compete ao saneamento ambiental e edificações de saúde do Distrito Sanitário Especial Indígena - DSEI;
- Prestar apoio técnico, acompanhar e avaliar programas e ações de saneamento ambiental e de edificações em saúde indígena desenvolvidas por órgãos federais, estaduais e municipais no DSEI;
- Executar as ações de educação em saúde indígena relacionadas à área de saneamento;
- Elaborar projetos técnicos de engenharia, hidrogeologia e arquitetura voltados às ações de saneamento e de edificações de saúde indígena;
- Prestar apoio técnico ao DSEI na contratação de obras e serviços de engenharia, além de elaboração de projetos técnicos, quando esses não puderem ser feitos pela equipe técnica do Distrito;
- Acompanhar, supervisionar, fiscalizar e avaliar a execução de obras, projetos e serviços de engenharia, hidrogeologia e arquitetura da área de abrangência voltados para o saneamento ambiental e edificações de saúde pública de responsabilidade do DSEI;
- Realizar estudos e pesquisas que visem possibilitar a adoção de soluções alternativas e de modelos tecnológicos para a implementação de ações voltadas ao saneamento ambiental e edificações de saúde, adequadas à realidade indígena local;
- Executar diretamente ou mediante parcerias, incluindo a contratação de prestadores de serviços, a operação e manutenção de serviços de saneamento ambiental nas áreas indígenas;
- Executar, diretamente ou mediante parcerias, incluindo a contratação de prestadores de serviços, as ações de controle da qualidade da água para consumo humano nos sistemas de abastecimento de água das aldeias indígenas;

- Executar, diretamente ou mediante parcerias, incluindo a contratação de prestadores de serviços, as ações de manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos nas aldeias indígenas;
- Executar, diretamente ou mediante parcerias, incluindo a contratação de prestadores de serviços, ações de hidrogeologia voltadas às atividades de saneamento nas aldeias indígenas;
- Propor melhorias e alimentar os sistemas de informações das ações de saneamento ambiental e de edificações de saúde indígena no DSEI e consolidar as informações referentes à sua área de abrangência; e
- Acompanhar a execução orçamentária e financeira das ações de saneamento ambiental e edificações no âmbito do DSEI.

A Figura 1 ilustra uma linha do tempo, contendo os principais acontecimentos supracitados.

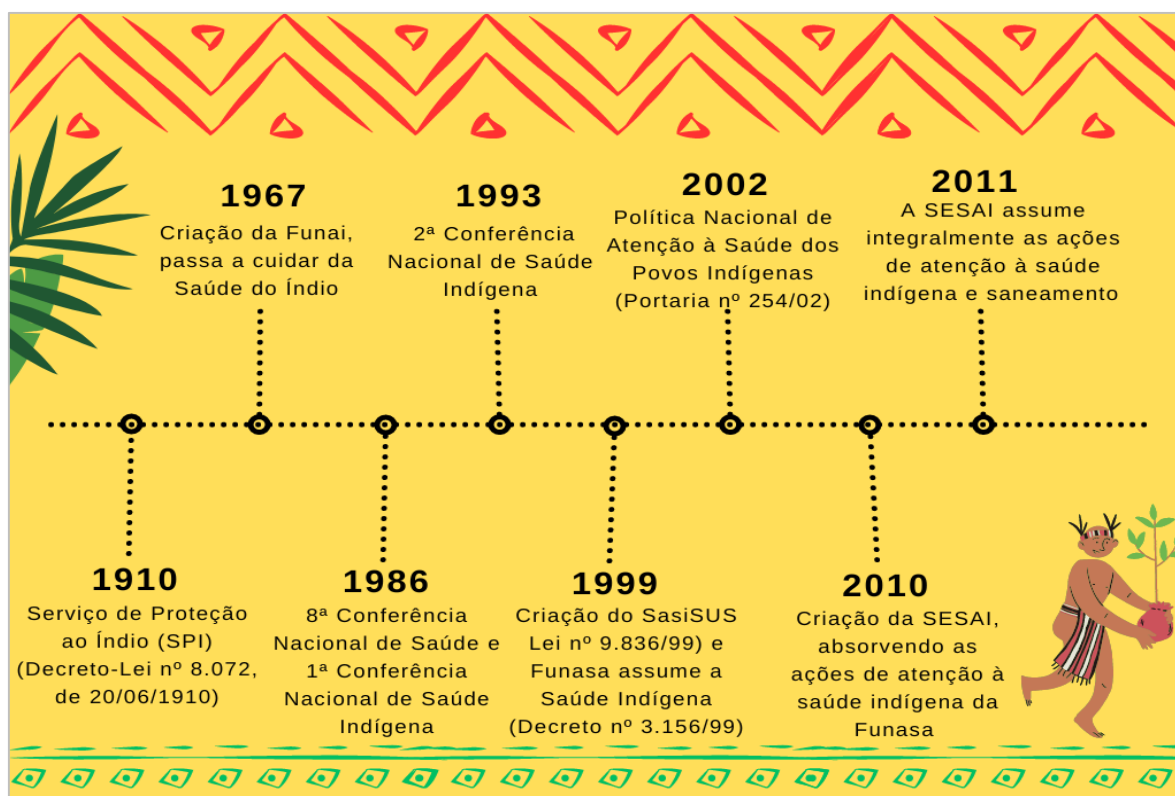


Figura 1 – Linha do tempo com os principais acontecimentos na saúde indígena do Brasil.
Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2. SISTEMAS SIMPLIFICADOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ALDEIAS INDÍGENAS

A implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água traz como resultado uma rápida e sensível melhoria na saúde pública e nas condições de vida de uma comunidade, por meio do controle e da prevenção de doenças, da promoção de hábitos higiênicos, do desenvolvimento de esportes e da melhoria da limpeza pública. Reflete-se, também, na adoção de medidas que resultam em melhoria do conforto e da segurança coletiva, como as instalações de combate a incêndios (FUNASA, 2019).

A construção de SAAs busca resolver problemas de abastecimento das comunidades indígenas, de forma a garantir água potável (água sem contaminação) e em quantidade suficiente para o consumo da comunidade ou da aldeia. Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais indicada, por ser mais eficiente no controle dos mananciais, e da qualidade da água distribuída à população (FUNASA, 2008; 2019).

No entanto, em pequenas comunidades são adotados os sistemas simplificados de abastecimento de água, por serem mais fáceis de construir e operar e por apresentarem menor custo e facilidade de adequação à realidade da localidade e da comunidade. Nas aldeias têm sido construídos sistemas simplificados de abastecimento de água para garantir a qualidade da água e assegurar a saúde da população abastecida (FUNASA 2008).

A água deve ser captada, transportada, tratada, armazenada e distribuída, tal qual as etapas de escolha do manancial, captação, adução, tratamento, reservação e distribuição da água, pelos chafarizes ou rede de distribuição com ligações domiciliares. Estas diversas etapas formam o sistema de abastecimento de água, que deve ser construído com equipamentos e materiais adequados (FUNASA, 2008).

A Figura 2 ilustra um modelo simplificado do trajeto da água, considerando cada uma destas etapas.

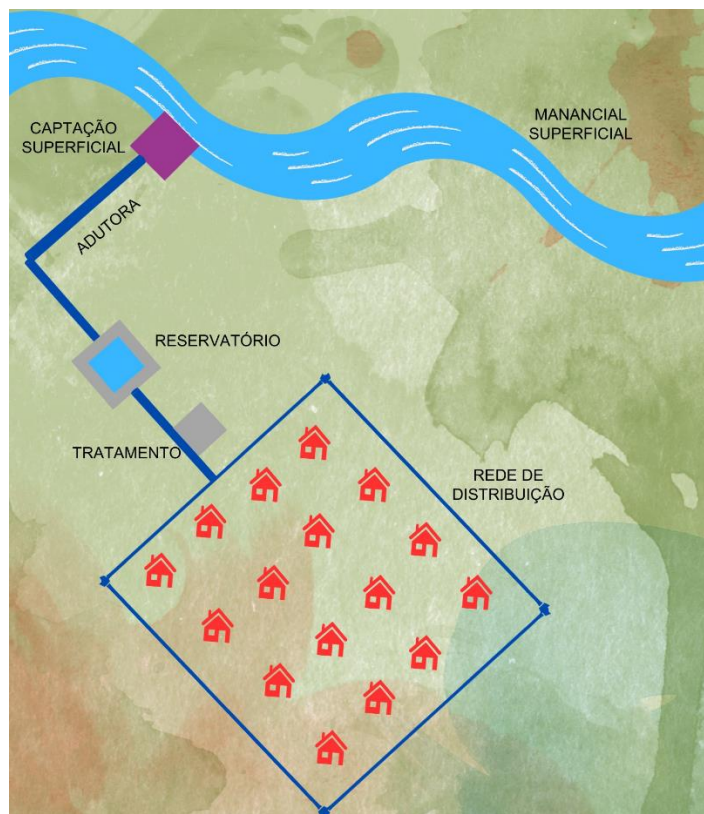


Figura 2 – Etapas que formam um SAA.

Fonte: adaptado de FUNASA (2008).

4.2.1. Mananciais

Para a FUNASA (2008; 2019), mananciais são reservas hídricas ou fontes utilizadas no abastecimento de água. De maneira geral, quanto à origem, podem ser classificados como de:

- Fonte superficial – que compreende as águas doces dos córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais, como açudes e lagos represados;
- Fonte subterrâneo – que se encontram abaixo da superfície terrestre, compreendendo os aquíferos (lençóis) freáticos e profundos, tendo sua captação feita pelos poços rasos ou profundos, poços escavados ou tubulares, galerias de infiltração, barragens subterrâneas ou pelo aproveitamento das nascentes (fontes de encosta); e

- Fonte atmosférica – que representam a água das chuvas, podendo ser como fonte de abastecimento individual (da casa, da escola e outros), devendo ser captada e armazenada.

4.2.2. Formas de captação

A captação consiste em um conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao abastecimento coletivo ou individual. De acordo com o tipo de fonte podemos classificar as diferentes formas de captação, tal qual:

4.2.2.1. Água da chuva – superfície de coleta (com cobertura)

O principal exemplo de captação de água da chuva é o seu armazenamento em cisternas de alvenaria ou concreto. Para Brito et al. (2007), a cisterna é uma tecnologia milenar e pode responder aos parâmetros de qualidade e quantidade da água para beber das famílias de comunidades onde haja limitação de recursos hídricos, desde que sejam seguidos os critérios de dimensionamento, armazenamento e manejo da água coletada da chuva (Figura 3).



Figura 3 – Cisternas armazenando a água da chuva.
Fonte: FUNASA (2008).

4.2.2.2. Nascentes de encosta – caixa de tomada

A FUNASA (2008; 2019) indica que, para o aproveitamento da água das nascentes, deve ser construída uma caixa de tomada, com as paredes impermeabilizadas, tampa, canaletas para afastamento das águas de chuvas e bomba para retirada da água. A caixa de tomada de água deverá ser construída em locais distantes de currais, chiqueiros, fossas e deverá ter cerca de proteção contra entrada de animais (Figura 4).



Figura 4 – Caixa de tomada de água em nascente.
Fonte: FUNASA (2008).

4.2.2.3. Fundo de vales – galerias filtrantes

As galerias filtrantes são realizadas por meio de um sistema de drenagem subsuperficial, sendo possível, em certos casos, usar a técnica de poço raso para a captação da água. Normalmente, a captação é feita por um sistema de drenos formado por um coletor central conectado a coletores secundários que conduzem a água a uma caixa concentradora, para seu posterior aproveitamento. Os drenos podem ser feitos de pedra, manilhas de concreto ou cerâmica e de tubos de PVC perfurados (FUNASA, 2019).

Os diâmetros mais empregados são os de 10 a 20 cm; excepcionalmente, empregam-se os de 30 cm. Para captar mais água, é preferível estender a rede em vez de aumentar os diâmetros. Os drenos devem ser colocados nos fundos de valas abertas no terreno. As valas devem ter fundo liso, protegido por camada de cascalho, e a inclinação deve ser uniforme. A profundidade mínima das valas deve ser de 1,20

m; declividade mínima de 0,25 m por 100 m; declividade máxima de 3,0 m por 100 m. Nos pontos de inflexão e mudança de direção dos drenos, devem ser usadas caixas de inspeção (FUNASA, 2019).

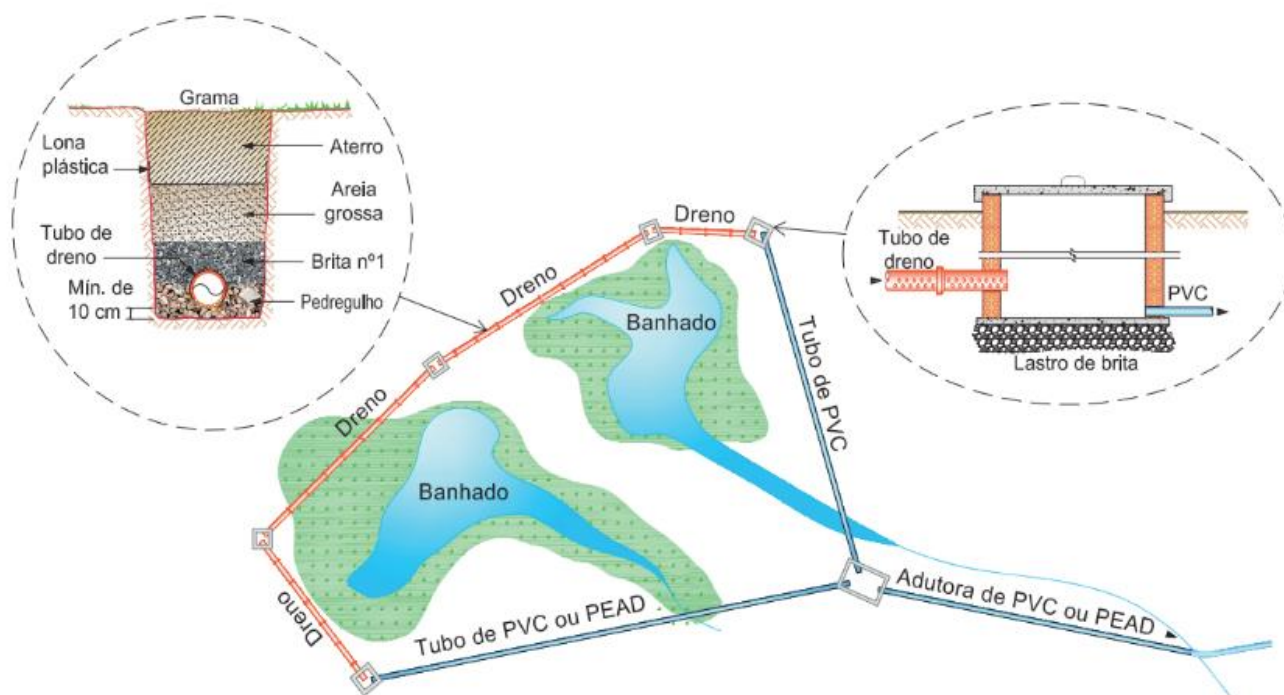


Figura 5 – Esquema de uma galeria de infiltração.
Fonte: FUNASA (2019).

4.2.2.4. Lençol freático – poço escavado (tipo amazonas);

No Brasil, o poço escavado ainda é bastante utilizado pela população rural e recebe diversas denominações, como: cacimba, cacimbão, poço amazonas, poço caipira, poço freático, poço raso ou simplesmente poço. São recomendados para o abastecimento de comunidades em que existem aquíferos granulares, pouco profundos e de baixa produtividade. A construção desses poços de grande diâmetro visa resolver o problema da baixa produtividade do aquífero, pois, ao mesmo tempo, é um ponto de produção e de armazenamento de um bom volume de água.

Nos poços amazonas, as dimensões usuais são: diâmetro variando de 0,90 a 3,00 m, quando revestidos (manilhas de concreto armado ou alvenaria), e profundidade de até 20,00 m, a depender do tipo do material escavado, das técnicas utilizadas, do nível do lençol freático e da existência ou não de revestimento (FUNASA, 2019). A Figura 6 ilustra um poço escavado amazonas.

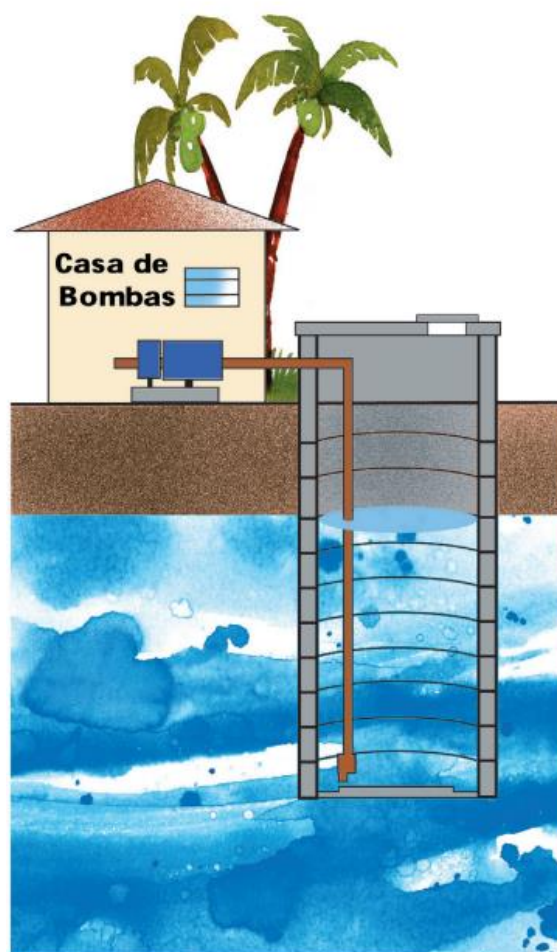


Figura 6 – Poço amazonas revestido com manilhas de concreto armado e bomba centrífuga.
Fonte: FUNASA (2008).

Para a construção deste tipo de poço, de acordo com a FUNASA (2019), são necessários, de forma resumida, os seguintes passos:

- 1) **Locação**: a construção do poço só será viável se houver indícios de água subterrânea na área pretendida e possibilidade de ser atingido o lençol. Essas condições poderão ser determinadas por meio de métodos científicos e emprego de tecnologia apropriada. Na área indígena, entretanto, e para o tipo de poço em questão, bons resultados serão obtidos por meio de algumas indicações de ordem prática aliadas à experiência dos moradores da área.
- 2) **Construção**: durante a construção, todos os cuidados de segurança devem ser tomados por aqueles que estiverem trabalhando no poço. Não se deve

penetrar no seu interior sem ter meios de escape e sem a estabilidade das paredes. A escavação poderá ser manual usando-se ferramentas comuns como: picareta, cavadeira e enxadão, ou também por meio de trados, se o tipo de terreno for favorável. Uma vez atingido o lençol, recomenda-se aprofundar um pouco mais, a fim de obter seu melhor aproveitamento. Há terrenos firmes, não sujeitos a desmoronamentos, que dispensam o revestimento do poço. Nesse caso, deve-se revestir pelo menos até 3 metros de altura, a fim de possibilitar a proteção sanitária do poço.

- 3) Proteção: a proteção do poço escavado tem a finalidade de dar segurança à sua estrutura e, principalmente, evitar a contaminação da água, a fim de evitar a infiltração de águas da superfície, por meio do terreno, atingindo a parede e o interior do poço; evitar o escoamento de águas de superfície e enxurradas por meio da boca do poço, para seu interior; e evitar a entrada de objetos contaminados, animais, papéis e outros, por meio da boca do poço.
- 4) Retirada de água: quando se deseja retirar a água de um poço, de uma cisterna ou elevar a água de um ponto para outro mais alto, recorre-se a um meio elevatório, que pode ter acionamento manual ou eletromecânico. A retirada de água deve ser feita preferencialmente por meio de bomba hidráulica centrífuga (com motor elétrico) ou de embolo (de operação manual), pois permite manter o poço sempre fechado, sendo sanitariamente mais seguro.
- 5) Desinfecção: ao término das obras, o poço deverá ser desinfetado. Só assim a água a ser fornecida estará em condições de uso. Neste sentido, para que este serviço seja executado é necessário conhecer os quais agentes desinfetantes são mais comumente usados; conhecer as técnicas de desinfecção; e saber calcular a quantidade necessária a ser utilizada, de acordo com o tipo, a concentração, o tempo de contato e o volume do poço.

4.2.2.5. Lençol subterrâneo – poço tubular profundo;

Os poços tubulares são aqueles que possuem pequenos diâmetros em relação à profundidade, normalmente construídos com auxílio de equipamentos mecânicos, e

revestidos total ou parcialmente com tubos metálicos ou de plástico. Distinguem-se poços tubulares rasos e poços tubulares profundos. A Figura 7 indica o poço tubular profundo captando água de aquíferos confinados.



Figura 7 – Poço tubular profundo.
Fonte: FUNASA (2008).

Os poços tubulares rasos podem ser perfurados ou cravados. Os poços rasos perfurados são geralmente abertos por meio de trados, brocas e escavadeiras manuais, com diâmetros pequenos (0,15 a 0,30 m). São aconselhados para lençóis (aquíferos) freáticos de pequena profundidade, atingindo profundidades de cerca de 8 a 20 metros.

Já os poços rasos cravados, são construídos a partir da cravação de tubos metálicos providos de ponteiras no terreno, por meio de percussão ou rotação. Possuem pequenos diâmetros, e são usados como solução de emergência em lençóis freáticos de pequena profundidade e grande vazão. São comumente empregados em acampamentos provisórios e em situações de emergência. Devido a seu pequeno diâmetro, podem ser cravados a profundidades superiores a 20 metros, dependendo das condições do terreno (FUNASA, 2019).

O poço tubular profundo é uma obra de engenharia, projetada e construída para captação de água subterrânea, de acordo com normas técnicas específicas, que exige mão de obra e equipamentos especiais para sua construção. É executado com perfuratrizes, à percussão, rotativas ou rotopneumáticas (Figura 8), mediante perfuração vertical, com diâmetros de 4" a 36" e profundidade que vai de mais de 20 metros a cerca de 4.500 metros. Pode ser totalmente ou parcialmente revestido com tubos e filtros metálicos ou de plástico, dependendo das condições da geologia local (FUNASA, 2019).



Figura 8 – Tipos de perfuratrizes.
Fonte: MB Geologia e Meio Ambiente (2023)³.

O método construtivo utilizando perfuratriz à percussão, é o mais simples e mais difundido, aplicando-se em qualquer tipo de rocha, friável ou dura. Consiste em movimentos alternados de soerguimento e queda livre, de um conjunto pesado de ferramentas, constituído por um porta-cabo, um percussor, uma haste de perfuração e um trépano, suspenso por um cabo acionado por meio de um balancim de curso regulável (FUNASA, 2019).

O método rotativo de perfuração de poços exige maiores conhecimentos do operador, requer muita água durante a operação e é indicado principalmente para

³ Disponível em: <https://mbgeologia.com.br/index.php/novidades/detalhe/24/voc-conhece-os-principais-metodos-de-perfuracao-para-captacao-de-agua-subterr-nea>. Acesso em: 07 ago. 2023.

terrenos de rochas sedimentares. Esse método é utilizado para perfuração de poços de grande profundidade. O poço é perfurado por meio de perfuratrizes rotativas de mesa ou de cabeçote rotativo, utilizando-se um fluido de perfuração injetado por dentro das chamadas hastes de perfuração, na extremidade das quais se acopla uma broca (FUNASA, 2019).

As perfuratrizes rotopneumáticas podem ser usadas de duas formas: utilizando o método rotativo, em terrenos de rochas sedimentares, e o método pneumático, em terrenos de rochas cristalinas (ígneas e metamórficas). O sistema pneumático utiliza o ar comprimido, ou ar mais espuma, como fluido de perfuração, e a execução do poço é muito mais rápida em terrenos de rocha mais dura (cristalino) do que nos demais métodos (FUNASA, 2019).

4.2.2.6. Rios, lagos e açudes – tomada direta (fixa ou móvel).

A captação de águas superficiais depende de cuidados que devem ser levados em conta quando da elaboração do projeto. Qualquer tipo de captação deverá atender em qualidade e quantidade à demanda prevista da população futura no horizonte. A água de fonte superficial pode ser captada pelo bombeamento direto da fonte ou de captação flutuante, ou de barragens de nível ou acumulação (FUNASA, 2008; 2019).

Em fontes superficiais de água pouco profundas, as barragens de nível ou barragens de acumulação são utilizadas para facilitar a retirada da água, permitindo que a tubulação fique mergulhada (Figura 9).



Figura 9 – Barragem de acumulação.
Fonte: FUNASA (2008).

A captação flutuante é utilizada em rios, açudes e lagos com grandes mudanças no nível de água (Figura 10).

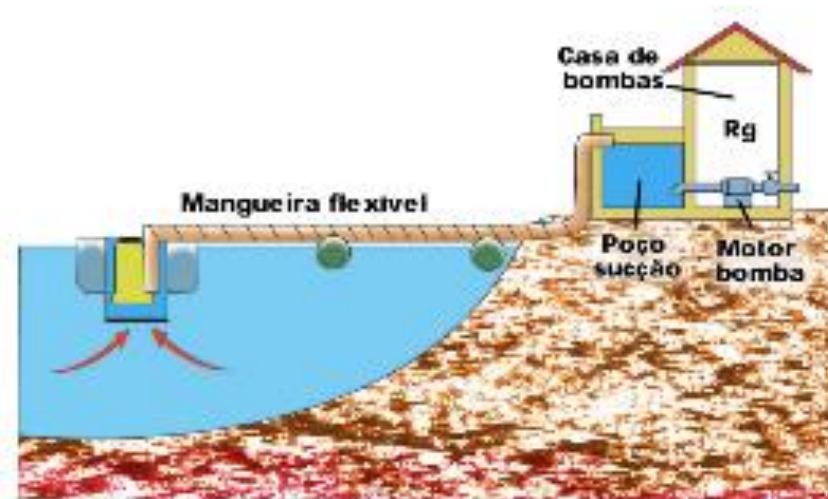


Figura 10 – Captação flutuante (tomada móvel).
Fonte: FUNASA (2008).

A captação direta do rio é feita através de canal de tomada de água ou de tubulações de interligação e poços de sucção e casa de bomba (Figura 11).

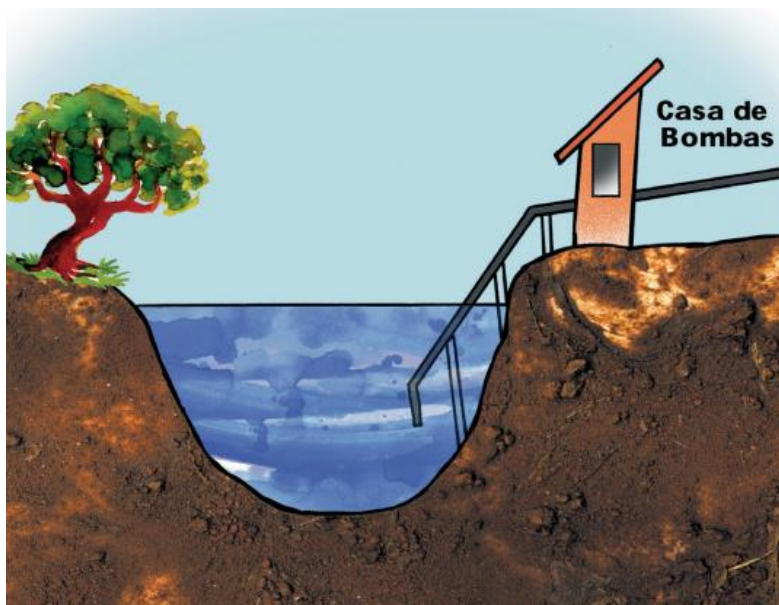


Figura 11 – Captação (tomada fixa).
Fonte: FUNASA (2008).

5. Objetivos

Objetivo Geral

Propor a implantação de um poço amazonas na aldeia Munu'y, TI Waiãpi, município de Pedra Branca do Amapari, estado do Amapá.

Objetivos Específicos

- Caracterizar fisicamente a área de estudo;
- Sugerir um modelo de projeto para a execução da obra de construção de um poço amazonas na área de estudo; e
- Promover o conhecimento acerca da realidade do saneamento em áreas indígenas no Amapá.

6. Metodologia

A metodologia consiste em identificar a área de estudo e sugerir um modelo de projeto para a construção de um poço Amazonas na área de estudo. Inicialmente, é realizado o levantamento técnico de campo, para entender a geologia e a hidrogeologia do local, assim como para a verificação de medidas e locações.

6.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A aldeia Munu'y está localizada na porção centro-oeste do Estado do Amapá, no município de Pedra Branca do Amapari, na Terra Indígena Waiãpi, à margem direita da rodovia BR-210 (sentido Macapá-Pedra Branca do Amapari), sob as coordenadas $1^{\circ}4'33.44''\text{N}$ e $52^{\circ}32'52.27''\text{W}$ (Figura 12)

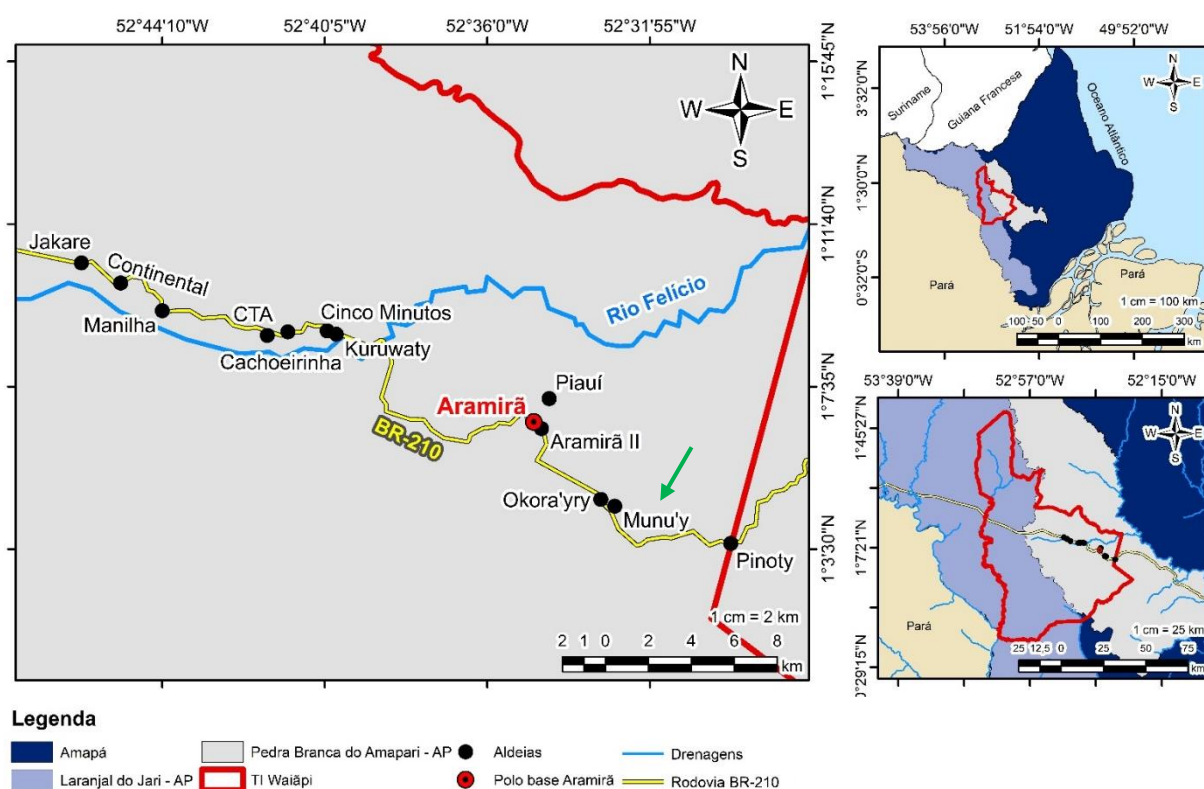


Figura 12 – Mapa de localização da aldeia Munu'y (seta verde) e aldeias do entorno ligadas ao Polo Base Aramirã, localizadas ao longo da BR-210 (Perimetral Norte).
Fonte: elaborado pela autora.

A aldeia possui área total aproximada de 14.949 m² e perímetro com cerca de 1.056 m. Tem população de 24 indígenas da etnia Waiãpi, integrando 3 famílias que residem em 3 moradias (SIASI/DSEI AMP, 2023).

O acesso a aldeia Munu'y é feito através de deslocamento terrestre, partindo da capital Macapá, de onde percorre-se um trajeto de aproximadamente 280 km pela rodovia BR-210 até o Polo Base Aramirã, o qual dista cerca de 6 km da aldeia em questão (sentido Pedra Branca do Amapari-Macapá).

Na aldeia Munu'y não há registro de perfuração de poços de qualquer natureza, embora nas aldeias do entorno existam poços do tipo amazonas, com profundidades variando de 5 a 12 m, e do tipo tubular, que alcançam profundidades que variam de 80 a 120 m, conforme levantamento expedito realizado nas aldeias da TIW ao longo da Rodovia BR-210 (Perimetral Norte).

A aldeia Munu'y não possui Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Atualmente, a comunidade local supre as suas necessidades com a água não tratada, retirada do igarapé Javiry, distante 400 m da aldeia e com diferença de cota topográfica estimada em 25 m, considerando a altura entre o local do igarapé e o centro da aldeia. Segundo informações de liderança local, o nível de água do igarapé, tanto na época seca quanto na chuvosa, não sofre variações determinantes.

A distância e a morfologia do terreno, desde a porção central da aldeia até o local do igarapé Javiry, dificultam as atividades de rotina desenvolvidas pela comunidade. As Figuras 13 a 15 ilustram a situação atual da aldeia.



Figura 13 – Vista do igarapé Javiry, durante o período de estiagem na região (outubro/2020).
Fonte: a autora.



Figura 14 – Aparência do material aluvionar constituente do Igarapé Javiry.
Fonte: a autora.



Figura 15 – Padrão construtivo das habitações da aldeia.
Fonte: a autora.

6.2. MODELO DE PROJETO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM POÇO AMAZONAS EM COMUNIDADES INDÍGENAS

A criação de um modelo de projeto para orientar a construção de poços amazonas em comunidades indígenas, é fundamental para que sejam compreendidos, de acordo com as peculiaridades etnoculturais, geográficas e geológicas, os elementos e subsídios necessários para a execução da obra.

Os serviços visam dotar a população indígena de água de boa qualidade para consumo humano como meio de controle das doenças de veiculação hídrica, executadas tendo por referência a metodologia, custos, especificações anexas e em consonância com as Normas Técnicas Brasileiras vigentes. Os itens fundamentais de uma especificação técnica para a construção de um poço amazonas em áreas indígenas, são:

1. APRESENTAÇÃO
2. JUSTIFICATIVAS
3. MEMORIAL DESCRITIVO
4. LAUDO GEOLÓGICO
 - 4.1. Geologia regional

- 4.1.2. Geologia Local e aspectos hidrogeológicos*
 - 4.2. Perfil geológico e construtivo previsto
 - 4.3. Cálculo da vazão esperada
 - 4.4. Execução de poço amazonas
 - 4.4.1. Escavação*
 - 4.4.2. Revestimento*
 - 4.4.3. Ensaio vazão*
 - 4.4.4. Desinfecção do poço*
 - 4.4.5. Documentação a ser entregue pelo executor*
- 5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE PERFURAÇÃO/ESCAVAÇÃO DE POÇOS AMAZONAS
 - 5.1. Objetivo
 - 5.1.1. Localização dos serviços*
 - 5.2. Condições para execução dos serviços
 - 5.3. Normas de execução dos serviços
- 6. ANEXO I – PERFIL CONSTRUTIVO E LITOLÓGICO DO POÇO
- 7. ANEXO II – FICHA TESTE DE PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO
- 8. ANEXO III – FICHA TÉCNICA DO POÇO

O modelo supracitado é baseado na metodologia aplicada pela equipe de Geologia da Secretaria de Saúde Indígena (SESAI).

O APÊNDICE A apresenta este modelo aplicado à aldeia Munu'y.

7. Impactos esperados frente aos objetivos propostos

A elaboração de projetos de construção de poços amazonas em áreas indígenas possibilitará o alcance de diversos resultados, que impactarão de forma positiva a vida da população interessada, tais como:

- Diminuição dos riscos de doenças causadas pela ingestão de água sem tratamento e, conseqüentemente, melhoria na qualidade de vida da população;
- Alcance de maior segurança construtiva no momento de execução das obras, o que é reflexo do levantamento técnico preliminar, necessário à elaboração do projeto;
- Investimentos de captação são baixos quando comparados com as águas superficiais, pois dispensa obras de construção de barragens, adutoras e estações de tratamento;
- Menor custo de manutenção e operação, já que o líquido sai do poço praticamente pronto para uso, precisando apenas passar pelos processos de cloração;
- Sensibilização da população local, sobre a importância de manter uma fonte segura, com o devido tratamento, de água.

8. Avaliação de riscos e benefícios

Os riscos e benefícios da aplicação deste tipo de projeto identificados, são:

- O projeto de construção de um poço amazonas envolve a contratação de empresas especializadas e com mais de uma etapa de realização, o que por si só, já constitui um risco.
- Dificuldades geológicas por conta da falta de uma investigação (sondagem) inicial no solo, o que pode levar ao abandono do poço previamente iniciado, partindo-se para outra locação, onerando a obra;
- A não adaptação dos profissionais contratados para a execução dos serviços, seja em decorrência das dificuldades envolvendo a rotina de trabalho em áreas de difícil acesso, seja por conta das dificuldades em produzir os documentos técnicos necessários à conclusão da obra do poço;
- Os poços amazonas são de grande importância para o suprimento hídrico de regiões rurais, principalmente aquelas que não são atendidas por uma rede de abastecimento d'água;
- Os poços amazonas podem ser o complemento do abastecimento ou o único meio de abastecimento, e dependendo da região, esse tipo de poço pode fornecer mais água do que um poço tubular profundo;
- O emprego de mão de obra comunitária, ou de regime de mutirão, é muito comum durante a execução destes tipos de poço, o que motiva o sentimento participativo em prol da comunidade.

10. Cronograma de execução

ATIVIDADES	PERÍODO						
	2023						
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escolha do tema							
Revisão bibliográfica							
Sistematização de dados coletados							
Elaboração do projeto de pesquisa							
Entrega da primeira versão do projeto de pesquisa							
Elaboração de textos para compor o TCC							
Entrega da versão final do TCC à orientação							
Correções da versão final do TCC							
Defesa							

11. Referências

BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Cisternas domiciliares: água para consumo humano**. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36536/1/OPB1517.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual do Agente Indígena de Saneamento**. Brasília, 2008. 122 p. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/588>. Acesso em: 10 jul. 2023.

_____. **Manual de saneamento**. – 5 ed. Brasília: FUNASA, 2019. 545 p.

GOMES, S. L. **Resíduos sólidos dos serviços de saúde em terras indígenas: o caso do Distrito Sanitário Especial Indígena Médio Rio Purus, Amazonas**. 2013. 153 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – UNB,

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 154 p.

NEVES-SILVA, P.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. **Ciência & - Saúde Coletiva**, Belo Horizonte, v. 21, n.6, p. 1861-1869. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/jnhCmSSRJGFNPzB3QtKg4GN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 jul. 2023.

RODRIGUES, K. **Historiadora investiga assistência à saúde no Serviço de Proteção aos Índios**. Fiocruz: Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/historiadora-investiga-assistencia-saude-no-servico-de-protecao-aos-indios>. Acesso em: 27 jul. 2023.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Saúde: saneamento rural**. Brasília, Senar, 2019. 84 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/informe-ao-cacauicultor/manejo/cartilhas-senar/226-saude-saneamento-rural.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2023.

**APÊNDICE A – MODELO DE PROJETO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM
POÇO AMAZONAS NA ALDEIA MUNU’Y, TERRA INDÍGENA WAIÃPI,
MUNICÍPIO DE PEDRA BRANCA DO AMAPARI, AMAPÁ**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO
PARA COMUNIDADES RURAIS

PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE POÇO AMAZONAS NA ALDEIA MUNU'Y,
TERRA INDÍGENA WAIÃPI, MUNICÍPIO DE PEDRA BRANCA DO AMAPARI,
AMAPÁ

Macapá/AP

2023

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	4
2 JUSTIFICATIVA.....	4
3 MEMORIAL DESCRITIVO	4
4 LAUDO GEOLÓGICO	5
4.1. Geologia Regional.....	5
4.1.1. <i>Geologia Local e aspectos hidrogeológicos.....</i>	<i>15</i>
4.2. Perfil geológico e construtivo previsto.....	16
4.3. Cálculo da vazão esperada	16
4.4. Execução do poço amazonas	16
5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS NECESSÁRIOS À CONSTRUÇÃO DO POÇO AMAZONAS.....	17
5.1. Objetivo.....	17
5.2. Condições para a execução dos serviços	17
5.3. Normas de execução dos serviços	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 APRESENTAÇÃO

A Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), por meio do Curso de Especialização em Saúde Ambiental e Saneamento para Comunidades Rurais, apresenta este projeto, que tem como objetivo principal sugerir elementos e subsídios que possibilitem a construção de um poço raso, do tipo amazonas, na aldeia Munu'y, localizada na Terra Indígena Waiãpi, município de Pedra Branca do Amapari, estado do Amapá.

Esta construção deverá ser executada em conformidade com o especificado neste documento e em consonância com as normas técnicas brasileiras vigentes, considerando as dimensões e características que serão apresentadas a seguir.

2 JUSTIFICATIVA

O serviço objetiva a construção de um poço amazonas, para compor um sistema alternativo de abastecimento de água na aldeia Munu'y, visando supri-la de água própria para o consumo humano. Atualmente, a aldeia Munu'y **não possui** sistema de abastecimento de água, e a comunidade, como forma de repasse de conhecimento, utiliza o igarapé que circunda a aldeia para realizar suas necessidades fisiológicas.

3 MEMORIAL DESCRITIVO

Pedra Branca do Amapari

- **Coordenadas geográficas (núcleo urbano):** 0°46'35.21"N e 51°57'24.26"W.
- **Área Territorial:** 9.622,290 km (IBGE, 2022a).
- **População:** 12.847 habitantes (IBGE, 2022b).
- **Distância da capital:** cerca de 180 km pela BR-210 (ou Perimetral Norte).
- **Limites municipais:** Oiapoque a norte, Serra do Navio a leste, Porto Grande a sudeste, Mazagão a sul e Laranjal do Jari a oeste.
- **Hidrografia:** rio Amapari e seus afluentes da margem direita: rio Cupixi, igarapé Água Fria, rio Riozinho, igarapé Onça, rios Ita e Tucunapi

(também conhecido por rio Felício), os quais nascem na serra do Tumucumaque.

- **Clima:** Equatorial quente e úmido; caracterizando-se por apresentar total pluviométrico geralmente superior a 2.000 mm.
- **Altitude:** cerca de 130 m.

Aldeia Munu'y

- **Coordenadas geográficas:** 1°4'33.44"N e 52°32'52.27"W.
- **Etnia:** Waiãpi.
- **População atual:** 27 habitantes (SIASI/DSEI/AMP¹, 2023).
- **Drenagem utilizada:** igarapé Javiry.
- **Altitude:** cerca de 186 m.

4 LAUDO GEOLÓGICO

Este laudo contém as informações exigidas, no que se refere à avaliação para liberação de construção de poço raso, do tipo amazonas, em local geograficamente bem definido e destinado ao sistema de abastecimento da aldeia Munu'y, no município de Pedra Branca do Amapari, estado do Amapá.

4.1. Geologia Regional

A descrição da Geologia Regional, a seguir, baseou-se no levantamento geológico na escala 1:1.000.000 da Folha NA.22/NB.22 Macapá, do Projeto RADAM, executado pelo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, em 1974; na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Macapá: Folha NA.22, executado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 2004; nos históricos de classificação das unidades geológicas do Amapá realizado pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponibilizados no tema Geologia da plataforma BDIA – Banco de informações ambientais; nas dissertações intituladas “Geoquímica de solo e geologia da região do depósito de ouro do Amapari – AP” (HORIKAVA, 2008) e “Diagnóstico geoambiental do Município de Pedra Branca do Amapari, Amapá” (GONÇALVES, 2009).

¹ Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena do Distrito Sanitário especial indígena do Amapá e Norte do Pará.

O Município de Pedra Branca do Amapari localiza-se na porção norte da plataforma sul-americana, no Escudo das Guianas, que compõe o Cráton Amazônico, o qual pode ser dividido, segundo o modelo de evolução geodinâmica de Tassinari & Macambira (1999), em 6 (seis) províncias geocronológicas: Amazônia Central, Maroni-Itacaiunas; Venturi-Tapajós, Rio Negro-Juruena, Rondônia-San Ignácio, Sunsás; ou em 8 (oito), segundo a classificação de Santos et al. (2000): Carajás-Imataca, Amazônia Central, Guiana Norte, Faixa Guiana Central, Tapajós-Parima, Rio Negro, Rondônia-Juruena, Sunsás.

A região de estudo está inserida na Província Geocronológica Transamazonas, de Santos et al. (2000), ou Maroni-Itacaiunas, de Tassinari & Macambira (1999), que compreende o Estado do Amapá e se estende até o norte de Carajás, no Pará. Constitui-se, de maneira geral, de cinco tipos básicos de unidades litoestratigráficas: Complexo Guianense; as rochas de alto grau, arqueanas ou com importante herança arqueana; as supracrustais de terreno granito-greenstone transamazônico; os granitoides transamazônicos com idades entre 2206 e 2060 Ma, representando diversas fases de evolução orogênica transamazônica; e os granitoides pós-Transamazonas gerados em situação intraplaca no final do Paleoproterozóico (SANTOS, 2003).

Para Faraco et al. (2004), a litoestratigrafia da Província Transamazonas compreende unidades arqueanas (meso e neoarqueana), proterozóicas (paleo e mesoproterozóica), mesozoicas e cenozoicas, conforme:

- Mesoarqueano – representado pelos Complexo Tumucumaque, Complexo Guianense e Metatonalito Igarapé Água Fria;
- Neoarqueano – compreende os terrenos de médio a alto grau metamórfico, representados pelo Complexo Jari-Guaribas – que ocorre no norte do Pará-sudoeste do Amapá, Complexo Baixo Mapari, Granulitos Indiferenciados, Charnockito Cuatá, Complexo Iratapuru e Ortognaisse Indiviso;
- Paleoproterozóico – estão evidenciadas as sequências metavulcanossedimentares do tipo *greenstone belt*, tais como: Grupo Vila Nova e Formações Igarapé Araújo e Serra das Coambas; o Complexo Bacuri; os granitoides orogênicos representando diversas fases de

evolução orogênica transamazônica e as unidades de alto grau metamórfico, Enderbito Cobra e Piriclasito Mutum.

- Sobre os granitoides orogênicos transamazônicos, os dados isotópicos sugerem a presença de quatro orogêneses principais: a primeira no início do sideriano (2240 Ma), sendo os granitoides mais antigos representados por tonalitos, trondhjemitos e granodioritos, que podem ser associados à primeira orogênese (2206-2060 Ma), como o Tonalito Papa Vento e a suíte plutônica Cupixi, assim como aqueles indiferenciados;
- A segunda orogênese (2140-2120 Ma) também gerou granitoides similares em composição e genética, sendo representados pela Suíte Intrusiva Urucu e algumas suítes intrusivas granodioríticas e monzograníticas indiferenciadas. O terceiro ciclo orogênico (2093-2089 Ma) corresponde ao Granito Cigana, ao Granito Igarapé Castanhal e suítes plutônicas indiferenciadas.
- Neoproterozoico – compreende os granitoides pós-tectônicos, Falsino e Uaiãpi, representantes do magmatismo tipo A; nesta Era ocorre ainda a intrusiva Alcalina Mapari;
- Mesozoico – representado principalmente pelo Diabásio Cassiporé (202 ± 2 Ma);
- Cenozoico – constitui-se de lateritos que sustentam os platôs e, subordinadamente, pela ocorrência de gossans; bem como de depósitos aluvionares e depósitos fluvio-marinhos.

A evolução tectono-estratigráfica, assim como a descrição litológica das unidades geológicas que compõem a região da aldeia Munu'y estão detalhadas no Quadro 1 e sua gênese descrita a seguir.

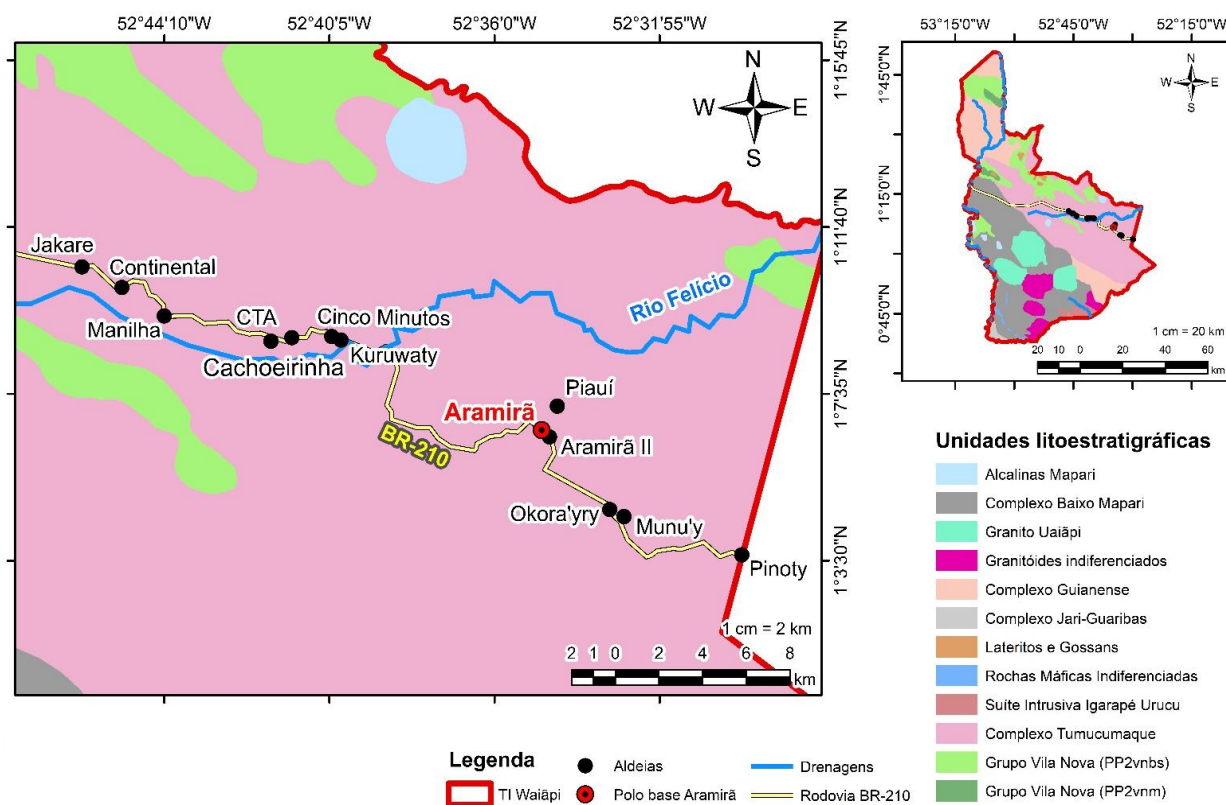
Quadro 1 – Evolução tectono-estratigráfica da região em que está inserida a aldeia Munu'y.

ÉON	ERA	PERÍODO	IDADE	UNIDADE GEOLÓGICA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	
FANEROZOICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	0,01 Ma – atual	Sedimentos recentes	Sedimentos inconsolidados constituídos por areias quartzosas, às vezes, contendo matéria orgânica, argilas, argilas orgânicas e siltes intercalados, distribuídos nos leitos dos igarapés.	
		TERCIÁRIO	NEÓGENO	23,5-1,75 Ma	Grupo Barreiras	Sedimentos siliciclásticos representados por argilas, siltes, arenitos, leitos conglomeráticos, com baixo grau de compactação e coloração variegada. Podem apresentar nódulos e concreções ferruginosas.
			PALEÓGENO	65-23,5 Ma	Laterito e gossan	-
	MESOZÓICO	TRIÁSSICO – JURÁSSICO	210-200 Ma	Diabásio Cassiporé	Diques de diabásio cinza-escuro a negro; têm maior representação tectônica próxima à região costeira do estado do Amapá.	
	PROTEROZOÍCO	PALEO	ESTATERIANO	1,80-1,60 Ga	Granodiorito Falsino	Granodiorito, diorito e quartzo-diorito.
RIACIANO			2,30-2,05 Ma	Grupo Vila Nova (PP2vnbs)	Metamafito e metaultramafito, metarriolito, BIF, metachert, quartzito e mica xisto pelítico; metabasito e metassedimento.	
MESO			3,10-2,80 Ma	Complexo Tumucumaque	Ortognaisse tonalítico a granodiorítico, com quartzo-diorito e ortomigmatito subordinado.	

Fonte: Avelar (2002); DNPM (1974); CPRM (2004).

A Figura 1 apresenta o mapa geológico da Terra Indígena Waiãpi, contendo as principais unidades litológicas recorrentes na aldeia Munu'y e seu entorno.

Figura 1 – Mapa geológico da aldeia Munu'y e seu entorno.



Complexo Guianense

O Complexo Guianense foi definido por Lima et al. (1974) como uma unidade de embasamento que se distribuía por amplas regiões do Amapá e extremo noroeste do Pará, e que congregava gnaisses, para e ortoderivados, migmatitos, metagranitóides e granulitos. Ricci et al. (2001) redefiniram o Complexo Guianense para agrupar um conjunto de ortognaisses cinzas, metamorfisados sob condições de fácies anfibolito, que ocorrem em faixas alongadas segundo a direção NW-SE, na porção central e sudoeste do Bloco Amapá. Rosa-Costa et al. (2006) restringe sua área de distribuição ao segmento que se estende aproximadamente entre o médio curso do rio Jari e o Lineamento Cupixi, no sudoeste do Amapá.

Na região do rio Cupixi, Montalvão e Tassinari (1984) apresentam isócrona Rb-Sr de 2944 Ma (milhões de ano) para tonalitos e gnaisses e Lima

(1986), idades Rb-Sr entre 2.860 e 2.450 Ma, para tonalitos trondjemíticos e granulitos gnaisses, além de pegmatitos, aplitos, sienogranitos e tonalitos. A mineralogia principal é definida por plagioclásio, quartzo, $\pm$ microclínio, $\pm$ hornblenda, $\pm$ biotita, e a acessória por opacos, titanita, allanita, apatita e zircão. Nos litotipos peraluminosos a hornblenda é ausente, mas ocorrem granada e biotita, sendo também comum a presença de monazita dentre os acessórios. Os ortoanfibolitos têm textura nematoblástica, e são constituídos essencialmente por plagioclásio, hornblenda e quartzo, além de titanita, apatita e opacos como minerais acessórios (RICCI et al., 2001).

As rochas deste complexo são frequentemente retrometamorfisadas a condições de fácies xisto-verde, sendo comum a ocorrência de Epidoto, Clorita, Muscovita/Sericita, Carbonato, Titanita secundária e minerais opacos associados às transformações a partir da Biotita, Hornblenda e Plagioclásio (RICCI et al. 2001). Rosa-Costa et al. (2006) define o posicionamento cronoestratigráfico do Complexo Guianense no Neoarqueano, a partir de idades obtidas em Ortognaisses, pelo método de evaporação de Pb em zircão, de 2652 ± 4 Ma e 2628 ± 2 Ma. Segundo a autora, isótopos de Nd forneceram idades modelo entre 2,99 e 2,83 Ga. Klein et al. (2003) apresentam idade PbPb em zircão de 3321 ± 11 Ma em gnaisses tonalítico no alto curso do rio Cupixi.

Ricci et al. (2001) propõem o Complexo Baixo Mapari para congregar um conjunto de gnaisses de composição predominantemente granítica, estabilizados na transição das fácies anfibolito e granulito, originalmente incorporados ao Complexo Guianense definido por Lima et al. (1974). Estes gnaisses estão situados em extensas faixas alongadas na direção NW-SE, distribuídas principalmente na porção central e sudoeste do Bloco Amapá, com boas exposições no médio curso do rio Jarí, e no baixo curso do rio Mapari. São gnaisses leucocráticos, de composição granítica, com mineralogia essencial formada por feldspato alcalino, quartzo, plagioclásio antipertítico, sendo os minerais máficos a hornblenda, a biotita e o clinopiroxênio e os acessórios os óxidos de Fe e Ti, zircão, allanita e apatita. Isótopos de Nd obtidos em um gnaiss granítico forneceram uma idade TDM de 3,12 Ga e ϵ_{Nd} de -3,38. (Rosa-Costa et al. 2006).

Complexo Tumucumaque

Os terrenos vizinhos às faixas ocupadas pelo Grupo Vila Nova denotam a exemplo deste, expressivos lineamentos NW-SE com um padrão morfológico de cristas alinhadas indicando uma região intensamente movimentada ao longo do tempo geológico. Estes fatos, e a presença de rochas cataclásticas conduziram a que Lima et al. (1974) definissem a unidade litológica Gnaiss Tumucumaque, considerada então como uma porção do Complexo Guianense que submetida a “stress” de grande amplitude e consequente atuação de um evento de metamorfismo dinâmico, teria as suas rochas transformadas em cataclasitos, milonitos e brechas de falhas. Segundo os autores a disposição estrutural permitia a individualização, embora a composição mineralógica desses gnaisses fossem a mesma daqueles do Complexo Guianense, ou seja, ambos seriam parte de uma mesma unidade litoestratigráfica.

Barros et al. (1984) redefiniram o Complexo Tumucumaque, que seria uma unidade gerada por intenso processo de cisalhamento associado a outros de natureza segregativa, os quais transformaram rochas pretéritas (retrabalhamento) em milonitos, blastomilonitos e protomilonitos. Portanto o complexo Tumucumaque é produto de fenômenos de cisalhamento sobre rochas mais antigas. São constituídos por migmatitos de injeção, milonitos, gnaisses, blastomilonitos, gnaisses de composição granítica, granodiorítica e tonalítica, protomilonitos, brechas tectônicas, além de rochas tonalíticas a granítica com certa homogeneidade composicional. No tocante a sua idade, Montalvão e Tassinari (1984) realizaram datações pelo método Rb/Sr em amostras do material granítico. As rochas alinham-se segundo a isócrona de 2.250 Ma.

Grupo Vila Nova

As primeiras referências a esta unidade são devidas a Paiva (1946, apud Lima et al., 1974) que identificou próximo a Serra do Navio, Amapá, três camadas de manganês, que foram denominadas Camada Serra do Navio, Camada do Espigão e Camada do Espigão do Chumbo, sendo que na localidade de Santa Maria observou quartzitos intercalando itabiritos e lentes de hematita.

Ao conjunto de rochas pré-cambrianas intercaladas no Complexo Fundamental, perturbadas, dobradas e em posição subvertical, Ackermann

(1948, apud Lima *et al.*, 1974) denominou de Série Vila Nova, sendo que Nagell (1962, apud Lima *et al.* 1974) incluiu na sua denominada Série Amapá um conjunto de conglomerados, itabiritos e quartzo-mica xisto e quartzito por ele denominado Grupo Santa Maria.

Scarpelli (1966, apud Lima *et al.* 1974) subdividiu a Série Amapá nos grupos Jornal e Serra do Navio, aquele contendo anfibolitos e este encerrando em seu acervo xistos, gonditos, anfibolitos e lentes de mármore. Coube entretanto a Lima *et al.* (1974) englobar todo o conjunto de metassedimentos presentes no Amapá ao abrigo da denominação Grupo Vila Nova, com fácies variando de xistos verdes a anfibolito, sendo que posteriormente Jorge João *et al.* (1978, apud Santos, 1984 in: Geologia do Brasil) relacionaram o Grupo Vila Nova a uma associação do tipo *greenstone belt*, posicionando-o no Arqueano.

O Grupo Vila Nova aflora sob a forma de faixas irregulares e descontínuas, nas regiões de Serra do Navio e do rio Vila Nova, no centro do Estado do Amapá, bem como em parte da Serra Lombarda, a norte do estado em sentido à Guiana Francesa, e compreende rochas metavulcanossedimentares, metamorfisadas na fácies xisto verde a anfibolito (LIMA *et al.* 1974). Montalvão e Tassinari (1984) citam para esta unidade datações K-Ar em micas (1.919 e 1.759 Ma) e anfibólitos (2.088 e 1.971 Ma), como sendo as únicas disponíveis para a região. Contudo existem datações de até 2.264 Ma em unidades similares na região da serra do Ipitinga (PA) considerada como idade do vulcanismo. Esta unidade distribui-se segundo faixas descontínuas e alongadas na direção NW-SE, caracterizando cinturões metamórficos de baixo a médio grau que, no tocante à orientação estrutural e ao posicionamento geológico, representam sequências submetidas à mesma história evolutiva geológica. Regionalmente, nota-se para esta unidade a predominância absoluta do “trend” NW-SE, compondo amplos dobramentos com vergência para NE.

Estudos petrológico-geoquímicos realizados por Faraco (1990), na Serra do Ipitinga comprovam ser o Grupo Vila Nova uma sequência supracrustal constituída por rochas metavulcânicas e mais raramente, metaplutônicas máficas e ultramáficas rochas a cordieritaantofilita e a quartzo-clorita, nas quais estão sobrepostos sedimentos químicos que configuram formações ferríferas bandadas tipo óxido e silicato, e metassedimentos clásticos. As metavulcânicas

e os metassedimentos configuram unidades litoestratigráficas definidas, a saber, Anfibolito Anatum e Quartzito Fé em Deus. Spier et al. (1999) cita para a região das minas de manganês da ICOMI, em Serra do Navio, ocorrência de uma sequência basal de orto-anfibolitos, capeado por xistos e mármore manganesíferos.

Sobre a idade de formação do Grupo Vila Nova ainda há controvérsias, Rosa-Costa et al. (2002) obtiveram idade Pb-Pb em zircão de 2050 ± 2 Ma, que poderia indicar segundo a mesma uma evolução tardi-orogênica para o referido grupo. Pimentel et al. (2002), datou o metamorfismo regional que afetou as rochas do grupo Vila Nova em 2087 ± 22 Ma, através do método Sm-Nd (granada-rocha total), em um granada-anfibolito da região do rio Vila Nova.

Granodiorito Falsino

Lima et al. (1974) assinalaram um granodiorito intrusivo em polimetamorfitos, tendo o situado como posterior ao grupo Vila Nova. Esses autores denominaram-no Granodiorito Falsino, correlacionando-o ao grupo Uatumã, o que parece improvável devido à existência de idade Rb-Sr correspondente a 2.060 ± 118 Ma.

Rochas Alcalinas Mapari

Corpos de forma circular, ocorrendo próximo a margem esquerda do rio Mapari, afluente do rio Jari, descrita em fotointerpretação por Lima et al. (1974). Pelas datações existentes, as alcalinas Mapari parecem estar relacionadas com as intrusões alcalinas da fase final da reativação Parguazense, sendo assim mais antigas que as intrusões alcalinas do limiar Proterozóico Médio-Superior.

O limite entre o Proterozóico Médio e o Superior no craton Amazônico é estabelecido pelo início da instalação de um episódio tectono-termal amplamente conhecido neste continente, o qual tem recebido diversas denominações regionais. Sua atuação identifica-se com amplas faixas de cataclasitos e milonitos originados por esforços de compressão de caráter continental, os quais afetam em maior ou menor grau, grande parte das litologias originadas pelos eventos antecedentes.

A idade normalmente admitida para esse evento, sob suas mais diversas denominações situa-se por volta de ± 1.200 Ma, valor que corresponde ao limite inferior de Almeida (1974) para o Pré-Cambriano Superior.

Diabásio Cassiporé

Esta unidade descrita por Lima et al. (1974), expõe-se principalmente nas regiões leste e norte do Estado do Amapá na forma de notáveis enxames de diques paralelos e orientados na direção aproximada N-S, alguns com mais de 250 km de extensão, e, subordinadamente, NNE-SSW. Aparecem desde as proximidades da Serra do Navio, distribuindo-se para norte acompanhando, grosso modo, o limite costeiro do Amapá e adentrando a Guiana Francesa.

Apresentam espessuras variáveis desde centimétricas até dezenas de metros. Constituem um conjunto de diques de diabásio e stocks de microgabro, com algumas citações sobre a presença bastante rara de basaltos, bem como produto de diferenciação magmática que passa por granófiros atingindo localmente composição granodiorítica.

Normalmente são rochas de cor verde-escuro, praticamente afaníticas constituídas por plagioclásios, augitas, hornblenda, clorita e sulfetos. Apresentam textura ofítica e, às vezes, intercrescimento micrográfico.

Lateritos

Esta unidade apresenta-se sob a forma de serras com extensos platôs, irregulares e descontínuos, distribuídos ao longo do Estado do Amapá, formando grandes serras, como por exemplo, as serras do Tumucumaque, do Navio, do Iratapuru e parte da serra Lombada. Segundo Barbour (1966), o estudo da morfologia dos terrenos laterizados e das ocorrências de laterita ferruginosa do Estado do Amapá distinguiu quatro tipos de lateritos relacionados à pelo menos duas fases de peneplanização. Regionalmente uma primeira fase de peneplanização de idade possivelmente cretácea a terciária, resultou na formação de uma extensa superfície peneplanizada, sob a forma de platôs, que foi submetida a um intenso processo de lateritização, gerando principalmente lateritas maduras, bem desenvolvidas, do tipo cavernoso a maciça. Esta superfície foi intensamente dissecada e erodida, gerando um relevo de platôs

descontínuos e irregulares, estando muito bem representado na região da Serra do Navio, com suas minas de manganês, bem como na região da serra da Canga (divisor dos rios Amapari e Araguari).

Sedimentos Quaternários

Os sedimentos recentes consistem predominantemente de depósitos aluvionares, pouco espessos, delimitados ao longo das bacias hidrográficas que drenam a região, formando baixios e alagadiços em vales, na maioria das vezes encaixada.

4.1.1. Geologia Local e aspectos hidrogeológicos

A aldeia Munu'y está assentada em terreno suave ondulado, com declividade variando de 3 a 8%, composto de material inconsolidado argiloso-arenoso, que é produto de alteração das rochas do embasamento, representadas por gnaisses do Complexo Tumucumaque, datado do Pré-Cambriano (~ 2.250 Ma).

As rochas encontradas são de cor cinza esbranquiçada, com bandamento aparente, que evoluem para solos predominantemente argilosos, em avançado estágio de intemperização, com coloração marrom avermelhada, normalmente bem drenados, denominados Latossolos vermelho-amarelos distróficos (LVAd), segundo a classificação do IBGE (2018).

Na conceituação de domínios hidrogeológicos da CPRM (2014), a aldeia Munu'y está inserida no contexto do domínio Cristalino (Aquífero Fissural), constituído de rochas que apresentam pouca porosidade primária (granitoides, gnaisses, granulitos, migmatitos, básicas e ultrabásicas), sendo a ocorrência de água subterrânea condicionada por uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas.

Na superfície, o clima úmido condiciona a alteração da rocha e a criação das coberturas permeáveis (ou manto de intemperismo), que atuam como aquíferos livres de porosidade granular e têm papel fundamental nas condições de circulação, armazenamento e infiltração da água até atingir a rocha matriz, não alterada. Daí em diante, a água faz o seu caminho por entre falhas e/ou

fraturas nas rochas que compõem o aquífero, normalmente não paralelas à superfície do terreno.

4.2. Perfil geológico e construtivo previsto

O perfil geológico e construtivo previsto pode ser consultado no Anexo I.

4.3. Cálculo da vazão esperada

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) a ser construído na aldeia Munu'y, está sendo projetado para atender uma população de 27 habitantes, considerando uma taxa de crescimento de 4% ao ano, durante o período de 10 (dez) anos, quando a população passará a totalizar 39 habitantes.

Para encontrar a vazão necessária ao atendimento deste número de habitantes, foram conjecturados os seguintes dados:

- a) 6 horas de bombeamento diário;
- b) Altura média de 4,0 m para o reservatório;
- c) Consumo per capita de 50 l/hab/dia;
- d) Nível dinâmico de 8,0 m; e
- e) Comprimento da adutora de 28,0 m.

Logo, tem-se que a vazão satisfatória ao atendimento da comunidade é de 0,799 m³/h.

4.4. Execução do poço amazonas

4.4.1. Escavação

- Escavação com diâmetro externo de 1,20 m;
- Profundidade de até 15,0 m.

4.4.2. Revestimento

- Manilhas de concreto armado, com diâmetro interno de 1,0 m.

4.4.3. Ensaio de vazão

- Teste de vazão com bomba submersa – até 12 horas.

4.4.4. Desinfecção do poço

- Solução bactericida, em quantidade que resulte concentração de 50mg/L de cloro livre, ou de outra solução oxidante apropriada para poços de água.

4.4.5. Documentação a ser entregue pelo executor

- Projeto do poço com relatório técnico, ficha técnica e perfil completo do poço;
- Análise físico-química e bacteriológica da água; e
- ART de profissional de Geologia para projeto e execução.

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS NECESSÁRIOS À CONSTRUÇÃO DO POÇO AMAZONAS

5.1. Objetivo

Definir, especificar e detalhar os aspectos técnicos para a captação de água subterrânea através da construção de poços do tipo amazonas, destinada ao abastecimento público (consumo humano).

5.1.1. Localização dos serviços

O poço amazonas será construído na aldeia Munu'y, conforme localização definida anteriormente, no item 3 (Memorial Descritivo) deste projeto.

5.2. Condições para a execução dos serviços

Os serviços supracitados devem ser executados conforme a presente especificação, bem como executado dentro do máximo rigor técnico.

O cronograma físico-financeiro da obra deverá prever:

- a) A conclusão da construção do poço em, no máximo, 45 (quarenta e cinco) dias;

- b) Sem a conclusão do poço com a comprovação da quantidade e qualidade da água, não deverá ser dado início em hipótese alguma a obra do restante do SAA.

O executor dos serviços deverá manter profissional de Geologia residente no canteiro de obra para gerenciar e acompanhar os trabalhos de escavação, completação e teste de produção do poço.

5.3. Normas de execução dos serviços

5.3.1. Serviços preliminares

5.3.1.1. *Transporte, mobilização e desmobilização de equipamentos e materiais*

São de responsabilidade do executor as despesas com a mobilização e desmobilização dos equipamentos e materiais, inclusive insumos, entre o local que se encontra o equipamento e o local para onde se deslocará para a construção do novo poço, inclusive despesas de travessia de balsa, quando for o caso.

O transporte deve ser realizado em veículos da contratada ou a disposição desta.

O local do canteiro de obras deverá ser isolado para não permitir o acesso de pessoas desautorizadas e por medida de segurança para evitar acidentes a terceiros.

5.3.1.2. *Limpeza (roçagem e capina) e regularização de terreno*

A completa limpeza do terreno será efetuada dentro da mais perfeita técnica, tomados os devidos cuidados, de forma a se evitarem danos a terceiros.

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de capina, roçado, destocamento, queima e remoção, o que permitirá que a área fique livre de raízes e tocos de árvores.

Será procedida, no decorrer do prazo de execução da obra, periódica remoção de todo o entulho e detritos que venham a se acumular no terreno.

5.3.1.3. *Instalação*

O executor será considerado instalado e apto ao início dos serviços, após ser constatada na obra, a instalação dos equipamentos e materiais necessários e a presença de pessoal para a execução da obra.

5.3.2. Construção de poço amazonas

5.3.2.1. *Profundidade*

A profundidade média prevista para poço amazonas é de, até, 15 (quinze) metros, a depender das condições hidrogeológicas do local a serem verificadas durante a fase de escavação, através de sondagem simples e caracterização fisiográficas do terreno.

5.3.1.2. *Escavação e diâmetros de escavação*

A locação do poço amazonas será realizada pelo responsável técnico da executora, que deverá considerar as possíveis fontes de poluição do manancial, assim como as áreas preservadas para a recarga do aquífero.

A escavação deverá ser executada em um diâmetro de 1,20 m, de forma manual, colocando as manilhas de concreto armado à medida em que for sendo realizada, para garantir o escoramento e evitar desabamento das paredes do poço.

5.3.2.3. *Dificuldades Geológicas*

As dificuldades geológicas encontradas como falhas, fraturas, rocha muito dura, desmoronamento, entre outras, deverão ser vencidas pelo executor. Caso, por tais motivos, venha a ocorrer a mudança do local do furo, o furo abandonado deverá ser imediatamente lacrado.

5.3.2.4. *Procedimentos para abandono do poço*

Será obrigatoriamente realizado quando a escavação do poço for malsucedida, por qualquer motivo operacional que impeça sua conclusão, até mesmo o não atendimento da profundidade especificada.

O furo abandonado deverá ser preenchido, conforme a estabelece a NBR 12.244/2006 – Construção de poço para captação de água subterrânea.

Caso a etapa de perfuração não detecte a presença de água o mesmo procedimento deverá ser adotado.

5.3.2.5. *Coleta e acondicionamento das amostras*

As amostras deverão ser coletadas a cada 1 (um) metro de escavação, durante toda a extensão do poço, devendo ser acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, contendo as seguintes informações: número do poço, local, data, município, localidade, número de ordem e intervalo amostrado.

Deverá ser mantida no canteiro de obra embalada e organizada em ordem crescente de profundidade. Posteriormente, comporão o Relatório Técnico do poço.

5.3.2.6. *Revestimento*

O poço será revestido com manilhas de concreto armado, com encaixe macho/fêmea, de diâmetro interno 1,0 m, espessura da parede de 10 cm e altura de 50 cm. As manilhas serão rejuntadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 (cimento e areia).

5.3.2.7. *Laje de proteção sanitária*

Deverá ser executada em concreto, com dimensões de 1,0 por 1,0 m, envolvendo a manilha de revestimento da boca do poço e acabamento com cimento queimado.

É recomendado que a laje tenha declividade de 2% (dois por cento), do poço para a borda, e um ressalto periférico de 15 (quinze) centímetros sobre a superfície do terreno. Em casos excepcionais, como terrenos alagadiços ou inundáveis, cabe a execução de dimensões maiores.

5.3.2.8. *Boca do poço*

Deverá ser de 1,0 m acima da laje de proteção sanitária, podendo ser aumentada dependendo das conveniências locais relativas à proteção do poço como inundações, ou qualquer outra que justifique este aumento. A boca do poço deve ser descontada da profundidade total do poço.

5.3.2.9. Teste de produção (bombeamento)

O equipamento de teste deve ter capacidade para extrair vazão igual ou superior à prevista em projeto. O emprego de ar comprimido só deve ser aceito excepcionalmente.

As medições de nível de água no poço devem ser feitas com medidor que permita leituras com precisão centimétrica.

Antes de iniciar o bombeamento, o operador deve certificar-se do retorno da água ao nível estático.

Na determinação da vazão bombeada, devem ser empregados dispositivos que assegurem facilidade e precisão na medição. Para vazões de até 20m³/h, devem ser empregados recipientes de volume aferido. Vazões acima de 20m³/h devem ser determinadas por meio de sistemas contínuos de medida, tais como vertedores, orifício calibrado, tubo Venturi e outros.

A tubulação de descarga da água deve ser dotada de válvula de regulação sensível e de fácil manejo, permitindo controlar e manter constante a vazão em diversos regimes de bombeamento.

O lançamento da água extraída deve ser feito a uma distância do poço determinada no projeto, que não interfira nos resultados dos testes.

As medidas de nível de água no poço, durante o bombeamento, devem ser efetuadas nas seguintes frequências de tempos, a partir do início do teste, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Períodos e intervalos de leitura para o teste de produção.

Período (min)	Intervalo de leitura (min)
0-10	1
10-20	2
20-50	5
50-100	10
100-500	30
500-1000	60
1000-em diante	100

O teste de produção deve ser iniciado com o bombeamento à vazão máxima definida no projeto, em período mínimo de 12h.

Uma vez terminado o teste de produção com a vazão máxima, deve-se proceder ao teste de recuperação do nível, durante um período mínimo de 4h.

No teste de recuperação, a frequência dos tempos de medida do nível de água no poço deve ser idêntica à do teste de bombeamento.

O teste de produção escalonado deve ser efetuado em etapas de mesma duração, com vazões progressivas, em regime contínuo de bombeamento, mantida a vazão constante em cada etapa. A passagem de uma etapa à outra deve ser feita de forma instantânea, sem interrupção do bombeamento.

O plano de teste deve prever escalonamento de vazões com percentuais da vazão máxima, conforme projeto.

As medidas de vazão devem ser efetuadas em correspondência com as do nível de água.

Em casos de vazão inferior a $5\text{m}^3/\text{h}$, o teste final de bombeamento deve manter vazão constante, com a condição de que tenha duração total não inferior a 12h, assegurada a estabilização do nível dinâmico durante o mínimo de 4h.

5.3.2.10. *Teste de recuperação*

Realizado imediatamente após o teste de produção do poço. O procedimento consiste na medida do tempo para que o poço volte ao nível estático original ou próximo deste.

O teste de recuperação será dado como concluído quando o nível d'água retornar à posição original ou próxima do nível estático inicial.

O resultado do teste de recuperação deverá ser apresentado no Relatório Técnico do poço, conforme Anexo II.

5.3.2.11. *Verificação da verticalidade e alinhamento do poço*

O poço está na vertical quando seu eixo coincide com a linha vertical que passa pelo centro da boca do poço. Alinhado quando seu eixo é uma reta.

5.3.2.12. *Limpeza e desinfecção do poço e do canteiro de obras*

Após inteiramente construído, o poço deverá ser completamente limpo retirando-se todos os materiais estranhos, inclusive ferramentas, madeiras,

cordas, fragmentos de qualquer natureza, cimento, óleo, graxa, tinta de vedação ou espuma da área do canteiro de obra.

Em seguida, o poço, deverá ser desinfetado. A desinfecção deverá ser feita com solução bactericida, em quantidade que resulte concentração de 50mg/L de cloro livre ou de outra solução oxidante apropriada para poços de água.

A solução deve ser introduzida no poço por meio de tubos auxiliares, sendo revolucionada através de circulação em regime fechado, de forma que permita a completa desinfecção das paredes do poço e da tubulação acima do nível da água.

A solução deve ser bombeada em circuito fechado por no mínimo 2h, ficando posteriormente o poço em repouso por um período de no mínimo 4h, quando deve ser feito o expurgo da solução.

5.3.2.13. *Análise físico-química e bacteriológica*

A coleta de água para realização de análises físico-químicas e bacteriológicas deverá ser feita no mínimo 24h após a desinfecção do poço.

Antes de se proceder a coleta o poço deverá ser bombeamento em descarga livre por um tempo mínimo de 2 (duas) horas.

A coleta deverá utilizar o vasilhame adequado, fornecido pelo laboratório, desinfetado, e com volume compatível.

Antes da coleta, lavar a garrafa com água do poço e a seguir fazer a coleta diretamente da boca do poço, segurando-as pelo fundo. As medidas de conservação da amostra bem como o prazo de entrega devem seguir orientação do laboratório contratado.

5.3.2.14. *Diário de obras*

Consiste em um livro de registros que deverá, a qualquer tempo, permitir a reconstituição dos fatos relevantes ocorridos com os equipamentos e obras de construção de poços e aqueles que tenham influenciado de alguma forma o andamento ou execução dos serviços.

O diário de obras, ao início de cada dia deverá conter as anotações de horímetro e velocímetro dos equipamentos, descrição dos serviços realizados, materiais aplicados no poço e formações atravessadas e outras que o executor julgar pertinente.

5.3.2.15. *Ficha técnica do poço*

A ficha técnica do poço deverá ser preenchida conforme o Anexo III, e anexada ao relatório técnico do poço.

5.3.2.16. *Relatório técnico do poço*

Deverá ser apresentado com o preenchimento de todos os campos, conforme indicado nos modelos padronizados, anexos a este projeto, devidamente assinado e carimbado pelo responsável técnico, contendo o seguinte:

- a) Diário de obra, em livro próprio;
- b) Ficha técnica do poço;
- c) Relatório do poço, contendo os registros fotográficos de todas as etapas da sua construção;
- d) Perfil geológico e construtivo do poço construído;
- e) Relatório dos testes de produção e recuperação;
- f) Boletim de análise físico-química e bacteriológica; e
- g) Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do serviço de construção do poço.

5.3.3. Captação e recalque

5.3.3.1. *Instalação do conjunto de bombeamento*

A escolha do conjunto de bombeamento deve ser feita em função dos seguintes fatores:

- a) Condições de exploração: vazão e nível dinâmico;
- b) Diâmetro interno e profundidade da câmara de bombeamento;
- c) Temperatura da água;
- d) Características físico-químicas da água;

- e) Características da energia disponível;
- f) Altura manométrica total.

A instalação das bombas submersas deverá obedecer às recomendações dos fabricantes e características hidráulicas dos poços.

A profundidade da bomba seja definida em função da posição prevista para o nível dinâmico, correspondente à vazão de exploração e do tipo de equipamento. Deverão ser instaladas bombas acionadas por energia elétrica, painel solar ou alimentadas através de grupos geradores.

Durante a instalação realizar a emenda dos cabos elétricos, tendo em vista que uma emenda bem executada deve propiciar boa isolamento elétrica, boa vedação para evitar entrada de água, boa conexão entre os condutores e boa proteção mecânica ao cabo. Atendendo a estes quesitos, a emenda pode contribuir para o bom desempenho do equipamento.

Deve ser disponibilizada 01 (uma) unidade reserva da bomba submersa, visando suprir qualquer problema que venha a ocorrer com a bomba já instalada no poço.

CREA nº XXXXXXXXXXXXX

Responsável Técnico

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HORIKAVA, E. H. **Geoquímica de solo e geologia da região do depósito de ouro de Amapari-AP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. 243 p. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-8KFNC6?mode=full>. Acesso em: 15 set. 2023.

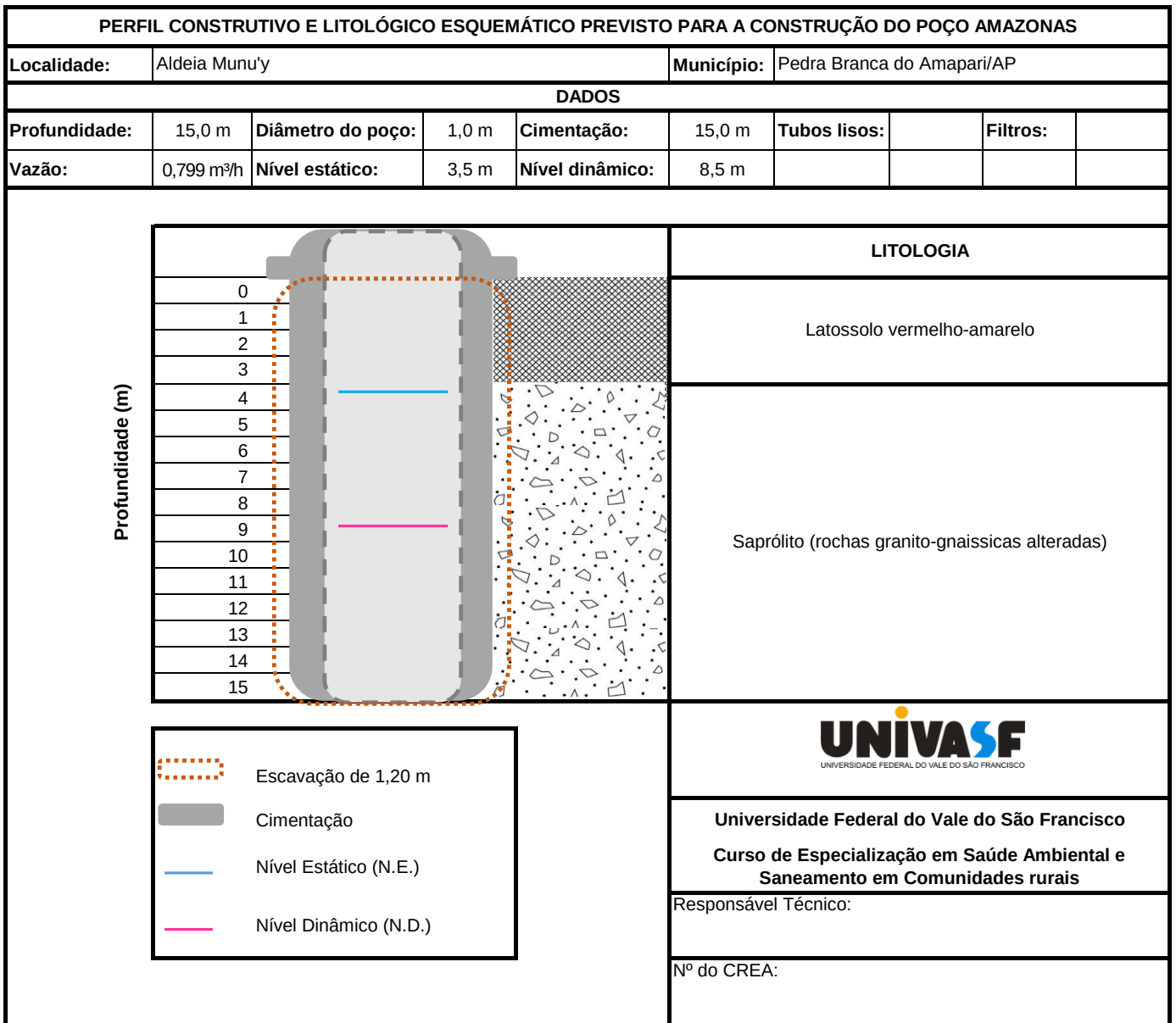
GONÇALVES, P. C. S. **Diagnóstico geoambiental do Município de Pedra Branca do Amapari, Amapá**. 2009. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Fundação Universidade Federal do Amapá. 115 p. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br/handle/123456789/1349>. Acesso em: 08 set. 2023.

ROSA-COSTA, L. T. **Geocronologia 207Pb/206Pb, Sm-ND, U-Th-Pb e 40Ar-39Ar do segmento sudeste do Escudo das Guianas: evolução crustal e termocronologia do evento transamazônico**. 2006. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 226 p. Disponível em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/pedra-branca-do-amapari/panorama>. Acesos em: 10 set. 2023.

_____. **População estimada**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/pedra-branca-do-amapari/panorama>. Acesso em: 10 set. 2023.

Anexo I





UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO PARA COMUNIDADES RURAIS

Anexo II

TESTE DE PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO									
N.º. do Poço:		Localidade:				Município:			UF:
Executor:									
Bomba:				Prof. Poço (m):			Profund. do crivo (m):		
Altura da Boca do Poço (m):				Mét. Med. de vazão:					
NE (m):		ND (m):		Q (m³/h):			T. De Bomb. (min.):		
Data Início:		Data Término:		Reb. Total (m):					
Aquífero:									
OBSERVAÇÕES:									
TESTE DE VAZÃO					RECUPERAÇÃO				
TEMPO (minutos)	HORA Local	Q	N.D. (metro)	S		TEMPO (minutos)	s'	N.A. (metro)	
1						1			
2						2			
3						3			
4						4			
5						5			
6						6			
7						7			
8						8			
9						9			
10						10			
12						12			
14						14			
16						16			
18						18			
20						20			
25						25			
30						30			
35						35			
40						40			
45						45			
50						50			
55						55			
60						60			
70						70			
80						80			
90						90			
100						100			
110						110			
120						120			
150						140			
180						160			
210						180			
240						200			
270						220			
300						240			
330						270			
360						300			
390						330			
420						360			
450						390			
480						420			
510						450			
540						480			
570						540			
600						600			
660						660			
720						720			
780									
840									
900									
1020									
1140									
1260									
1380									
1440									

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO PARA
COMUNIDADES RURAIS**

Anexo III

RELATÓRIO TÉCNICO DO POÇO

Nome do profissional:	
Data da visita:	Executor:

1 FICHA TÉCNICA DO POÇO

Dados Gerais			
Identificação do poço (nome/número):			
Localidade/Aldeia:		Município:	UF:
Coordenadas Geográficas:	Latitude:	Datum: WGS 84	
	Longitude:	Cota:	
Responsável que construiu (se foi a instituição, citar também):			
Data de construção:			
Natureza do poço (tubular profundo/raso/amazonas ou cacimba,cisterna):			
Uso da água (citar se consumo, irrigação, outros usos):			
Situação			
Data:			
Situação (não instalado/seco/parado/bombeando):			
Dados Construtivos			
Escavação			
Data:	Profundidade inicial (m):	Profundidade final (m):	

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO PARA
COMUNIDADES RURAIS**

Perfurador:			Método:		
Diâmetro (polegadas):					
<u>De (m)</u>	<u>Até (m)</u>	<u>Polegadas</u>		<u>Milímetros</u>	
Revestimento (tubo cego)					
<u>De (m)</u>	<u>Até (m)</u>	<u>Diâmetro (pol)</u>	<u>Diâmetro (mm)</u>	<u>Material:</u>	
Filtro					
<u>De (m)</u>	<u>Até (m)</u>	<u>Diâmetro (pol)</u>	<u>Diâmetro (mm)</u>	<u>Material</u>	<u>Ranhura:</u>
Pré-filtro					
<u>De (m)</u>	<u>Até (m)</u>	<u>Material</u>			
Cimentação					
<u>De (m)</u>	<u>Até (m)</u>	<u>Material</u>			
Boca do tubo					
<u>Altura (m):</u>		<u>Diâmetro (pol):</u>		<u>Diâmetro (mm):</u>	

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO PARA
COMUNIDADES RURAIS

Entrada d'água			
Profundidade (m):			
Dados Geológicos			
Feição Geológica (caracterização geomorfológica)			
Descrição:			
Formação Geológica			
Profundidade inicial (m):	Profundidade final (m):	Tipo de formação (nome):	
Dados Litológicos			
De (m)	Até (m)	Litologia	Descrição litológica:
Dados Hidrogeológicos			
Aquífero (tipo):	Topo:	Base:	Condição (livre/semi/confinado):
Teste de Bombeamento			
Data:	Tipo de teste:	Duração do teste (h):	
Nível estático (m):	Nível dinâmico (m):	Vazão:	
Profundidade da bomba (m):			

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO PARA
COMUNIDADES RURAIS**

Observações

2 OUTRAS ATIVIDADES

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL E SANEAMENTO PARA
COMUNIDADES RURAIS**

3 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Geólogo (a)

Nº do CREA



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-AP

ART 001 - Obra/Serviço
Nº AP20230078067

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá

001 - Inicial

1. Responsável Técnico
CARLA DE MATTOS SANTOS
Título profissional: **GEÓLOGA**

RNP: 1511718358
Registro: 307145AP

2. Dados do Contrato
Contratante: **Matias Ibiapina da Silva**
AVENIDA Henrique Galucio
Complemento: **Residencial Joana Machado**
Cidade: **MACAPÁ**

Bairro: **CENTRAL**
UF: **AP**

CPF/CNPJ: **024.755.532-00**
Nº: **1738**

CEP: **68900170**

Contrato: **Não especificado**
Valor: **R\$ 1.800,00**
Ação Institucional: **002 - Autônomo (sem vínculo contratual com Pessoa Jurídica)**

Celebrado em:
Tipo de contratante: **Pessoa Física**

3. Dados da Obra/Serviço
AVENIDA Henrique Galucio
Complemento: **Residencial Joana Machado**
Cidade: **MACAPÁ**
Data de Início: **04/12/2023**
Finalidade: **024 - Outro**
Proprietário: **Matias Ibiapina da Silva**

Bairro: **CENTRAL**
UF: **AP**

Nº: **1738**

CEP: **68900170**

Previsão de término: **05/01/2024**

Coordenadas Geográficas: **00°01'54.73"N, 51°03'57.86"W**

Código: **Não Especificado**

CPF/CNPJ: **024.755.532-00**

4. Atividade Técnica

16 - Execução
55 - Execução de serviço técnico > **HIDROGEOLOGIA > POÇOS TUBULARES > DE POÇOS TUBULARES > #TOS_27.4.1.2 - DE MEDIÇÃO DE VAZÃO DE POÇO TUBULAR**

Quantidade
1,00

Unidade
un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Dispensa de outorga para 1 (um) poço tubular, de pequena vazão, localizado na Avenida Henrique Galucio, 1738, Central, na cidade de Macapá/AP.

6. Declarações

- Declaro estar ciente que é obrigatória a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis ao público enquanto durar a execução de obras/serviços de engenharia, art. 16 da Lei 5.194/66, sob pena das cominações legais.

7. Entidade de Classe

000 - Não Oplante

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Macapá, 15 de dezembro de 2023
Local data

Carla de Mattos Santos
CARLA DE MATTOS SANTOS - CPF: 914.794.792-68

Matias Ibiapina da Silva
Matias Ibiapina da Silva - CPF: 024.755.532-00

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 96,62**

Registrada em: **15/12/2023**

Valor pago: **R\$ 96,62**

Nosso Número: **9978840013**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <http://crea-ap.silao.com.br/publico/>, com a chave: 3wbwx.
Impresso em: 15/12/2023 às 13:27:31 por: , ip: 186.216.178.222

www.creaap.org.br

Tel: (96) 3223-0318

atendimento@creaap.org.br

Fax: (96) 3222-3555

CREA-AP
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá

