

INALDO SOUSA SANTOS JUNIOR

**PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO
DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ALIMENTADO POR
ENERGIA FOTOVOLTAICA**

BELÉM
2020

INALDO SOUSA SANTOS JUNIOR

**PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO
DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ALIMENTADO POR
ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA – Campus Belém. Como requisito para obtenção do grau de Especialista em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia.
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Márcia Valéria Porto de Oliveira Cunha.
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nircele da Silva Leal Veloso.

BELÉM
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

INALDO SOUSA SANTOS JUNIOR

**PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO
DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ALIMENTADO POR
ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA – Campus Belém. Como requisito para obtenção do grau de Especialista em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia.

Data da defesa: 10/12/2020

Conceito: 9,0

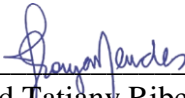


Orientadora: Profª. Drª. Márcia Valéria Porto de Oliveira Cunha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

Coorientadora: Profª. Drª. Nircele da Silva Leal Veloso
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém



Profª. M.Sc. Jaqueline Maria Soares da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém



Profª. M.Sc. Ingrid Tatiany Ribeiro de Souza Mendes
Universidade Federal do Pará

RESUMO

O acesso aos sistemas de saneamento básico deve ser universalizado com alternativas que satisfaçam as demandas locais. Contudo, as zonas periféricas, rurais e de difícil acesso, sofrem com os déficits ou até mesma a ausência destes sistemas. As comunidades tradicionais, com ênfase nas remanescentes de Quilombo apresentam diversos déficits, dentre estes, os de saneamento. Neste contexto, é de suma importância citar as tecnologias sociais que vem sendo cada vez mais potencializadoras de desenvolvimento socioeconômico. A Vila Santíssima Trindade é uma comunidade remanescente de Quilombo que possui déficits em todas as vertentes do saneamento básico além de déficits em seu sistema de abastecimento de água. Neste estudo foi objetivado elaborar em conjunto com a comunidade da referida vila, um projeto de um sistema de abastecimento de água alimentado por energia fotovoltaica a fim de tornar o sistema de abastecimento local eficiente e sustentável. Entretanto, a partir do advento da pandemia, esta participação foi minimizada, necessitando, portanto, de outra forma de abordagem, e como solução foi utilizada a pesquisa observacional participante e uma entrevista estruturada com a presidente da associação comunitária da comunidade e apenas uma interação comunitária para apresentação dos resultados parciais do projeto. O projeto foi dimensionado e modelado utilizando o *Building Information Modeling* a fim de obter um projeto eficiente e sustentável de modo a proporcionar a visualização do que se pretende construir.

Palavras chave: Recursos hídricos; Painéis fotovoltaicos; Modelagem.

ABSTRACT

Access to basic sanitation systems must be universalized with alternatives that satisfy local demands. However, remote areas, rural and difficult to access, suffer from deficits or even the absence of these systems. The traditional communities, with emphasis on the remnants of Quilombo, have several deficits, among these, sanitation. In this context, it is of paramount importance to mention the social technologies that have been increasingly potentiating socioeconomic development. Vila Santíssima Trindade is a remnant community of Quilombo that has deficits in all aspects of basic sanitation and deficits in its water supply system. This study aimed to elaborate together with the community of this village, a project for a water supply system powered by photovoltaic energy in order to make the local supply system efficient and sustainable. However, since the advent of the pandemic, this participation has been minimized and therefore requires another approach, and as a solution was used observational research participant and a structured interview with the president of the community association of the community and only a community interaction to present the partial results of the project. The project was designed and modeled using Building Information Modeling in order to achieve an efficient and sustainable project in order to provide the visualization of what is intended to be built.

Key words: Water resources; Photovoltaic panels; Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Valas para drenagem em uma comunidade rural.	21
Figura 2: Acesso a comunidades rurais em Santa Isabel (PA).	24
Figura 3: Cisterna da ASA.....	34
Figura 4: Sanear Amazônia modelo individual.	35
Figura 5: Sanear Amazônia modelo comunitário.	36
Figura 6: PROCHUVA sistema domiciliar.	36
Figura 7: PROCHUVA sistema coletivo.....	37
Figura 8: SODIS.....	37
Figura 9: SALTA-Z.....	38
Figura 10: Sistema de bombeamento alimentado por energia fotovoltaica.....	39
Figura 11: FSB instalada na Ilha das Cinzas.	40
Figura 12: Exterior de um BER.....	41
Figura 13: Vala de infiltração com entulho.	42
Figura 14: Revolução dos baldinhos.	43
Figura 15: Compartilhamento de informações.	47
Figura 16: Vistas em BIM. A-Isométrico; B-Vista de planta; C-Corte.....	48
Figura 17: Tubulação parametrizada.	49
Figura 18: BIM no ciclo de vida de um empreendimento.....	50
Figura 19: Softwares BIM.	51
Figura 20: Plano de corte de uma chapa de aço.	53
Figura 21: Mapa de localização.....	54
Figura 22: Via de acesso a Vila Santíssima Trindade.	55
Figura 23: Unidade básica de saúde da Vila Santíssima Trindade.....	57
Figura 24: Escolas de ensino médio (esquerda) e infantil (direita).	57
Figura 25: Casa de bomba.	59
Figura 26: Reservatório Vila Santíssima Trindade.	59
Figura 27: Tubulações sem recobrimento adequado.	60
Figura 28: Tanque séptico na comunidade.	61
Figura 29: Lançamento de efluente em via pública.....	61
Figura 30: Disposição de resíduos no solo.	62
Figura 31: Incineração de resíduos.....	62

Figura 32: Corpo hídrico na comunidade.	63
Figura 33: Interface Infracworks.	69
Figura 34: Interface Civil 3D.....	69
Figura 35: Interface do Revit.....	72
Figura 36: Compartilhamento de experiências.....	80
Figura 37: Síntese da apresentação do projeto.	81
Figura 38: Apresentação parcial do projeto.....	82
Figura 39: Gerador de modelos IW.	84
Figura 40: Superfície exportada para o C3D.....	84
Figura 41: Planta básica da comunidade.	85
Figura 42: Localização do poço e do reservatório.....	85
Figura 43: Projeto do reservatório.....	87
Figura 44: Traçado da rede de distribuição.	88
Figura 45: Instalação dos painéis tangenciando o eixo L-O.....	91
Figura 46: Painéis fotovoltaicos.	91
Figura 47: Ilustração do projeto.....	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Atendimento de abastecimento de água e esgoto.....	22
Gráfico 2: Atendimento a abastecimento de água e esgoto em zonas urbanas.	22
Gráfico 3: Investimentos em água e esgoto em milhões de reais.....	23
Gráfico 4: Atendimento em saneamento em comunidades quilombolas.	31
Gráfico 5: Custo da correção em função do tempo.	45
Gráfico 6: Origens dos problemas na construção civil.....	45
Gráfico 7: CAD e BIM.	46
Gráfico 8: Dados solarimétricos de Santa Isabel do Pará.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Legislações BIM no Brasil.	52
Quadro 2: Descrição das palestras.	66
Quadro 3: Descrição dos treinamentos.	67
Quadro 4: Equipamentos da casa de bombas.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo per capita.	71
Tabela 2: Coeficientes de reforço.	71
Tabela 3: Fator de segurança.	73
Tabela 4: Velocidades máximas de sucção na captação.	74
Tabela 5: Velocidade e vazão máximas.	76
Tabela 6: Parâmetros de projeto.	83
Tabela 7: Quantidades de tubulações e seus respectivos diâmetros.	88
Tabela 8: Características energéticas dos equipamentos.	89
Tabela 9: Resultados das simulações.	90

LISTA DE SIGLAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	39
Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO).....	46
Articulação do Semiárido (ASA)	34
Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES).....	25
Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	26
Associação Comunitária Remanescente de Quilombo da Vila Santíssima Trindade (ACRQVST).....	54
Associação dos Produtores Rurais de Carauari (ASPROC).....	35
Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC).....	40
Banco de Tecnologias Sociais (BTS)	33
Banheiro Ecológico Ribeirinho (BER).....	41
Building Information Modeling (BIM)	46
Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ)	44
Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)	44
Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB).....	77
Civil 3D (C3D)	68
Coeficiente da hora de maior consumo (k2).....	70
Coeficiente do dia de maior consumo (k1).....	70
Companhia de Saneamento do Estado do Pará (COSANPA)	83
Computer Aided Design (CAD)	44
Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS)	35
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	40
Estação de Tratamento de Água (ETA).....	28
Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)	40
Fossa Séptica Biodigestora (FSB)	40
Fundação Banco do Brasil (FBB).....	33
Fundação Cultural Palmares (FCP)	30
Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)	25
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)	25
Industry Foundation Classes (IFC).....	51
Infracore (IW).....	68
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	23
Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA)	43
Instituto de Tecnologia Social (ITS)	33
<i>Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP)</i>	71
Norma Brasileira Regulamentadora (NBR)	26
Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)	33
Organização das Nações Unidas (ONU)	20
Organização Mundial da Saúde (OMS)	67
Política Nacional de Promoção da Igualdade Racial (PNPIR).....	30
Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC)	34
Programa Brasil Quilombola (PBQ).....	30
Programa de Melhoria Sanitária Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva (PROCHUVA)	35
Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)	25
Project Management Institute (PMI)	43

Secretaria Especial de Políticas de Promoção da Igualdade Racial (SEPPIR).....	30
Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA).....	25
Semiárido Brasileiro (SAB)	34
<i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM)	68
Sistema de Informação Geográfica (SIG)	68
Sistema Fotovoltaico (SFV)	39
Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).....	21
Sistemas de Abastecimento de Água (SAA)	25
<i>Solar Desinfection</i> (SODIS)	37
Solução alternativa coletiva (SAC)	38
Solução Alternativa Coletiva de Tratamento de Água (SALTA-Z).....	38
Tecnologia Apropriada (TA).....	32
Tecnologia Social (TS).....	32, 33
Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).....	65
Unidade Básica de Saúde (UBS)	57
Universidade de Brasília (UNB)	35
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.1 Objetivos Específicos	19
3. ASPECTOS EM SANEAMENTO	20
3.1 Saneamento e saúde	20
3.2 Atendimento em saneamento	21
3.3 Saneamento rural	23
3.4 Sistemas de Abastecimento de Água	26
3.4.1 Levantamento topográfico	27
3.4.2 Manancial	27
3.4.3 Captação	27
3.4.4 Estações elevatórias	28
3.4.5 Adução	28
3.4.6 Tratamento	28
3.4.7 Reservação	29
3.4.8 Rede de distribuição	29
4. POVOS REMANESCENTES DE QUILOMBO	29
4.1 Contexto histórico	29
4.2 Saneamento básico em Comunidades Quilombolas	31
5. TECNOLOGIA SOCIAL	32
5.1 Tecnologias Sociais para abastecimento de água	34
5.2 Tecnologias Sociais para energia	38
5.3 Tecnologias Sociais para Esgotamento Sanitário	40
5.4 Tecnologias sociais para drenagem de águas pluviais e resíduos sólidos	41

6. PROJETOS	43
6.1 Captação de recursos para execução de projetos e/ou tecnologias sociais	43
6.2 Projetos na construção civil	44
6.3 <i>Building Information Modeling</i>	46
6.3.1 Conceitos	47
6.3.2 Modelagem	48
6.3.3 Parametrização	48
6.3.4 Interoperabilidade	50
6.3.5 Softwares BIM	51
6.3.6 BIM no Brasil	52
6.3.7 Sustentabilidade de Projetos em BIM	53
7. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	54
7.1 Seleção da área de estudo	54
7.2 Perfil socioeconômico	56
7.3 Saúde, Segurança e Educação	57
7.4 Abastecimento de água	58
7.5 Esgotamento sanitário	60
7.6 Resíduos Sólidos	62
7.7 Drenagem	63
8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	63
8.1 Tipo de estudo	63
8.2 Coleta de dados	65
8.2.1 Revisão de Literatura	65
8.2.2 Aplicação de questionários e entrevista	65
8.3 Interações com a comunidade	66
8.3.1 Palestras	66
8.3.2 Treinamentos	66

8.3.3 Encontro com a comunidade	67
8.4 Análise dos dados	68
8.5 Projeto das instalações hidráulicas	68
8.5.1 Topografia.....	68
8.5.2 Alcance de projeto	70
8.5.3 Vazão média	70
8.5.4 Manancial e Captação.....	71
8.5.5 Adução	74
8.5.6 Sugestão de Tratamento.....	74
8.5.7 Reservação	75
8.5.8 Rede de distribuição	75
8.6 Sistema Fotovoltaico	76
8.6.1 Potência dos equipamentos.....	77
8.6.2 Dados solarimétricos	77
8.6.3 Rendimento.....	78
8.6.4 Quantidade de painéis fotovoltaicos	78
8.6.5 Inversor	79
9. RESULTADOS	79
9.1 Estratégia de interação comunitária.....	79
9.2 Projeto do Sistema de Abastecimento de Água.....	82
9.2.1 Parâmetros de projeto	82
9.2.2 Levantamento topográfico	83
9.2.3 Delimitação das vias	84
9.2.4 Manancial	85
9.2.5 Captação e Adução	86
9.2.6 Reservatório	87
9.2.7 Distribuição.....	88

9.3 Sistema Fotovoltaico	88
9.3.1 Potência total	89
9.3.2 Dados solarimétricos	89
9.3.3 Painéis fotovoltaicos	90
9.3.4 Dimensionamento do Inversor.....	92
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
11. REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO	103
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	105
.....	105
APÊNDICE C – ENTREVISTA COM A PRESIDENTE DA ACRQVST – PARTE 01	106
APÊNDICE D – ENTREVISTA COM A PRESIDENTE DA ACRQVST – PARTE 02	107
ANEXO 1 – HISTÓRICO DA COMUNIDADE	108

1. INTRODUÇÃO

Diversas doenças são decorrentes do processo de degradação ambiental associada à falta de saneamento básico, fazendo deste, um item de primordial importância para a saúde, embora, seu acesso não seja distribuído igualitariamente. As populações rurais e de áreas de difícil acesso são as que mais sofrem com a ausência ou déficits destes sistemas, enfatizando a região norte com os maiores do país, principalmente no que diz respeito a esgotamento sanitário. Estes déficits podem ocasionar doenças de veiculação hídrica como, por exemplo, a diarreia, sendo assim, é extremamente necessário que tais sistemas sejam instalados de forma universal e com equidade.

O saneamento básico é de suma importância para a saúde, pois, por meio de suas vertentes, é possível adotar medidas que previnem as doenças. Estas vertentes são: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. Dentre estas, é imprescindível citar o abastecimento de água, que possui a função de fornecer água potável para uma determinada população por meio de um sistema composto por infraestruturas e órgãos acessórios. O sistema de abastecimento de água é uma obra de engenharia e como tal, deve ser precedida de um projeto. Estes projetos devem ser baseados nas Normas Brasileiras Regulamentadoras com o intuito de proporcionar eficiência e sustentabilidade técnica e econômica.

As soluções para os problemas de saneamento devem ser aquelas que se adequem as características da área em que estes sistemas serão implantados. Deste modo, faz-se necessário utilizar alternativas como as Tecnologias Sociais, as quais consistem em soluções desenvolvidas em conjunto com a própria comunidade para a obtenção de uma solução para sua problemática. Existem diversas aplicações para tecnologias sociais e no que cabe a saneamento básico, é imprescindível destacar a captação de águas pluviais. Esta solução vem sendo utilizada em diversas localidades e apresenta-se como exitosa, principalmente na Amazônia, levando em consideração seus altos índices pluviométricos.

Outra experiência positiva em tecnologias sociais para abastecimento de água é o Salta-Z que é um equipamento capaz de tratar água das mais variadas fontes para atender os parâmetros de potabilidade. Em relação a esgotamento sanitário, uma das soluções que vem sendo implementadas na Amazônia é a Fossa séptica biodigestora, que foi desenvolvida com o propósito de tratar dejetos, principalmente de áreas de várzea. Outro conceito de tecnologias sociais para esgotamento é o banheiro seco, que consiste numa solução que não utiliza água

em seus processos de tratamento, contribuindo, portanto, para a minimização dos riscos de contaminação dos corpos hídricos próximos aos locais que tais tecnologias estão instaladas.

A implantação de uma tecnologia, seja ela social ou convencional, requer a utilização de um projeto e este deve ser concebido visando a sustentabilidade do produto final. Na construção civil, um dos objetivos do projeto é evitar os retrabalhos e com isso, vem sendo implementadas tecnologias e métodos como o *Building Information Modeling*, que consiste num conjunto de políticas, processos e tecnologias visando atribuir um significativo número de informações a um projeto.

Neste contexto, esta pesquisa objetivou elaborar o projeto de um sistema de abastecimento de água alimentado por energia fotovoltaica utilizando o *Building Information Modeling* com a colaboração da comunidade da Vila Santíssima Trindade, que consiste numa comunidade remanescente de quilombo localizada em Santa Isabel do Pará. Deste modo, este estudo possui seções que abordam a situação do saneamento principalmente em áreas rurais e em comunidades quilombolas, e também aborda a utilização do *Building Information Modeling* na elaboração de projetos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Conceber um projeto de um sistema de abastecimento de água alimentado por energia fotovoltaica utilizando como princípio fundamental, a participação comunitária na busca da solução.

2.1 Objetivos Específicos

- Analisar o sistema existente;
- Conceber um projeto de forma participativa;
- Dimensionar as unidades componentes do projeto;
- Projetar as unidades do sistema utilizando o *Building Information Modeling*.

3. ASPECTOS EM SANEAMENTO

3.1 Saneamento e saúde

As doenças infecciosas e parasitárias são decorrentes de modificações ambientais, questões de natureza sócio-econômica e deficiência em sistemas de saneamento básico (CAMPOS *et al.*, 2018). Estes autores afirmam ainda que o desenvolvimento do modelo capitalista impulsionou o êxodo rural, entretanto, as cidades não possuíam infraestrutura para abrigar a massa populacional, elevando o déficit em saneamento e o surgimento de doenças.

De acordo com Santos *et al.* (2018) o baixo atendimento em saneamento impacta principalmente as populações de baixa renda que se concentram em favelas, periferias e zonas rurais. O crescimento desordenado das cidades acarreta poluição dos recursos hídricos e a falta de saneamento básico promove o despejo de diversos agentes poluidores que em contato com a água se tornam vetores de doenças (FRANCO *et al.*, 2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), bilhões de pessoas tiveram acesso aos serviços de saneamento nos últimos anos, entretanto, tais sistemas não fornecem necessariamente água potável e esgotamento sanitário de qualidade, acarretando em implicações para a saúde que resulta, por exemplo, na morte de 361 mil crianças anualmente antes de completarem cinco anos de idade em decorrência de diarreia (ONU, 2017).

A ONU afirma que 2,1 bilhões de pessoas não tem acesso à água potável em casa e 4,5 bilhões não tem esgotamento sanitário seguro (ONU, 2017). Conforme Ribeiro (2018) a saúde pública relaciona a influência das condições do meio nos aspectos de saúde, principalmente no que concerne a propagação de doenças. Deste modo o referido autor relaciona implicitamente o saneamento com a saúde pública.

O saneamento é de suma importância para a saúde pública, pois, por meio deste é possível instalar medidas preventivas ao combate de doenças de modo que sua ausência constitui um fator limitante para a promoção da saúde (RODRIGUES *et al.*, 2017). Os autores Resende *et al.* (2018) afirmam que o acesso à água tratada e higiene são indispensáveis para a saúde, tendo em vista que previnem doenças como diarreias, leishmanioses, leptospirose, febre tifoide, esquistossomose, entre outras.

De acordo com Brasil (2019a) a saúde da população deve ser entendida como resultante de processos referentes à educação, trabalho, renda, moradia, saneamento, entre outros, enfatizando assim a importância do saneamento para a saúde. Portanto, deve-se

entender que a saúde está intrinsicamente ligada ao saneamento, uma vez que o objetivo deste é promover saúde. Soluções em saneamento devem ser pensadas a fim de evitar situações como expostas na figura 1, em que é exibida uma vala que encaminha águas pluviais a corpos hídricos em uma comunidade rural, contendo água parada.

Figura 1: Valas para drenagem em uma comunidade rural.



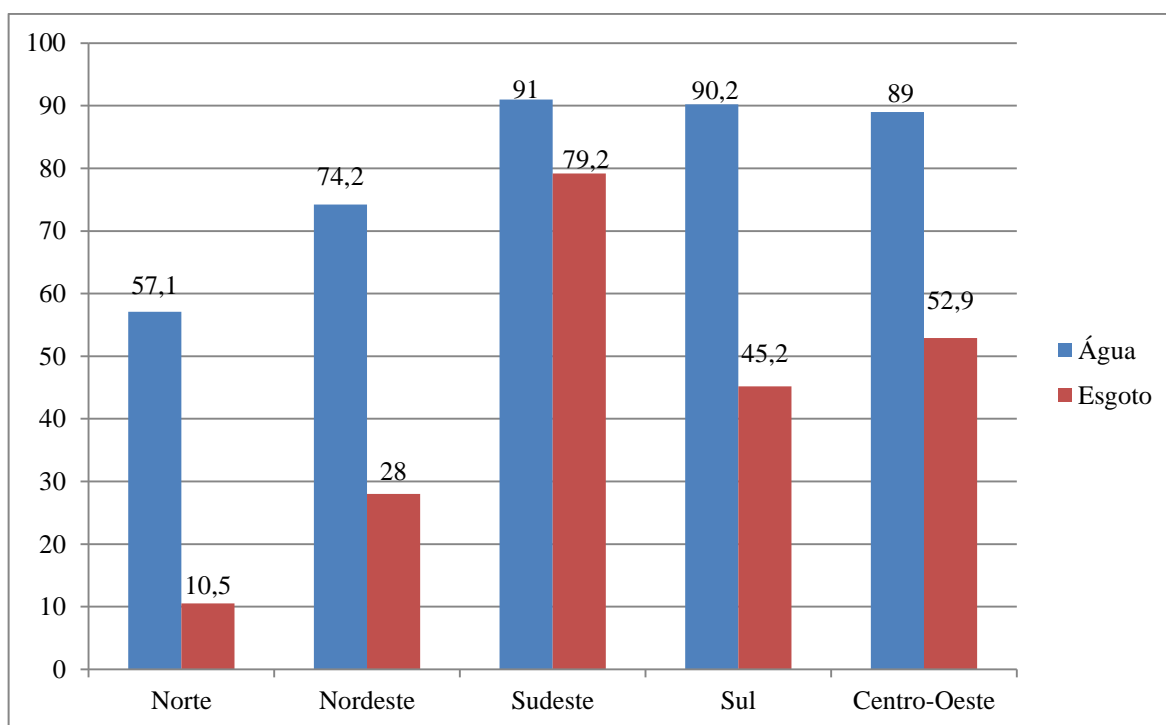
Fonte: Autores, 2020.

3.2 Atendimento em saneamento

A Lei 11.445 de 2007 estabelece as diretrizes para o saneamento básico e sua política federal. Dentre os princípios desta lei, é importante citar a universalidade do acesso a estes serviços com alternativas que satisfaçam as peculiaridades locais (BRASIL, 2007). Para mensurar o nível de acesso aos serviços de saneamento, o Brasil possui um Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

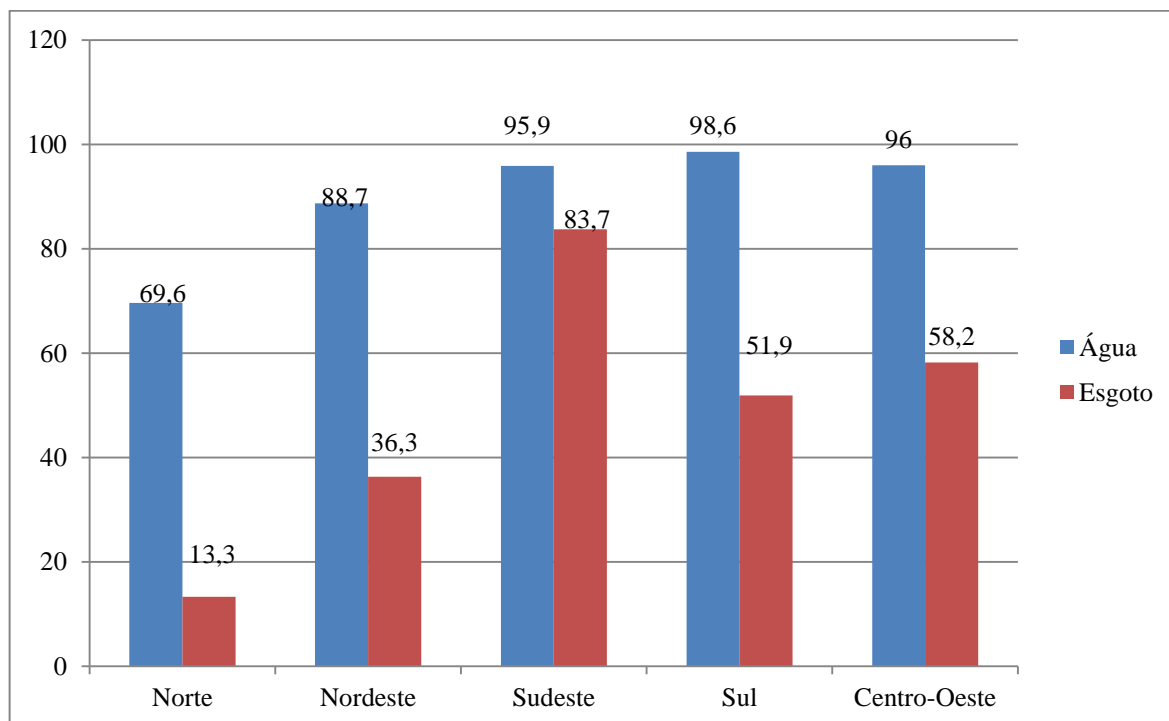
O SNIS é o responsável por fornecer as informações referentes ao setor, as quais são inseridas por prestadores de serviços. A partir dos dados cadastrados, o SNIS fornece relatórios das condições de saneamento no país. O gráfico 1 contém os níveis totais de atendimento em água e esgoto dos prestadores de serviços cadastrados no SNIS referentes ao ano de 2018, o gráfico 2 contém os índices de atendimento referentes somente as zonas urbanas para o mesmo ano e o gráfico 3 contém os investimentos no setor.

Gráfico 1: Atendimento de abastecimento de água e esgoto.



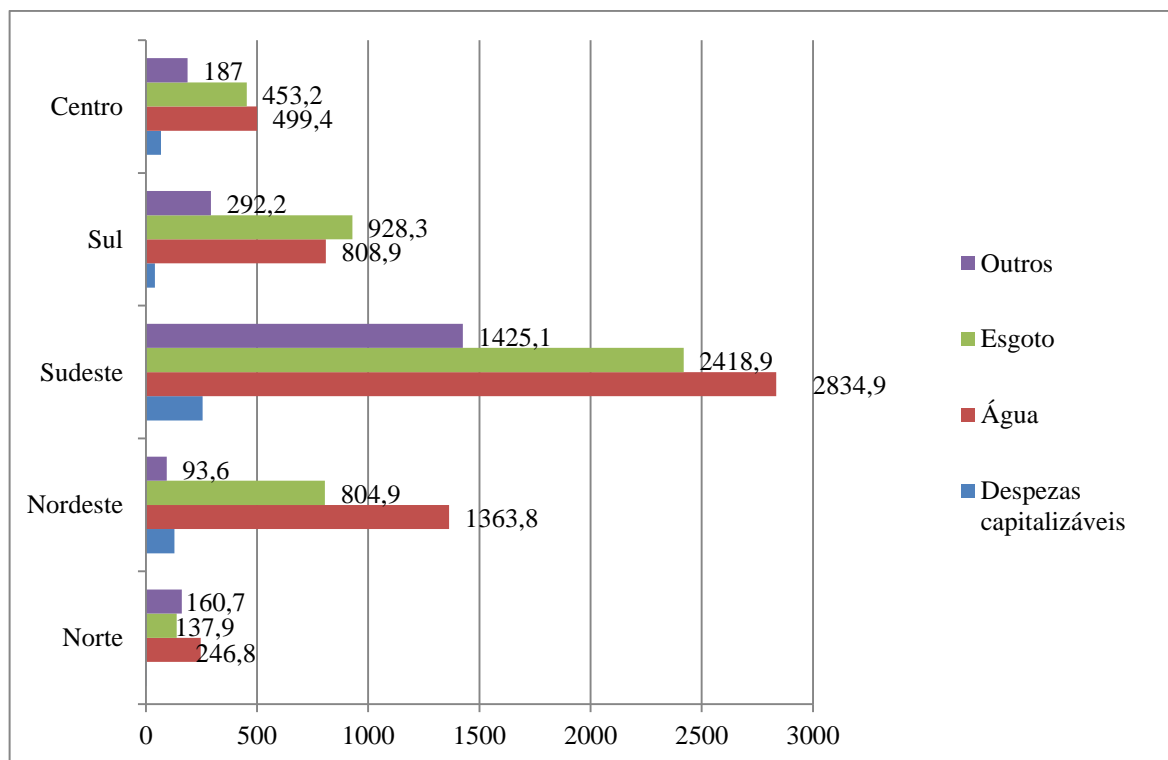
Fonte: Adaptado de BRASIL, 2019b.

Gráfico 2: Atendimento a abastecimento de água e esgoto em zonas urbanas.



Fonte: Adaptado de BRASIL, 2019b.

Gráfico 3: Investimentos em água e esgoto em milhões de reais.



Fonte: Adaptado de BRASIL, 2019b.

Mediante a análise dos gráficos 1 e 2 é possível inferir que a região norte possui os menores índices de atendimento em água e esgoto do país, tanto na totalidade quanto em zonas urbanas e a partir da análise do gráfico 3, é possível inferir que tal região possui os menores índices de investimentos do país, trazendo como consequência os baixos níveis de atendimento em água e, principalmente, em esgoto.

Os processos históricos de urbanização são responsáveis por segregar populações e com isso realidades distintas, sociais e espaciais. O autor evidencia que determinados problemas causados por essa distinção populacional só podem ser sanados com soluções em saneamento ambiental (OLIVEIRA, 2017).

3.3 Saneamento rural

Existe uma lacuna em conceituar urbano e rural e com isso, diversos países e entidades os abordam de maneiras distintas. De acordo com Souza e Lima (2006) as interpretações sobre a zona ou espaço rural, advém de uma série de elementos como, por exemplo, a figura do camponês, o extrativismo e a configuração de grandes áreas cultiváveis. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) afirma que existem alguns critérios para

classificar tais áreas como, por exemplo, a densidade demográfica, a oferta de serviços, o tamanho da população, a participação na agricultura, divisão administrativa, entre outros (BRASIL, 2017a).

A população rural no Brasil de acordo com Censo de 2010 do IBGE é de aproximadamente 29 milhões de habitantes, enquanto que nas zonas urbanas, chega à aproximadamente 161 milhões (BRASIL, 2010). As informações do Censo de 2010 foram utilizadas em decorrência do Censo 2020 ter sido adiado para 2021 em função da Pandemia do Novo Corona vírus (BRASIL, 2020b).

O saneamento é um direito de todos os brasileiros e é responsabilidade do estado fornecer ações mediante a formulação de políticas públicas e programas (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2019), entretanto, há um longo caminho para que este serviço alcance todo o território nacional, principalmente em zonas rurais e áreas de difícil acesso. O autor Oliveira (2016) afirma em sua dissertação que nem toda a população possui acesso à água segura e potável, principalmente em áreas periurbanas, zonas rurais e áreas de difícil acesso, como demonstrado na figura 2.

Figura 2: Acesso a comunidades rurais em Santa Isabel (PA).



Fonte: Autores, 2020.

As políticas governamentais contemplam as zonas urbanas em detrimento das zonas rurais, contribuindo para a falta de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. A partir desta assertiva, é possível afirmar que a

ausência ou déficits em saneamento provocam déficits em qualidade de vida, saúde e bem estar. O Brasil por ser um país de dimensões continentais, possui diversas características diferentes, mesmo entre suas regiões e, deste modo, as soluções em saneamento majoritariamente devem ser diferentes para cada localidade, principalmente em meio rural.

A Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), enquanto parte do Ministério da Saúde, é a responsável por implementar ações de saneamento em municípios de até 50.000 habitantes, áreas rurais, populações remanescentes de quilombos, assentamentos de reforma agrária, comunidades extrativistas e ribeirinhas, agindo técnica e financeiramente e, nesse contexto, executa ações referentes à Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), Sistemas de Esgotamento Sanitário e Melhorias Sanitárias Domiciliares e também articula ações com outros programas de governo como, por exemplo, o Programa Brasil Quilombola e o Programa Água para Todos (BRASIL, 2017c).

A FUNASA iniciou em 2014 a formulação do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) e esta contou com o apoio de representantes governamentais e da sociedade civil, dos quais podemos destacar a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que foi a responsável pelo desenvolvimento dos estudos relativos ao saneamento rural no país, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) e o Grupo Terra (BRASIL, 2019a).

O PNSR visou conhecer as realidades das localidades rurais do Brasil e, com isso, o meio ambiente, a infraestrutura e as populações que fazem parte deste contexto. De acordo com Brasil (2019a) na elaboração do PNSR, o processo participativo foi intenso e ocorreram oficinas em âmbito nacional (voltadas para as discussões sobre as diretrizes e estratégias do referido programa) e regional (voltadas para caracterização dos panoramas sanitários em contextos regionais).

Esta pesquisa enfatiza a importância do abastecimento de água, pois, este é primordial importância para vida no planeta, tendo em vista que a água participa direta ou indiretamente de vários processos, dentre estes, o consumo humano. A água é um bem de domínio público, dotado de valor econômico e seu uso deve satisfazer as mais variadas demandas (BRASIL, 1997). Para que a água possa ser consumida pela população, deve primeiramente passar por um SAA, o qual será abordado detalhadamente no decorrer desta pesquisa.

3.4 Sistemas de Abastecimento de Água

Os autores Heller e Pádua (2016) afirmam que um número significativo de crianças morre anualmente no mundo pela deficiência em abastecimento de água e esgotamento sanitário e, principalmente, quando essas deficiências ocorrem associadas à desnutrição. Conforme Oliveira (2017) o abastecimento de água não se limita apenas em proteção contra ingestão de agentes patogênicos, agindo também quando existe a necessidade de lavagem de mãos para eliminar ameaças microbianas.

O abastecimento de água deve ser realizado por meio de um sistema e este deve satisfazer as mais variadas demandas de forma ininterrupta com pressões que satisfaçam os mais variados usos, independente de horário e localidade. A Lei 11.445 de 2007 define abastecimento de água potável como conjunto de atividades, infraestruturas e instalações, desde a captação até as ligações prediais (BRASIL, 2007).

Os autores Santos Junior e Cunha (2018) afirmam que o projeto de um Sistema de Abastecimento de Água por ser uma obra de engenharia deve seguir as orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio de pelo menos uma Norma Brasileira Regulamentadora (NBR), deste modo, seguindo as orientações destas, o sistema projetado será eficiente e sustentável. A solução para um problema de abastecimento de água não é necessariamente a mais econômica, mas sim a que mais se adeque as peculiaridades da localidade a ser impactada pelo sistema, portanto, devem ser levadas em consideração as diversas incógnitas, dentre elas, as econômicas, higiênicas, técnicas e sociais (HELLER; PÁDUA, 2016).

A elaboração de um SAA deve ser realizada primeiramente levando em consideração as orientações da NBR 12.211 de 1992 que trata dos estudos de concepção para elaboração destes sistemas, e para esta norma, este estudo deve ser composto de elementos e atividades, dentre as quais se destacam o levantamento topográfico, a definição dos mananciais, as vazões de dimensionamento e o método de operação do sistema (ABNT, 1992a).

Uma solução para um SAA deve fornecer a mesma quantidade de água para todos os cidadãos, por meio de tubulações e de forma ininterrupta, com qualidade de acordo com os parâmetros de potabilidade e quantidade adequada para realização de todas as atividades (HELLER; PÁDUA, 2016). Um SAA deve ser composto basicamente por: manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição e estações elevatórias ou de recalque. A figura x contém um infográfico detalhando os componentes de um SAA.

3.4.1 Levantamento topográfico

O levantamento topográfico definirá o relevo da área em que será implantado o empreendimento. Para Busnello e Conte (2015) o levantamento topográfico pode ser realizado com o auxílio de equipamentos como a Estação total e o GPS com a finalidade de obter o perfil topográfico da área a ser impactada pela obra. Entretanto, já existem diversas formas de obter este perfil, desde a utilização das geotecnologias, até o uso de equipamentos como os drones. O levantamento topográfico é de suma importância principalmente para projetos em que não serão empregados sistemas de bombeamento alimentados por eletricidade, tendo em vista que será utilizada a força gravitacional para a movimentação do fluido, como redes de coleta de esgoto e drenagem de águas pluviais (SANTOS JUNIOR; RAMOS; CUNHA, 2019).

3.4.2 Manancial

O autor Oliveira (2016) afirma que manancial é toda fonte de onde se retira água para suprir o SAA. Os mananciais podem ser conceituados como massas de água que podem ser utilizadas para atender as demandas hídricas populacionais. A determinação de um manancial deve levar em consideração parâmetros como a vazão e a qualidade da água para que o sistema possa atender as demandas de forma contínua sem interrupção no fornecimento e com menores custos com tratamento. Os mananciais podem ser superficiais e subterrâneos, deste modo, são exemplos de mananciais superficiais os rios, lagos e barragens e como exemplos de subterrâneos temos os poços rasos e os poços profundos.

3.4.3 Captação

A captação é um apanhado de estruturas e dispositivos com a finalidade de retirar água para ser encaminhada ao SAA (SOLER *et al.*, 2016). De acordo com Heller e Pádua (2016) a captação é a unidade responsável pela extração de água do manancial para o transporte até as unidades de aproveitamento. As NBRs 12.212 de 1992 e 12.213 de 1992 são as normas norteadoras para os projetos de captação de água subterrânea e superficial respectivamente.

A NBR 12.212 orienta que o manancial subterrâneo deve fornecer vazão adequada para suprir o SAA (ABNT, 1992b). A NBR 12.213 define a captação como um conjunto de

estruturas que possuem como objetivo, retirar água de um manancial para abastecer um sistema (ABNT, 1992c).

3.4.4 Estações elevatórias

Estações Elevatórias de Água consiste em conjuntos de sistemas motor-bomba, responsáveis por movimentar a água entre as unidades que compõe o SAA e estas podem ser de água bruta ou de água tratada. Para elaborar um projeto de estação elevatória é necessário fazer uso da NBR 12.214 de 1992.

Para a supracitada norma, a elaboração do projeto depende de atividades como a determinação das vazões de projeto (levando em consideração as condições operacionais do sistema); definição do arranjo físico da elevatória; definição do traçado de sucção e de recalque, dimensionamento e seleção do material das tubulações (ABNT, 1992d).

3.4.5 Adução

A adução é realizada por meio de tubulações que recebem o nome de adutoras. A adução é responsável pelo transporte da água entre as unidades do tratamento e essas se dividem em adutoras de água bruta e de água tratada (HELLER; PÁDUA, 2016). A NBR 12.215 de 1991 estabelece as condições para o desenvolvimento do projeto de uma adutora.

3.4.6 Tratamento

O tratamento consiste no conjunto de unidades necessárias para tornar a água captada potável ao consumo humano. Segundo Heller e Pádua (2016), o tratamento é uma unidade com objetivo de compatibilizar a água bruta com os parâmetros de potabilidade da legislação vigente e com isso proteger a saúde da população. O tratamento geralmente é realizado por uma unidade denominada de Estação de Tratamento de Água (ETA) e seu projeto deve ser embasado na NBR 12.216 de 1992. A ETA é um conjunto de unidades com o objetivo de adequar as características da água aos padrões de potabilidade (ABNT, 1992e).

3.4.7 Reservação

O reservatório é a unidade responsável por armazenar a água que será distribuída para a população. O reservatório pode assumir diferentes formas e dependendo da posição do terreno podem ser: apoiados, elevados, semi-enterrados ou enterrados (HELLER; PÁDUA, 2016). O projeto de um reservatório deve ser realizado mediante a orientação da NBR 12.217 de 1994. O reservatório de distribuição é a unidade do SAA que destina e regulariza as variações de vazão de adução e distribuição a fim de fornecer pressões adequadas na rede de distribuição (ABNT, 1994a).

3.4.8 Rede de distribuição

A rede de distribuição consiste num conjunto de tubulações dimensionadas para atender às características populacionais da região a ser impactada pelo SAA. O projeto de uma rede de distribuição deve ser elaborado mediante a utilização da NBR 12.218 de 1994. A rede é uma parte do SAA formada por tubulações e órgãos acessórios, destinada a dispor água potável aos consumidores em quantidade e pressão recomendadas (ABNT, 1994b).

4. POVOS REMANESCENTES DE QUILOMBO

4.1 Contexto histórico

O termo “quilombo” inicialmente era utilizado para denominar grupos autônomos de negros que ocupavam uma determinada localidade a fim de fugir da escravização (CEZAR, 2020). O quilombo foi uma das representações de resistência contra a opressão vivenciada pelo povo africano e seus descendentes ao longo da história brasileira e eram notados como núcleos paralelos de poder, organização social e produção de subsistência (FURTADO; SUCUPIRA; ALVES, 2014).

A opressão sobre o povo perdurou formalmente até a Lei Áurea de 13 de maio de 1888, contudo, não garantiu o acesso de negras e negros, a direitos básicos (FURTADO; SUCUPIRA; ALVES, 2014). Por muito tempo os povos e a cultura negra no país foram negligenciados, contudo, a partir da Constituição Federal de 1988 o cenário começou a mudar, e estes foram lembrados pelos legisladores brasileiros. A partir da supracitada Constituição

Federal, os povos quilombolas passam a possuir direitos como a posse de terras, que foi garantido politicamente, objetivando o respeito aos direitos territoriais de grupos étnicos e minoritários (SILVA, 2016).

Um dos quilombos mais conhecidos foi o de Palmares, cujo nome deu origem à Fundação Cultural Palmares (FCP) criada em 22 de Agosto de 1988, pela Lei nº 7.668/1988 para, dentre outros, promover e apoiar eventos relacionados à interação cultural, social, econômica e política do negro no contexto social do Brasil e certificar as comunidades ou povos que se autoreconhecem como quilombolas (BRASIL, 1988).

Em 21 de Março de 2003 foi criada a Secretaria Especial de Políticas de Promoção da Igualdade Racial (SEPPIR) cujo objetivo era acompanhar e coordenar políticas de diversos ministérios e outros órgãos do governo brasileiro para a promoção da igualdade racial (RODRIGUES, 2010). A partir da criação da SEPPIR, foi criada também a Política Nacional de Promoção da Igualdade Racial (PNPIR) a partir do Decreto nº 4.886 de 20 de novembro de 2003 com o objetivo de reduzir a desigualdade no Brasil, enfatizando a população negra a partir de ações exequíveis (CESAR, 2020).

Outra legislação de atenção aos povos quilombolas foi o Decreto nº 4.887 de 20 de Novembro de 2003, que regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos e consideram-se remanescentes de quilombo, grupos étnico-raciais com uma história e relação com seu território e com conjectura de ancestralidade negra ligada a resistência contra a opressão (BRASIL, 2003).

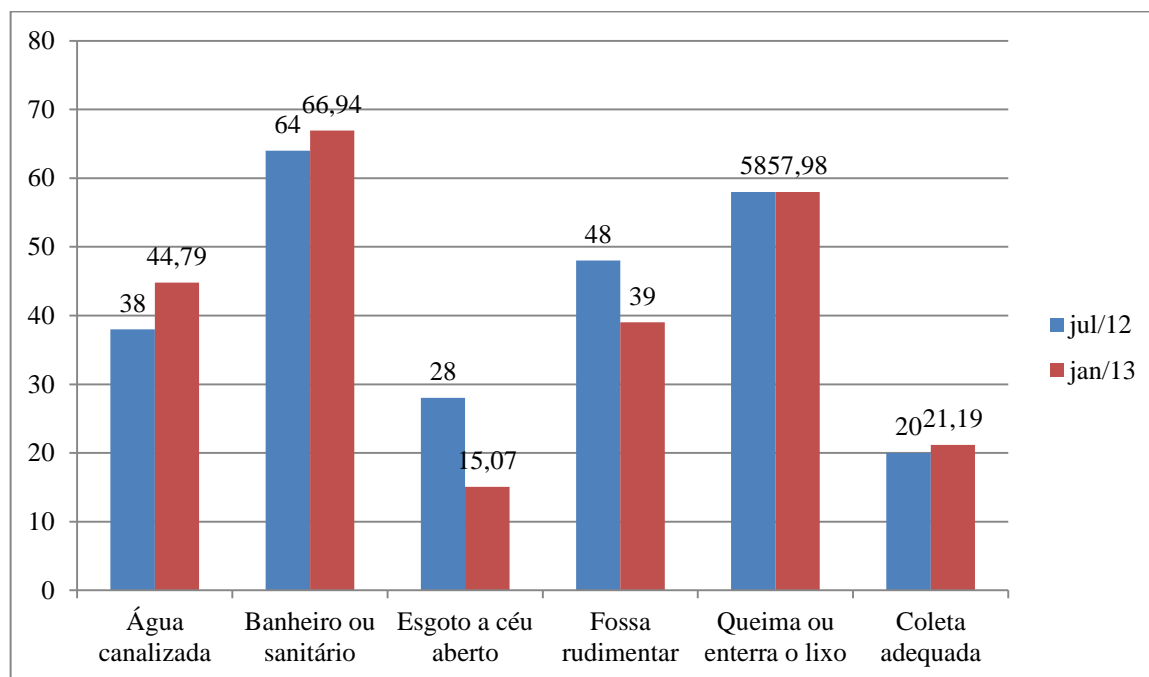
O decreto supracitado estabelece que a caracterização dos remanescentes das comunidades de quilombo será atestada mediante a autodefinição da própria comunidade. Ou seja, esta terá que reconhecer-se como quilombola, portanto, considerar a consciência da identidade do grupo como um dos critérios fundamentais para a autodeterminação, em função de aspectos como a sua identidade étnica, costumes e cultura e relação com o território que ocupa (CEZAR, 2020).

Entre as políticas públicas que foram elaboradas para promover a igualdade racial, a autora Rodrigues (2010) afirma que surgiu o Programa Brasil Quilombola (PBQ) como um conjunto de medidas descentralizadas entre instituições governamentais nas três esferas (federal, estadual e municipal) e organizações da sociedade civil, coordenadas pela SEPPIR. De acordo com Cesar (2020) o PBQ tem como ideia principal, agrupar políticas públicas de escala global, a fim de destina-las aos povos quilombolas a partir de suas necessidades.

4.2 Saneamento básico em Comunidades Quilombolas

Os índices de atendimento em nas vertentes do saneamento básico em meio rural são inferiores aos do meio urbano e, em comunidades quilombolas não é diferente. O gráfico 4 possui dados referentes ao saneamento em comunidades quilombolas de acordo com o Relatório de Gestão do PBQ para o ano de 2012.

Gráfico 4: Atendimento em saneamento em comunidades quilombolas.



Fonte: Adaptado de Brasil (2013).

O autor Silva (2016) realizou um estudo de caso na comunidade Quilombola de Lagedo em Minas Gerais visando entender o funcionamento da gestão do sistema de abastecimento de água dessa comunidade. Para tanto, foram coletadas amostras de água em determinados mananciais e realizadas suas caracterizações, e com isso foram constatadas que todas estavam contaminadas.

O estudo de Ferreira *et al.* (2017) possuiu como objetivo avaliar a qualidade da água consumida pelos moradores do Assentamento Quilombola Vão Grande. Neste contexto foram coletadas amostras de água oriundas de minas, poços rasos e córregos, que são os principais meios de obtenção de água da comunidade e verificou-se que aproximadamente 100% das amostras estavam contaminadas.

O estudo de Magalhães Filho e Paulo (2017) objetivou diagnosticar por meio da aplicação de questionários nas comunidades quilombola do Estado do Mato Grosso do Sul, dentre outros, os aspectos de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário). Estes autores constataram que 75,3% da água de captação são provenientes de poço comunitário, 96% possui reservatório individual, todavia, 90% não realizam tratamento dessa água para ingestão. No que concerne a esgotamento sanitário, os autores supracitados constataram que 4,7% lançam seus efluentes a céu aberto, 3,5% em córregos ou rios e mais de 98% lança parte de seu esgotamento em tanques sépticos.

Os autores Mercado, Cubas e Michalisyn (2018) afirmam em seu estudo que o principal problema para a comunidade Quilombola no município de Lapa no Paraná, é a destinação do esgotamento, pois, todas as residências que foram estudadas, despejam águas cinza diretamente no solo, e algumas, em fossas rudimentares. Estes autores afirmam ainda que no que tange a resíduos sólidos, 38% das famílias os queimam.

A partir das experiências dos autores, é possível afirmar as realidades de comunidades quilombolas são semelhantes no território nacional, tanto que é possível perceber a convergência sobre os estudos dos autores supracitados, no que concerne, principalmente, a captação de água proveniente de poços rasos e como principal forma de esgotamento sanitário, o tanque séptico. Deste modo, é importante ressaltar que mesmo com as políticas públicas de atenção aos povos quilombolas, ainda faz-se necessário ultrapassar as barreiras entre o físico e o abstrato, exemplificado pela presença de legislações e ausência de ações.

5. TECNOLOGIA SOCIAL

Entender o conceito de Tecnologia Social (TS) requer o entendimento de suas origens, dentre estas, sua relação com o termo Tecnologia Apropriada (TA) que segundo Dagnino, Brandão e Novaes (2004) surgiu na Índia, com Gandhi, tendo o objetivo de libertar a sociedade Hindu da opressão britânica por meio do melhoramento de sua tecnologia tradicional denominada de “Roca de fiar”.

De acordo com Rodrigues e Barbieri (2008), as TAs foram desenvolvidas nas décadas de 1960 e 1970 como soluções alternativas as tecnologias de países desenvolvidos. Os autores Caldas e Alves (2014) afirmam que o ponto principal no desenvolvimento de um TA, é entender o funcionamento de uma determinada tecnologia, a fim de substituir esta por uma de baixo custo e que adeque-se as peculiaridades do ambiente em que esta será introduzida.

O autor Dagnino (2014) afirma que as TAs surgiram da necessidade de utilização de tecnologias alternativas para suprir demandas, principalmente em áreas carentes. A partir da intensificação dos processos de reestruturação industrial na década de 1980, as TAs perderam força e espaço originando o processo de globalização econômica sob a ótica do mercado (RODRIGUES; BARBIERI, 2008).

Entretanto, a exclusão de grande parcela da sociedade do acesso às tecnologias convencionais, far-se-á necessário à utilização de novas metodologias. Neste contexto, a TS é uma solução para um determinado problema enfrentado por determinados atores sociais, em que estes participam do desenvolvimento desta solução. O Instituto de Tecnologia Social (ITS) conceitua TS como um conjunto de técnicas e metodologias desenvolvidas e/ou aplicadas em consonância com a população, de forma que esta se aproprie dessas soluções de modo a promover inclusão social e melhoria das condições de vida (ITS, 2004).

Dentre os princípios da TS podemos destacar a aprendizagem, participação e a transformação social (ITS, 2004). Os autores Mourão e Engler (2017) relatam que as TSs visam atender demandas da educação, inclusão social, meio ambiente, energia, alimentação, habitação, saúde, entre outros. Para os autores Duque e Valadão (2017) as TSs tem sido nas últimas décadas, potencializadoras de transformações sociais. Muitas tecnologias vêm sendo desenvolvidas para sanar variadas problemáticas e no que concerne a saneamento, vêm ocorrendo o mesmo. Diversos autores já relataram experiências com TSs referentes a abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

De acordo com Brasil (2019a), dentre as diretrizes para a gestão dos serviços do PNSR, mais precisamente na diretriz 6, é necessário fomentar o uso de tecnologias que favoreçam a gestão do saneamento em áreas rurais e dentre essas tecnologias, a utilização de tecnologias sociais. A Fundação Banco do Brasil (FBB) certifica tecnologias desenvolvidas por instituições de todo o país que apresentem soluções satisfazendo as premissas das TSs.

A FBB possui um Banco de Tecnologias Sociais (BTS) e este possui diversas TS para as mais variadas utilizações, das quais são divididas em: educação, meio ambiente, renda, recursos hídricos, entre outras (FBB, 2020a). Essas TSs são enquadradas em sua maioria, aos Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU, que fazem parte da Agenda 2030.

Esta agenda busca o desenvolvimento sustentável por meio do fortalecimento da paz universal e da erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões e para isso foram adotados 17 ODS e 169 metas, destacando-se os ODS 6 que visa o acesso a água e ao saneamento e o ODS 7 que concerne a energia limpa e acessível (ONU, 2015).

5.1 Tecnologias Sociais para abastecimento de água

As TS para o acesso à água possuem as mais variadas funcionalidades e configurações, as quais podem ser por meio da captação de água da chuva, extração de água subterrânea em poços rasos, tratamento utilizando desinfecção solar, filtros alternativos sustentáveis, entre outros. Dentre as diretrizes específicas para abastecimento de água do PNSR, a diretriz 2, enfatiza que sejam garantidas e fomentadas a participação da população nas etapas de concepção, implantação, operação e manutenção dos serviços públicos de abastecimento de água de modo que seja adotada uma TS sustentável (BRASIL, 2019a).

O ODS 6 visa que até 2030 sejam universalizados o acesso de água potável e segura a todos, assim como a universalização do esgotamento sanitário e higiene adequados (ONU, 2015). Com base neste objetivo, muitas TSs vêm sendo desenvolvidas, dentre elas podemos citar a utilização da água da chuva.

Existem diversas configurações para esta tecnologia, dentre as quais podemos destacar o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC). O referido programa consistiu na construção de 1 milhão de cisternas no Semiárido Brasileiro (SAB) e com isso minimizar os problemas em relação ao acesso a água. Segundo Dias (2013) o P1MC é uma das experiências mais exitosas em tecnologias sociais no Brasil, a qual tem ações marcadas pela atuação da Articulação do Semiárido (ASA), visando implementar iniciativas para convivência com o SAB. Na figura 3 é exibida uma das cisternas do P1MC.

Figura 3: Cisterna da ASA.



Fonte: ASA, 2020.

A TS foi difundida e adaptada à região amazônica e com isso, a autora Veloso (2019) discutiu em sua tese, o aproveitamento de água da chuva como um modelo alternativo de

abastecimento de água na Amazônia. O autor Barboza Junior (2018) abordou em sua dissertação a gestão dos recursos pluviais em comunidades ribeirinhas, também na Amazônia e concluiu que existem iniciativas que promovem tal utilização a fim de proporcionar água em quantidade e qualidade suficiente com tecnologias de baixo custo.

Dentre as experiências exitosas em captação e abastecimento por água de chuva na Amazônia, fez-se necessário citar o projeto Sanear Amazônia e o Programa de Melhoria Sanitária Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva (PROCHUVA). De acordo com Veloso (2019) o projeto Sanear Amazônia foi instituído como uma política pública no fim de 2014 e consolidou-se com a articulação entre a Petrobrás, a Associação dos Produtores Rurais de Carauari (ASPROC), o Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS) e a Universidade de Brasília (UNB).

A autora afirma ainda que foi uma iniciativa inspirada no P1MC, todavia, com o fomento do eixo saneamento, pois, foram disponibilizados a famílias impactadas, pontos de utilização de água, construção de banheiros e fossa simplificada. O projeto Sanear Amazônia contou com dois modelos distintos, o individual e o comunitário. O modelo individual foi instalado em cada habitação e este consiste em um sistema formado por calhas que induzem a água pluvial a um reservatório de 1000 l (VELOSO, 2019), como demonstrado na figura 4.

Figura 4: Sanear Amazônia modelo individual.



Fonte: Veloso, 2019.

Enquanto o modelo comunitário, demonstrado na figura 5, pode ser acionado a partir da redução dos índices pluviométricos, fazendo-se necessário utilizar outras fontes de abastecimento como, por exemplo, águas subterrâneas e rios (VELOSO, 2019).

Figura 5: Sanear Amazônia modelo comunitário.



Fonte: Veloso, 2019.

De acordo com Barboza Júnior (2018) o governo do Amazonas desenvolveu uma estratégia para aproveitar os altos índices pluviométricos do estado com tecnologias alternativas a fim de tratar e armazenar tais recursos, buscando eliminar a incidência de doenças de veiculação hídrica em comunidades desprovidas de sistemas convencionais, com soluções domiciliares com contendo reservatório de 1.000 l (figura 6) e soluções coletivas com reservatório de 5.000 l (figura 7).

Figura 6: PROCHUVA sistema domiciliar.



Fonte: Veloso, 2019.

Figura 7: PROCHUVA sistema coletivo.



Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (SDS, 2008).

O autor afirma ainda que tais iniciativas necessitam de um significativo volume de recursos que viabilizem a execução das atividades sendo fundamental que o processo seja construído por meio de técnicas recomendadas, tendo-se em vista o alcance social que elas propõem. A logística na Amazônia inviabiliza a instalação de sistemas convencionais, portanto, tais soluções devem levar tal fator em consideração. A partir desta assertiva, o *Solar Desinfection* (SODIS) é um TS para tratamento de água que consiste em armazenar água em garrafas plásticas do tipo PET, utilizando a radiação solar (infravermelho e ultravioleta) para inativar organismos patogênicos (desinfecção) presentes na água armazenada (CAVALLINI *et al.*, 2018), sendo possível visualizar tal solução na figura 8.

Figura 8: SODIS.



Fonte: Cavallini *et al.*, 2018.

A FUNASA/ Superintendência Estadual do Pará, desenvolveu uma Solução alternativa coletiva (SAC), denominada de Solução Alternativa Coletiva de Tratamento de Água (SALTA-Z), sendo esta, capaz de tratar águas provenientes de rios, lagos, açudes, represas e mananciais subterrâneos utilizando como elemento filtrante, a Zeólita¹. Esta tecnologia possui o objetivo de levar água potável às comunidades que se encontram em situações especiais e excepcionais como moradores de zonas rurais, comunidades ribeirinhas, comunidades indígenas, entre outras que não possuam acesso abastecimento público (BRASIL, 2017b). Uma imagem do SALTA-Z está explicitada na figura 9.

Figura 9: SALTA-Z



Fonte: Veloso, 2019.

5.2 Tecnologias Sociais para energia

Assim como existem TSs para abastecimento de água, existem também para finalidades energéticas, entretanto, em quantidade inferior. Como exemplo, podemos citar o Biodigestor e a energia fotovoltaica (mais conhecida e mais difundida das tecnologias para energia limpa e renovável). O Biodigestor é uma ferramenta que possibilita o tratamento de esgoto e resíduos orgânicos fornecendo dentre seus produtos, o gás natural. Para Proença e Machado (2018) o biodigestor é uma tecnologia social e um instrumento tecnológico que possibilita converter gases gerados em seu interior em energia, por meio da decomposição anaeróbia dos resíduos orgânicos. Os supracitados autores afirmam que o gás gerado pelos biodigestores pode ser reaproveitado para geração de energia elétrica.

¹ “Zeólitas são minerais microporosos, com poros menores que dois nanômetros de diâmetro. Esses poros fazem

Um Sistema Fotovoltaico (SFV) pode ser ligado à rede ou isolado. De acordo com Pinho e Galdino (2014), o sistema ligado à rede é regulamentado pela Resolução Normativa (RN) nº 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Um sistema ligado à rede consiste num sistema dependente da energia proveniente da concessionária, uma vez que na ausência de luz solar o empreendimento ou residência utilizará a energia desta. Os sistemas que não dependem da rede são aqueles que dependem de baterias para suprir as demandas quando não houver luz solar. Um SFV ligado à rede é formado basicamente por painéis fotovoltaicos, cabeamentos, inversor e conectores.

O painel fotovoltaico converte a energia térmica proveniente dos raios solares em energia elétrica, mais precisamente em corrente contínua, que passa por um circuito formado pelos cabeamentos em direção ao inversor, que por sua vez, converte-a em corrente alternada, sendo uma parte enviada até as infraestruturas da concessionária e outra utilizada para as demandas particulares. A utilização de energia fotovoltaica é uma iniciativa sustentável, econômica e ambientalmente e um dos fatores que a torna ainda mais interessante no Brasil, é a alta incidência de raios solares, que é superior a 3000 horas por ano (RELLA, 2017).

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá implementa soluções as quais utilizam a energia fotovoltaica e dentre estas, o Sistema de Bombeamento e Abastecimento de Água com Energia fotovoltaica, que foi certificada em 2011 pela FBB (FBB, 2020d). O sistema supracitado consiste na utilização de um conjunto motor-bomba alimentado por energia elétrica, que é o produto da conversão da incidência da radiação solar nos painéis (figura 10) para retirar água bruta de um manancial superficial.

Figura 10: Sistema de bombeamento alimentado por energia fotovoltaica.



Fonte: FBB, 2020d.

5.3 Tecnologias Sociais para Esgotamento Sanitário

A região norte possui os piores índices de saneamento do país, enfatizando a situação em esgotamento sanitário. De acordo com Figueiredo *et al.* (2019) a Fossa Séptica Biodigestora (FSB) desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) é uma solução tecnológica desenvolvida para áreas rurais sendo um sistema simples e de baixo custo. A FSB assim como o Biodigestor, também pode proporcionar a conversão do biogás em energia elétrica.

A FSB possui como objetivo principal, o tratamento do efluente da bacia sanitária, deste modo, tal equipamento é ligado diretamente nos tanques da FSB em que ocorre à decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Esta solução foi desenvolvida primeiramente para terra firme, entretanto, surgiu à necessidade de instalação em ambientes de várzea, pois, estes apresentam diversos fatores que limitam a instalação de sistemas convencionais (EMBRAPA, 2018). Segunda a EMBRAPA (2018) a FSB foi desenvolvida em parceria com a Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC) com o apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Na figura 11 é exibida a FSB instalada em uma residência da Ilha das Cinzas.

Figura 11: FSB instalada na Ilha das Cinzas.



Fonte: EMBRAPA, 2018.

Outra TS para esgotamento sanitário é o banheiro seco, consistindo num dispositivo que não utiliza a água em seus processos, pois, estes são depositados diretamente em

recipientes impermeáveis de modo a dificultar o contato destes com o ambiente externo e consequentemente à diminuição da contaminação do solo e da água. Os autores Neu, Santos e Meyer (2016) apresentaram em seu estudo a experiência da implantação do Banheiro Ecológico Ribeirinho (BER) na comunidade Furo Grande, na Ilha das Onças localizada na região insular de Belém do Pará. De acordo com os supracitados autores, o BER é um banheiro seco e é definido como uma tecnologia social de saneamento descentralizado.

Nesta tecnologia, os excretas humanos são depositados em bombonas plásticas com o objetivo de impedir seu contato com a água do exterior. Estes posteriormente são submetidos a processos de sanitização e compostagem e com isso, passam a ser tratados como recursos econômicos (NEU; SANTOS; MEYER, 2016). A figura 12 demonstra o exterior de um BER.

Figura 12: Exterior de um BER.



Fonte: NEU, 2014.

5.4 Tecnologias sociais para drenagem de águas pluviais e resíduos sólidos

Os sistemas de drenagem de águas pluviais são amplamente difundidos nos centros urbanos, por meio de sistemas de micro e macrodrenagem, entretanto, em zonas rurais e áreas de difícil acesso, estas soluções convencionais são raras. Com o advento da tecnologia social,

é possível implantar soluções para minimizar ou até mesmo extinguir as problemáticas causadas pelas chuvas. Dentre as tecnologias que podem ser utilizadas, as valas de infiltração são alternativas viáveis e de baixo custo.

Estas tecnologias foram desenvolvidas primeiramente para disposição final de tratamento de efluentes, contudo, podem ser utilizadas para fins de drenagem, tanto que o BTS certificou uma solução que utiliza tal tecnologia em conjunto com o aproveitamento de resíduos sólidos da construção civil, o entulho. De acordo com a FBB (2020c) esta tecnologia visou solucionar o problema de erosão do solo. Tal aplicação pode ser observada na figura 13.

Figura 13: Vala de infiltração com entulho.



Fonte: FBB, 2020c.

A tecnologia social certificada pela FBB denominada de Agricultura Urbana e a Revolução dos baldinhos é um exemplo de experiência exitosa no que concerne a compostagem. Tal experiência surgiu da necessidade de superar a problemática de roedores e seus agravos, com o objetivo de amenizar o grave problema de doenças causadas pelo manejo incorreto dos resíduos (FBB,2020b). Portanto, a compostagem como uma TS, é promissora e sua implementação pode proporcionar resultados significativos. A figura 14 demonstra uma das etapas da revolução dos baldinhos.

Figura 14: Revolução dos baldinhos.



Fonte: FBB, 2020b.

6. PROJETOS

O projeto é um caminho para obtenção de um determinado produto, seja de qual natureza ele for. Para o *Project Management Institute* (PMI), projeto é um esforço temporário com o objetivo de criar um produto, um serviço ou resultado exclusivo de modo que este tenha início e termine (PMI, 2013). O PMI afirma ainda que o término de um projeto depende de diversos fatores, dentre eles podemos citar o alcance dos objetivos propostos e a retirada dos investimentos para sua realização.

6.1 Captação de recursos para execução de projetos e/ou tecnologias sociais

As TSs são soluções para problemas sociais e deste modo visam atingir uma parcela específica da sociedade acometida com uma demanda particular. A aplicação de uma TS requer recursos financeiros e na maioria das vezes esta parcela que necessita desta tecnologia, não pode pagar para obtê-la. Para aplicar uma TS, em grande parte das vezes, é necessário pleitear financiamento junto a organizações, fundações, órgãos governamentais, entre outros. A FBB possui um fundo de financiamento para tecnologias que se enquadram nos preceitos das TSs e este pode ser obtido satisfazendo as premissas definidas em edital. Estes editais podem ser acessados na página: <https://fbb.org.br/pt-br/editais-de-selecoes-publicas>.

A FBB não é a única organização a financiar projetos de cunho social e ambiental, deste modo, podemos citar também o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) que destina a arrecadação de multas a projetos de proteção e recuperação de vegetação, de solos,

mananciais entre outros. Outra organização que fomenta tais iniciativas é a Toledo *Community Foundation*, que visa à implementação de projetos de tecnologias que promovam o acesso à energia limpa e água em comunidades mal servidas (CAPTA, 2020a).

No mês de Março do ano de 2020, o IBAMA lançou um edital em que é possível pleitear financiamento, deste modo, podem participar instituições públicas e privadas, sendo esta com ou sem fins lucrativos, desde que seu estatuto seja registrado em cartório e possua Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto a Receita Federal. Neste edital são passíveis de serem propostos projetos para: 1) Proteção e recuperação da vegetação nativa; 2) Proteção e recuperação de solos, melhoria de infiltração e o controle de erosão e deslizamentos de terra; 3) Atividades de recuperação ambiental de mananciais; 4) Atividades de recuperação e manutenção de áreas verdes urbanas (CAPTA, 2020b).

A Toledo *Community Foundation* preconiza que a submissão de projetos seja realizada por organizações sem fins lucrativos e que possuam como objetivo o desenvolvimento de tecnologias inovadoras e sustentáveis. Os editais desta fundação, de modo geral, exigem que a organização cujo projeto for aprovado, deve apresentar dentre outros documentos: 1) Histórico de atuação desta; 2) Realizações até a data de aceite; 3) Auditoria mais recente da organização; 4) Orçamento operacional da organização (CAPTA, 2020c).

6.2 Projetos na construção civil

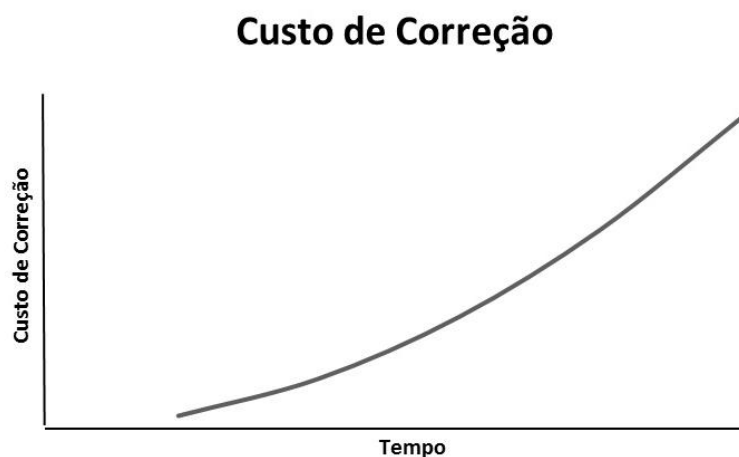
A qualidade dos projetos está intrinsecamente ligada à sustentabilidade ambiental e financeira do produto final, tendo em vista que projetos que necessitem de retrabalhos acarretam custos não mensurados, o que trás o aumento da extração de recursos ambientais, de tempo, de mão-de-obra e consequentemente, econômicos. Os autores Campestrini *et al.* (2015) definem projeto como as atividades que antecedem à execução das obras.

Os projetos na construção civil devem ser compatibilizados com o intuito de minimizar ou extinguir as interferências das diferentes disciplinas que compõe uma obra ou um empreendimento. Os projetos na construção civil vêm sendo desenvolvidos em fluxo *Computer Aided Design* (CAD)² que segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) é baseado em documentação, representação em plantas, cortes, vistas, entre outras fontes, não permitindo a correta visualização do que se está projetando (CBIC, 2016).

² Desenho assistido por computador.

O fluxo de projeto em CAD aumenta a possibilidade de retrabalhos uma vez que em sua maioria são vistos sob uma perspectiva bidimensional, ou seja, existe a possibilidade de interferências na dimensão não analisada no mundo 2D. O custo de uma correção para um empreendimento é exponencialmente dependente da duração da execução do empreendimento como é detalhado no gráfico 5.

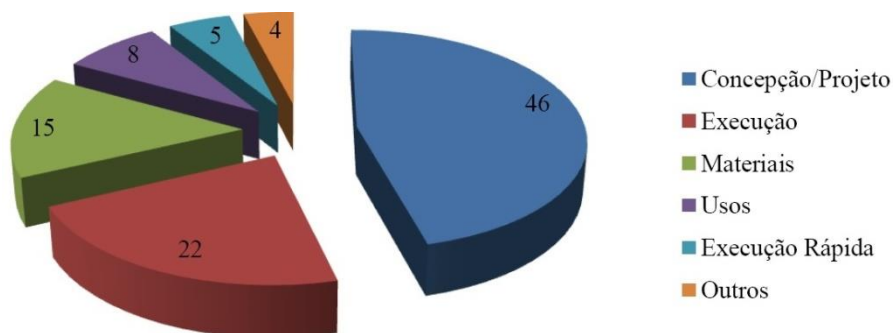
Gráfico 5: Custo da correção em função do tempo.



Fonte: Project Management Knowledge Base, 2014.

No processo de execução dos empreendimentos, eventualmente são encontrados problemas e estes são decorrentes das mais variadas origens como, por exemplo, em função da qualidade dos projetos. Deste modo, tais problemas são exibidos no gráfico 6.

Gráfico 6: Origens dos problemas na construção civil.



Fonte: Adaptado de Dolabela e Fernandes, 2014.

Para a elaboração de um empreendimento ou obra, diversas disciplinas devem ser abordadas e com isso, seus respectivos projetistas. O projeto de arquitetura ou projeto arquitetônico é o norteador para elaboração do conjunto e os demais projetos devem seguir as

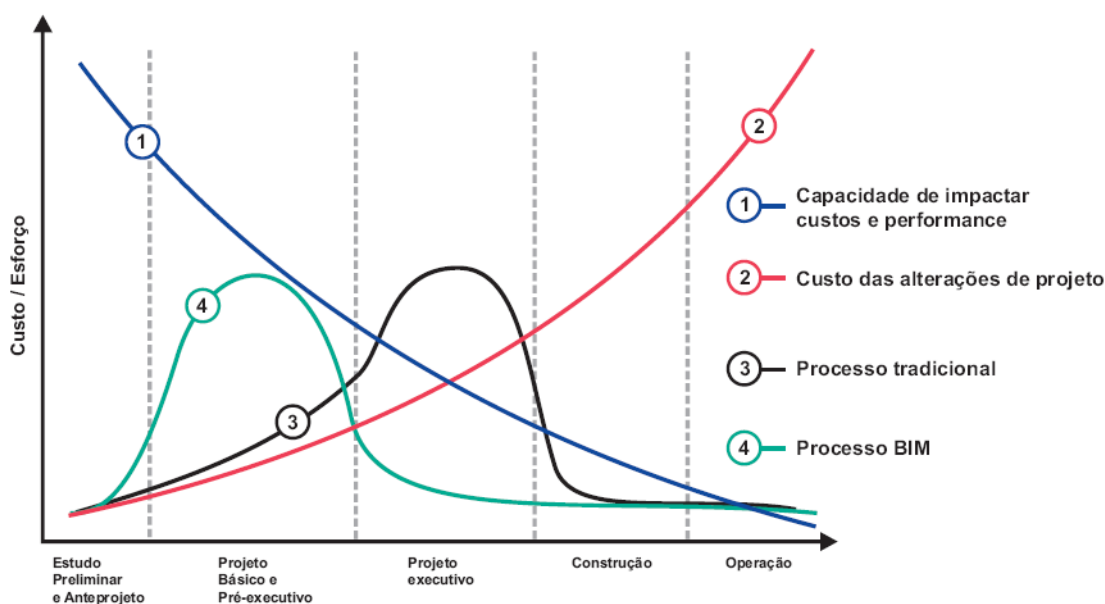
suas especificações. Entretanto, todos os projetos podem influenciar ou sofrer influências dos outros e com isso causar incompatibilização no momento da execução. Isso ocorre tendo em vista que na maioria das vezes os projetos são enviados ao canteiro de obras sem prévia compatibilização, o que pode provocar retrabalhos.

Tendo em vista a necessidade de minimizar ou extinguir retrabalhos, o desenvolvimento de projetos vem sofrendo grandes transformações nos últimos anos, principalmente no que concerne a mudança de paradigmas entre o desenvolvimento pelo método em CAD para o desenvolvimento em *Building Information Modeling* (BIM)³.

6.3 Building Information Modeling

A mudança de paradigma do CAD para o BIM revolucionou a indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) tornando o mercado de trabalho cada vez mais competitivo. O BIM pode ser definido como um conjunto de processos, interações e tecnologias com a finalidade de promover maior fluxo de informações no ciclo de vida de um empreendimento ou produto. Essa mudança pode ser notada a partir da análise do gráfico 7.

Gráfico 7: CAD e BIM.



Fonte: CBIC, 2016.

³ Modelagem da Informação da Construção.

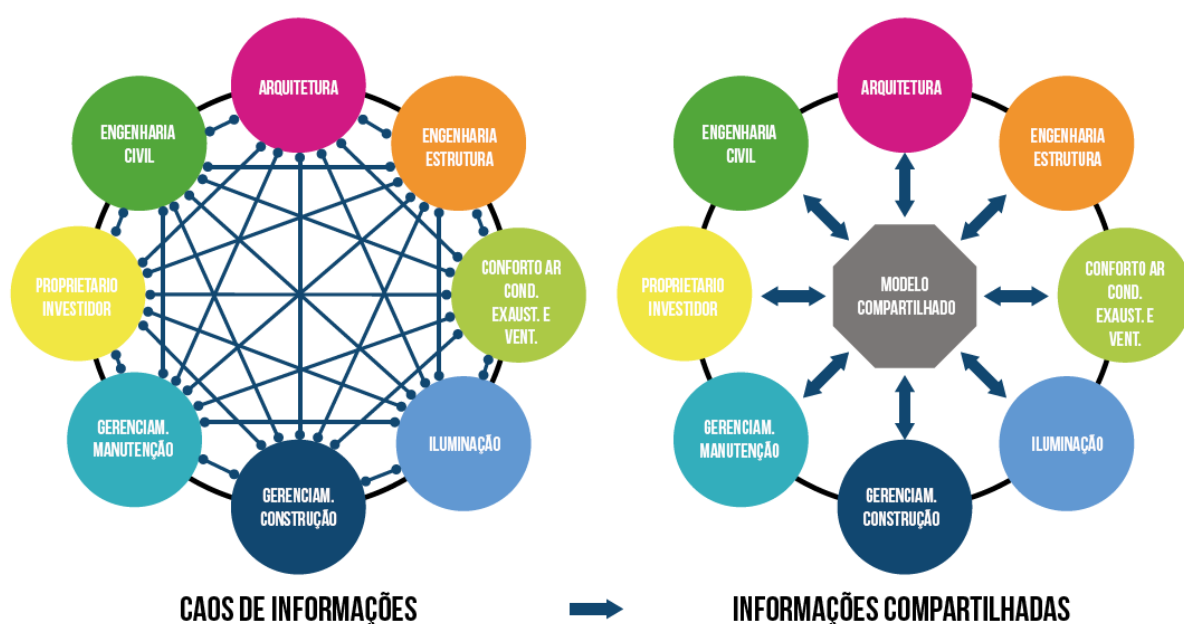
De acordo com o gráfico 6 é possível perceber que à medida que os esforços ou custos são maiores na fase de projetos, os custos com alterações são ínfimos em relação ao processo construtivo tradicional. Ou seja, quando se investe na fase de elaboração de projetos é possível economizar no processo de construção do empreendimento.

6.3.1 Conceitos

O BIM é um conjunto de tecnologias e com isso, são utilizados softwares para o desenvolvimento dos projetos. O termo projeto para o BIM pode ser substituído por modelo, tendo em vista que será realizada a modelagem da informação da construção, ou seja, as informações são os atributos mais importantes da tecnologia BIM. De acordo com Eastman *et al.* (2014), BIM é uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos construtivos.

O BIM abarca diversas tecnologias, dentre elas o projeto integrado que permite a todos os projetistas envolvidos em um empreendimento visualizar as atualizações do projeto de forma simultânea e assim observar as mudanças em tempo real, essa “habilidade” pode ser entendida como Engenharia Simultânea. O modelo que possibilita o fluxo de informações é o modelo federado ou compartilhado (CBIC, 2016) e este não ocorre nos projetos em CAD. Essa ambiguidade entre os diferentes fluxos pode ser entendida com base na figura 15.

Figura 15: Compartilhamento de informações.

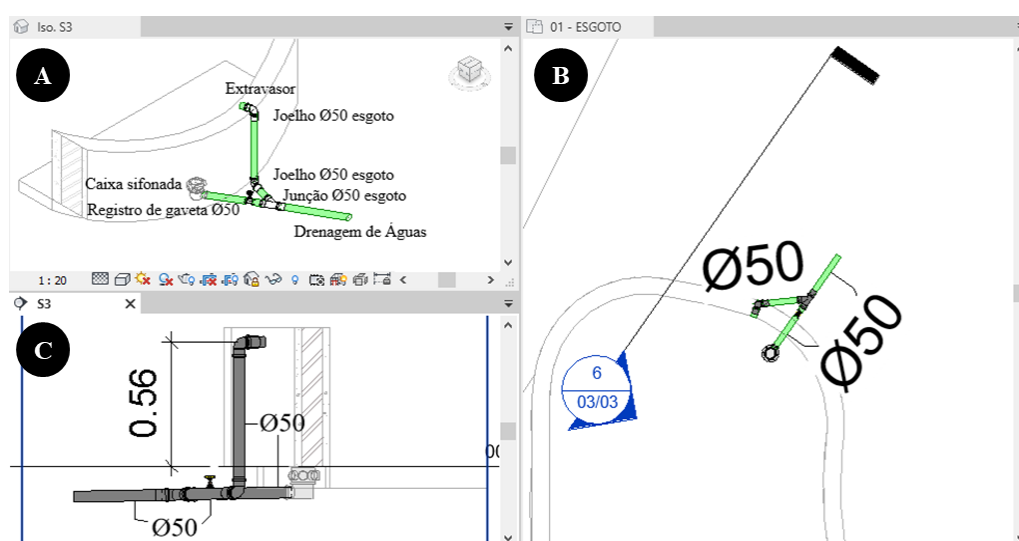


Fonte: CBIC, 2016.

6.3.2 Modelagem

O BIM obrigatoriamente deve possuir um modelo em 3D, em que podem ser visualizados os componentes do projeto. Um modelo de um empreendimento elaborado por uma ferramenta BIM, é capaz de produzir múltiplas vistas tanto em 2D quanto em 3D (EASTMAN *et al.*, 2014), que podem ser vistas de planta, cortes e até perspectivas isométricas como abordadas na figura 16.

Figura 16: Vistas em BIM. A-Isométrico; B-Vista de planta; C-Corte.



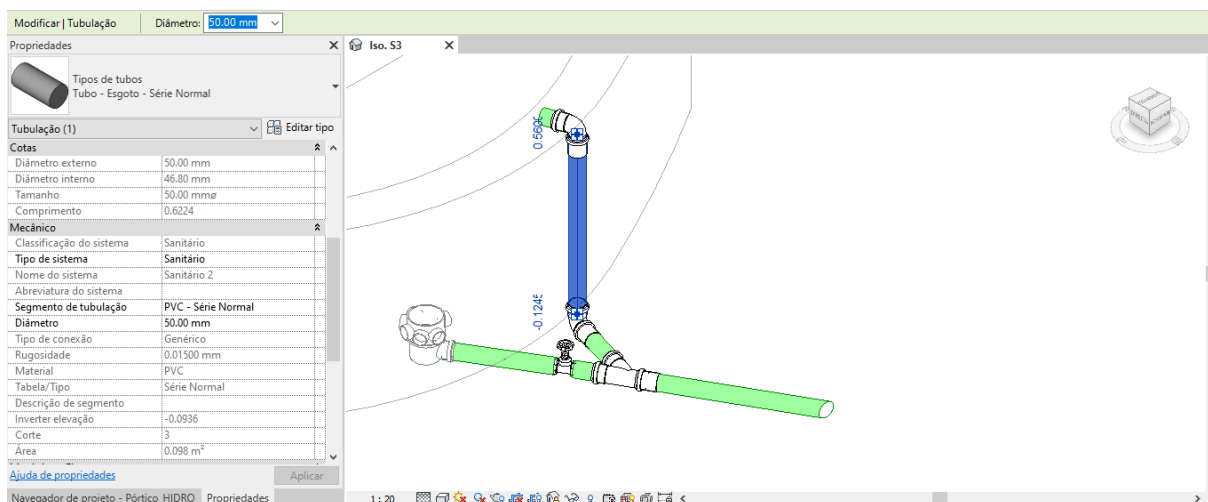
Fonte: Santos Junior, 2019.

6.3.3 Parametrização

O conceito de parametrização está intimamente ligado à capacidade de inserção de informações em um objeto no modelo em desenvolvimento. Informação referente às mais variadas premissas como, por exemplo, tipo de material, formato geométrico, função, entre outras que dependem da natureza do projeto desenvolvido. Estes parâmetros são de suma importância para geração de resultados como, por exemplo, quantitativos.

Uma das definições de objetos paramétricos é que estes possuem dados e regras associadas e deste modo, modificam automaticamente as geometrias a eles associadas em diferentes níveis de agregação, possibilitando vincular-se, receber, divulgar ou exportar conjuntos de atributos (EASTMAN *et al.*, 2014) como demonstrado na figura 17.

Figura 17: Tubulação parametrizada.



Fonte: Santos Junior, 2019.

A parametrização é um dos conceitos mais importantes em BIM, é por ela que podemos definir as dimensões que serão trabalhadas no modelo. O modelo por si só se caracteriza como BIM 3 dimensões (BIM 3D). Segundo a CBIC (2016) o BIM 4 dimensões (BIM 4D) é conhecido como Planejamento ou Sequenciamento e permite que se estude detalhadamente todas as etapas e atividades previstas para execução de um empreendimento.

Quando se trata de execução de obras ou empreendimentos, é necessário existir um cronograma-físico financeiro que recebe o planejamento alinhado com a orçamentação, para suprir esta necessidade surgiu então o BIM 5 dimensões (BIM 5D). Para Campestrini *et al.* (2015) o BIM 5D é um modelo que tem a capacidade de receber informações de custos de materiais, serviços e equipamentos, bem como despesas diretas e indiretas.

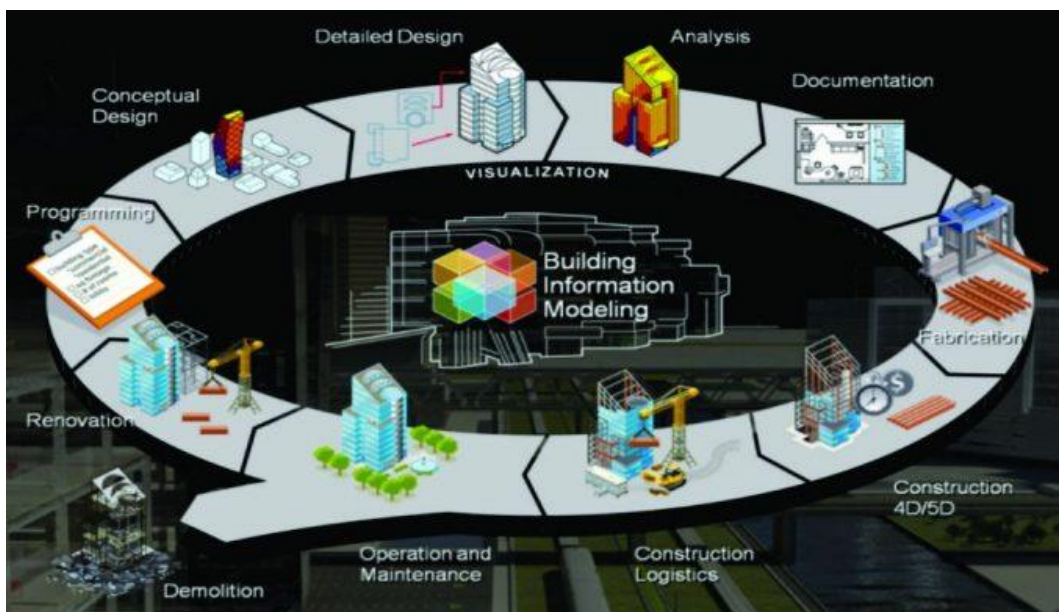
A autora Venâncio (2015) afirma que até o BIM 5D, existe uma convenção, entretanto, a partir desta dimensão, muitos autores ramificam opiniões, para tanto, o adotado nesta pesquisa é que o BIM 6 dimensões (BIM 6D) é marcado pela sustentabilidade dos projetos. Para Baia (2015) o BIM 6D é responsável pelas análises de consumo de energia, água, entre outros.

O término da construção de um empreendimento ou obra deve ser marcado pela manutenção e gestão. As indústrias automobilística, aeronáutica e espacial já desenvolvem essas atividades a um longo período e deste modo, surgiu à necessidade da indústria da AECO desenvolver estas metodologias. Com isso surgiu o BIM 7 dimensões (BIM 7D).

De acordo com Venâncio (2015) o BIM 7D é responsável pela gestão e manutenção do empreendimento, tendo em vista a necessidade de informações referentes a validade de

equipamentos, materiais, entre outros. O BIM pode participar de todo o ciclo de vida de um empreendimento, como é possível visualizar na figura 18.

Figura 18: BIM no ciclo de vida de um empreendimento.



Fonte: Coelho, 2015.

O BIM foi amplamente difundido seguindo o escopo da arquitetura e engenharia civil, entretanto, os autores Kassem e Amorim (2015) afirmam que esta tecnologia pode ser utilizada por outras ramificações da indústria AECO como, por exemplo, infraestrutura, produtos e estradas. Os autores Santos Junior, Ramos e Cunha (2019) o utilizaram em sua pesquisa para elaboração de um projeto topográfico para aplicação em sistemas de saneamento. Os projetos em BIM devem ser elaborados por meio de softwares e a escolha destes depende de diversos fatores como, por exemplo, qual disciplina será desenvolvida.

6.3.4 Interoperabilidade

O projeto de um empreendimento na maioria das vezes, não é elaborado por um único software e por este motivo, as informações quando exportadas de um software para outro, podem ser perdidas ou modificadas, propiciando erros de leitura e compatibilização. Com a necessidade de minimizar ou extinguir essas incompatibilidades, os softwares BIM devem ser capazes de fornecer informações de modo que todos consigam entender os códigos sem

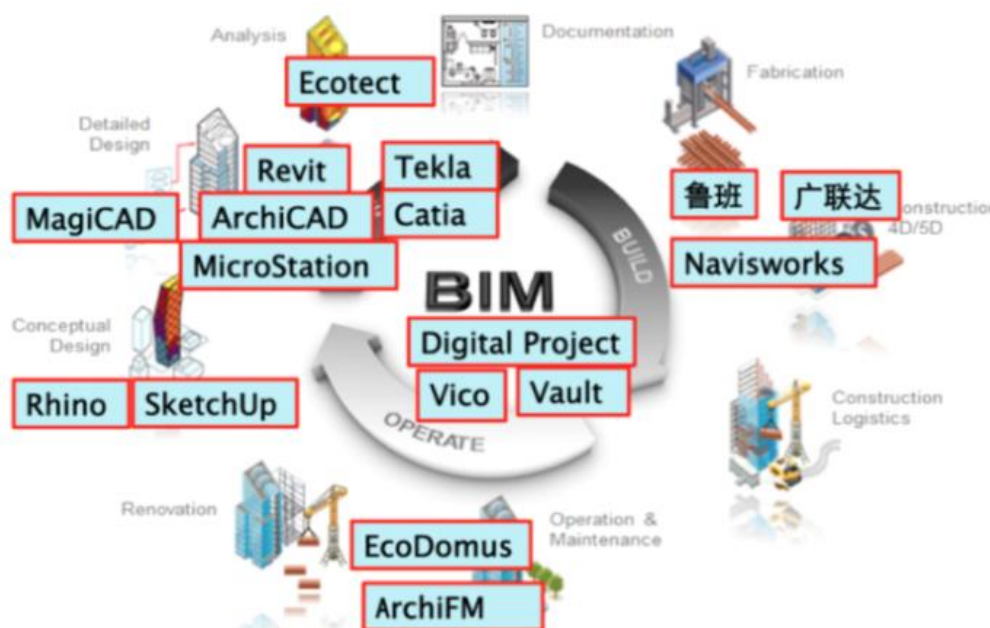
alteração ou perda de conteúdo, ou seja, todos devem possuir a mesma linguagem ou assinatura digital. Essa capacidade de comunicação é denominada de interoperabilidade.

Deste modo os softwares BIM podem exportar seus arquivos gerados na linguagem *Industry Foundation Classes* (IFC) que é a linguagem universal desta tecnologia. Com o advento desta linguagem, ocorre a integração entre as diversas disciplinas componentes de um empreendimento ou obra. O IFC é a extensão da metodologia BIM, portanto, é um tipo de arquivo, assim como para músicas temos o tipo mp3. Existem hoje no mercado mundial diversos softwares para as mais variadas finalidades com o objetivo de atender as diversas disciplinas que podem vir a compor um empreendimento.

6.3.5 Softwares BIM

Para muitos o BIM é uma tecnologia que se resume a utilização de um software, entretanto, isto é uma inverdade, pelo fato de além da utilização do software, o BIM precisa ser implementado, pensado, discutido e o mais importante, precisa ser aceito. A utilização de um determinado software depende da finalidade do projeto a ser elaborado, deste modo, serão abordados alguns dos softwares mais conhecidos da indústria AECO. A figura 19 contém alguns softwares que utilizam a plataforma BIM.

Figura 19: Softwares BIM.



Fonte: The BIM hub, 2015.

Para modelagem de arquitetura, podemos citar o Revit da Autodesk que hoje é o mais conhecido mundialmente. É necessário citar também o Archcad da Graphsoft e o SketchUp. Para o desenvolvimento de projeto estrutural deve-se mencionar o Eberick da Alto QI e o TKS. Para instalações, podemos citar o Revit e o QI Builder da Alto QI. Para infraestrutura é imprescindível citar o Civil 3D e o Infracore da Autodesk. Para planejamento e orçamento é importante citar o Navisworks da Autodesk, entre outros.

O BIM utiliza agrupamentos de objetos digitais de um mesmo tipo como, por exemplo, um conjunto de tubulações de diferentes diâmetros, materiais, cores, funções, entre outros, entretanto, são todos tubulações. De acordo com Campestrini *et al.* (2015) o modelo BIM é formado por conjuntos de componentes denominados de famílias e estas podem ser de portas, janelas, paredes, entre outros.

6.3.6 BIM no Brasil

A tecnologia BIM já vem sendo utilizada em território nacional há alguns anos e a CBIC afirma que ele é utilizado para visualização de projetos, logística de canteiro de obras, levantamento de quantidades, estimativas de custos e orçamentos, entre outros (CBIC, 2016). Entretanto, em âmbito jurídico legislativo, a partir de 2017, foram estabelecidas legislações para seu processo de implementação. O quadro 1 contém um resumo dessas legislações.

Quadro 1: Legislações BIM no Brasil.

LEGISLAÇÃO	ANO	DESCRIÇÃO
DECRETO DE 5 DE JUNHO	2017	Institui o Comitê Estratégico de Implementação do BIM.
DECRETO 9.377	2018	Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.
DECRETO 9.983	2019	Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia de BIM.
DECRETO 10.306	2020	Estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.

Fonte: Autores, 2020.

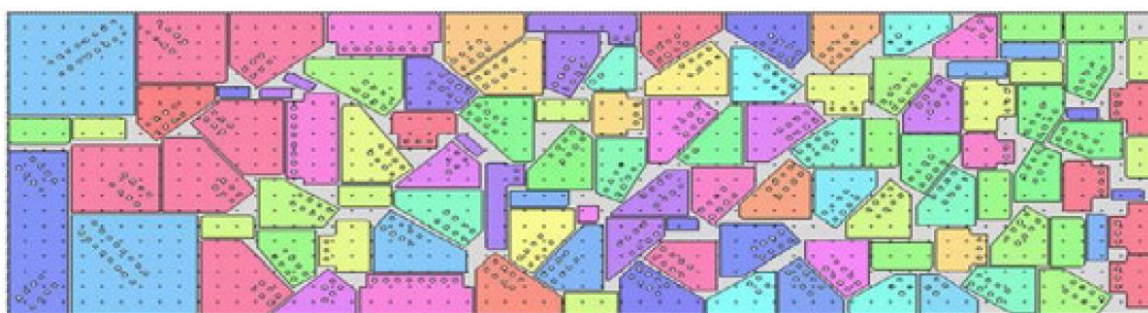
O Decreto 10.306 de 02 de abril de 2020 estabelece que o BIM seja utilizado na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia e deste modo, os Ministérios da Defesa e Infraestrutura vinculam-se às ações de disseminação do BIM, entretanto, os demais

órgãos e entidades da administração pública federal poderão adotar as ações de implementação desta tecnologia (BRASIL, 2020a).

6.3.7 Sustentabilidade de Projetos em BIM

A utilização do BIM visa minimizar os problemas de interferências em uma obra ou empreendimento e com isso otimizar sua execução, entretanto, não se resume a isto. Esta plataforma visa também minimizar o desperdício de recursos naturais, mão de obra e recursos financeiros e com isso trazer sustentabilidade ao processo como um todo. De acordo com a CBIC (2016) já existem máquinas que funcionam seguindo os comandos de softwares BIM e na figura 20 podemos observar um plano de corte de uma chapa de aço gerada por um destes softwares, visando maximizar o aproveitamento do material.

Figura 20: Plano de corte de uma chapa de aço.



Fonte: CBIC, 2016.

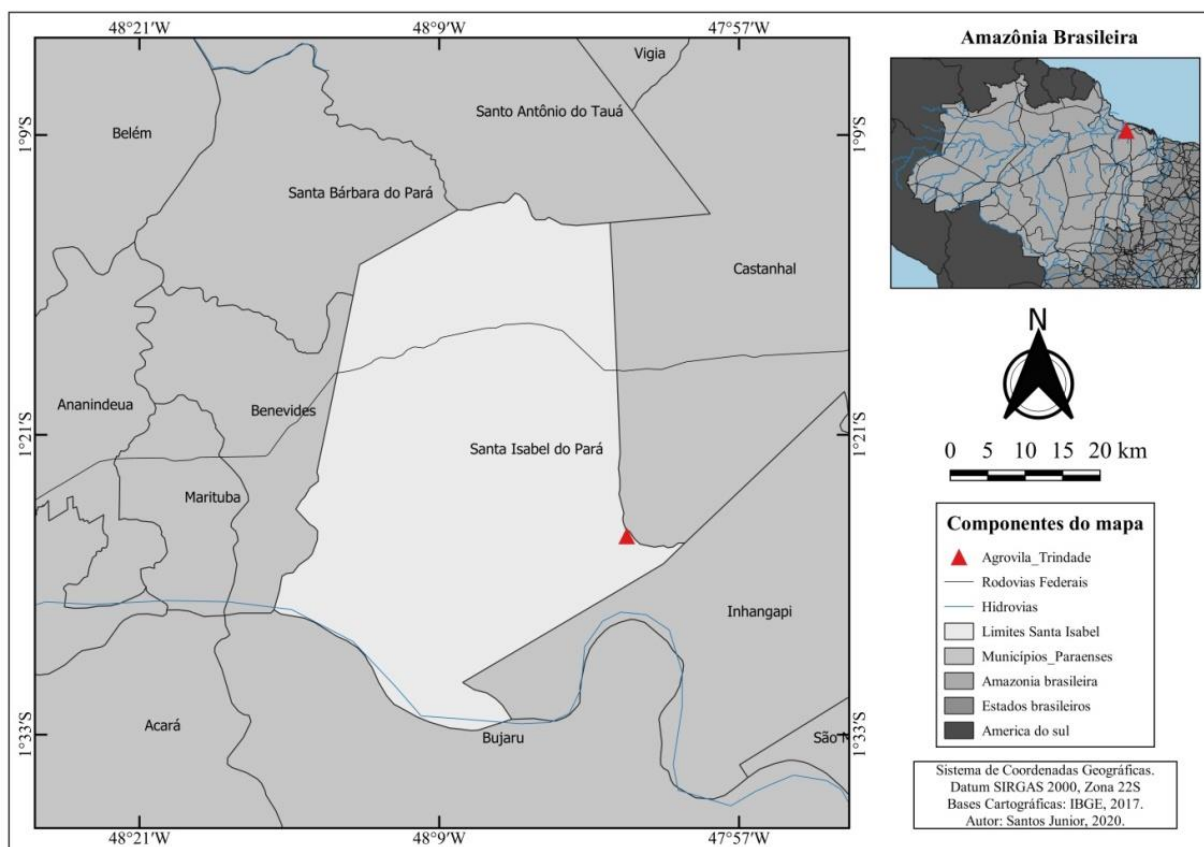
Um software BIM pode fornecer o quantitativo de diversos materiais de um modelo desde que seja configurado para tal. Deste modo, é uma tecnologia de suma importância para obras públicas, tendo em vista que pode minimizar ou mesmo extinguir a introdução de aditivos nestas obras e consequentemente se tornar uma medida anticorrupção eficaz. Segundo Stradiotto (2018) o sobrepreço e superfaturamento estão diretamente relacionados com os erros de quantitativos e a baixa qualidade dos projetos. A autora afirma ainda que além da qualidade dos projetos, a fiscalização em obras públicas também é ineficiente e oferece um ambiente ótimo para práticas de corrupção.

7. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

7.1 Seleção da área de estudo

A pesquisa foi realizada na Agrovila Santíssima Trindade que pertence ao município de Santa Isabel do Pará, cuja população estimada pelo IBGE é de 70.801 habitantes (2019) e área de 717,662 km² (2018). O município está localizado nas coordenadas 1°28'47''S e 47°56'24''W. A Vila Santíssima Trindade (figura 21) está localizada na zona rural do referido município nas coordenadas 1°24'59''S e 48°01'25''W.

Figura 21: Mapa de localização.



Fonte: Santos Junior, 2020.

A comunidade possui uma associação comunitária denominada de Associação Comunitária Remanescente de Quilombo da Vila Santíssima Trindade (ACRQVST). Esta associação é gerida por um presidente que é escolhido por meio de votação. O mandato do presidente é de quatro anos, todavia, existe a possibilidade de reeleição. Deste modo, a pesquisa foi realizada com a autorização e participação da presidente da comunidade. De

acordo com o histórico da comunidade obtido junto a esta associação e que se encontra em anexo, a comunidade possui cerca de 300 anos. A comunidade no dia 12 de Dezembro de 2020, recebeu da FCP, o certificado de Comunidade Quilombola.

O processo de obtenção deste título, de acordo com a presidente da associação, foi inicializado a partir da verificação dos livros destinados a escola de educação infantil, pois, junto a estes, constavam documentos que afirmavam que a destinação seria para colégios quilombolas. A partir destes, foram realizadas pesquisas e constatou-se que as vilas próximas a Vila Trindade, eram quilombolas. A partir destas premissas, no ano de 2013 começaram as reuniões para a sensibilização da comunidade a fim de iniciar de fato o processo de obtenção do título, tudo isso, pautado nos saberes dos três moradores mais antigos da comunidade.

Dentre as razões para escolha desta comunidade, a principal consiste na relação do autor com a mesma, tendo em vista que parte de sua família possui suas origens neste local. Além da relação familiar, o autor considerou os aspectos sanitários da comunidade, tendo em vista que esta possui deficits nas quatro vertentes do saneamento básico. Além destes, as infraestruturas de acesso a comunidade é outro parâmetro que foi levado em consideração, pois, estas não possuem sistemas de drenagem e nem pavimentação asfáltica, tornando a via pouco trafegável em épocas chuvosas, como é demonstrado na figura 22.

Figura 22: Via de acesso a Vila Santíssima Trindade.



Fonte: Autores, 2020.

7.2 Perfil socioeconômico

A Vila Santíssima Trindade é uma agrovila com aproximadamente 1.000 habitantes e partir da pesquisa descritiva, observou-se que as ocupações destes habitantes, são diversas, existindo aqueles que trabalham exclusivamente na agricultura, por meio do cultivo de hortaliças como alface, alfavaca, pimenta, cheiro-verde, maniva, mandioca e seus derivados, dentre eles, a farinha. O avô materno do autor (*in memorian*) foi um dos principais fornecedores de farinha da comunidade, assim como também, de seus derivados como o tucupi. Além da agricultura, existem moradores que trabalham criando animais, como aves, suínos e até bovinos, com ênfase para as aves.

Na comunidade existem alguns estabelecimentos comerciais, que vendem diversos produtos, com ênfase em produtos com prazo maior de validade como os manufaturados. Existem moradores que são proprietários de pequenos estabelecimentos, vendas, mercearias e lanchonetes. Existem moradores que trabalham no comércio das cidades de Castanhal e Santa Isabel e também existem aqueles que são servidores públicos principalmente da esfera municipal. As moradias na comunidade não seguem um padrão, contendo casas em alvenaria, em madeira, em pau a pique, misto de alvenaria e madeira, misto de madeira e pau a pique e misto em alvenaria e pau a pique.

Grande parte destas moradias apresentam banheiros em seu interior e tanques sépticos, entretanto, ainda existem aquelas que utilizam a famosa “casinha”. Observou-se também que muitas moradias possuem aparelhos de televisão e geladeira, todavia, computadores, *smartphones*, *tablets*, entre outros, não eram comuns. Grande parte dos moradores possuem bicicletas como principal meio de transporte, entretanto, é comum observar a grande circulação de motocicletas e um pequeno número de moradores que possuem carro.

No que diz respeito à energia, a comunidade é atendida com energia elétrica proveniente de redes de transmissão, entretanto, o fornecimento comumente torna-se indisponível. Isso ocorre pela logística das linhas de transmissão, uma vez que no percurso desta rede, existem diversas árvores e eventualmente galhos são quebrados ou quebram-se e, como consequência, rompem os cabos elétricos ocasionando a falta de energia.

Em relação ao acesso a internet, a comunidade é pouco atendida, tendo em vista que são poucos os moradores que o possuem e somente uma escola de ensino fundamental II possui uma rede *wifi* livre e que em determinados momentos do dia, não funciona adequadamente e este mau funcionalmente ocorre pela quantidade de acessos simultâneos.

7.3 Saúde, Segurança e Educação

No que concerne à saúde, a comunidade possui uma Unidade Básica de Saúde (UBS) que está demonstrada na figura 23. Esta atende a população regularmente e dentre as diversas ocorrências, podemos destacar a diarreia, que é uma doença de veiculação hídrica. No que diz respeito à educação, a comunidade possui uma escola de ensino infantil e uma escola de ensino fundamental I, ambas podem ser visualizadas na figura 24.

Figura 23: Unidade básica de saúde da Vila Santíssima Trindade.



Fonte: Autores, 2020.

Figura 24: Escolas de ensino médio (esquerda) e infantil (direita).



Fonte: Autores, 2020.

À medida que existe a verticalização para o próximo nível de ensino, os habitantes tem que se deslocar para outra vila, que possua o ensino fundamental II e o ensino médio ou se deslocar para a Cidade de Castanhal ou para o centro de Santa Isabel. Caso a opção seja outra vila, a mais próxima localiza-se a 6 km seguindo a continuação do ramal de acesso a Vila Trindade. Esta próxima vila, denomina-se Vila Pernambuco e está localizada as margens do Rio Guamá. A opção em Castanhal localiza-se a uma distância de aproximadamente 25 km e para o centro de Santa Isabel a distância é de 37 km. No que concerne à segurança, a comunidade não apresenta nenhum departamento de polícia, portanto, caso seja necessário registrar alguma ocorrência é necessário ir até a Vila Pernambuco.

7.4 Abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água é gerenciado pela comunidade, sem a intervenção do poder público. Ou seja, operação, manutenção, reparos e despesas são de responsabilidade dos comunitários. O abastecimento de água é dotado de captação subterrânea, adução, reservação e distribuição, não havendo, portanto, tratamento e tampouco desinfecção. A partir destas etapas a operação consiste em acionar o conjunto motor-bomba a partir do desabastecimento do reservatório, tendo em vista que tal sistema não é automatizado e nem possui as unidades de tratamento e desinfecção. A manutenção e os reparos consistem, respectivamente em inspecionar as unidades e efetuar trocas de acessórios de tubos ou mesmo de tubulações, caso estas sofram avarias.

A partir da pesquisa observacional, foi constatado que o conhecimento sobre a manutenção e os reparos é passado de geração para geração e na maioria das vezes é um serviço realizado por pessoas do gênero masculino. As despesas do sistema são basicamente energia e custos com reparos, entretanto, o custo com energia é o principal. Para arcar com estes custos, é cobrada pela ACRQVST, uma taxa pela utilização da água, no valor de R\$: 10,00. Entretanto, uma parcela dos moradores não consegue pagar esta taxa e consequentemente o montante para o pagamento não é adquirido, portanto, eventualmente o fornecimento de energia é interrompido por falta de pagamento.

Não foram obtidos os valores de inadimplência e a partir da pandemia, a situação agravou-se ainda mais. O manancial que fornece água para o abastecimento é subterrâneo e possui aproximadamente 20 m de profundidade e encontra-se em uma das cotas mais baixas da comunidade. De acordo com a presidente da ACRQVST, faz-se necessário pensar num

novo sistema de abastecimento de água a partir da quantidade de atendimentos na UBS da comunidade no que concerne a dentre outras, disenteria bacteriana, que consiste em uma doença de veiculação e que pode estar relacionada com o não tratamento da água consumida pela comunidade. Para encaminhar a água deste poço para o reservatório é utilizada uma bomba com potência de 0,75 cv e tubulações de diâmetro 32 mm por cerca de 100 m. Na figura 25 é possível observar a casa de bombas que contém a bomba que extrai água do manancial subterrâneo.

Figura 25: Casa de bomba.



Fonte: Autores, 2020.

O reservatório é de polietileno e possui aproximadamente 15.000 L de capacidade, sua estrutura é construída em concreto armado com altura de aproximadamente de 7 m do fundo ao solo, podendo ser visualizado por meio da figura 26.

Figura 26: Reservatório Vila Santíssima Trindade.



Fonte: Autores, 2020.

A rede de distribuição é composta por tubulações de diâmetros de 25, 32, 60 e 110 mm. Esses diâmetros foram obtidos com base nas tubulações aparentes e por meio de informações obtidas com moradores da comunidade, por conseguinte, as localizações destas tubulações e o projeto da rede, não foram obtidos. Na figura 27 são exibidas tubulações que estão aparentes em uma determinada área da comunidade, contudo, existem vários locais nestas condições.

Figura 27: Tubulações sem recobrimento adequado.



Fonte: Autores, 2020.

As tubulações expostas podem ser rachadas facilmente e eventualmente estarem submetidas à contaminação. O ambiente em que estas se encontram, também é favorável para isto, tendo em vista que, de acordo com a figura 27, é possível observar água parada ao redor destas tubulações.

7.5 Esgotamento sanitário

No que concerne a esgotamento sanitário, a única solução são os tanques sépticos, entretanto, não se pode afirmar que foram projetados e/ ou construídos seguindo as orientações das normas e legislações vigentes. Deste modo, podem vir a contaminar os mananciais subterrâneos e com isso propiciar o surgimento de doenças de veiculação hídrica. Tendo em vista que o manancial que fornece água ao sistema está localizado no ponto mais baixo da comunidade, existem grandes possibilidades deste estar poluído e/ou contaminado pela ação dos tanques sépticos. Na figura 28 é possível observar um tanque séptico na comunidade.

Figura 28: Tanque séptico na comunidade.



Fonte: Autores, 2020.

Na comunidade em questão, os tanques são unidades que recebem somente o esgoto proveniente das bacias sanitárias, ou seja, as águas negras. As águas provenientes de chuveiro, lavatórios, pias, entre outras, é disposta no solo ou nas valas de drenagem, deste modo, podem ocasionar a poluição do solo e das águas superficiais, tendo em vista que não existe tratamento. Além da poluição, isso pode proporcionar o aparecimento de vetores como mosquitos e roedores e, deste modo, no que concerne a esgotamento sanitário é possível afirmar que qualquer tipo de disposição utilizada na comunidade, possui consequência negativa para saúde e para o meio ambiente. Na figura 29 é possível verificar uma vala às margens de uma via contendo efluentes.

Figura 29: Lançamento de efluente em via pública.



Fonte: Autores, 2020.

7.6 Resíduos Sólidos

A comunidade não é atendida com o sistema de coleta de resíduos sólidos do município de Santa Isabel e com isso, na maioria das vezes, tais resíduos são queimados ou dispostos no solo de maneira rudimentar. Essas soluções propiciam a contaminação do ar, da água e do solo, tendo em vista que são realizados sem qualquer tipo de suporte técnico. Na figura 30 é possível visualizar resíduos sólidos dispostos a céu aberto e na figura 31 é possível observar os resultados de incineração de resíduos sólidos.

Figura 30: Disposição de resíduos no solo.



Fonte: Autores, 2020.

Figura 31: Incineração de resíduos.



Fonte: Autores, 2020.

7.7 Drenagem

A comunidade não possui sistemas de drenagens convencionais, deste modo, utiliza valas que encaminham as águas pluviais para os corpos hídricos. A falta de coleta dos resíduos em conjunto com o déficit em sistemas de drenagem e esgoto sanitário, propiciam a contaminação e poluição dos corpos hídricos superficiais da comunidade, tendo em vista que tanto os resíduos e águas cinza, são depositados no solo e podem vir a escoar superficialmente quando em contato com águas pluviais, promovendo então, a poluição e contaminação dos corpos hídricos. A figura 32 retrata um dos corpos hídricos da comunidade.

Figura 32: Corpo hídrico na comunidade.



Fonte: Autores, 2020.

8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa começou a ser realizada mediante o contato com a presidente da Associação Comunitária Remanescente de Quilombo da Vila Santíssima Trindade que por sua vez aceitou no primeiro contato, tendo em vista a importância da pesquisa para o desenvolvimento socioeconômico da comunidade.

8.1 Tipo de estudo

A pesquisa consiste em um estudo de caso que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013) possui dentre suas características, a coleta e a análise de informações sobre um

determinado grupo, a fim de estudar seus variados aspectos. Os autores afirmam ainda que este tipo de pesquisa possui caráter qualitativo e/ou quantitativo visando um estudo aprofundado sobre o objeto abordado.

Esta pesquisa apresenta ainda caráter exploratório que, segundo Gil (2008) possui o objetivo de proporcionar visão geral acerca do problema da pesquisa e, por este fato, constituem uma primeira etapa de investigação mais aprofundada. A pesquisa possui também caráter descritivo, uma vez que possuiu como objetivo descrever a situação da comunidade no que concerne a saneamento, com ênfase em sistema de abastecimento de água. Os autores Prodanov e Freitas (2013) afirmam que na pesquisa descritiva os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados. A pesquisa precisou ser dividida em dois momentos: antes e depois do início da pandemia.

A elaboração de um projeto de um sistema de abastecimento de água deve ser precedida de um estudo sobre as características socioeconômicas da área impactada, deste modo, inicialmente seriam aplicados questionários para a obtenção de informações para traçar o perfil socioeconômico da comunidade, podendo caracterizar a pesquisa como descritiva e pesquisa-ação. Concretizada esta etapa, a comunidade seria sensibilizada a buscar soluções para suas problemáticas, por meio de oficinas, treinamentos, entre outras práticas que despertassem o interesse desta pela articulação comunitária, como forma de obter o desenvolvimento coletivo de modo a acompanhar e interagir no processo de elaboração do projeto do sistema de abastecimento de água e energia fotovoltaica.

Entretanto, a partir do evento supracitado, surgiu a necessidade de reformular tais práticas. A pesquisa descritiva permaneceu, entretanto, os dados para qualificar o perfil socioeconômico, foram obtidos a partir de convenções adotadas por Heller e Pádua (2016) e da pesquisa observacional. A pesquisa-ação deu lugar à pesquisa observação participante, em que foi necessário manter contato via aplicativos de mensagens com a presidente da ACRQVST para então elaborar o projeto proposto. Foi realizada também a descrição das instalações de saneamento existentes, com ênfase no SAA, com o propósito de entender seu funcionamento, bem como suas limitações.

8.2 Coleta de dados

8.2.1 Revisão de Literatura

Os dados a serem coletados foram estabelecidos mediante a revisão de literatura. Esta etapa possuiu a finalidade de contextualizar a problemática da pesquisa (OLIVEIRA, 2011), bem como as possíveis soluções para os problemas abordados. Para esta, foram buscados estudos em bancos de teses e dissertações, periódicos, livros, normas, legislações e sites.

8.2.2 Aplicação de questionários e entrevista

A aplicação de questionários seria um dos meios de obtenção do perfil socioeconômico a fim de adquirir informações para adotar um consumo compatível com as peculiaridades locais. O questionário que seria aplicado aos comunitários, encontra-se no apêndice A, e nele estão contidas dentre outras, indagações sobre a renda, a escolaridade, a faixa etária e a quantidade de residentes no domicílio.

No que diz respeito ao público que seria submetido aos questionários, foi utilizado como parâmetro, as definições da SurveyMonkey, que consiste numa referência de softwares de questionários. De acordo com esta plataforma, para uma população de 1.000 pessoas, visando 90% de confiança, o valor da amostra deve ser de 215 pessoas (SERVEYMONKEY, 2020). A obtenção deste perfil visa atender às premissas da NBR 12.211 de 1992, a qual orienta que é necessário estudar a população e seu padrão socioeconômico para a elaboração de um projeto de um SAA.

A partir da mudança de cenário, houve a necessidade de elaborar uma entrevista estruturada com a presidente da ACRQVST, com perguntas discursivas a fim de obter informações referentes à quantidade de moradores, características do manancial e características do sistema de captação existente e esta se encontra no apêndice B. Para tanto, foi solicitado à presidente, a formalização das contribuições da mesma por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), autorizando assim, a utilização de suas respostas para compor os resultados deste e dos trabalhos resultantes deste estudo. Tendo em vista a pandemia, o contato com a presidente da comunidade ocorreu predominantemente via aplicativos de mensagens.

8.3 Interações com a comunidade

Inicialmente, a comunidade seria impactada com oficinas a respeito das Tecnologias Sociais para Saneamento, Saúde e Ambiente e, deste modo, enfatizar a importância da participação da população no processo de obtenção da solução para suas problemáticas. As oficinas seriam compostas por palestras e treinamentos que serão abordados a seguir.

8.3.1 Palestras

Seriam apresentadas três palestras nos meses de Março, Julho e Novembro de 2020 e estas abordariam respectivamente Saneamento e Saúde; Sistemas de Abastecimento de Água e Tecnologias Sociais. As palestras seriam realizadas com o intuito de capacita-los a opinar no desenvolvimento do sistema de abastecimento de água alimentado por energia fotovoltaica. Opinar de forma colaborativa ou restritiva, tendo em vista que a comunidade será impactada diretamente pelo sistema. Os assuntos abordados nestas palestras estão contidos no quadro 2.

Quadro 2: Descrição das palestras.

Palestra	Conteúdo a ser abordado
Saneamento e Saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre ausência/déficits em saneamento e doenças; • Doenças de veiculação hídrica; • Importância do saneamento para a saúde; • Saneamento Ambiental.
Sistemas de Abastecimento de Água	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento de água e saúde; • Configurações de sistemas de abastecimento de água; • Importância do abastecimento de água para o desenvolvimento.
Tecnologias Sociais	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos de Tecnologias Sociais; • Tecnologias Sociais para Saneamento; • Tecnologias Sociais para Energia; • Autogestão do sistema.

Fonte: Autores, 2020.

8.3.2 Treinamentos

Os treinamentos seriam realizados visando capacitar os comunitários a realizar além da operação e manutenção do sistema, o tratamento individualizado da água, tendo em vista a

ausência desta etapa no sistema existente. Estes treinamentos ocorreriam nos meses de Março e Novembro com o objetivo de tornar os comunitários, aptos a realizar manutenção e reparos no sistema de forma eficiente e sustentável. Estes visariam também, tornar a comunidade capaz de realizar a execução de algumas etapas da implantação do novo sistema como, por exemplo, a rede de distribuição. As atividades que seriam realizadas nestes estão contidas no quadro 3.

Quadro 3: Descrição dos treinamentos.

Ação	Descrição
Tratamento de água	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização do Hipoclorito de sódio; • Utilização da filtração; • Fervura.
Reparos no sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Conexões de tubos; • Substituição de conexões; • Substituição de tubulações.

Fonte: Autores, 2020.

8.3.3 Encontro com a comunidade

Entretanto, as ações como as palestras e treinamentos não aconteceram, fazendo-se necessário alterar tais métodos para dar prosseguimento ao projeto. No mês de agosto de 2020, a presidente da associação solicitou a apresentação do projeto à comunidade, a fim de mostrar os resultados da elaboração do projeto. Esta apresentação foi uma atividade de suma importância, pois, mesmo com a obtenção de dados via entrevista por meio de aplicativos de mensagens, surgiu à necessidade de definir a localização do poço e do reservatório a partir das experiências dos comunitários sobre a área de estudo.

Além das definições de projeto, a interação comunitária visou também compartilhar conhecimento sobre a importância do abastecimento de água para a saúde e as implicações que a ausência ou déficits destes sistemas proporcionam para a comunidade. Este encontro presencial ocorreu no dia 15 (quinze) de agosto de 2020, todavia, seguindo as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), no que concerne a distanciamento social que consiste em medidas aplicadas a entornos sociais ou à sociedade em sua totalidade para reduzir a velocidade de propagação da Covid 19 (OMS, 2020). A tecnologia social possui dentre suas características a interação humana para solucionar um determinado problema social, entretanto, em função do cenário mundial, essa característica foi reduzida, contudo,

espera-se que mesmo com recursos reduzidos, todos possam fazer sua parte tanto em relação à pandemia, quanto ao desenvolvimento comunitário.

8.4 Análise dos dados

Os dados a serem analisados seriam provenientes da aplicação do questionário. Estes seriam tabulados e reescritos em forma de tabelas e gráficos. Seria utilizado para tal ação, o *software Microsoft Office Excel* em sua versão 2010.

8.5 Projeto das instalações hidráulicas

As principais diretrizes para a elaboração do projeto foram o consumo per capita; o alcance; a população para o alcance e os coeficientes de reforço. A partir destes parâmetros a elaboração foi inicializada com o projeto topográfico. O projeto proposto é composto por captação; adução; reservação e distribuição. O projeto destas unidades foi elaborado com o auxílio de *softwares* que utilizam o BIM, sendo estes de difícil acesso, uma vez que o custo para obtê-los é alto. A Autodesk, por conseguinte, disponibiliza alguns *softwares* para estudantes e professores. Para que estes os utilizem, é necessário realizar um cadastro em sua plataforma. A licença para estes casos possui duração de três anos a partir da data de cadastro. As plataformas utilizadas para elaboração do projeto do SAA foram: Infracore (IW), Civil 3D (C3D) e o Revit, todos da Autodesk, obtidos por meio da licença para estudantes e professores.

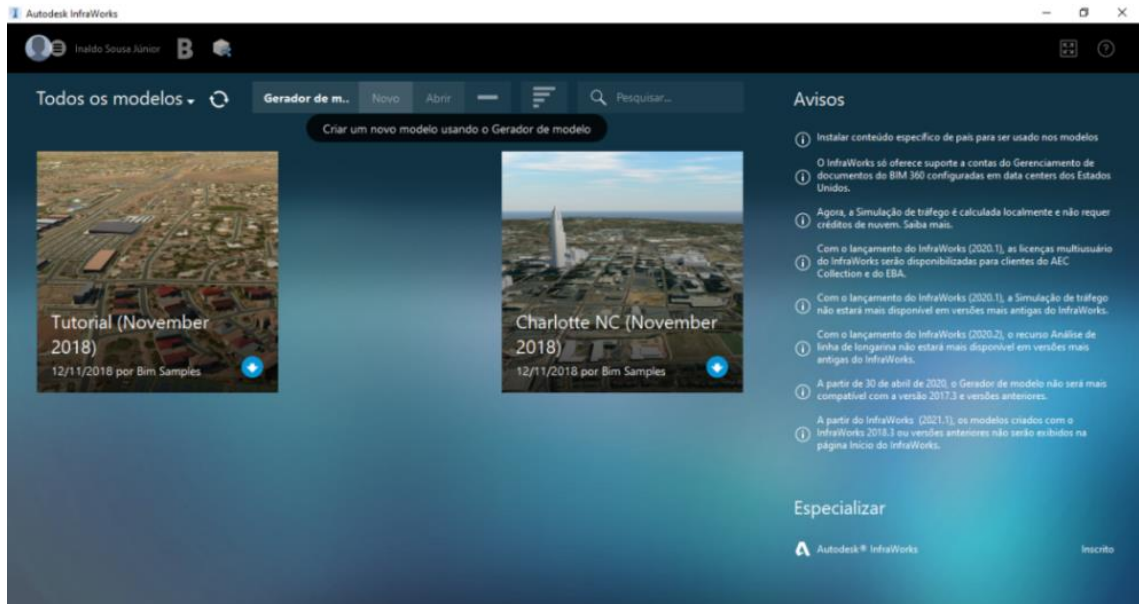
8.5.1 Topografia

A topografia é uma das principais etapas que antecedem a elaboração do projeto, pois, a partir dela, decisões como o traçado das redes podem ser tomadas de modo a adotar o melhor custo benefício. O levantamento topográfico foi realizado remotamente com o auxílio do *software* IW. Este possui o objetivo de aplicar a modelagem da informação da construção em projetos de infraestrutura.

O IW utiliza a base de dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) que são bases públicas com informações sobre elevação de terreno em nível global. Com isso, ele associa o BIM ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando extração de topografias nas mais variadas localidades do planeta. A topografia da comunidade foi

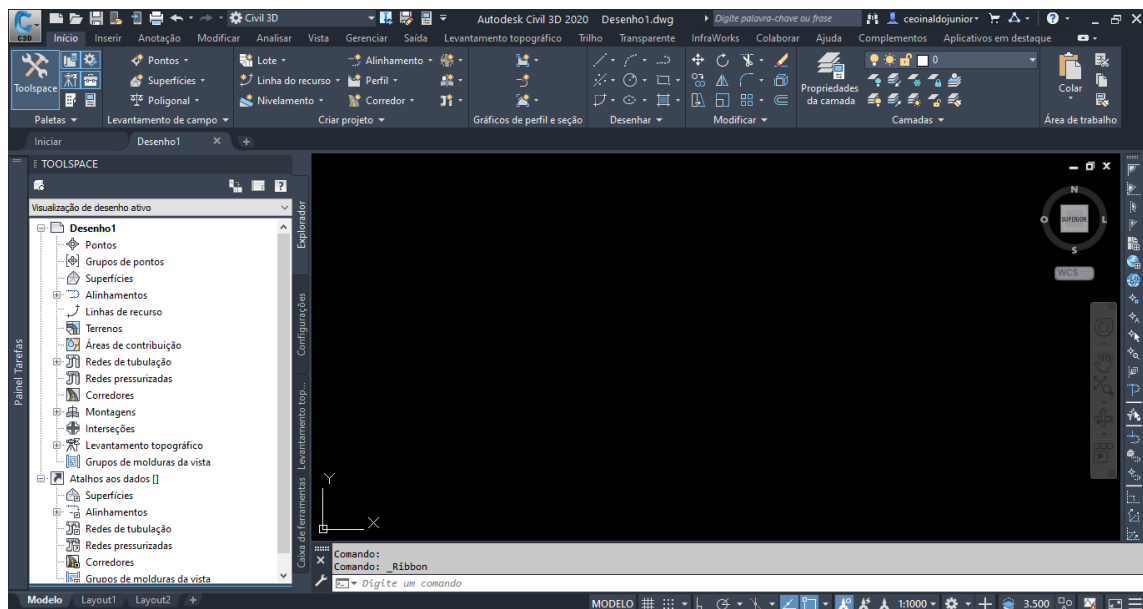
exportada para o C3D, o qual alinha o CAD ao SIG e ao geoprocessamento com a finalidade de facilitar a modelagem de itens não identificados pelo IW. A figura 33 contém a interface do IW e a figura 34 contém a interface do C3D.

Figura 33: Interface Infraworks.



Fonte: Autores, 2020.

Figura 34: Interface Civil 3D.



Fonte: Autores, 2020.

8.5.2 Alcance de projeto

Para dimensionar as unidades do sistema, primeiramente foi necessário determinar o alcance do projeto. Portanto, este foi estabelecido de acordo com as experiências de Heller e Pádua (2016). Estes autores afirmam que o alcance está compreendido entre 8 e 12 anos, sendo utilizado comumente 10 anos. Com isso, a população para o alcance do projeto foi calculada de acordo com a equação 1.

$$P = P_0 \cdot (1 + i)^A \quad (1)$$

Em que P é a população em função do alcance em (hab); P_0 é a população no início do projeto em (hab); i é a taxa de crescimento populacional e A é o alcance de projeto em anos. A taxa de crescimento foi obtida no Censo 2010, tendo em vista que perante o cenário da Pandemia, ainda não existem dados referentes ao Censo 2020.

8.5.3 Vazão média

De acordo com Heller e Pádua (2016) todas as vazões necessárias para o dimensionamento das unidades de um sistema de abastecimento de água, dependem da equação 2, que é a equação da vazão média.

$$Q \left(\frac{l}{s} \right) = \frac{P \cdot q}{86.400} \quad (2)$$

Em que Q é a vazão média em (l/s); P é a população em (hab) e q é o consumo per capita em (l/s) e este depende do porte da localidade em que será implantado o sistema. Assim como a vazão, existem outros parâmetros que são de suma importância nos cálculos de sistemas de abastecimento de água, que são os coeficientes de reforço. Geralmente, os coeficientes utilizados no projeto de SAAs são o Coeficiente do dia de maior consumo (k_1) e o Coeficiente da hora de maior consumo (k_2). A tabela 1 contém as variabilidades do consumo per capita em função do porte da localidade e tabela 2 contém determinados valores de coeficientes de reforço.

Tabela 1: Consumo per capita.

Porte da comunidade	Faixa populacional (hab)	Per capita (L/hab.dia)
Povoado rural	<5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade grande	> 250.000	150 a 300

Fonte: Heller; Pádua, 2016.

Tabela 2: Coeficientes de reforço.

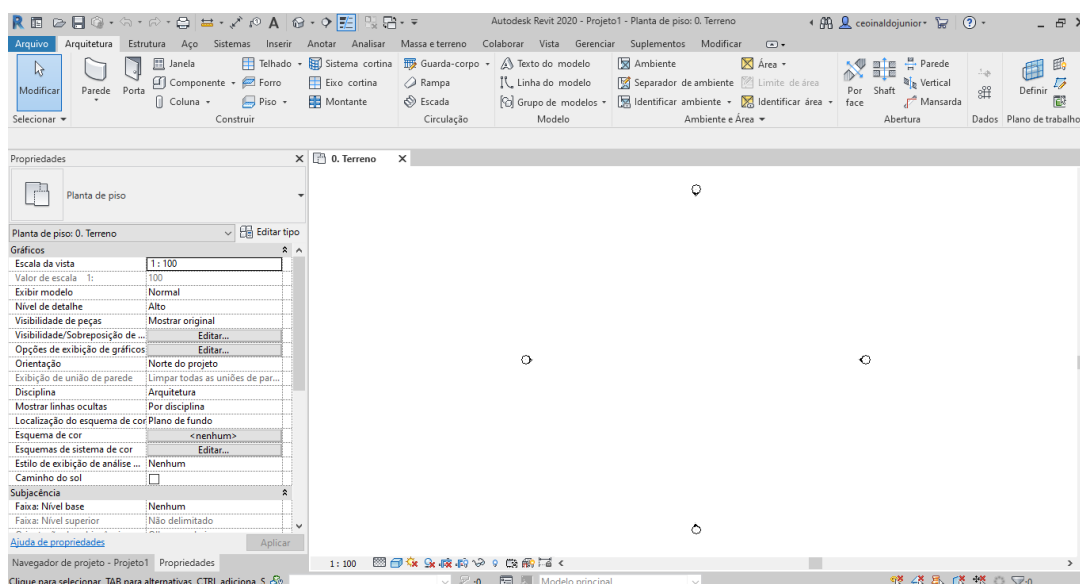
Autor/Entidade- Ano	Local	k1	k2
Cetesb (1978)	Valinhos	1,25-1,42	2,08-2,35
Tsutiya (1989)	São Paulo	1,08-3,08	1,5-4,3
Saporta <i>et al.</i> (1993)	Barcelona	1,10-1,25	1,3-1,4
Walski <i>et al.</i> (2001)	EUA	1,2-3,0	3,0-6,0
AEP (1996)	Canadá	1,5-2,5	3,0-3,5

Fonte: Adaptado de Tsutya, 2004.

8.5.4 Manancial e Captação

A partir do manancial, todas as unidades do projeto foram modeladas por meio da utilização do *software* Autodesk Revit (2020). Este utiliza o BIM, que foi concebido primeiramente para modelagem de projetos de Arquitetura, entretanto, se tornou uma ferramenta robusta que abriga além desta, as disciplinas, de estruturas, topografia e *Mechanical, Electrical and Plumbing* (MEP). Para o desenvolvimento de seus modelos, o Revit necessita de um arquivo padrão que contenha as definições e características do tipo de projeto que será executado, este arquivo é denominado de *template*. Para a composição do *template* utilizado para esta etapa, foi necessário realizar buscas em bancos de dados de fabricantes e bibliotecas BIM, objetivando encontrar objetos digitais, como bombas e painéis fotovoltaicos. A interface do software Revit (2020) pode ser observada na figura 35.

Figura 35: Interface do Revit.



Fonte: Autores, 2020.

Os dados sobre o manancial foram determinados em conjunto com a ACRQVST e este consistiu em um manancial subterrâneo, tendo em vista os comunitários possuem experiência em operar sistemas com tal manancial. No que concerne à captação, a presidente da associação informou que a comunidade possui um conjunto motor bomba de 1,5 cv e solicitou que fosse analisada a sua inclusão no projeto. Para tanto, foi necessário dimensionar um conjunto que se adequasse as premissas da comunidade e posteriormente, realizar uma comparação com as características da bomba que está em poder da comunidade. O dimensionamento deste conjunto foi realizado de acordo com as orientações da NBR 12.214 de 1992 e por meio da utilização da equação 3.

$$Q_{prod} = \frac{Q \cdot k1 \cdot 24}{t} * \left(1 + \frac{qeta}{100}\right) + Qs \quad (3)$$

Em que Q_{prod} é a vazão de produção em (l/s); Q é a vazão média em (l/s); $k1$ é o coeficiente do dia de maior consumo; t é o período de funcionamento da captação em horas; $Qeta$ é vazão utilizada pela ETA em seus processos em porcentagem e Qs é a vazão de grande consumidor em (l/s). A determinação de uma bomba deve levar em consideração, dentre outros, a vazão, o tempo de funcionamento da unidade e a Altura Manométrica Total (HMT), sendo que esta foi obtida por meio da equação 4.

$$HMT = Hg + \Delta hf \quad (4)$$

Em que HMT é a altura manométrica total em m; Hg é o desnível geométrico em m e Δhf diz respeito à perda de carga total em m. O cálculo do desnível geométrico foi realizado após as definições sobre a localização e profundidade do poço, as quais ocorreram em apartir da participação da comunidade na reunião proposta por estes. Estes parâmetros são de suma importância, pois, irão definir o caminho da água desde o manancial até a entrada do reservatório, bem como as tubulações e seus acessórios, os quais são necessários para calcular a Δhf . A partir da obtenção deste parâmetro, foi possível calcular a potência da bomba por meio da equação 5.

$$Ph = \frac{\gamma \cdot Qr \cdot Hmt}{75} \quad (5)$$

Em que Ph é a potência hidráulica em cv; γ é o peso específico da água em kgf/m³; Qr é a vazão de recalque em m³/s e Hmt é a altura manométrica em m. De acordo com Azevedo Netto *et al.* (1998), é necessário utilizar um fator de segurança ao dimensionar uma bomba e este fator depende da potência obtida pelo dimensionamento, como descrito na tabela 3, sendo assim, a equação 6 rege a potência real da bomba.

Tabela 3: Fator de segurança.

Fator de segurança (%)	Potência dimensionada (cv)
50	2
30	2 < Ph < 5
20	5 < Ph < 10
15	10 < Ph < 20
10	20 < Ph

Fonte: Adaptado de Azevedo Netto *et al.*, 1998.

$$Pr = Ph + Ph \cdot Fs \quad (6)$$

Em que Pr é a potência real da bomba em cv; Ph é a potência hidráulica em cv e Fs é o fator de segurança.

8.5.5 Adução

A adução é um conjunto de tubulações e acessórios com a finalidade de transportar a água entre as unidades do tratamento. A adução foi dimensionada a partir da vazão de adução calculada por meio da equação 7.

$$Q_{adu} = \frac{Q \cdot kl \cdot 24}{t} \quad (7)$$

Em que Q_{adu} consiste na vazão de adução em m³/s; Q é a vazão média em m³/s; kl é o coeficiente do dia de maior consumo e t é o tempo de funcionamento do sistema de recalque em h. Foi utilizada a equação 8 para verificar as velocidades da água em função da seção de cada diâmetro.

$$vt = \frac{Qb}{st} \quad (8)$$

Em que vt é a velocidade na tubulação em m/s; Qb é a vazão de adução da bomba em m³/s e st é a área da seção do tubo em m². A tabela 4 foi utilizada para definir o diâmetro das tubulações de adução a partir da velocidade limite suportada para cada diâmetro de distintos materiais.

Tabela 4: Velocidades máximas de sucção na captação.

Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	
	PVC	Ferro Fundido
50	0,7	3
75	0,8	3
100	0,9	3
150	1,0	3
200	1,0	3

Fonte: Adaptado parcialmente de ABNT, 1992d.

8.5.6 Sugestão de Tratamento

O tratamento sugerido para a comunidade foi à utilização do Hipoclorito de sódio, uma vez que não puderam ser realizadas análises para caracterizar a água dos mananciais da

comunidade. Por este fato, na reunião de apresentação do andamento do sistema, foi abordada a utilização de tal solução.

8.5.7 Reservação

A elaboração de um projeto de um reservatório deve levar em consideração fatores como a topografia da região em que o sistema será instalado; o tipo e material do reservatório; qual o número de unidades; dentre outros. Para alguns projetistas o volume do reservatório deve satisfazer a uma demanda diária, entretanto, isso resulta em volumes elevados, dependendo de qual a quantidade de pessoas que este reservatório abastecerá. Com base em problemáticas como esta, pesquisadores do assunto adotaram um volume mínimo para ser empregado para a reservação, que é regido pela equação 9.

$$V_{res} = \frac{k_2 - 1}{\pi} \cdot 24 \cdot k_1 \cdot Q_{médio} \quad (9)$$

Em que V_{res} é o volume mínimo do reservatório em (m³); k_2 é o coeficiente da hora de maior consumo; k_1 é o coeficiente do dia de maior consumo e $Q_{médio}$ é a vazão média em (m³/h). O cálculo do volume do reservatório também deve conter a reserva para incêndio e esta, varia de acordo com as orientações técnicas locais e também a critério do projetista. A NBR 12.217 de 1994 orienta que o volume calculado com todas as demandas deve ainda ser multiplicado pelo fator de segurança 1,2 (um e dois décimos) e este deve ser adotado tendo em vista as incertezas da elaboração do projeto (ABNT, 1994b). Para modelar o reservatório foi utilizado o Revit (2020).

8.5.8 Rede de distribuição

A rede de distribuição foi dimensionada utilizando a vazão de distribuição de acordo com a equação 10.

$$Q_{red} = Q \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (10)$$

Em que Q_{red} é a vazão de distribuição em (l/s); Q é a vazão média em (l/s); k_1 é o coeficiente do dia de maior consumo e k_2 é o coeficiente da hora de maior consumo.

Conforme Heller e Pádua (2016), para dimensionar as tubulações de uma rede de distribuição, é necessário criar uma planilha de cálculo, com informações sobre a vazão de distribuição, os comprimentos das tubulações, a perda de carga, a cota piezométrica, entre outros.

A partir destas premissas, foi elaborada uma planilha eletrônica no *Microsoft Office Excel* (2010), com o objetivo de agilizar a obtenção dos resultados. As tubulações foram dimensionadas tendo como fatores limitantes a vazão e velocidade para cada diâmetro. A tabela 5 contém as velocidades e vazões máximas para cada diâmetro de tubulação utilizada no desenvolvimento do projeto.

Tabela 5: Velocidade e vazão máximas.

Diâmetro	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)
50	1,4	0,7
75	4	0,9
100	7,9	1,00
150	17,7	1,00
200	35	1,10

Fonte: Adaptado parcialmente de Azevedo Netto *et al.*, 1998.

Para modelar a rede foi necessário criar um *template* de infraestruturas de águas. A Tigre, por exemplo, possui tal ferramenta para modelagem de instalações hidrossanitárias prediais, entretanto, existem limitações no que concerne aos tipos de materiais das tubulações e seus diâmetros. Deste modo, foi elaborado um *template* que contivesse diâmetros comerciais que variam de 50 mm a 300 mm de materiais como PEAD e SPVC.

8.6 Sistema Fotovoltaico

A pesquisa dimensionará um SFV ligado à rede de energia elétrica da concessionária, ou seja, um sistema on-gridd e a elaboração deste sistema, leva em consideração o conceito básico de energia, que consiste no produto da potência pelo tempo de utilização do(s) equipamento(s) calculada por meio da equação 11.

$$E = P \cdot t \quad (11)$$

Em que E é a energia em kWh; P é a potência em kW e t é o tempo de utilização em h. A partir deste conceito, a aplicabilidade em SFVs consiste na energia a ser fornecida pelo

sistema em função da potência dos painéis fotovoltaicos e de seu tempo de exposição aos raios do sol. Um SFV on-gridd é formado basicamente por painéis fotovoltaicos, cabeamento, inversor e conexões com a rede existente. Simplificadamente, o dimensionamento de um SFV pode ser realizado por meio da determinação de 5 (cinco) parâmetros:

8.6.1 Potência dos equipamentos

O dimensionamento de um SFV deve levar em consideração a potência dos equipamentos que serão alimentados por ele, o número de equipamentos e o tempo de utilização deste conjunto de equipamentos. O quadro 4 possui os parâmetros energéticos associados ao tipo de equipamento e a equação 12 foi utilizada para calcular a energia necessária para o funcionamento das unidades.

Quadro 4: Equipamentos da casa de bombas.

Equipamento	Quantidade	Potência (kW)	Funcionamento (h)	Total (kWh/dia)
x	x	x	X	X

Fonte: Autores, 2020.

$$Eg = \sum(Pn. qn. hn) \quad (12)$$

Em que Eg é a energia necessária em kWh/dia; Pn é a potência de um n equipamento; qn é a quantidade de n e hn é o tempo de funcionamento do n equipamento em h. Com a finalidade de proteger o manancial subterrâneo e o sistema de bombeamento, foi elaborado um projeto básico de uma casa de bombas, o qual possui um ponto de iluminação e um ponto de alimentação. Estas unidades elétricas foram determinadas tendo em vista a possibilidade de realizar alguma correção ou a manutenção do sistema de bombeamento.

8.6.2 Dados solarimétricos

Os dados solares referem-se ao índice de irradiação solar, que consiste no tempo de exposição de uma localidade aos raios solares. Este índice foi obtido no site do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), que contém dados do programa *SunData* 3.0 de 2017, dados de irradiação solar média diária e mensal, visando oferecer apoio ao dimensionamento de SFVs (CRESESB, 2020b). Para acessar esses dados, é

necessário ter em posse, as coordenadas da localidade em que se deseja elaborar o projeto e inseri-los no espaço reservado no site. Os valores das coordenadas geográficas podem ser inseridos em dois formatos, graus decimais (00.00°) ou graus, minutos e segundos (0°00'00").

8.6.3 Rendimento

O rendimento está diretamente relacionado com as perdas nos sistemas decorrentes de diversos fatores. De acordo com Pinho e Galdino (2014), as perdas podem ser decorrentes de quedas de tensão devido à resistência de conectores e cabeamento; sujeira na superfície dos painéis; sombreamento; eficiência do inversor; carregamento do inversor; mismatch⁴; resposta espectral, temperatura operacional; dentre outras. Os supracitados autores afirmam ainda que a taxa de desempenho dos SFV em localidades bem ventiladas e não sombreadas varia entre 70 e 80% nas condições de irradiação solar brasileiras, entretanto, o desempenho é intimamente ligada à temperatura e a tecnologia utilizada. Para esta pesquisa, o rendimento adotado foi de 75%, tendo em vista trata-se de uma localidade tropical com índices de irradiação solar satisfatórios.

8.6.4 Quantidade de painéis fotovoltaicos

Os painéis fotovoltaicos podem assumir diferentes configurações, desde material, dimensões, potências, entre outras. Mesmo painéis de configurações idênticas, podem apresentar comportamentos diferentes. Para minimizar o fenômeno do Mismatch, é necessário utilizar no SFV o mesmo modelo de painéis, ou seja, mesmo fabricante e mesma potência. A equação 13 foi utilizada para calcular a potência total que será fornecida pelos painéis.

$$Pt = \frac{Eg}{Te \cdot \eta} \quad (13)$$

Em que Pt é a potência total dos painéis fotovoltaicos em kWh/dia; Eg é a energia necessária para o funcionamento dos equipamentos; Te é o tempo de exposição solar e η é o rendimento adotado para o sistema. O número de painéis depende da potência de um painel e esta, varia de acordo com fatores como, as dimensões e o material. A partir da obtenção da potência total dos painéis, o número destes foi obtido por meio da equação 14.

⁴ Mismatch refere-se à diferença de rendimento entre duas placas, mesmo que sejam do mesmo modelo.

$$Np = \frac{Pt}{Pu} \quad (14)$$

8.6.5 Inversor

Os painéis fotovoltaicos são equipamentos que fornecem corrente contínua, entretanto, equipamentos como eletrodomésticos e eletroeletrônicos utilizam a corrente alternada. Deste modo, é necessária a utilização de um equipamento denominado de Inversor, cuja função é converter a potência proveniente dos painéis fotovoltaicos cuja corrente é contínua, em potência de corrente alternada. A potência do inversor deve ser a mesma potência do total dos painéis e pode ser calculada pela equação 15 com tolerância de até 20%.

$$Pi = Pu \cdot Np \quad (15)$$

Em que Pi é a potência do inversor em kW; Pu é a potência de um painel e Np é a quantidade de painéis fotovoltaicos.

9. RESULTADOS

9.1 Estratégia de interação comunitária

A entrevista estruturada adquiriu informações concernentes aos parâmetros necessários para elaboração do projeto do sistema de abastecimento de água, como a quantidade de pessoas a serem atendidas e informações sobre o sistema existente. Contudo, vale ressaltar que, a pedido da presidente da ACRQVST foi necessário realizar um encontro presencial para apresentar o projeto. A tecnologia social possui dentre suas diretrizes, a participação da sociedade no processo de implantação de tecnologias para sanar problemas sociais. Tendo em vista a pandemia do Corona vírus, ocorreu apenas uma interação presencial com a comunidade, visando discutir dentre outros temas, a localização do manancial e do reservatório. Este encontro ocorreu seguindo as orientações da OMS no que concerne a distanciamento social.

Em suma o distanciamento social prevê reduzir a quantidade de pessoas interagindo entre si objetivando minimizar a quantidade de pessoas infectadas pelo Corona Vírus. O encontro foi planejado durante o mês de julho visando apresentar todas as etapas de

elaboração do projeto, desde o contato inicial com a presidente da associação comunitária, até as unidades que já haviam sido dimensionadas. Deste modo, a presidente da associação comprometeu-se a convidar alguns dos comunitários por meio de grupos de aplicativos de mensagens, de forma verbal e por meio de avisos escritos. O processo de apresentação iniciou-se com a chegada do apresentador à comunidade, e este foi recebido apenas pela presidente da associação, tendo em vista a necessidade de mínima interação social.

A partir das premissas supracitadas, houve um limitado número de pessoas na troca de experiências e definições do projeto, contudo, os comunitários que compareceram abordaram seus anseios em relação ao projeto e contribuíram para sua elaboração. Esta interação foi marcada por momentos importantes como os apresentados nas figuras 36.

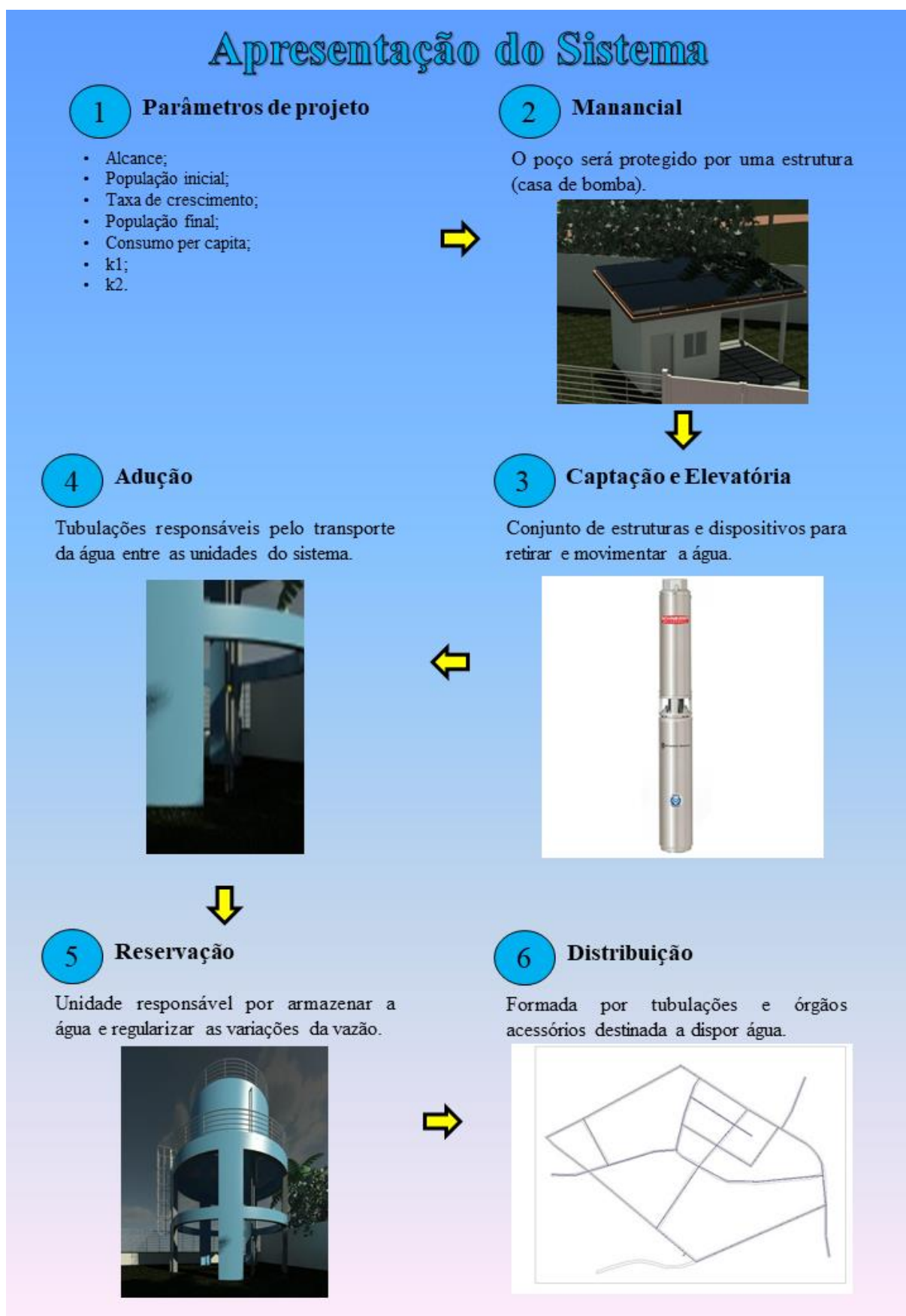
Figura 36: Compartilhamento de experiências.



Fonte: Autores, 2020.

No encontro foram especificados os parâmetros para o dimensionamento do projeto, como população inicial, alcance de projeto, taxa de crescimento populacional, população final, entre outros. Foi abordada ainda, a problemática do manancial existente, por este estar localizado em um ponto de possível convergência dos efluentes dos tanques sépticos e as possíveis consequências do consumo de água sem tratamento. A figura 37 contém um resumo do que foi apresentado aos comunitários.

Figura 37: Síntese da apresentação do projeto.



O desafio no processo de apresentação consistiu nas medidas de atendimento ao distanciamento social, tendo em vista a possibilidade de um grande número de pessoas comparecerem à apresentação, entretanto, isso não ocorreu e a apresentação se deu de forma satisfatória. A comunidade ao decorrer da apresentação indagou sobre a implantação do sistema, e com isso foi abordado que se tratava apenas do projeto, contudo, foi explicitado que é possível pleitear recursos para sua implantação, seja por edital de fundações como a Fundação Banco do Brasil ou pela FUNASA, já que na época da apresentação a comunidade já aguardava a titulação de comunidade Quilombola. Na figura 38 é possível observar ao fundo do apresentador, o projeto da comunidade sendo exposto para a mesma.

Figura 38: Apresentação parcial do projeto.



Fonte: Autores, 2020.

9.2 Projeto do Sistema de Abastecimento de Água

A NBR 12.211 de 1992 orienta que sejam descritas as características da área que será implantado o SAA a fim de estabelecer as melhores configurações para o sistema, seja técnica, econômica ou socialmente.

9.2.1 Parâmetros de projeto

O padrão socioeconômico é um dos fatores que determina a escolha do consumo per capita. Tendo em vista a necessidade de adotar tal consumo que reflita a realidade da

comunidade, foi utilizada a tabela 1, e de acordo com esta, povoados de até 5.000 hab, tendem a consumir entre 90 e 140 L/hab.dia. Para a elaboração do projeto, foi adotado um consumo de 120 L/hab.dia. O alcance de projeto adotado foi de 10 anos, prazo ideal de acordo com as experiências de Heller e Pádua (2016). A população para o referido alcance foi calculada adotando o método de crescimento geométrico.

De acordo com a equação 1, a obtenção da população de final de plano depende da população inicial, da taxa de crescimento e do alcance. Temos que a população inicial é 1000 habitantes. A taxa de crescimento foi adotada seguindo o crescimento demográfico do ultimo Censo, tendo em vista que é o único dado oficial relevante e consiste em 3,24 % ao ano. O alcance como já mencionado foi de 10 anos e com isso, a população de final de plano é de 1376 habitantes, entretanto, será adotada população de 1380 habitantes, aproximado sem prejuízo. A Companhia de Saneamento do Estado do Pará (COSANPA) orienta que os coeficientes k_1 e k_2 , sejam respectivamente, 1,2 e 1,5 para a elaboração de projetos hidráulicos. A partir destas assertivas, a tabela 6 é composta pelos parâmetros de projeto definidos para o dimensionamento do sistema.

Tabela 6: Parâmetros de projeto.

Parâmetro	Valor	Unidades
Alcance de projeto (A)	10	Anos
População inicial (P_o)	1000	Hab
População final (P)	1380	hab
Consumo per capita (q)	120	L/hab.dia
k_1	1,2	-
k_2	1,5	-

Fonte: Autores, 2020.

9.2.2 Levantamento topográfico

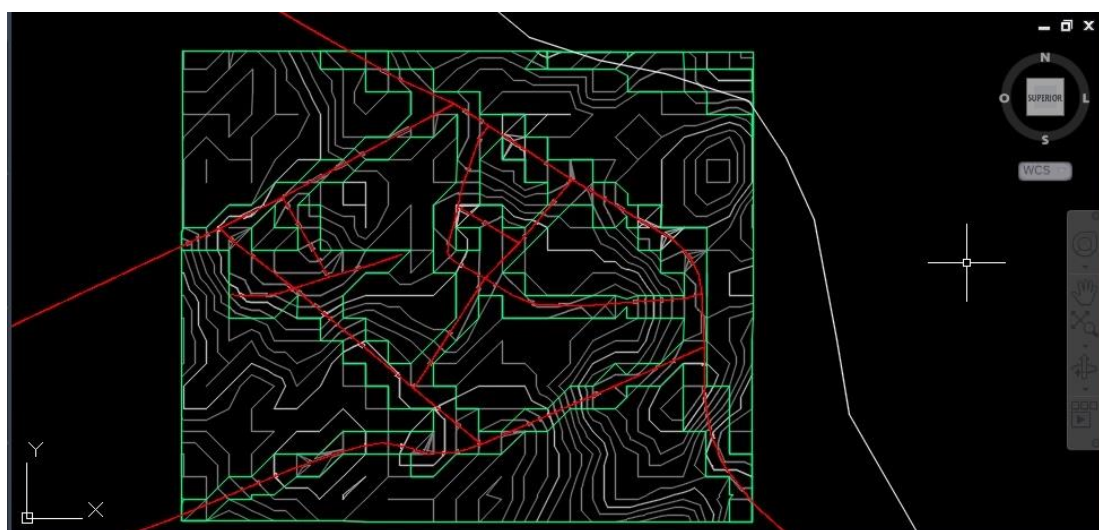
Por meio do levantamento topográfico é possível tomar decisões como a melhor localização do reservatório, o traçado da rede, entre outras. Para este estudo, o levantamento foi realizado com o auxílio das geotecnologias e do BIM. O IW possui uma ferramenta denominada de gerador de modelos e por meio desta foi possível extrair a topografia da comunidade. A superfície da área de estudo está contida na figura 39 e este foi exportado para o Civil 3D para ser elaborado o projeto das vias da comunidade. Quando a superfície é exportada o Civil 3D, são obtidas curvas de níveis que podem ser visualizadas na figura 40.

Figura 39: Gerador de modelos IW.



Fonte: Autores, 2020.

Figura 40: Superfície exportada para o C3D.



Fonte: Autores, 2020.

9.2.3 Delimitação das vias

O Civil 3D alinha o geoprocessamento à modelagem da informação e com isso é possível utilizar recursos como imagens de satélite para a elaboração de projetos. Deste modo, foi necessário configurar o software para exibir tais imagens e com isso delimitar as vias. Entretanto, para concluir esta tarefa, foi necessário realizar visitas na comunidade a fim de

obter dados que não foram adquiridos remotamente. A partir da obtenção do levantamento topográfico obtido pelo IW e com o auxílio de imagens de satélite, foram delimitadas as vias da comunidade como demonstrado na figura 41.

Figura 41: Planta básica da comunidade.

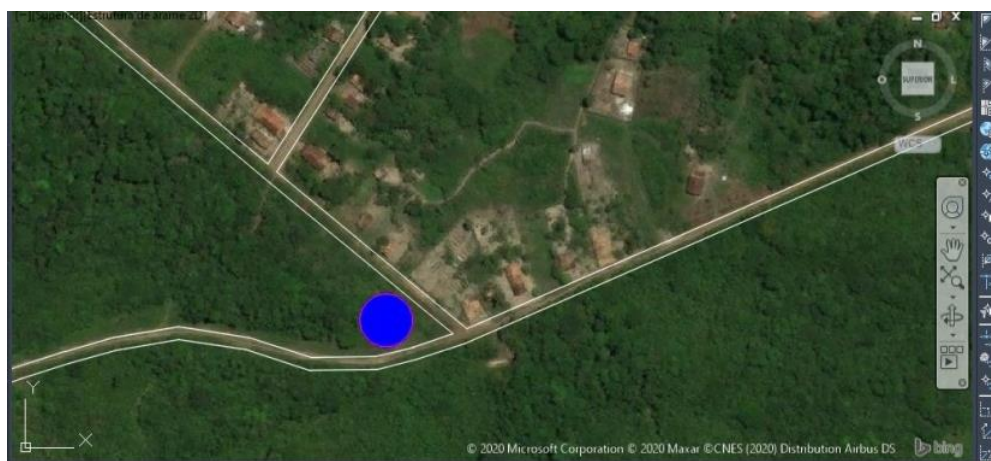


Fonte: Autores, 2020.

9.2.4 Manancial

O manancial para abastecer o projeto, foi definido em conjunto com a comunidade, levando em consideração elementos construtivos e a distância mínima para unidades de tratamento de esgoto como, por exemplo, tanques sépticos, que de acordo com a NBR 7.229 de 1993 é de 15 m (ABNT, 1993). O manancial e o reservatório deverão ser instalados nas coordenadas $01^{\circ}25'11''$ N e $48^{\circ}01'29''$ S como demonstrado na figura 42.

Figura 42: Localização do poço e do reservatório.



Fonte: Autores, 2020.

9.2.5 Captação e Adução

A captação foi dimensionada para atender a população de fim de projeto com funcionamento diário de 8 h. A HMT calculada para o projeto foi de 29 m, sendo 18 m de profundidade do poço, 1,5 m de desnível entre a cota superior do poço e a da base do reservatório, 0,5 m de perda de carga e 9 m da base do reservatório até a entrada de água provida da adução. A potência da bomba calculada foi de 3,43cv, incluso o coeficiente de reforço como orientado por Azevedo Netto *et al.* (1998). A vazão para tal bomba foi de 24,76m³/h, que consiste na vazão de produção obtida por meio da equação 3.

Quando se está elaborando um projeto de um SAA para uma localidade que já possui um sistema, a NBR 12.211 orienta que seja avaliada a possibilidade de inserção de equipamentos e/ou instalações que já existem, portanto, a partir desta premissa foi avaliada a inserção de uma bomba que a comunidade dispõe. Esta bomba possui 1,5 cv de potência, 40 m de HMT e 5 m³/h de vazão. A potência equivale à metade da potência dimensionada e a HMT é superior, entretanto, a vazão é cerca de seis vezes menor.

Os parâmetros em discordância são a potência hidráulica e a vazão, entretanto, para definir a inserção ou não deste equipamento no sistema proposto, analisou-se o comportamento hidráulico do conjunto, que consistiu em analisar o tempo de funcionamento da unidade captação em função da vazão de desnível do reservatório e da vazão de recalque da bomba. Por meio da equação 5, obteve-se a vazão de desnível do reservatório ou vazão de distribuição, que foi de 3,44 m³/h.

Numa situação hipotética em que a bomba é acionada automaticamente ao atingir 10% da capacidade máxima, esta encherá o reservatório em 21,7 h levando em consideração a vazão média de desnível deste. Com a capacidade máxima alcançada, para atingir novamente o nível crítico, o tempo seria de aproximadamente 10 h. Portanto, pode-se concluir que o tempo de funcionamento da bomba seria de aproximadamente 22 h diárias, não satisfazendo a condição estabelecida para a captação.

A inserção desta bomba no referente projeto é inviável ambiental e economicamente, pois, a mesma funcionaria por um maior intervalo de tempo, em comparação ao estabelecido, aumentando, portanto, o custo com o sistema fotovoltaico e os custos com manutenção. Deste modo, será necessário adquirir uma bomba compatível com as características obtidas pelo dimensionamento. O diâmetro obtido para a adução foi de 50 mm e como material o aço galvanizado, tendo em vista que este suporta maiores vazões e pressões.

9.2.6 Reservatório

A localização de um reservatório deve levar em consideração os locais com as cotas mais altas de uma área para fornecer pressões adequadas e minimizar o custo com estrutura. O volume do reservatório dimensionado foi de 32 m³ consistindo num reservatório elevado e seu local de implantação foi definido em conjunto com a comunidade, após esta apropriar-se da relação entre o custo com estrutura e a localização da unidade de reservação. O reservatório possuirá formato cilíndrico com raio interno igual a 2 m e altura interna de 3 m, deste modo, o volume aproximado será de 38 m³, valor superior ao dimensionado, entretanto, as dimensões foram adotadas levando em consideração que estes valores facilitam o processo de execução da unidade. O modelo do reservatório foi elaborado visando garantir segurança para a realização de sua manutenção, para tanto, foi inserida no modelo uma escada do tipo de marinheiro e modelado um corredor com guarda-corpo ao redor do reservatório e guarda-corpo sobre o reservatório como podem ser identificados na figura 43.

Figura 43: Projeto do reservatório.



Fonte: Autores, 2020.

9.2.7 Distribuição

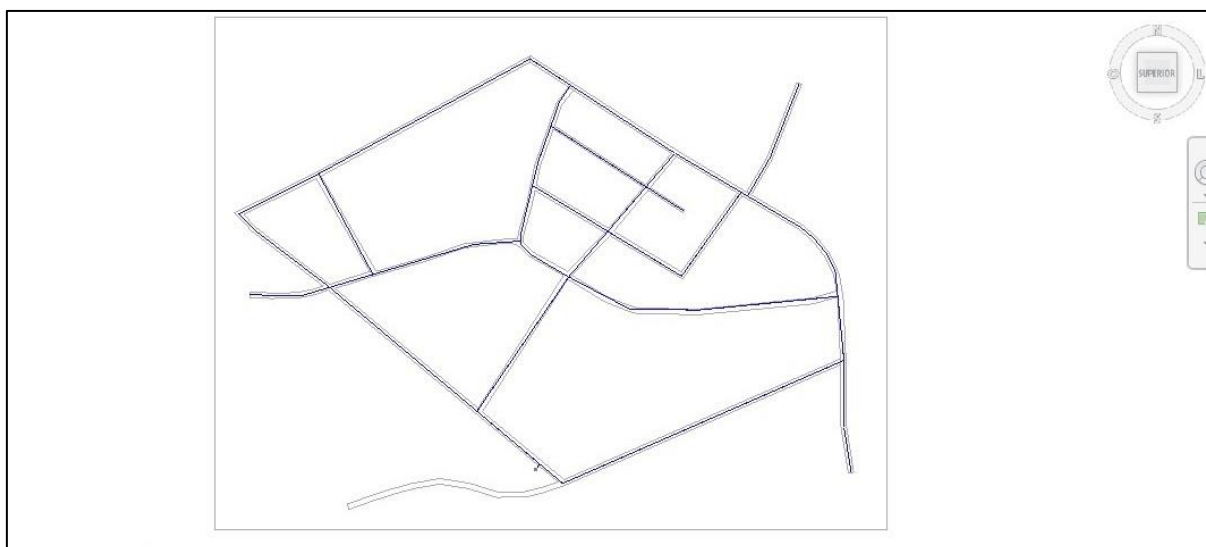
A rede de distribuição do novo projeto foi dimensionada com o auxílio do *software Excel* (2010) e modelada no *software Revit* (2020). A rede é formada por tubulações de diâmetros de 50 e 75 mm de material SPVC. As quantidades de tubulações e seus respectivos diâmetros estão contidos na tabela 7 e o traçado da rede de distribuição modelado no Revit está contido na figura 44.

Tabela 7: Quantidades de tubulações e seus respectivos diâmetros.

Diâmetro (mm)	Extensão (m)
50	3560
75	275

Fonte: Autores, 2020.

Figura 44: Traçado da rede de distribuição.



Fonte: Autores, 2020.

9.3 Sistema Fotovoltaico

O SFV foi dimensionado para fornecer energia para o funcionamento principalmente do conjunto motor-bomba, contudo, suprirá também um ponto de iluminação e uma tomada de energia, os quais serão eventualmente utilizados. O ponto de iluminação foi incluso no sistema tendo em vista a necessidade de utilizar a casa de bombas no horário noturno ou na

ausência de iluminação solar e a tomada de energia caso seja necessário utilizar algum equipamento elétrico ou eletrônico para efetuar eventuais reparos nesta unidade.

9.3.1 Potência total

A potência total depende da potência, da quantidade e do tempo de funcionamento de cada equipamento. Na tabela 8 estão contidos tais parâmetros para cada equipamento proposto a ser utilizado na casa de bombas do sistema.

Tabela 8: Características energéticas dos equipamentos.

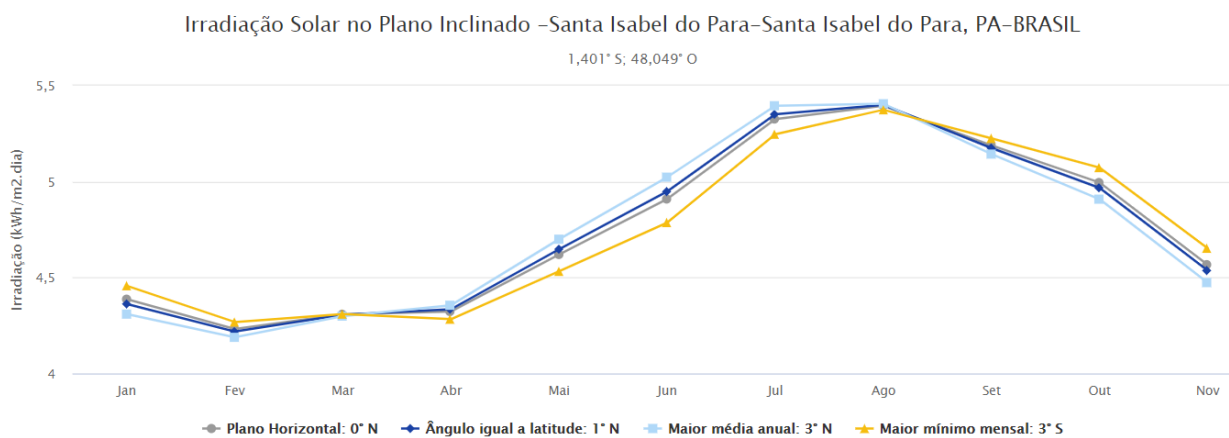
Descrição	Quantidade	Potência (kW)	Funcionamento (h)	Total (kWh)/dia
Bomba 3 cv	1	2,2	8	17,6
Tomada de energia	1	0,1	4	0,4
Lâmpada LED	1	0,006	4	0,024
Total				18,02

Fonte: Autores, 2020.

9.3.2 Dados solarimétricos

De acordo com o CRESESB (2018) o tempo de exposição aos raios solares por dia para o município de Santa Isabel é de 4,77 h, tendo como o mês de agosto, o mês em que mais a irradiação solar impacta a região como explicitado no gráfico 7.

Gráfico 8: Dados solarimétricos de Santa Isabel do Pará.



Fonte: CRESESB, 2020a.

9.3.3 Painéis fotovoltaicos

Para obter a quantidade de painéis fotovoltaicos, é necessário conhecer a energia necessária para o funcionamento dos equipamentos que serão utilizados; as (HSP) da região de estudo; a potência do painel selecionado e o rendimento aproximado dos equipamentos do SFV. A energia necessária foi de 18,02 kWh/dia; as HSP foram de 4,77 e o rendimento adotado foi de 75%, necessitando, portanto, da potência dos painéis fotovoltaicos. Atualmente no mercado existem vários modelos de painéis com diversas potências e dimensões, portanto, foi necessário realizar simulações com alguns destes modelos cujos resultados estão contidos na tabela 9.

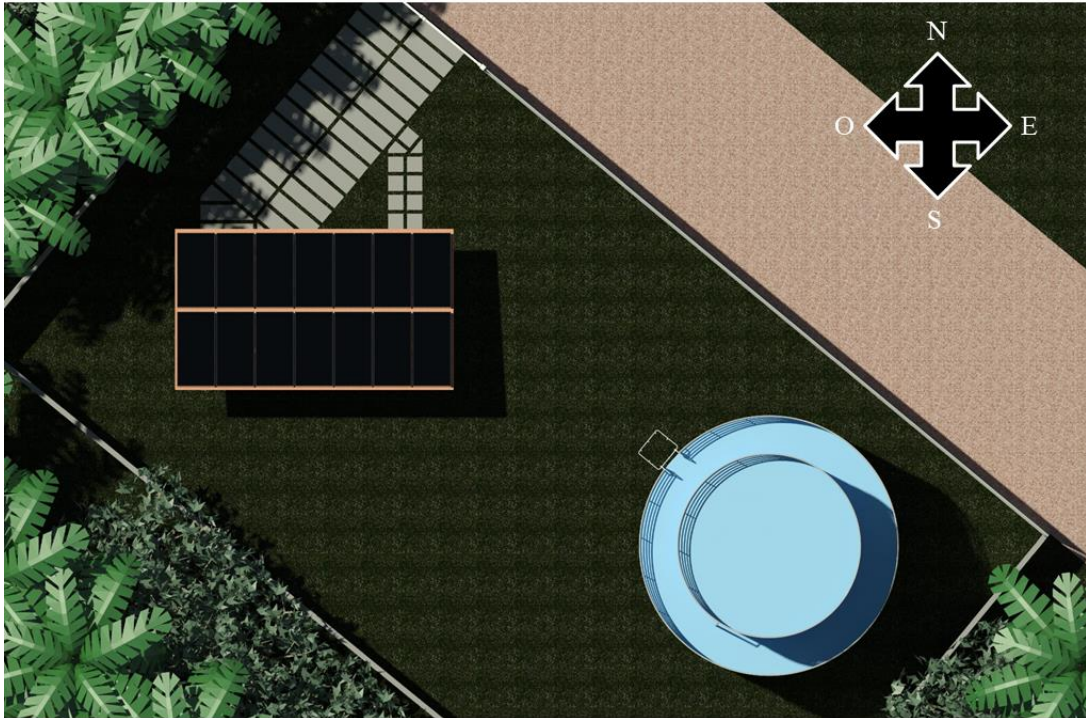
Tabela 9: Resultados das simulações.

Marca	Dimensões (m)	Material	Potência (W)	Quantidade
1	1,64x0,99x0,035	Silício Policristalino	285	17,35
2	2x0,99x0,04	Silício Policristalino	355	13,93

Fonte: Autores, 2020.

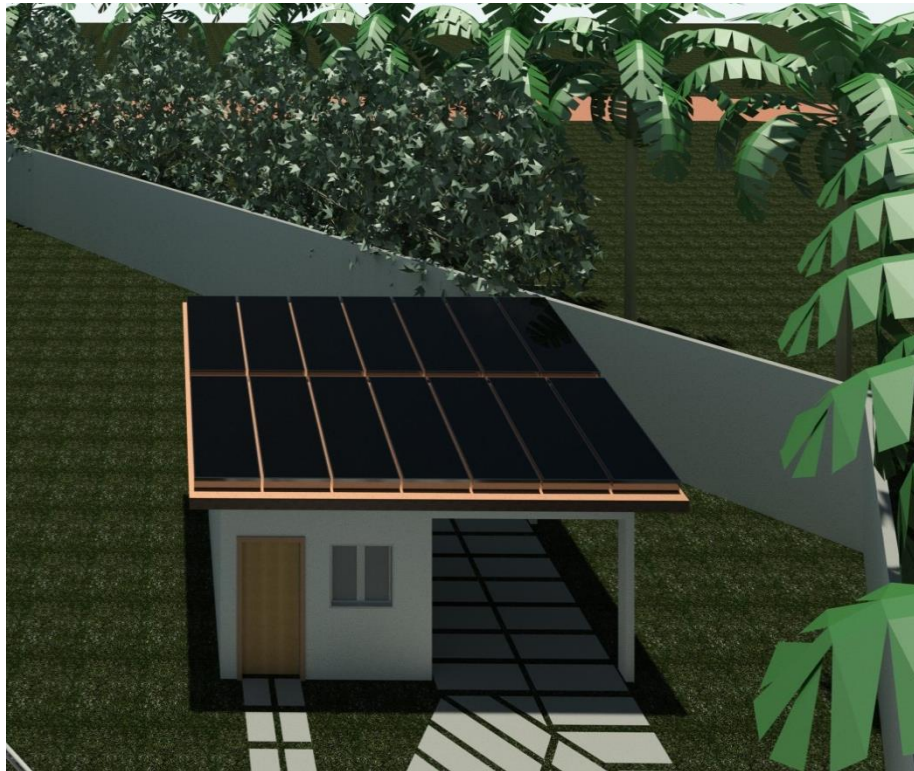
Para satisfazer as demandas do sistema, seriam necessários, 18 painéis com potência de 285 W, enquanto para os de potência de 355 W seriam necessárias 14 unidades. Portanto, a seleção do painel deve ser pautada também na relação custo benefício, tendo em vista que não necessariamente um número maior de painéis, acarretará em maior investimento. Outro ponto de primordial importância para a sustentabilidade do SFV é a instalação dos painéis, que deve tangenciar o eixo Leste-Oeste como consta na figura 45, tendo em vista que essa localização proporciona o máximo de incidência dos raios solares. No processo de modelagem da informação da construção, houve a necessidade de modelar a casa de bombas com o intuito de abrigar o conjunto mecânico e ser suporte para os painéis fotovoltaicos. A figura 46 contém o resultado da modelagem desta unidade.

Figura 45: Instalação dos painéis tangenciando o eixo L-O.



Fonte: Autores, 2020.

Figura 46: Painéis fotovoltaicos.

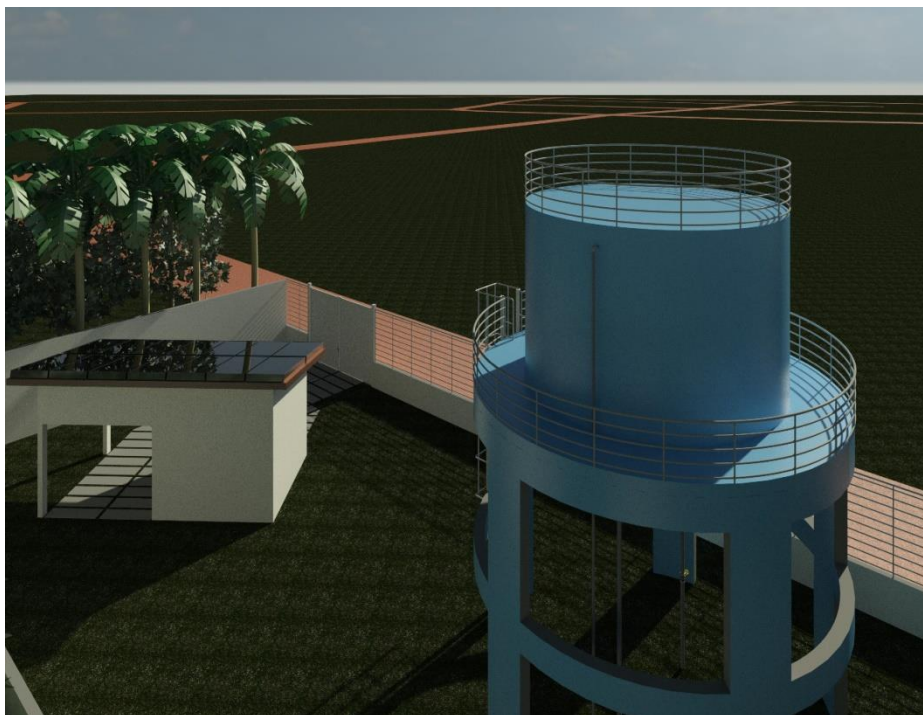


Fonte: Autores, 2020.

9.3.4 Dimensionamento do Inversor

A potência do inversor deve ser compatível com a potência total dos painéis e com isso, proporcionar sustentabilidade energética. O superdimensionamento desta unidade acarretará custo extra e o subdimensionamento acarretará baixo rendimento. A potência total é de 5,13 kWh/dia para os painéis de 285 W e 4,97 kWh/dia para os painéis de 355 W. A partir destes valores é possível afirmar que ambos podem ser submetidos a um inversor de 5 kWh/dia. A figura 47 possui uma ilustração do projeto finalizado, renderizada pelo software Revit, contendo o reservatório, a casa de bombas e os painéis fotovoltaicos inseridos acima da casa de bombas.

Figura 47: Ilustração do projeto.



Fonte: Autores, 2020.

O SFV foi dimensionado neste trabalho com a finalidade de fornecer informações sobre os requisitos necessários para a implantação deste sistema, bem como seu custo aproximado. Perante estas informações, a comunidade adquiriu subsídios para pleitear um sistema que atenda suas características. A partir das informações sobre os equipamentos obtidos, foram pesquisados valores no mercado e constatou-se que o valor médio para um sistema que atenda a comunidade é de R\$: 24.000,00 e neste valor, estão inclusos os painéis

fotovoltaicos, o inversor, os cabos dos painéis, os cabos para ligação domiciliar, os conectores e o suporte para fixação dos painéis.

No encontro com a comunidade, as características do sistema foram fornecidas para esta, que por sua vez já havia se articulado visando levantar fundos para a compra dos equipamentos, tendo em vista que já haviam sido informados sobre o projeto do SFV. Um dos membros da comunidade doou para a associação de moradores, um equipamento de acesso à internet para zonas rurais, e esta, elaborou uma rifa para levantar parte do valor do investimento para compra dos equipamentos, com isso, a rifa foi composta por 300 números e com valor de R\$: 30,00 reais, visando obter, portanto, R\$: 9.000,00 reais, valor a ser complementado para efetuar a compra dos equipamentos.

A ACRQVST informou ainda que pleiteará subsídios do governo municipal para implantar o sistema de abastecimento de água, contudo, informou também que a partir da obtenção do título de comunidade quilombola, serão pleiteados recursos junto à FUNASA, pois, esta é responsável diretamente por ações de saneamento em comunidades tradicionais.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias sociais foram pensadas para suprir demandas de diversas vertentes, dentre elas as de abastecimento de água e energia. Estas tecnologias configuram-se como técnicas e métodos aplicadas em conjunto com a população. A participação comunitária no desenvolvimento de uma tecnologia é um dos principais intuitos em se elaborar tecnologias sociais, tendo em vista que quando a população faz parte da solução, as probabilidades desta tecnologia funcionar são maiores em comparação a não participação desta.

Projetos de sistemas de abastecimento de água devem ser realizados levando em consideração as orientações das NBRs e, assim, devem fornecer um empreendimento ou obra sustentável técnica e economicamente. O sistema existente na Vila Santíssima Trindade não acompanhou o crescimento populacional da vila e com isso, tornou-se insustentável. O fato de a vila não possuir sistemas de esgotamento sanitário eficiente, contribui para a insustentabilidade do sistema, tendo em vista que o manancial que fornece a matéria prima para o de abastecimento de água pode estar poluído e/ou contaminado com esgotos provenientes das fossas sépticas da comunidade.

Os custos com energia elétrica também tornam o sistema ineficiente, fato este decorrente da quantidade de horas que o sistema de adução permanece ligado. Este excesso de funcionamento é proveniente da baixa capacidade de armazenamento do reservatório e da

potência do conjunto motor-bomba. Na comunidade, além dos custos serem elevados, grande parte dos moradores não contribui com a taxa cobrada para suprir as necessidades do sistema.

A elaboração do projeto utilizou como medidas norteadoras, a utilização das NBRs e a participação da comunidade. A ferramenta BIM, possibilitou além das informações sobre os quantitativos de materiais, equipamentos, entre outros, a visualização do que se está projetando, aproximando a comunidade do objeto de estudo, com ênfase no sistema fotovoltaico, pois, muitos se interessaram nesta unidade.

A participação comunitária como forma de apropriação da solução é o ponto mais nobre da tecnologia social, pois, implantar uma tecnologia sem a participação da comunidade é um suicídio técnico, como afirma o Engenheiro Sanitarista Ricardo Chagas, em sua fala sobre a implantação de sistemas de saneamento em territórios indígenas. Por conseguinte, esta fala pode ser utilizada no que concerne a tecnologias sociais, uma vez que o processo colaborativo entre os critérios técnicos e a participação social é de suma importância para o sucesso de uma tecnologia.

Neste contexto, a apropriação da comunidade a respeito dos benefícios da implantação de um sistema de abastecimento de água alimentado por energia fotovoltaica, é um dos indícios do processo de sucesso da tecnologia social. A articulação desta comunidade para levantar fundos para adquirir o sistema fotovoltaico a fim de minimizar os problemas referentes à falta de água na comunidade é um dos pontos mais importantes da tecnologia social e pode ser entendido como sua definição em que uma tecnologia ou metodologia é desenvolvida em conjunto com a comunidade a fim de minimizar ou extinguir um problema social proporcionando melhoria das condições de vida e inclusão social.

Este estudo propõe como sugestão de um trabalho futuro, o estudo de uma Matriz de Avaliação da Contribuição da Comunidade no Ciclo do Projeto de modo que seja avaliado todo o processo de implementação, perpassando pelo projeto executivo, que foi elaborado neste trabalho, até a gestão do sistema. Sugere-se ainda que estudos futuros abordem outras tecnologias sociais para outras vertentes do saneamento básico.

11. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7.229. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.211. **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 1992a.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.212. **Projeto de Poço para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro, 1992b.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.213. **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992c.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.214. **Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992d.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.216. **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992e.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.217. **Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994a.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.218. **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994b.
- AZEVEDO NETTO, J. M; FERNANDEZ, M. F; ARAUJO, R; ITO, A. E. **Manual de Hidráulica**. 8ª. ed. São Paulo: Ed. Edgar Blucher Ltda, 1998. 670 p.
- BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. 99 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BARBOZA JÚNIOR, P. C. **Água da chuva: Aproveitamento para a gestão de recursos pluviais em comunidades ribeirinhas do estado do Amazonas**. 2019. 105 f. Dissertação de mestrado (Mestrado Prof. Água – Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Universidade do Amazonas, Manaus, 2019. p. 22
- BRASIL. Decreto nº 4.887 de 20 de Novembro de 2003. **Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm. Acesso em: 25 dez, 2020.
- BRASIL. Decreto nº 10.306 de 02 de Abril de 2020. **Estabelece a utilização do Building Information Modelling** na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia. Brasília, 2020a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 06 ago, 2020.

BRASIL. IBGE. **CENSO 2020**. Disponível em: <https://censo2020.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2020b.

BRASIL. IBGE. **Censo demográfico: Principais resultados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=destaques>. Acesso em: 14 abr. 2020.

BRASIL. IBGE. Cidades e estados. **Santa Isabel do Pará**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/santa-izabel-do-para.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRASIL. IBGE. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação** / IBGE, Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2017a. 84p.

BRASIL. Lei nº 7.668 de 20 de Novembro de 1988. Diário oficial da União. **Autoriza o Poder Executivo a constituir a Fundação Cultural Palmares - FCP e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17668.htm. Acesso em: 26 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997. Diário Oficial da União. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, jan 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm. Acesso em: 07 dez. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 05 de Janeiro de 2007. **Institui as diretrizes para o saneamento básico no Brasil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 02 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. Acesso a informação. Ações e programas. **Saneamento em Áreas Rurais e Comunidades Tradicionais**. FUNASA. Jul, 2017c. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/web/guest/saneamento-em-areas-rurais-e-comunidades-tradicionais>. Acesso em: 26 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará**. Brasília: Funasa, 2017b. 49 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2019a. 260 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019b. 180 p.

BRASIL. Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial. **Relatório de Gestão 2012/ Programa Brasil Quilombola/ Secretaria de Políticas de Igualdade Racial, Secretaria de Políticas para Comunidades Tradicionais**. Brasília: SEPPIR, 2013. 49 p.

BUSNELLO, F. J; CONTE, P. R. Levantamento Topográfico Planialtimétrico com Diferentes Métodos de Levantamento de Dados a Campo. **Revista Científica Tecnológica**, v. 3, n. 2, p. 196-205, 2015.

CALDAS, E. L; ALVES, M. A. Tecnologia Apropriada: uma Modesta Apresentação de Pequenos Casos. **Revista NAU Social**, v. 7, n. 4, p. 16-26, nov.2013/abr.2014.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Fundamentos BIM** - Parte 1: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção. 1ª. ed. Brasília: CBIC, 2016. 120p. (Guia BIM- *Building Information Modeling* v.1)

CAMPESTRINI, T. F; GARRIDO, M. C; MENDES JR, R; SCHEER, S; FREITAS, M. C. D. **Entendendo o BIM**. 1ª. ed. Curitiba: UFPR, 2015. 51 p.

CAMPOS, F. I; CAMPOS, D. M. B; VITAL, A. V; PAIXÃO, T. F. P. Meio Ambiente, Desenvolvimento e Expansão de Doenças Transmitidas por Vetores. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 49-63, mai.-ago. 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869>. 2018v7i2.

CAPTA ORG. **Guia de elaboração de pequenos projetos socioambientais para organizações de base comunitária**. Disponível em: <https://capta.org.br/fontes-de-financiamento/oportunidades/>. Acesso em: 21 nov, 2020a.

CAPTA ORG. **Guia de elaboração de pequenos projetos socioambientais para organizações de base comunitária-IBAMA**. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/conversao-de-multas-ambientais/2020/2020_03_31_Ibama_PASP_Ibama_n_1_2020.pdf. Acesso em: 21 nov, 2020b.

CAPTA ORG. **Guia de elaboração de pequenos projetos socioambientais para organizações de base comunitária-Toledo Community Foundation**. Disponível em: <https://capta.org.br/wp-content/uploads/2019/08/First-Solar-Corporate-Charitable-Fund-of-the-Toledo-Community-Foundation.pdf>. Acesso em: 21 nov, 2020c.

CAVALLINI, G. S; ARAUJO, D. L. B. S; LIMA, G. F. Desinfecção de água de poço por radiação solar (SODIS): Um estudo na região sul do Tocantins. **Revista Desafios**, v. 5, n. Especial, p. 66-73, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018v5nEspecialp66>

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB). **Potencial Energético**. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php#localidade_63963. Acesso em: 22, ago. 2020a.

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB). **Potencial Solar - SunData v 3.0**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>. Acesso em: 22, ago. 2020b.

CEZAR, S. O. B. B. **Programa Brasil Quilombola: uma análise da implementação do eixo inclusão produtiva e desenvolvimento local na comunidade quilombola Tabacaria**, em Alagoas. 2020. 112 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Sociedade, Tecnologias e Políticas Públicas). Centro Universitário Tiradentes, Maceió, 2020.

DAGNINO, R. **Tecnologia Social**: contribuições conceituais e metodológicas [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2014, 318 p. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: nov, 2020.

DAGNINO, R; BRANDÃO, F. C; NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: FUNDAÇÃO Banco do Brasil. **Tecnologia Social**: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: FBB, 2004.

DIAS, R. B. Tecnologia social e desenvolvimento local: reflexões a partir da análise do Programa Um Milhão de Cisternas. **Revista brasileira de desenvolvimento regional**, Blumenau, v. 1, n. 2, p. 173-189, 2013. DOI: 10.7867/2317-5443.2013V1N2P173-189

DUQUE, T. O; VALADÃO, J. A. D. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 11, n. 5, p. 1-19, out./dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.12712/rpca.v11i5.962>.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 502 p.

EMBRAPA. **Construção do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas estuarinas do Rio Amazonas**: Bruna Rocha de Oliveira *et al.* Brasília: Embrapa, 2018.

FERREIRA, F. S; QUEIROZ, T. M; SILVA, T. V; ANDRADE, A. C. O. À margem do rio e da sociedade: a qualidade da água em uma comunidade quilombola no estado de Mato Grosso. **Revista Saúde Sociedade**, v. 26, n. 3, p. 822-828, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902017166542>

FIGUEIREDO, I. C. S; COASACA, R. L; DUARTE, N. C; MIYAZAKI, C. K; MAGALHÃES, T. M; LEONEL, L. P; SCHNEIDER, J; TONETTI, A. L. Fossa Séptica Biodigestora: avaliação crítica da eficiência da tecnologia, da necessidade de adição de esterco e dos potenciais riscos à saúde pública. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p. 100-114, nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4322>.

FRANCO, H. A; THODE FILHO, S; PÉREZ, D. V; MARQUES, M. R. C. Aspectos Associados à Degradação Ambiental e ao Uso de Efluentes na Agricultura do Brasil. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 245-263, mai.-ago. 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2019v8i1>

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Transforma - Rede de Tecnologias Sociais**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/>. Acesso em: 17, abr. 2020a.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Transforma - Rede de Tecnologias Sociais. **Agricultura urbana e a Revolução dos baldinhos**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/agricultura-urbana-e-a-revolucao-dos-baldinhos>. Acesso em: 22, nov. 2020b.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Transforma - Rede de Tecnologias Sociais. **Dispositivo de urbanização sustentável: Vala de infiltração com uso de RSCC**. Disponível em:

<https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/dispositivo-de-urbanizacao-sustentavel-vala-de-infiltracao-com-uso-de-rscc>. Acesso em: 22, nov. 2020c.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Transforma - Rede de Tecnologias Sociais. **Sistema de bombeamento e abastecimento de água com energia solar**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/sistema-de-bombeamento-e-abastecimento-de-agua-com-energia-solar>. Acesso em: 18, abr. 2020d.

FURTADO, M. B; SUCUPIRA, R. L; ALVES, C. B. Cultura, Identidade e Subjetividade Quilombola: Uma leitura a partir da psicologia cultural. **Psicologia & Sociedade**, v. 26, n. 1, p. 106-115, 2014.

GIL, A. C (Org). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. Ed. São Paulo: Atlas, 2008. 219 p. p. 97.

HELLER, L; PÁDUA, V. L (Org). **Abastecimento de Água para consumo humano: Volume 1-2**. 3ª. Ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2016.

ITS BRASIL. **Caderno de Debate – Tecnologia Social no Brasil**. São Paulo: ITS. 2004. p. 26

KASSEM, M; AMORIM, S. R. L. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). **Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: MIDC, 2015. 161 p.

MAGALHÃES FILHO, F. J. C; PAULO, P. L. Abastecimento de água, esgotamento doméstico e aspectos de saúde em comunidades Quilombolas no Estado de Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 18, n. 2, p. 103-116, abr./jun. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v18i2.1435>

MERCADO, M. D; CUBAS, S. A; MICHALISZYN, M. S. Saneamento como ferramenta para a Sustentabilidade da área Quilombola Vila Esperança, Lapa, PR. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, s/v, n. 48, p. 97-113, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180290>.

MOURÃO, N. M; ENGLER, R. C. A tecnologia social e os temas associados: um olhar sob o trabalho artístico de Tobbe Malm. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais**, v. 4, n. 1, p. 47-59, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14210/rbts.v4.n1>

NEU, V; SANTOS, M. A. S; MEYER, L. F. F. Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Em Extensão**, v. 15, n. 1, p. 28-44, jan./jun. 2016.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão: UFG, 2011. 72 p. Manual (pós-graduação) – Universidade Federal de Goiás, 2011. Bibliografia.

OLIVEIRA, M. R. O exercício de poder e os serviços de abastecimento de água tratada e coleta de esgoto sanitário no Brasil. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 124-134, 2017.

OLIVEIRA, O. C. **Cidade Sustentável para a água: A sustentabilidade do Sistema Urbano de Abastecimento de Água no Distrito Sede de Macapá-AP**. 2016. 109 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

Organização das Nações Unidas. **4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo**. ONU, 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030**. 2015. <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

Organização Mundial da Saúde. **Apresentação - Considerações sobre medidas de distanciamento social no contexto da resposta à pandemia de Covid-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/node/73957>. Acesso em: 29 dez. 2020.

PINHO, J. T; GALDINO, M. A (Org). **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Grupo de trabalho de Energia Solar – GTES, CEPEL – CRESESB, 2014. 539 p.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C (org). **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p.

PROENÇA, C; MACHADO, G. Biodigestores como tecnologia social para promoção da saúde: Estudo de caso para saneamento residencial em áreas periféricas. **Revista Saúde em Redes**, v. 4, n. 3, p. 87-99, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18310>

Project Management Institute - PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5º. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2013. cm p.

RELLA, R. Energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista de Iniciação Científica**, Criciúma, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2017.

RESENDE, R. G; FERREIRA, S; FERNANDES, L. F. R. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agroambiental**, Pouso Alegre. v. 10, n. 1, p. 131-149, mar. 2018.

RIBEIRO, B. C. **Tecnologia e Inovação no Saneamento Básico: uma análise das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs) do Brasil**. 2018. 175 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências Aplicadas) Universidade Estadual de Campinas, Limeira-2018.

RODRIGUES, C. F. M; RODRIGUES, V. S; NERES, J. C. I; GUIMARÃES, A. P. M; NERES, L. L. F. G; CARVALHO, A. V. Desafios da saúde pública no Brasil: relação entre zoonoses e saneamento. **Scire Salutis**, v. 7, n. 1, p. 27-37, 2017. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2236-9600.2017.001.0003>

RODRIGUES, I; BARBIERI, J. C. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 6, p. 1069-1094, nov./dez. 2008.

RODRIGUES, V. Programa Brasil Quilombola: Um ensaio sobre a Política Pública de promoção da igualdade racial para comunidades de quilombo. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 15, n. 57, p. 263-278, 2010.

SANTOS, F. F. S; DALTRO FILHO, J; MACHADO, C. T; VASCONCELOS, J. F; FEITOSA, F. R. S. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 241–251, 2018.

SANTOS JUNIOR, I. S; CUNHA, M. V. P. O. Eficiência e Sustentabilidade no Dimensionamento de Redes de Distribuição de Água. *In: VII Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia*. 2018, Belém. **Anais [...]**. Belém: UEPA, 2018.

SANTOS JUNIOR, I. S; RAMOS, A. M; CUNHA, M. V. P. O. Utilização dos softwares GeoCAM e Civil 3D no processo de modelagem superficial para projetos de saneamento. *In: VIII Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia*. 2019, Belém. **Anais [...]**. Belém: UEPA, 2019.

SANTOS JUNIOR, I. S; SOUZA, Y. T. A; RODRIGUES, A. K. S; NASCIMENTO, E. A; SILVA, J. M. S. Saneamento e Saúde em terras indígenas paraenses. *In: Simpósio do Projeto Metrópole: Metrópole viva, metrópole em expansão: Seminário da Pós-Graduação em Geografia e Meio Ambiente: O meio ambiente por inteiro*. 2018, Ananindeua. **Anais [...]**. Ananindeua: UFPA, 2019.

SILVA, A. S. R. **Autogestão de sistemas rurais de abastecimento de água: Estudo de caso na Comunidade Quilombola de Lagedo, São Francisco – MG**. 2016. 161 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

SMITH, R. E. **Avaliação de um banheiro seco com vaso segregador em Florianópolis, SC**. 2015. 140 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SOLER, E. M; TOLEDO, F. M. B; SANTOS, M. O; ARENALES, M. N. Otimização dos custos de energia elétrica na programação da captação, armazenamento e distribuição de água. **Production**, v. 26, n. 2, p. 385-401, abr./jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.146113>

SOUZA, I. T. R. G; LIMA, J. J. F. Ensaio sobre ruralidade: um resgate do rural puro e a apropriação de outras definições. **Geografias**, v. 2, n. 2, p. 86-95, jul./dez. 2006.

STRADIOTTO, J. **Processo BIM em projetos de licitações de obras públicas em obras do CRAS-SC**. 2018. 157 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2018.

SURVEYMONKEY. **Tamanho da amostra de pesquisa**. Disponível em: <https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size/>. Acesso em 28 dez. 2020.

VELOSO, N. S. L. **Política pública de abastecimento pluvial: Água da chuva na Amazônia, e por que não?.** 2019. 282 f. Tese de doutorado (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

VENÂNCIO, M. J. L. **Avaliação da implementação de BIM – *Building Information Modeling* em Portugal.** 2015. 402 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2015.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO

Nome Completo:

Gênero:

Data de nascimento:

1) Quantas pessoas moram na sua casa?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) Mais de 4

2) Seu nível de escolaridade

- a) Nunca estudou
- b) Fundamental
- c) Médio incompleto
- d) Médio completo
- e) Superior

3) Qual a renda de sua família?

- a) Até 1 salário
- b) Entre 1 e 3 salários
- c) Entre 3 e 6 salários
- d) Entre 6 e 9
- e) Maior que 9

4) Sua casa é:

- a) Própria quitada
- b) Própria não quitada
- c) Alugada
- d) Cedida
- e) Outra: _____

5) Sua casa é de:

- a) Madeira
- b) Alvenaria
- c) Pau a pique
- d) Outra: _____

6) Sua casa possui banheiros em seu interior? Se sim, quantos?

- a) Não possui
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) Outra: _____

7) Qual sua ocupação?

R:

8) Você ou sua família possuem veículos automotores? Se sim quantos?

- a) Não
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4 ou mais

9) Qual meio de notícias mais utiliza para se manter informado:

- a) Jornal Escrito
- b) Televisão
- c) Rádio
- d) Revistas
- e) Internet

10) Você e sua família possuem computador?

- a) Não
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4 ou mais

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Prezada Senhora Maria Auxiliadora Moraes Pantoja

Esta pesquisa é sobre a **Elaboração um projeto de um Sistema de Abastecimento de Água alimentado por energia fotovoltaica em conjunto com a comunidade** e está sendo desenvolvida por **Inaldo Sousa Santos Junior**, do Curso de **Especialização de Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia** do **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará**, sob a orientação da Prof^a Dra. **Márcia Valéria Porto de Oliveira Cunha**.

Os objetivos do estudo são 1) Analisar o sistema existente; 2) Conceber um projeto de forma participativa; 3) Dimensionar as unidades componentes do projeto; 4) Projetar as unidades do sistema utilizando o *Building Information Modeling*. A finalidade deste trabalho é contribuir para o **Desenvolvimento socioeconômico da comunidade, por meio da apresentação da solução para o abastecimento de água**.

Solicitamos a sua colaboração para **fornecer dados, imagens e outras informações para traçar o perfil da comunidade e utilizar este como parâmetro para o dimensionamento do sistema**, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto.

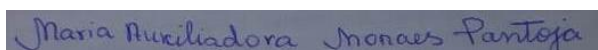
Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, a senhora não é obrigada a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.



Inaldo Sousa Santos Junior

Considerando, que fui informado(a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Belém, 20 de Dezembro de 2020.



Maria Auxiliadora Moraes Pantoja

APÊNDICE C – ENTREVISTA COM A PRESIDENTE DA ACRQVST – PARTE 01

1) Qual o número de moradores da comunidade?

R: São aproximadamente 1000 moradores contando com aqueles que vem passar o fim de semana e aqueles que estudam e trabalham em Castanhal e outras cidades.

2) Qual a principal atividade econômica da comunidade?

R: A agricultura e em parte a criação de animais.

3) Qual a situação do abastecimento de água na comunidade?

R: A situação é preocupante, porque uma grande parcela dos moradores não paga a tarifa de água e com isso dificilmente tem arrecadação suficiente para pagar a conta de energia e já que não tem dinheiro, muitas vezes ela não é paga e com isso é cortada.

4) Qual o volume do reservatório?

R: 15.000 l

5) Qual a profundidade do poço?

R: 18 m

6) Qual a potência da bomba?

R: 0,75 cv

7) Quanto tempo a bomba permanece ligada?

R: A caixa demora 6 horas para encher e isso acontece mais ou menos de duas a três vezes por dia.

8) Além dessa bomba, existe outra de reserva?

R: Sim, mas é uma bomba submersa de 1,5 cv e não está instalada.

9) A rede de distribuição tem projeto? Se sim, você pode fornecer?

R: A rede não tem projeto

10) Quem realiza a manutenção e reparos e quem opera o sistema de abastecimento de água?

R: A comunidade, porque geralmente quando rompe uma tubulação a pessoa que mora próximo do local é que faz o reparo, quando não tem ninguém morando perto, então outros membros fazem esse reparo. A bomba é ligada pelos moradores que moram perto da casa de bomba e quando alguém passa por perto e vê que não tem, essa pessoa pode ligar a bomba.

APÊNDICE D – ENTREVISTA COM A PRESIDENTE DA ACRQVST – PARTE 02

1) Qual o tempo do mandato do presidente da associação?

R: O mandato é de quatro anos e ele pode ser reeleito.

2) Como foi o processo de identificação de quilombola?

R: Através da pesquisa na comunidade e região. O colégio de educação infantil, ele já vinha com os documentos como colégio quilombola. Quando fomos fazer a busca para descobrir mais a respeito. Aí fomos informados que nossa região e toda área é quilombola. Antes de registrarmos nossa comunidade, em 2013 fizemos três reuniões de sensibilização para o processo acontecer. Tudo isso teve a participação dos moradores mais antigos da nossa comunidade.

COMUNIDADE SANTÍSSIMA TRINDADE

LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A comunidade Santíssima Trindade localiza-se na Zona Rural do município de Santa Izabel do Pará. Tem como principais acessos a BR 316 - KM 54, entrando pelo ramal do Itaqui, KM 15 e pela PA – 140, rodovia que dá acesso ao município de Bujaru, por volta do KM 22,18. A comunidade faz limite com as comunidades Pernambuco, Apeteua e São João.

HISTÓRICO

Não se sabe ao certo o ano em que as primeiras famílias habitaram a região onde a comunidade localiza-se atualmente. Entretanto, relatos orais dos idosos da comunidade, revelam que negros e negras reagindo aos processos escravistas, ocuparam a região a mais de 300, segundo cálculos de somatórias da idade de seus ancestrais e idosos atuais.

Segundo Maria Auxiliadora, liderança comunitária local, portugueses ocuparam uma grande área de terras na região onde chamaram de Pernambuco, o local fica as margens do rio Guamá, onde atualmente é conhecido como vila e porto Pernambuco, em função do povoamento que se deu com passar dos tempos.

Na localidade Pernambuco, negros foram transformados em mão-de-obra escravizada, acirrando as lutas das quais viviam lutando com o objetivo de encontrar proteção.

Essas lutas resultaram na organização de aglomerados de casas, que viriam posteriormente organizar o a localidade Trindade, por causa de um galpão existente no local, que em sua parede havia uma escrita em referência a Santíssima Trindade.

Raimundo Benedito Pantoja de Moraes, 80 anos, um dos quilombolas mais idosos da comunidade, relata que seus avós e seus pais contavam essa história e que ele faz questão de contar aos jovens para que não seja esquecida.

No livro **História de Macapazinho**, quilombo separado da comunidade Santíssima Trindade apenas pelo rio Apeú, Benício Farias do Santos, faz uma leitura sobre o processo escravista da região da Comunidade Trindade, Macapazinho e outros

vilarejos. Segundo o autor, até 1888 a prática escravista era a regra aplicada para negros.

“a população de Macapá foi formada por descendentes de escravos, de senhores de engenho e de indígenas. Logo após a lei Áurea em 1888, todos os negros, índios, mestiços e os filhos de escravos que foram beneficiados...Estavam nas mesmas condições livres. Por essa razão para alguns foi difícil a adaptação, pois não tinham recurso e meios para sobrevivência. Para muitos a melhor maneira de sobrevivência foi a união de famílias em grupos. Assim, formaram-se nessa região do rio Apeú, colônias e cada família arrumou um lugar para trabalhar, dando nome às áreas que eles mesmos demarcaram”. **História de Macapazinho, 2006, pág. 32.**

O registro feito por Benício em seu livro, refere-se a um tempo em que a comunidade em que a comunidade era bem pequena e lutava por políticas públicas. Nos anos de 1930 — 1935, 1942 — 1945 e 1956 — 1959, quando **Joaquim de Magalhães Cardoso Barata**, foi Governador do Pará. Trindade passou por um grande processo de melhorias estruturais por meio das políticas públicas ofertadas pelo estado do Pará.

Segundo Raimundo Benedito Pantoja de Moraes, os líderes políticos locais, tanto da comunidade Macapazinho, quanto da Trindade, tinha muita consideração e amizade com o governador Barata. Essa relação facilitava o diálogo e a conquista de benefício para as famílias.

Maria Auxiliadora ressalta que obras como a escola, melhorias de estrada, a delimitação do território e a contratação de professores, que eram muito difíceis naquele período, são exemplos dos avanços vividos pela comunidade nesses anos.

A comunidade celebrou por mais um século o divino Espírito Santo, com a morte de um dos responsáveis pela coroa, a comunidade precisou levar a coroa para ser guardada na igreja da comunidade Macapazinho. Mesmo com as melhorias vividas por Trindade a coroa não retornou. Em função da devoção Sensatíssima Trindade a comunidade realiza suas festividades todos os anos a sua padroeira.

A comunidade tem como meio de garantias de vida atividades agrícolas, o extrativismo e as atividades profissionais em Ambiente Urbano, neste ultimo caso algumas pessoas trabalham de empregados em alguns postos ofertados por empresas que operam em diversas áreas na região.