



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS – CTRN
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL – UAEC

MOISÉS DE BRITO LIMA

**SISTEMAS INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO RURAL: ANÁLISE DAS
ALTERNATIVAS NA ZONA RURAL DE ALAGOA NOVA, PB**

Campina Grande – PB

2022

MOISÉS DE BRITO LIMA

**SISTEMAS INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO RURAL: ANÁLISE DAS
ALTERNATIVAS NA ZONA RURAL DE ALAGOA NOVA, PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, para o encerramento do componente curricular e conclusão da graduação em Engenharia Civil.
Área de habilitação: Recursos hídricos

Orientador: Prof. Carlos de Oliveira Galvão

Campina Grande – PB

2022

É concedida à Universidade Federal de Campina Grande permissão para reproduzir cópias desta monografia e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho acadêmico pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Moisés de Brito Lima

L732s

Lima, Moisés de Brito.

Sistemas individuais de abastecimento rural: análise das alternativas na zona rural de Alagoa Nova, PB / Moisés de Brito Lima. – Campina Grande, 2022.

81 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. Carlos de Oliveira Galvão".

Referências.

1. Abastecimento de Água. 2. Soluções Individuais de Abastecimento. 3. Sistemas de Captação de Águas de Chuva. 4. Patologias das Construções. I. Galvão, Carlos de Oliveira. II. Título.

CDU 628.1(043)

MOISÉS DE BRITO LIMA

**SISTEMAS INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO RURAL: ANÁLISE DAS
ALTERNATIVAS NA ZONA RURAL DE ALAGOA NOVA, PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, para o encerramento do componente curricular e conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Área de habilitação: Recursos hídricos

Campina Grande - PB, 1 de abril de 2022.

Nota: 9,0

Banca Examinadora:



Prof. Carlos de Oliveira Galvão
Orientador
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Janiro Costa Rêgo
Examinador Interno
Universidade Federal de Campina Grande



Dr. Rodolfo Luiz Bezerra Nóbrega
Examinador Externo
Imperial College of London

“A gratidão é o único tesouro dos humildes”
William Shakespeare

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente aos meus familiares, em especial a meu pai Edigar Soares de Lima que infelizmente não está mais entre nós, todavia estará pra sempre em mim. Se hoje estou a um passo de ser Engenheiro Civil é a ele que devo essa conquista. À minha mãe Ana Gorete, que apesar das nossas diferenças sempre me apoiou e acreditou em mim e aos meus Irmãos Mizael, Geisiany e Giselle de Brito Lima e a minha sobrinha Eloah Valentina, obrigado.

Gostaria de agradecer também à minha esposa Luana Moraes pela paciência e carinho de sempre, seu apoio é a minha motivação diária.

Ao meu grande amigo e irmão Diego Araújo e a Lana Verônica por toda ajuda e incentivo. Vocês foram fundamentais nessa caminhada.

Agradeço a meu amigo Felipe de Araújo Costa pelo conselho que me ajudou na decisão de retornar ao curso.

Também não poderia deixar de agradecer a todos meus colegas de trabalho que tem sido extremamente importante no meu crescimento pessoal e profissional – José Borges de Medeiros Neto, Rossana Farias, Vinicius Alves Gama, Amanda Kelly, Moama de Araujo, Emmelyn Lopes.

Como dizia Isaac Newton “Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.” Assim sendo não poderia deixar de agradecer aos meus professores que foram fundamentais no decorrer dessa caminhada, especialmente Hermília Feitosa, Taciana Lima, e Livio José meus orientadores do programa de extensão “INCLUSÃO E ACESSIBILIDADE: convivendo com a diversidade humana” pelos quais tenho um profundo afeto. Os valores passados por esses professores fazem parte de quem eu sou hoje. Agradeço também ao professor Carlos Galvão pela orientação, apoio e empenho dedicado a auxiliar na elaboração deste trabalho.

Muito obrigado a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da caminhada.

RESUMO

O acesso à água é essencial para a manutenção da vida, embora o Brasil seja um país privilegiado na questão dos recursos hídricos a distribuição não é igualitária. Nesse país de dimensões continentais encontramos regiões onde as chuvas e o acesso a água é abundante e outras onde o acesso a água é escasso a exemplo das regiões do Semiárido Brasileiro (SAB) com pluviosidade anual na faixa de 250 mm a 750 mm. A situação é ainda mais complexa nas áreas rurais que geralmente não são ligadas aos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA). Nessas condições surgem as Soluções Alternativas Individuais (SAI) de abastecimento imprescindíveis para garantir a convivência com o SAB. Nessa pesquisa buscou-se analisar as soluções adotadas pelos moradores da zona rural de Alagoa Nova. A partir dessa pesquisa foi possível identificar os principais sistemas de captação, armazenamento e seus usos, sendo o sistema de Captação de Água de Chuva (SCACs) o principal deles, destinado precipuamente ao consumo humano. Além disso, por meio de visitas in loco e análises identificou-se as principais patologias relacionadas aos sistemas de captação: desalinhamento dos beirais nas áreas de captação, oxidação das calhas nos subsistemas de condução e fissuras ou rachaduras nas cisternas. Verificou-se também ausência de dispositivos automáticos de desvio das primeiras águas. Com base nas informações coletadas foi elaborada uma lista de recomendações relacionadas à manutenção física das SAI e ao manejo da água, propondo soluções para a correção das patologias, ajustes das técnicas construtivas e práticas de manejo que garantam a melhoria da qualidade da água consumida pelos moradores.

Palavras-chave: SAA, SAI, SCACs, Patologia das construções

ABSTRACT

Access to water is essential for sustaining life. Although Brazil is a privileged country in terms of water resources, its distribution is not equal. In this country of continental dimensions we find regions where rainfall and access to water is plentiful and others where access to water is scarce, for example the Brazilian semi-arid regions (SAB) with annual rainfall in the range of 250 mm to 750 mm. The situation is even more complex in rural areas that are generally not connected to Water Supply Systems (WSS). In these conditions, Individual Alternative Supply Solutions (IASS) emerge as indispensable to guarantee the coexistence with the SAB. In this work, we analyzed the solutions adopted by the inhabitants of the rural area of Alagoa Nova. From this research it was possible to identify the main Alternative Supply Solutions, being the Rainwater Catchment System (RCS) the main one, intended primarily for human consumption. Moreover, through on-site visits and careful analysis the main pathologies related to the collection systems were characterized: misalignment of the eaves in the collection areas, oxidation of the gutters in the conduction subsystems and fissures or cracks in the cisterns. It was also verified the absence of automatic devices for diverting the first waters. Based on the information collected, a list of recommendations related to the physical maintenance of the IAS and water management was elaborated, proposing solutions for the correction of pathologies, adjustments in construction techniques and management practices that guarantee the improvement of the quality of water consumed by the residents.

Keywords: WSS, IASS, RCS, Pathologies of the Construction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema de um SAA.....	27
Figura 2 - Exemplos de SAC.....	28
Figura 3 - Exemplos de SAI	28
Figura 4 - Cisterna calçadão	30
Figura 5 - Subsistema de condução.....	31
Figura 6 - Dispositivos de descarte das primeiras águas	32
Figura 7 - Cisterna de alvenaria	33
Figura 8 - Mecanismo de bombeamento manual	33
Figura 9 - Exemplo de SCACs	34
Figura 10 – Frequência de manutenção ABNT 15527.....	38
Figura 11 - a e b - Município de Alagoa Nova.	40
Figura 12 - População de Alagoa Nova.....	42
Figura 13 - Abastecimento de água em Alagoa Nova	42
Figura 14 - Esgotamento sanitário em Alagoa Nova	43
Figura 15 - Bacia do Rio Mamanguape.....	44
Figura 16 - Precipitação últimos 10 anos	45
Figura 17 - Caso 1	48
Figura 18 - Caso 02	49
Figura 19 - Filtro de torneira utilizado pela família do caso 02.....	50
Figura 20 - Caso 03	51
Figura 21 - Caso 04	52
Figura 22 - Dispositivo de desvio das primeiras águas.....	52
Figura 23 - Caso 05	53
Figura 24 - Caso 06	54
Figura 25 - Caso 7	55
Figura 26 - Caso 8	56
Figura 27 - Modelo de cisterna calçadão.....	56
Figura 28 - Caso 9	57
Figura 29 - Caso 10	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Patologias dos telhados	60
Tabela 2 – Patologias nas calhas.....	62
Tabela 3 - Patologia nos condutores	63
Tabela 4 - Tipos de Patologias nas Cisternas	65

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ASA – Articulação do Semiárido

APO – Avaliação Pós-ocupação

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SAC – Solução Alternativa Coletiva

SAI – Soluções Alternativas Individuais

SCAC – Sistema de Coletas de Água de Chuva

P1MC – Programa Um Milhão de Cisterna

P1+2 – Programa Uma Terra e Duas Águas

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística

ONU – Organização das Nações Unidas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Política Nacional de Recursos Hídricos	17
3.2	Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA).....	18
3.3	Conflitos Hídricos	19
3.4	Usos da Água	20
3.5	Qualidade da Água	20
3.5.1	Parâmetros Físicos	21
3.5.2	Parâmetros Químicos	21
3.5.3	Parâmetros Biológicos	23
3.6	Doenças de Veiculação Hídrica	24
3.7	Sistemas de Abastecimento de Água	24
3.7.1	Captação.....	25
3.7.2	Adução	25
3.7.3	Estações Elevatórias (Bombeamento, Recalque)	25
3.7.4	Tratamento.....	26
3.7.5	Reservatórios.....	26
3.7.6	Redes de Distribuição.....	26
3.7.7	SAI e Abastecimento Residencial Rural	28
3.8	Patologias Das Construções	34
3.8.1	Patologias nos SCACs	35
3.8.2	Patologias dos Telhados	35
3.8.3	Patologias nos Subsistemas de Condução	35
3.9	Manutenção	37
3.10	Avaliação Pós-Ocupação	38
4	METODOLOGIA	40
4.1	Delimitação da Área de Estudo	40
4.2	Sistema de Abastecimento	42
4.3	Esgotamento Sanitário	43

4.4	Águas Superficiais	43
4.5	Precipitação dos Últimos Dez Anos	44
4.6	Avaliação Pós-ocupação	45
4.7	Das Patologias	46
4.7.1	Patologias de telhados:	46
4.7.2	Patologias dos sistemas coletores e condutores	46
4.7.3	Patologias das cisternas:.....	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
5.1	Estudos de caso	48
5.1.1	Caso 01.....	48
5.1.2	Caso 02.....	49
5.1.3	Caso 03.....	50
5.1.4	Caso 04.....	51
5.1.5	Caso 05.....	53
5.1.6	Caso 06.....	54
5.1.7	Caso 07.....	55
5.1.8	Caso 08.....	55
5.1.9	Caso 09.....	56
5.1.10	Caso 10.....	57
5.2	Patologias nos Telhados	59
5.3	Patologias nos Subsistemas de Calhas e Condutores.....	61
5.4	Patologias nas Cisternas	64
5.5	Manejo de Água.....	66
5.6	Adaptações e Inovações	67
6	RECOMENDAÇÕES	68
6.1	Durante a construção:	68
6.2	Manutenção preventiva:	69
6.3	Manejo:	70
7	CONCLUSÕES.....	72
	REFERÊNCIAS	75
	ANEXO 1	78

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento natural indispensável para a existência e manutenção da vida humana. Embora o Brasil seja um país privilegiado em termos de recursos hídricos, segundo a OMS, detém cerca de 12% de toda a água que escoar na superfície do planeta, porém a distribuição não é proporcional ou igualitária, pois está relacionada a condições geográficas ou ciclos naturais (enxurradas ou secas). Sendo um país com dimensões continentais é natural que existam cenários totalmente opostos: desde regiões de clima equatorial, quente e úmido, como a região norte do país, onde há a ausência de períodos de secas ou estiagem, até regiões onde predomina o clima semiárido, a exemplo de grande parte de nordeste brasileiro, caracterizado pela baixa umidade e por longas secas. No Nordeste, a pluviosidade ocorre na faixa de 250 mm a 750 mm anuais, contrastando com os 1500 mm e 2500 mm das regiões de clima equatorial. Devido a esse cenário, a região do semiárido é conhecida como Polígono das Secas.

A região Nordeste do Brasil é vista de forma estereotipada associada sempre a secas extremas, porém, recentemente, essa visão tem dividido espaço com a discussão da diversidade geográfica, climática e a proposta de convivência de forma sustentável com o Semiárido, desde que sejam criados mecanismos que proporcionem qualidade de vida a essa população. No âmbito da convivência com o Semiárido o acesso à água é fundamental, principalmente na zona rural que não é atendida pelas redes de abastecimento. A situação é agravada pela falta de recursos e instrução, a maior parte dessas famílias vive com cerca de um salário mínimo. A solução para essa população são os sistemas de abastecimento individual, nas suas mais diversas formas: captação de água de chuva, de fontes de água reclusa ou de águas superficiais. Alguns deles são construídos de formas autônomas pelos próprios moradores, outros por meio de programas governamentais, como o Programa um Milhão de Cisternas (P1MC) administrado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) que, desde de o início dos anos 2000, tem buscado a democratização do acesso à água, construindo cisternas de placas de cimento ao lado das residências, com o intuito de prover água de qualidade para o consumo das famílias e, assim, dignidade. Todavia os Sistemas de Captação de Água de Chuva (SCACs), incluindo os construídos pelo programa P1MC, apresentam patologias que interferem quantitativamente e qualitativamente na água armazenada, e a solução para o

abastecimento pode se tornar um problema, haja visto que muitas famílias relatam a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Esses sistemas, embora pequenos em dimensões, apresentam as mesmas complexidades de um sistema convencional de abastecimento.

Vale salientar que as práticas populares não têm sido levadas em consideração na elaboração de programas e, talvez por isso, ainda existam problemas de engajamento da população, principalmente na questão do manejo adequado da água para consumo.

A cidade de Alagoa Nova está localizada a 28 km de Campina Grande, principal cidade do interior da Paraíba, inserida no Polígono das Secas e conseqüentemente na problemática do acesso à água. Segundo dados do IBGE a população da zona rural não é abastecida pelo sistema de abastecimento da cidade. Frente a isso, faz-se necessário um estudo cuidadoso das soluções de abastecimento individual (SAIs) adotadas pela população da zona rural, com o objetivo de identificar as principais soluções e analisar as condições gerais das construções, verificando a existência de patologias e a forma de manejo adotada pelos usuários, caracterizando de forma quantitativa e qualitativa os sistemas implantados, apontando as deficiências, mas também buscando por adaptações e inovações desenvolvidas pelos moradores com objetivo de solucionar os problemas vivenciados por eles e assim elaborar recomendações e soluções que sejam exequíveis para sanar ou ao menos minimizar os problemas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar as soluções de abastecimento individual desenvolvidas de forma autônoma ou por meios de programas de fomento de construção de SCACs na zona rural do município de Alagoa Nova, PB.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever os sistemas de abastecimento domiciliar de água na zona rural do município;
- Caracterizar as principais patologias relacionadas aos sistemas de captação;
- Identificar as soluções desenvolvidas pelos moradores com intuito de resolver problemas relacionados à captação, manejo e uso da água;
- Propor soluções para as patologias e técnicas de manejo que garantam a qualidade da água consumida pelos moradores da zona rural de Alagoa Nova;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

O marco no arcabouço jurídico relativo à temática “Recursos Hídricos” e a Lei de nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como a lei das águas, instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e assim criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Singreh). Anteriormente não havia na legislação instrumentos que protegessem de forma direta o uso das águas, somente a partir da Constituição cidadã de 1988 e posteriormente com a lei supracitada, que passamos a enxergar no campo jurídico a percepção da necessidade de proteger as águas e criar ferramentas permitam uma gestão racional, sustentável e integrada das águas. No artigo 1º a lei descreve os principais fundamentos da PNRH, esclarecendo de forma direta que a água é em essência um bem público e como tal não pode nem deve ser controlada por particulares. Em seu texto literal lemos:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No segundo artigo a lei apresenta os seus objetivos: “assegurar a disponibilidade de água de qualidade às gerações presentes e futuras, promover uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos (chuvas, secas e enchentes), sejam eles naturais ou decorrentes do mau uso dos recursos naturais”.

A lei das águas atribui ao estado de forma compartilhada com os diversos segmentos da sociedade o poder ativo na tomada de decisão sobre a gestão das águas. Cabe à União a implementação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), e a cada esfera do poder executivo a criação e implementação de planos (Nacional, Estadual e Municipal) de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que atendam às necessidades regionais, legislando e atuando de forma ativa sobre os temas que cercam esse universo. O Singreh estabelece a atuação do Poder Público,

da sociedade civil organizada e dos usuários da água nos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e agindo, em conjunto, na definição e aprovação das políticas acerca dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica, sendo essas (as bacias hidrográficas) as unidades base das políticas. O Singreh conta também com a participação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A Lei traz também importantes instrumentos para garantir de forma efetiva o cumprimento dos seus objetivos. Esses instrumentos encontram-se no artigo quinto, transcrito abaixo:

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:
I - os Planos de Recursos Hídricos;
II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
V - a compensação a municípios;
VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Lei nº 9.433 se contextualiza no cenário real da escassez hídrica que tanto preocupa o mundo. O Brasil detém cerca de 12% de toda a água doce do planeta, com a capacidade de prover água a todos de forma mais que suficiente, segundo o Ministério do Meio Ambiente o volume de água por pessoa é 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) – de 1.700 m³/s por habitante por ano. Porém a sua distribuição não é equitativa. A água não chega para todos na mesma quantidade e regularidade: as diferenças geográficas de cada região e as mudanças de vazão dos rios causadas pelas variações climáticas ao longo do ano afetam a distribuição. Nesse contexto surge em 2001 a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA).

3.2 Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA)

A Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) é uma rede formada por cerca de 2000 entidades, entre elas sindicatos de trabalhadores rurais, associações de agricultores, cooperativas de produção, igrejas, que tem por missão “fortalecer a sociedade civil na construção de processos participativos para o desenvolvimento sustentável e a convivência com o Semiárido, referenciados em valores culturais e de justiça social” (ASA,2015).

A ASA apoia a agricultura familiar de base agroecológica, buscando melhorar as condições de vida das famílias da região na constante luta em busca da dignidade em

seus aspectos mais básicos, com acesso à água e comida suficientes para todas as famílias. Essa é a descrição da CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO.

A ASA fomenta o Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido, disseminando tecnologias sociais (TS) de captação e armazenamento de água para consumo humano e produção de alimentos, além da criação animal e o combate à desertificação, entre outras. Esse programa é o responsável por duas ações: o P1MC (Programa Um Milhão de Cisternas) e o P1+2 (Programa Uma Terra e Duas Águas). O foco principal não é a construção das cisternas, mas sim a formação e a mobilização social. O programa P1MC iniciou em 2001, porém ganhou força em 2003 com o financiamento do Governo Federal por meio do Programa Fome Zero, recebendo também recursos da Organização das Nações Unidas (ONU), a Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN) e várias organizações estrangeiras.

3.3 Conflitos Hídricos

As secas e os diversos usos da água geram conflitos denominados "Conflitos Hídricos", que têm se intensificado nas diversas regiões principalmente no Nordeste, onde a escassez de água é histórica e negligenciada há séculos. Esses conflitos estão diretamente ligados à condição de convivência com o semiárido.

A crescente demanda por água potável e a diminuição de sua disponibilidade, tanto no seu aspecto quantitativo quanto qualitativo, têm intensificado os conflitos decorrentes dos usos múltiplos da água, constituindo-se em um problema de dimensões ecológica, cultural, social e de política de gestão pública (BRITO, 2008).

Vianna (2006) esclarece que os conflitos pela água passam a existir quando um ou mais atores sociais estão em disputa por algo ou alguns interesses. Na maioria das vezes, essa disputa ocorre a partir do momento em que o objeto disputado passou a ser escasso, para suprimento da necessidade de todos. Os conflitos hídricos têm se espalhado por todo o país e eventos climáticos extremos tem se tornado constantes e imprevisíveis. Os longos períodos de estiagem em regiões onde as chuvas outrora eram abundantes têm causado problemas de diversos tipos, trazendo à tona a diferença entre as políticas públicas adotadas e o que a legislação prevê. No que se refere à água, a legislação aponta como dever do Estado a necessária regulação do seu uso comum, com vistas a disponibilizá-la para as presentes e futuras gerações.

Como citam Silveira e Silva (2019), a luta por água no Nordeste Brasileiro é quase tão longa quanto a sua história e se confunde com a sua ocupação, quando a busca pelos solos férteis, pelos brejos úmidos e pela apropriação dos recursos naturais estavam na base de importantes conflitos entre os povos do campo e os grandes fazendeiros proprietários de terra. Esses conflitos historicamente se intensificam no período das secas. Apesar da propalada alternativa para a chamada crise hídrica, pela via da privatização e mercantilização das águas, as últimas décadas têm assistido o agravamento das desigualdades sociais no campo e o aumento significativo dos conflitos que envolvem a posse, a propriedade e os diversos usos da água pelas populações rurais.

3.4 Usos da Água

Segundo a ANA, qualquer atividade humana que altere as condições da água é definida como um tipo de uso, podendo ser classificados como usos consuntivos e usos não consuntivos.

Usos consuntivos da água: são os usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades, espacial e temporalmente. Por exemplo: consumo humano, dessedentação de animais, irrigação, abastecimento público, processamento industrial.

Usos não consuntivos da água: dizem respeito aos usos que retornam à fonte de suprimento, praticamente na totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade. Por exemplo: navegação, recreação, piscicultura, hidroeletricidade.

3.5 Qualidade da Água

No que diz respeito ao uso para consumo humano, a água tem que atender os parâmetros de potabilidade. Em sua essência a água contém diversos componentes, alguns oriundos do ambiente natural ou resultantes de atividades humanas realizadas no entorno. Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos.

Esses teores constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo.

A Portaria Nº 888, de 04 de maio de 2021 traz em seus anexos os padrões de potabilidade. Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso, assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (água para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial. Mesmo entre as indústrias, existem requisitos variáveis de qualidade, dependendo do tipo de processamento e dos produtos das mesmas.

Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, classificados como físico, químico e biológico. Esses parâmetros indicam a qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

As informações abaixo se baseiam no Manual de controle da qualidade da água (FUNASA, 2014) e descrevem os parâmetros físicos, químicos e biológicos.

3.5.1 Parâmetros Físicos

a) Temperatura: é um parâmetro importante, pois a temperatura influencia diretamente na densidade, viscosidade e oxigênio dissolvido.

b) Sabor e odor: O padrão de potabilidade da água é completamente inodoro.

c) Cor: O padrão de potabilidade da água é com intensidade de cor inferior a 5 unidades.

d) Turbidez: A presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas interferem diretamente no índice de turbidez. O padrão de potabilidade: turbidez inferior a 1 unidade.

e) Sólidos: Podem ser divididos em sólidos sedimentáveis, sólidos não sedimentáveis, sólidos dissolvidos

f) Condutividade Elétrica: capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente.

3.5.2 Parâmetros Químicos

a) pH (potencial hidrogeniônico): pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

b) Alcalinidade: causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água.

c) Dureza: resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio). Classificação das águas, em termos de dureza (em CaCO₃):

Menor que 50 mg/1 CaCO₃ – água mole

Entre 50 e 150 mg/1 CaCO₃ – água com dureza moderada

Entre 150 e 300 mg/1 CaCO₃ – água dura

Maior que 300 mg/1 CaCO₃ – água muito dura

d) Cloretos: conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

e) Ferro e manganês: podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações.

f) Nitrogênio: o nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização.

g) Fósforo: encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização.

h) Fluoretos: os fluoretos têm ação benéfica de prevenção da cárie dentária; em concentrações mais elevadas, podem provocar alterações da estrutura óssea ou da fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).

i) Oxigênio Dissolvido (OD): é indispensável aos organismos aeróbios; a água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de

oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

j) **Matéria Orgânica:** a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades, no entanto, podem causar alguns problemas, como: cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

l) **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C.

m) **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. A DQO também é determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO. Para o mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO.

n) **Componentes Inorgânicos:** alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco.

o) **Componentes orgânicos:** alguns componentes orgânicos da água são resistentes à degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

3.5.3 Parâmetros Biológicos

a) **Coliformes:** são indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

b) Algas: resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável.

3.6 Doenças de Veiculação Hídrica

O Ministério da Saúde (2018) na cartilha “Diretriz para atuação em situações de surtos de doenças e agravos de veiculação hídrica” adverte que o consumo de água que não atenda aos parâmetros de potabilidade pode causar doenças que, por terem como fator de propagação a água, são chamadas de Doenças de Veiculação Hídrica. Apresenta também as principais doenças de veiculação hídrica, a saber; 1. Diarréia por *Escherichia coli*; 2. Amebíase, 3. Cólera, 4. Leptospirose, 5. Disenteria bacteriana, 6. Hepatite A, 7. Esquistossomose, 8. Febre tifóide, 9. Ascariíase, 10. Dengue, 11. Rotavírus, 12. Toxoplasmose.

Muitas dessas doenças trazem o risco real de morte, por isso é importante cuidar do tratamento da água e da higiene pessoal, mantendo hábitos simples como lavar as mãos e os alimentos, clorar e ferver água de fontes não seguras que porventura venham a ser utilizadas para o consumo.

Além dos cuidados individuais, existem também os cuidados coletivos, que são de responsabilidade do poder público, como por exemplo a construção de Estações de Tratamento de Água (ETA) e as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), que são componentes essenciais de um sistema de abastecimento de água.

3.7 Sistemas de Abastecimento de Água

Um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) eficiente é aquele que garante que a população consiga atender prioridades e necessidades acerca da saúde e desenvolvimento. A Portaria MS nº. 888/2021 descreve um SAA para consumo humano como “instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição”. Os SAA são classificados como isolados quando abastecem

isoladamente bairros, setores, localidades ou até um município inteiro, não possuindo ligação ou interferência alguma de outro sistema ou sistemas integrados que são sistemas que abastecem diversos municípios simultaneamente ou quando mais de uma unidade produtora abastece um único município, bairro, setor ou localidade.

Os SAA apresentam uma grande possibilidade de combinações que se integram com o propósito de atender à população por meio de água encanada, não existindo uma forma única de organização; todavia um SAA é geralmente composto das seguintes partes: Captação, Adução, Estações Elevatórias, Estações de Tratamento, Reservatórios, Redes de distribuição descritas a seguir. A Figura 01 ilustra um SAA.

3.7.1 Captação

Composto pelo manancial ou nascente abundante de água e pela estrutura de captação. Tsutiya (2006), classifica a captação em manancial superficial três tipos: captação em curso de água, captação em represas e captação em manancial de serra.

3.7.2 Adução

Subsistema formado por adutoras (tubulação, canal). Tsutiya (2006) define a adutora como o sistema de canalização destinado a condução da água entre as unidades da rede de distribuição. São unidades principais de um sistema de abastecimento de água, elas não distribuem a água diretamente para o consumidor, as classificações das adutoras são descritas a seguir: Quanto à natureza da água transportada as adutoras são classificadas com; adutoras de água bruta que são as tubulações que transportam a água sem tratamento, adutoras de água tratada ou tubulações que transportam água tratada. Quanto à energia para a movimentação da água temos as adutoras por gravidade tubulações que transportam a água de uma cota mais elevada para a cota mais baixa. As adutoras por recalque são as tubulações que transportam a água de um ponto a outro com cota mais elevada, por meio de estações elevatórias e as adutoras mistas nas quais as tubulações compõem-se de trechos por recalque e de trechos por gravidade.

3.7.3 Estações Elevatórias (Bombeamento, Recalque)

São elementos essenciais nos sistemas SAA, as estações elevatórias têm o objetivo de fazer o recalque da água para a unidade seguinte, podendo ser recalque

de água bruta, como de água tratada, gerando uma economia considerável de energia no transporte (TSUTIYA, 2006). Os principais componentes de uma estação elevatória são: As bombas e motores (equipamento eletromecânico), as tubulações (sucção, barrilete, recalque) e na parte de construção civil o poço de sucção e a casa de bomba.

3.7.4 Tratamento

Estações de tratamento d'água (ETA) Distribuição. Segundo Tsutiya (2006) é o conjunto de unidades destinado a tratar a água de modo a adequar as suas características aos padrões de potabilidade.

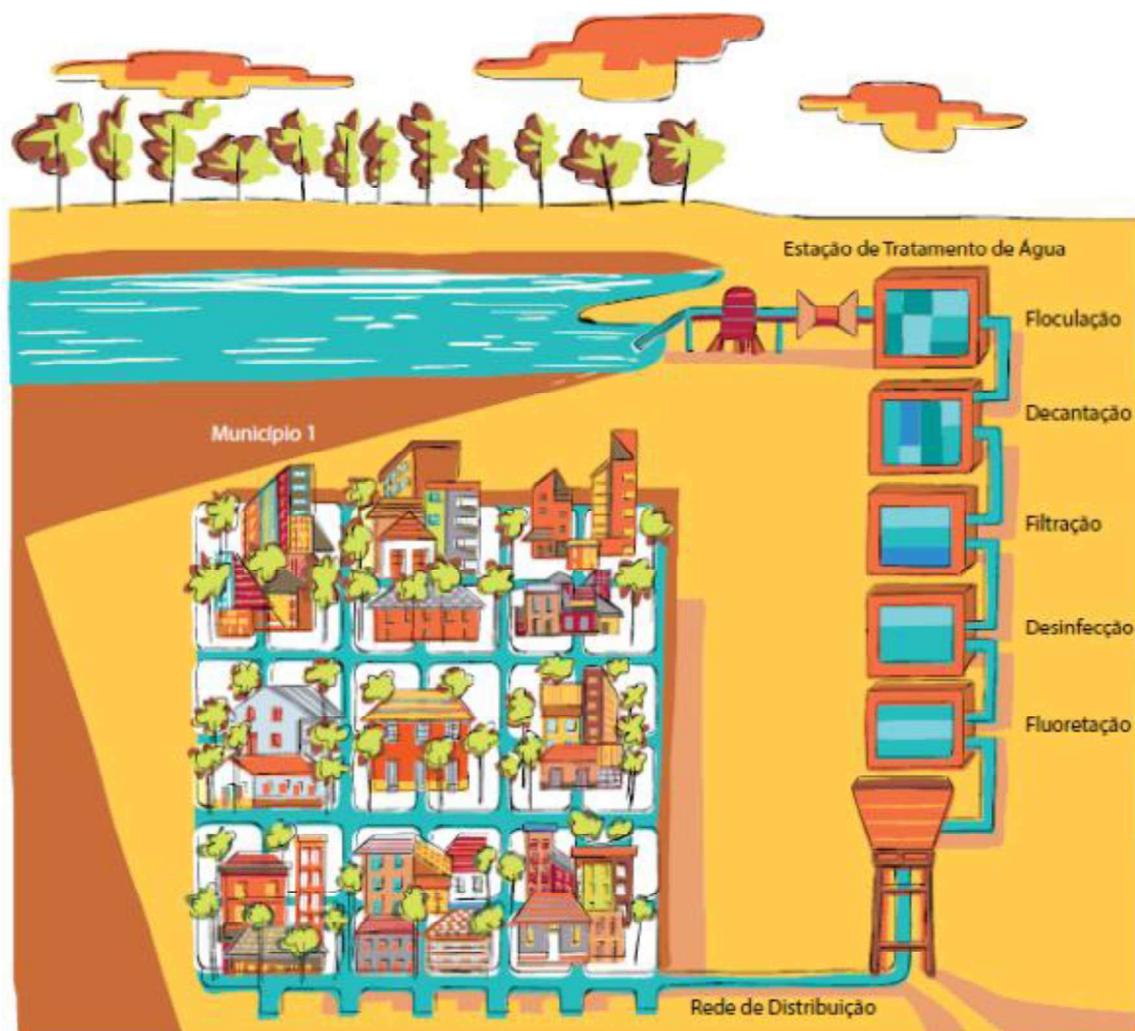
3.7.5 Reservatórios

Lugar onde a água é armazenada visando regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição. Pode ter as mais diversas formas e empregos de materiais, porém devem ser dimensionados de forma a atender a demanda.

3.7.6 Redes de Distribuição

Ainda Segundo Tsutiya (2006) as redes de distribuição são a parte do SAA, formada de tubulações e órgãos acessórios, e que tem por objetivo colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendada. Podemos dividir as redes de distribuições em principal, que são tubulações de maior diâmetro que abastecem as canalizações secundárias e as secundárias, tubulações de menor diâmetro que abastecem diretamente os pontos de consumo, podendo ser ramificada, malhada e mista.

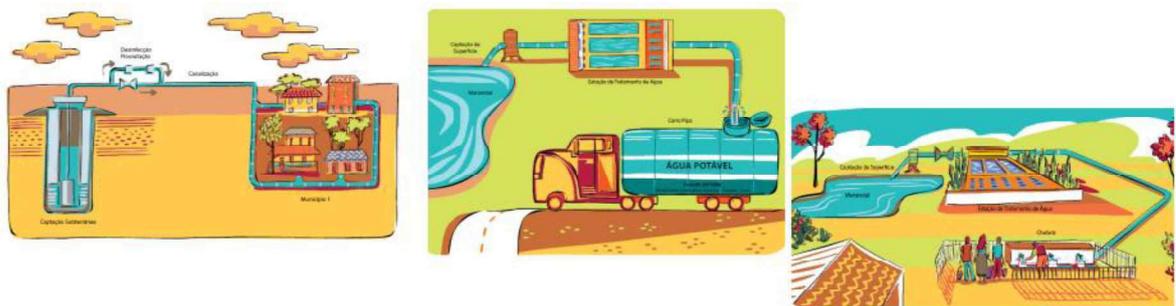
Figura 1- Esquema de um SAA



Fonte: Ministério da Saúde (2016)

Além dos SAA usuais que possuem rede de distribuição como o apresentado anteriormente, temos também as soluções alternativas que podem ser coletivas ou individuais. A portaria MS nº 888, de 2021, art. 5º, VII define Solução Alternativa Coletiva (SAC) de Abastecimento de Água como uma “Modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição” Já as Soluções Alternativas Individuais (SAI) são definidas pela portaria mesma portaria no art. 5º, VIII como “A Modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares”. As Figuras 02 e 03 ilustram exemplos de SAC e SAI.

Figura 2 - Exemplos de SAC



Fonte: Ministério da saúde (2016)

Figura 3 - Exemplos de SAI



Fonte: Ministério da saúde (2016)

3.7.7 SAI e Abastecimento Residencial Rural

Na zona rural a dispersão das residências impossibilita a concepção de sistemas convencionais de abastecimento comuns à zona urbana. Nessas localidades a solução geralmente adotada são os sistemas de abastecimento individual, que se referem aos sistemas destinados a atender apenas uma propriedade rural. Esses sistemas, embora em escala reduzida, possuem as mesmas características, etapas e complexidades de um sistema convencional de abastecimento. A água é coletada no telhado, em poços ou em mananciais superficiais, daí é conduzida por recalque ou gravidade a um reservatório ou cisterna, que podem ser de placas, concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, posteriormente a água é direcionada a um reservatório elevado por meio de bombeamento de onde então é distribuída por gravidade para a residência.

3.7.7.1 Sistema de Captação de Água de Chuva (SCAC)

Neste contexto, uma das SAI comumente adotada na zona rural são os sistemas de captação de água de chuva. Conforme salientado por Meira Filho (2014), a captação e o aproveitamento de água de chuva no meio rural, “constitui uma técnica

quase tão antiga quanto a humanidade, é comumente utilizada em áreas onde há irregularidades nos índices de precipitação, e essa talvez seja a característica principal do Semiárido brasileiro (SAB)”. Meira Filho acrescenta que a prática de captar e armazenar a água da chuva para posterior uso traz, além de contribuir na oferta hídrica para o abastecimento humano, vários benefícios para o meio ambiente. Andrade Neto (2012) reforça essa ideia dizendo que “o uso de cisternas para captação e armazenamento de água de chuva para consumo doméstico é uma prática milenar em várias regiões do mundo e atualmente tem merecido maior interesse e ampla aplicação” e que “apesar de milenar, continua moderna, quando incorpora novos conceitos, materiais, técnicas construtivas, segurança sanitária e melhor aproveitamento”.

O SCAC consiste em uma área de captação, onde a água da chuva é interceptada, um subsistema de coleta e condução, um sistema de descarte das primeiras águas possui alguns subsistemas, um reservatório onde a água é armazenada, recomenda-se também uma estação elevatória, e um reservatório superior de onde a água será distribuída para a residência.

3.7.7.2 Área de Captação

Na maioria dos SCACs a área de captação é o próprio telhado das residências, que além da função de dar proteção desempenha também a função de captar a água da chuva, e por isso é necessário um cuidado maior. O material do telhado, e as condições do mesmo interferem diretamente nos aspectos quantitativos e qualitativos. Existem algumas outras possibilidades de captação da água da chuva. Outra técnica comumente utilizada no SAB é o Calçadão (Cisterna calçadão), onde a área de captação é uma calçada (Figura 04). A cartilha elaborada pela ASA, intitulada “TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos”, apresenta de forma simples e direta as técnicas construtivas e a potencialidade deste sistema construtivo; como o próprio título sugere a indicação é a utilização em lavouras. “As cisternas-calçadão aumentam a disponibilidade de água para as famílias, possibilitando a diversificação da produção” (ASA, 2015).

Figura 4 - Cisterna calçada



Fonte: Autor (2021)

3.7.7.3 Subsistema de Coleta e Condução

O subsistema de coleta e condução é responsável por direcionar a água captada até a próxima etapa. O Subsistema é formado por calhas, geralmente confeccionadas em aço ou PVC. Conforme Meira Filho (2014) afirma que as calhas geralmente são feitas de formas artesanais com golpes de marreta e tornos, isso gera margem para falhas na execução, afirma ainda que a execução mecanizada resulta em um melhor acabamento. Outra parte fundamental do subsistema são os suportes de sustentação das calhas, são extremamente importantes pois quanto melhor a fixação das calhas mais estável será o sistema.

Além das calhas, temos também os elementos de condução formados na sua maioria por tubos de de PVC, fixados nas calhas geralmente com dimensões entre 75 mm e 100 mm. A Figura 05 apresenta os componentes do subsistema de coleta e condução.

Figura 5 - Subsistema de condução

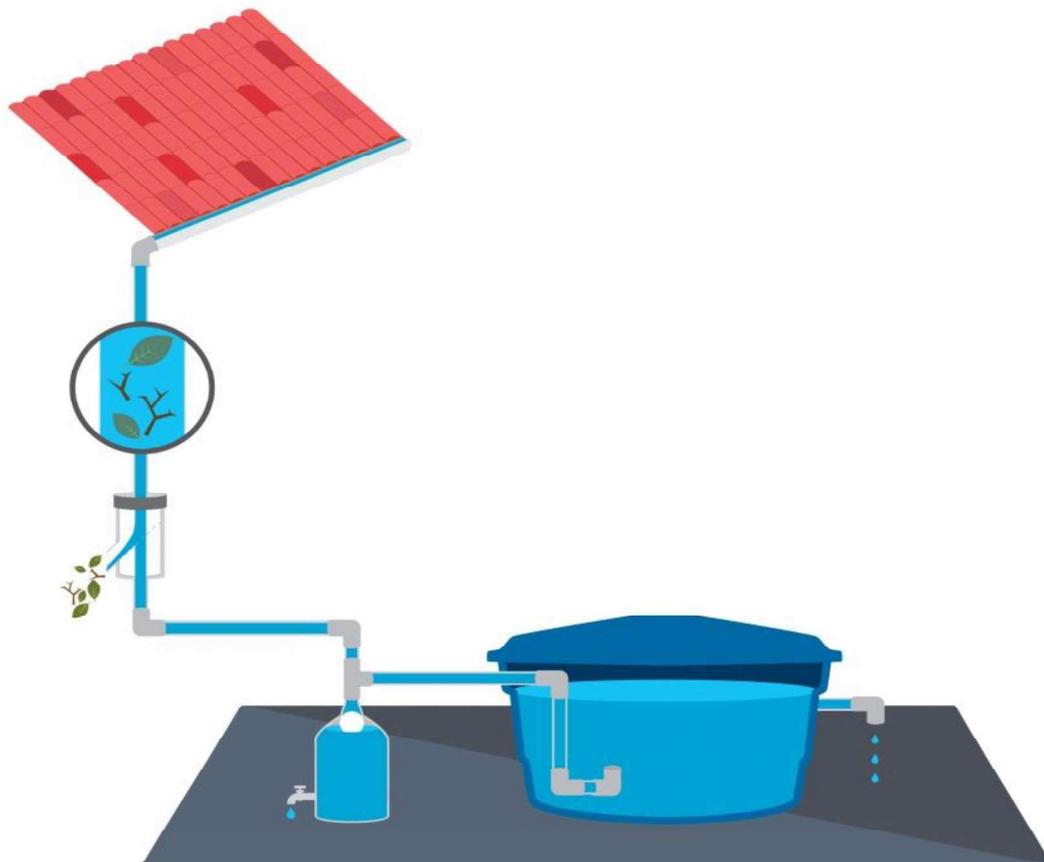


Fonte: Autor (2021)

3.7.7.4 Dispositivo de Descarte das Primeiras Águas

Outra parte fundamental dos SCACs é o dispositivo de descarte das primeiras águas. A área de captação do sistema geralmente possui sujidades, poeira e em alguns casos até fezes de animais quando chove essas sujidades são carregadas pelo fluxo de água, quando não removidas podem causar contaminação. A NBR 15527 (2019) estabelece que “devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos” e cita como exemplos, grades e telas que atendam à ABNT NBR 12213. Além disso, a NBR supracitada sugere a instalação no sistema de aproveitamento de água de chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial automático e que, na falta de dados, seja descartado 2 mm da precipitação inicial. Existe uma infinidade de dispositivos de descarte das primeiras águas a Figura 06 apresenta um modelo.

Figura 6 - Dispositivos de descarte das primeiras águas



Fonte: IPT (2015)

3.7.7.5 Reservatório

Após os desvios das primeiras águas, a água da chuva deve ser conduzida a um reservatório que deve ser dimensionado de forma a atender a demanda da família abastecida, no Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) desenvolvido pela ASA o volume das cisternas de placas é de 16 mil litros e de até 52 mil litros para das cisternas calçadões.

A cisterna pode ser construída dos mais diversos materiais, as do P1MC são executadas em placas de concreto, porém usualmente encontramos nas propriedades rurais cisternas de alvenaria (Figura 07), de fibra de vidro e de anéis de concreto utilizado na construção de poços. Além de se levar em consideração o material do corpo e da tampa da cisterna, devem ser considerados no projeto: extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

Figura 7 - Cisterna de alvenaria



Fonte: Autor (2021)

3.7.7.6 Tratamento

A NBR 15527/2019 Recomenda para desinfecção derivado clorado, raios ultravioleta, ozônio e outros. Em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado derivado clorado.

3.7.7.7 Bombeamento

Uma das etapas mais críticas no que diz respeito à manutenção da qualidade da água é retirada de dentro da cisterna. A recomendação é que a água seja retirada por bombeamento elétrico ou até mesmo manual. A Figura 08 apresenta um mecanismo de bombeamento manual.

Figura 8 - Mecanismo de bombeamento manual



Fonte: Autor (2021)

3.7.7.8 Reservatório Superior

A forma mais econômica de realizar o abastecimento da residência é por meio da gravidade, para isso é necessário a construção de um reservatório superior que pode, assim como a cisterna, ser dos mais diversos materiais, a Figura 09 mostra um reservatório superior de fibra.

Figura 9 - Exemplo de SCACs



Fonte: Autor (2021)

3.8 Patologias Das Construções

O termo patologia, de acordo com dicionário Aurélio (2022), é o ramo da medicina que se dedica ao estudo das doenças, de suas causas, seus sintomas e suas alterações no organismo". A origem da palavra é grega "pathos" que quer dizer doença e "logia" sinônimo de estudo. Quando falamos de patologia das construções estamos tratando de uma área da engenharia civil que estuda as "doenças", falhas no

desempenho das construções levando em consideração a insuficiência no desempenho dos elementos construtivos.

O estudo das patologias nas construções é de grande importância na busca de qualidade dos processos construtivos e na melhoria da habitabilidade e durabilidade das edificações. Para evitarmos o surgimento de manifestações patológicas, é necessário fazer um estudo detalhado das origens para melhor entendimento do fenômeno e auxiliar nas decisões de definição de conduta e planos de ação contra os problemas (NAZÁRIO; ZANCAN, 2011).

3.8.1 Patologias nos SCACs

Um SCACs é composto por subsistemas de captação, coleta e armazenamento e por sua vez os sub sistemas são compostos por componentes e equipamentos como tubos, conexões, bombas essa complexa relação pode abrigar uma diversidade de manifestações patológicas, patologias essas que vão desde de falhas simples até patologias que comprometem o funcionamento do sistema e a qualidade e quantidade da água armazenada. Em sua tese, Meira Filho catalogou as patologias nos SCACs, separando-as em: patologias dos telhados, patologias nos subsistemas de condução e patologia das cisternas de alvenarias (Meira Filho, 2014).

3.8.2 Patologias dos Telhados

Entre as patologias dos telhados são destacadas: (1) Telhas deslocadas que interrompem o escoamento e causam infiltrações; (2) Ausência de telhas; (3) Desalinhamento do beiral que faz com que a água escoe para fora da calha; (4) Afundamento da estrutura do telhado causada pelo subdimensionamento da madeira utilizada; (5) Presença de objetos estranhos que prejudicam o escoamento e se tornam fontes de contaminação e proliferação de fungos e bactérias, (6) Multiplicidade de águas do telhado que dificulta a instalação de calhas e a manutenção podendo refletir de forma negativa os índices de captação de água de chuva.

3.8.3 Patologias nos Subsistemas de Condução

Nos subsistemas de condução as patologias mais comuns são: (1) Calhas descentralizadas em relação ao beiral, nesse caso a água captada no telhado se perde pois é lançada para fora da calha e por isso não chega à cisterna; (2) Fixação das calhas inadequadas, muitas vezes feitas de forma improvisada com pedaços de

madeira e podem se desprender em casos de chuvas e ventos fortes; (3) Deformação da calha no sentido longitudinal causa pela falta de dobras estruturais na borda da calha ou suportes espaçados de forma inadequada; (4) Problemas relacionados à declividade requerida no escoamento; (5) Oxidação da calha causada pela falta de inclinação e por escolha inadequada de material.

Nos condutores pode-se encontrar as seguintes patologias: (1) Fixação inadequada podendo causar desprendimento sob a ação de ventos e chuvas fortes; (2) Condutores obstruindo portas ou janelas ; (3) Condutores desconectados da cisterna, embora essa prática seja comum em os usuários com o objetivo de descartar as primeiras águas essa prática gera desperdícios e propicia a entrada de insetos e pequenos animais no interior da cisterna; (4) Condutores com suportes inadequados, muitas vezes improvisados com forquilhas de madeira em forma de forquilha; (5) Descolamento na transição calha/condutor; (6) Fechamento da extremidade da calha executado com material inadequado.

Quanto às patologias das cisternas de alvenarias podemos destacar: (1) Avarias na porta de visita, que geralmente são causadas pelo uso no decorrer do tempo ou em resultado da utilização de material inadequado na sua construção. (2) Fissuras entre as placas que ser tanto no corpo da cisterna quanto na laje da cisterna; (3) Fissuras no reboco interno da cisterna que podem evoluir para a parte externa e causar vazamentos ou até mesmo contaminação; (4) Presença de insetos e pequenos animais no interior da cisterna, (5) Sujidades aparentes na água armazenada ocasionadas pela falha no sistema de pré-filtragem da água ou no de vedação da cisterna, Objetos entulhados sobre a laje de cobertura; (6) Água de chuva acumulada sobre a laje de cobertura da cisterna; (7) Ferragens expostas e/ou oxidada tanto no vigamento da laje de cobertura quanto no próprio corpo do reservatório; (8) Abatimento do solo em torno da cisterna; (9) Extravasor quebrado ou descoberto; (10) Cisterna próxima de árvores existe uma recomendação de que as cisternas sejam implantadas a pelo menos 8 metros de distância as árvores para evitar problemas de trincas no corpo da cisterna, uma vez que as raízes crescem em direção a água; (11) Destacamento do reboco externo provocado geralmente por má execução dos processos construtivos; (12) Cisterna próxima a fossa negra ou esgoto a céu, nesses casos caso haja fissuras na cisterna, o esgoto pode contaminar a água.

3.9 Manutenção

A grande maioria das patologias nascem junto com as construções. A não observância dos processos e dos tempos de cura são sem sombra de dúvida as maiores causas de patologias nas construções. A melhor forma de evitar que essas patologias aconteçam é realizar a construção seguindo todos os processos necessários e realizar manutenções periódicas.

A cartilha (TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos) elaborada pela ASA dá dicas e sugestões para a manutenção das cisternas calçadão, essas dicas também se aplicam aos SCACs convencionais:

Para conservar o calçadão é necessário construir uma cerca de proteção, que evite a entrada de pessoas e animais. A família assume a responsabilidade de sempre varrer e fazer os reparos necessários. Ela também deve ter alguns cuidados básicos com a cisterna-calçadão para garantir água de qualidade. São eles:

- Manter a cisterna sempre fechada;
- Tirar a água com a bomba de repuxo-manual;
- Lavar a cisterna todo ano antes do inverno com cloro ou água sanitária, usando uma vassoura;
- Pintar a cisterna com cal branca sempre antes de iniciar o período chuvoso;
- Não plantar árvores com distância inferior a 10 metros, pois suas raízes podem causar rachaduras e vazamentos na cisterna e no calçadão;
- Fazer, de imediato, reparos na cisterna e no calçadão sempre que aparecerem fissuras e/ou rachaduras.

A manutenção periódica é fundamental para que o sistema desempenhe de forma satisfatória suas funções, seja qual o for o tipo de sistema, as manutenções visam garantir a eficiência e prolongar a vida útil quando se trata de SCACs não é diferente a ABNT NBR 15527 (2019) apresenta em sua tabela 2 a frequência e o tipo de manutenção de cada componente do sistema a Figura 10 abaixo apresenta na íntegra essa tabela

Figura 10 – Frequência de manutenção ABNT 15527

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Calhas ^a	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário.
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário
^a Além da limpeza, deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.	

Fonte: ABNT (2019)

3.10 Avaliação Pós-Ocupação

Entende-se que todo produto que é colocado em uso, inclusive SIA, precisa ser avaliado regularmente para garantir seu controle de qualidade e a plena satisfação das necessidades dos usuários. No entanto, na construção civil brasileira isso não é colocado em prática, pelo contrário, produtos que não satisfazem o usuário são constantemente repetidos. Uma das estratégias para a realização desse tipo de estudo é a Avaliação Pós-Ocupação (APO), que se caracteriza como uma abordagem interativa, sistematizada e rigorosa do ambiente construído, realizada algum tempo após sua construção e ocupação (RHEINGANTZ et al, 2009). Esta metodologia tem como foco os usuários e suas necessidades, visando compreender a influência e as consequências das decisões projetuais no desempenho da construção, de modo que o ponto de vista dos usuários somados à perspectiva técnica, enriqueça a análise.

Por constituir um conjunto de métodos e técnicas que devem ser combinados de acordo com o objetivo de cada pesquisa, a avaliação pós-ocupação (APO) requer um amplo estudo sobre os procedimentos metodológicos mais adequados a serem aplicados a cada caso, e sua eficácia depende disso. Os melhores resultados podem ser obtidos com o uso combinado de procedimentos metodológicos pertinentes, segundo o objetivo da pesquisa, o prazo e os recursos humanos e financeiros disponíveis para a atividade (ORNSTEIN, 2014).

Os métodos de pesquisa podem ser classificados em quantitativos e qualitativos. Os quantitativos são pertinentes para a investigação de uma maior

variedade de fenômenos e determinam a confiabilidade das medidas adotadas, permitindo a generalização dos resultados. Já os qualitativos, segundo Lay e Reis (2005), focalizam a determinação da validade da investigação, por meio da possibilidade de confronto entre a situação real e em estudo, e a descrição, a compreensão e a interpretação da situação específica feitas pelo pesquisador. Experimentações mais qualitativas, adquiridas por entrevistas e grupos focais, têm sido cada vez mais frequentes, dependendo dos objetivos da pesquisa e do tipo de estudo de caso; entretanto, os métodos quantitativos, como a aplicação de questionários sobre a satisfação dos usuários, são também intensamente utilizados (ORNSTEIN, 2004).

4 METODOLOGIA

A metodologia é dividida em cinco etapas interligadas entre si:

1 - Caracterização da área de estudo.

2 - Visitas em campo:

Entrevistas

Avaliação pós-ocupação

3 - Caracterização das patologias

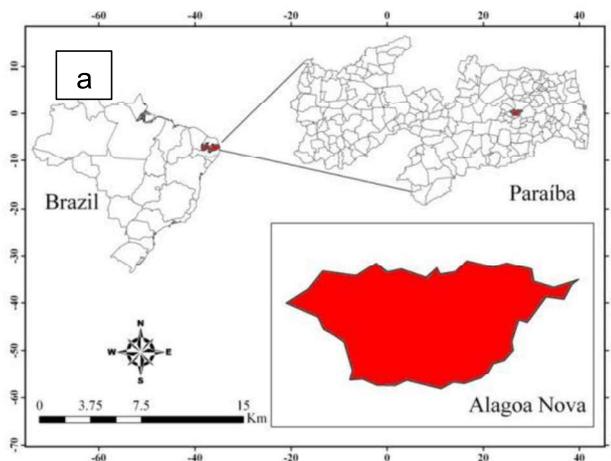
4 - Análise dos resultados

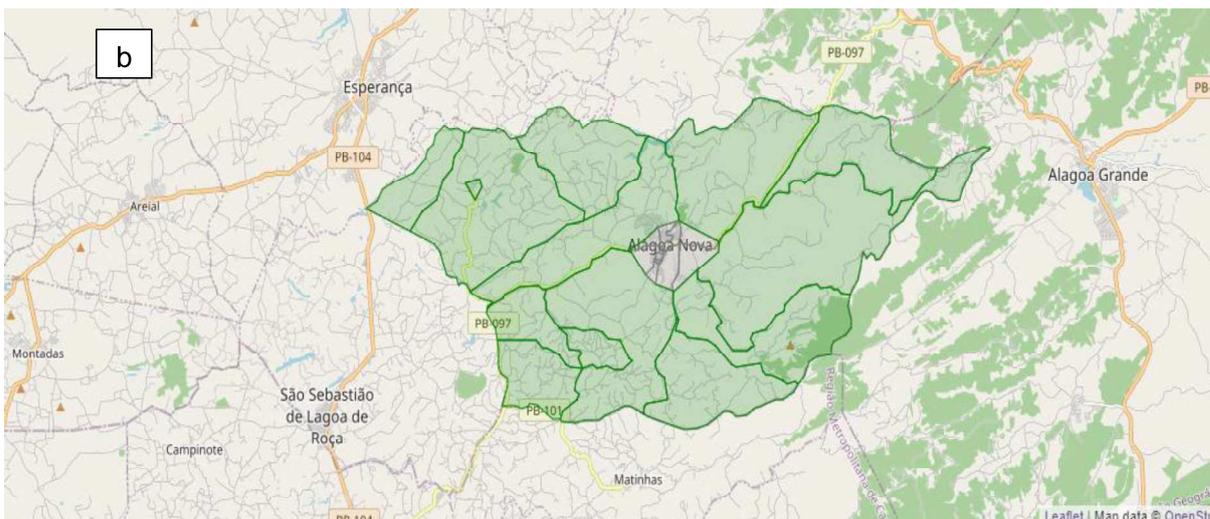
5 - Elaboração das recomendações

4.1 Delimitação da Área de Estudo

O município de Alagoa Nova (Figura 11), situado a 530 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 4' 5" Sul, Longitude: 35° 45' 40" Oeste. Está localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano, Microrregião do Brejo Paraibano e Região Metropolitana de Esperança, inserido na unidade Geoambiental do Planalto da Borborema, possui relevo geralmente movimentado, vales profundos e estreitos dissecados, e fertilidade natural média a alta (Ministério de Minas e Energias, 2005). Limita-se com os municípios: Areia, Alagoa Grande, Massaranduba, Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Remígio e Esperança.

Figura 11 a e b - Município de Alagoa Nova.



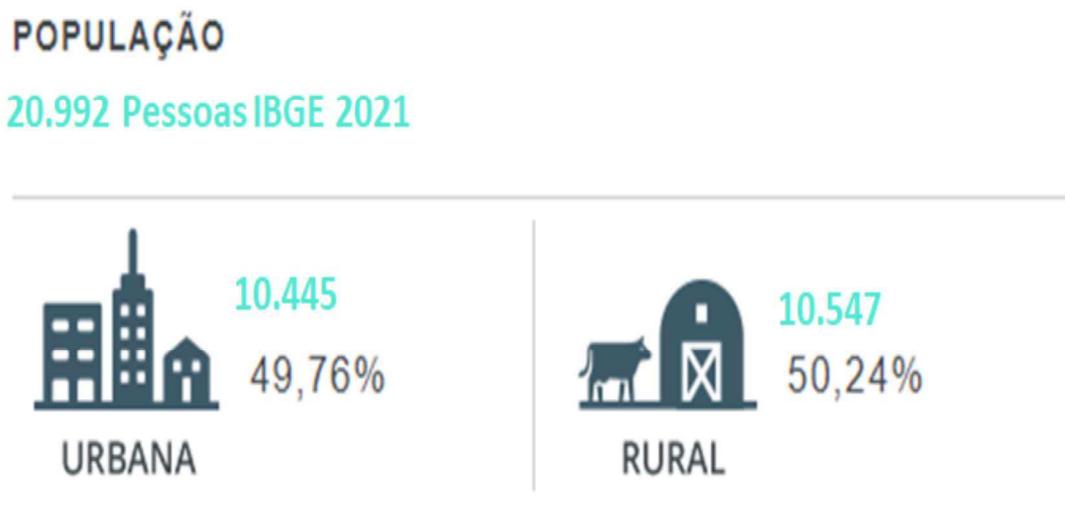


Fonte: Ministério de Minas e Energias, 2005; Infosnbas (2021)

Conforme a classificação climática de Köppen o clima é do tipo As Tropical Chuvoso, com verão seco, sendo seu quadrimestre mais chuvoso os meses de março, abril, maio e junho. Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular e por volta de oito a dez horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade devido aos sistemas meteorológicos atuantes. O regime de precipitação que compreende o município de Alagoa Nova insere-se na faixa das isoietas (linhas que unem o mesmo valor de precipitação) de 1100 a 1300 mm/ano. A temperatura máxima anual é de 26,5°C. A temperatura mínima anual é de 18,2°C. Alagoa Nova tem uma temperatura média anual de 22,3°C. A amplitude térmica anual é de 8,2°C. A umidade relativa do ar anual é de 87%, a evapotranspiração potencial anual é de 1.776,1, superando a precipitação média que é de 1.238,4 mm (Ministério de Minas e Energias, 2005).

Segundo o IBGE a população estimada do município para o ano de 2021 é de 20.992 habitantes, A Figura 12 apresenta a distribuição da população entre zona rural e urbana, tendo o município uma área de 122,3 km² e uma densidade demográfica de 160,98 hab/km². A economia da cidade é baseada na agricultura, na pecuária e no comércio, tendo a população um PIB per capita de R \$14.002,94.

Figura 12 - População de Alagoa Nova

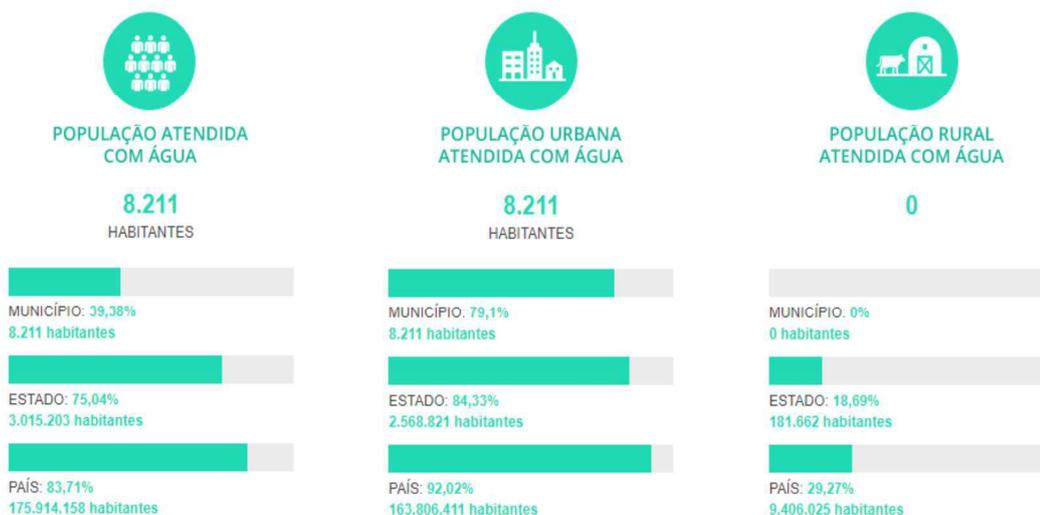


Fonte: IBGE (2021)

4.2 Sistema de Abastecimento

Segundo o Sistema nacional de informações sobre saneamento SNIS apenas 39,38% da população total de Alagoa Nova tem acesso aos serviços de abastecimento de água, o que corresponde a 79,1% da população urbana da cidade. A população da zona rural não é assistida pelo sistema convencional de abastecimento, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Abastecimento de água em Alagoa Nova



Fonte: SNIS (2019)

4.3 Esgotamento Sanitário

De acordo com o Atlas de Esgotos (ANA 2013), 53,44% do esgoto gerado no município são manejados de forma adequada, por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 12,61% é coletado, mas não é tratado e 33,95% não é tratado nem coletado conforme a Figura 14. Não existem dados relacionados à coleta e tratamento de esgoto na zona rural do município.

Figura 14 - Esgotamento sanitário em Alagoa Nova

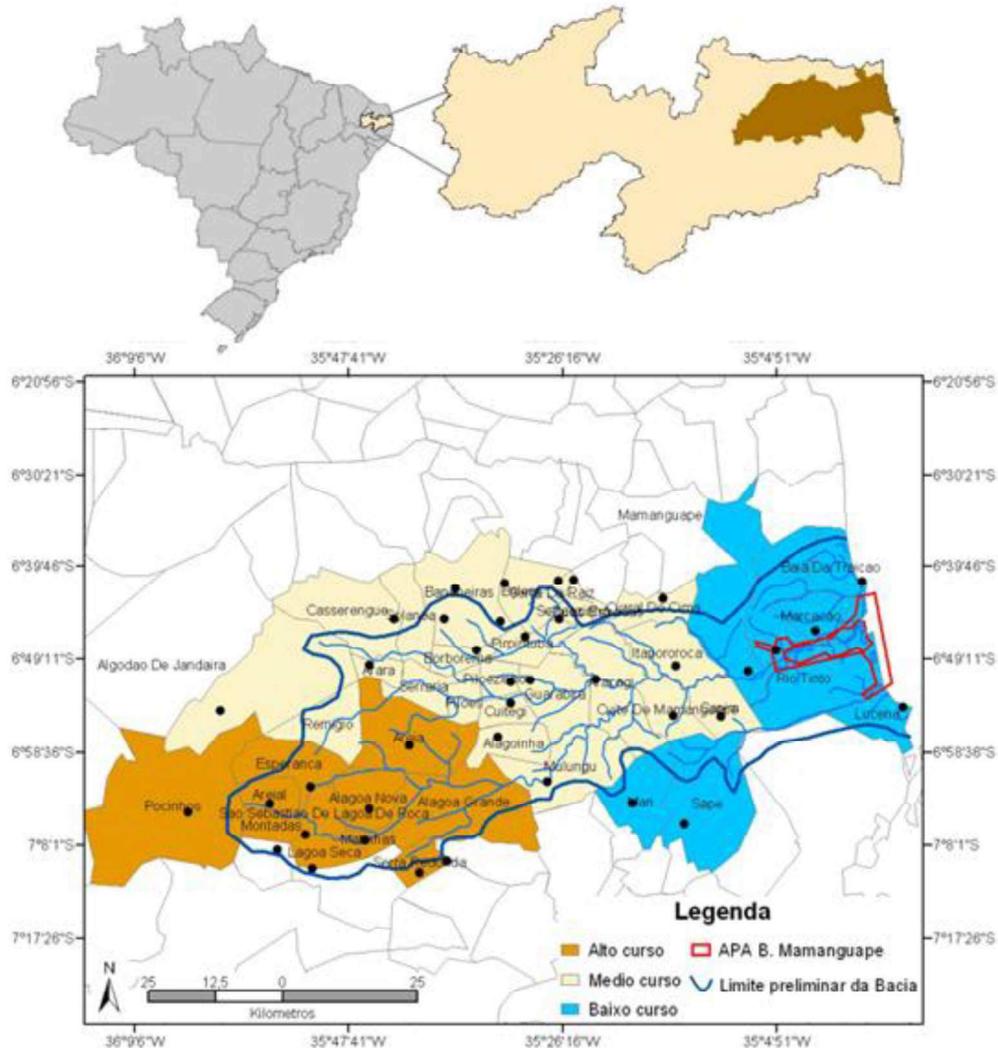
	Município	Estado	País
Índice sem atendimento sem Coleta e sem Tratamento	33,95%	37,87%	23,6%
Índice de Atendimento por Solução Individual	3,05%	5,6%	8,64%
Índice de Atendimento com Coleta e sem Tratamento	12,61%	25,36%	22,83%
Índice de Atendimento com Coleta e com Tratamento	50,39%	18,22%	38,26%

Fonte: ANA (2013)

4.4 Águas Superficiais

O município de Alagoa Nova encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Mamanguape (Figura 15). Seus principais tributários são: os rios Mamanguape e Riachão, além dos riachos Ribeira e Pinga. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

Figura 15 - Bacia do Rio Mamanguape



Fonte: AESA (2021)

4.5 Precipitação dos Últimos Dez Anos

A Figura 16 apresenta os dados de precipitação dos últimos dez anos do município de Alagoa Nova. É possível verificar que, tendo como base esse período, o ano de 2021 apresentou índices abaixo da média, apresentando o pior primeiro semestre dos últimos 10 anos. As famílias da zona rural têm encontrado enorme dificuldade para manter as lavouras e garantir o consumo humano e animal. Além disso, com base nesses dados, podemos afirmar que o segundo quadrimestre do ano apresenta os melhores indicadores pluviométricos em comparação ao terceiro quadrimestre, que apresenta os piores índices, sendo mais chuvoso o mês de julho e o mês menos chuvoso novembro.

Figura 16 - Precipitação últimos 10 anos

PRECIPITAÇÃO ALAGOA NOVA (ÚLTIMOS 10 ANOS) (mm)													
Ano\Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Volume Anual
2011	100,10	93,10	111,40	197,40	298,30	120,50	255,00	105,40	2,30	0,00	12,00	21,90	1317,40
2012	81,70	146,60	87,80	50,00	79,30	168,00	105,90	7,80	1,70	5,70	0,00	7,30	741,80
2013	26,60	53,80	43,80	168,20	82,00	169,10	105,60	82,20	31,50	39,50	32,80	38,90	874,00
2014	21,00	109,00	45,60	30,30	123,20	111,00	101,60	31,70	79,00	39,30	7,80	19,10	718,60
2015	15,60	37,20	134,10	31,70	71,50	98,80	214,90	24,80	12,10	12,70	0,00	59,80	713,20
2016	142,30	51,70	90,10	164,00	127,60	31,00	9,70	8,50	27,00	10,70	0,00	62,90	725,50
2017	21,20	28,70	51,60	119,90	106,40	113,70	195,20	14,60	23,20	24,50	9,90	0,00	708,90
2018	79,00	148,90	125,70	201,20	91,50	80,60	52,00	0,00	6,30	0,00	5,20	44,20	834,60
2019	37,20	194,80	112,10	75,10	70,40	124,40	190,40	34,50	34,30	39,40	0,70	8,00	921,30
2020	15,40	22,70	196,90	117,60	130,10	105,40	149,70	9,40	50,10	1,70	44,80	32,90	876,70
Média Mensal (10 anos)	54,01	88,65	99,91	115,54	118,03	112,25	138,00	31,89	26,75	17,35	11,32	29,50	843,20
PRECIPITAÇÃO ALAGOA NOVA NO ANO DE 2021 (mm)													
Ano\Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Volume Anual
: 2021 (n	5,30	65,50	87,50	106,20	130,50	32,00	41,30	61,60	5,00				534,90

Fonte: AESA – Modificado (2021)

4.6 Avaliação Pós-ocupação

Durante as investigações sobre qual seria o método adotado, foram pontuados alguns critérios de escolha: 1. O método deve considerar o atual cenário de pandemia do COVID-19; 2. O método deve ser compatível com os recursos e o prazo para execução; 3. O método deve levar em consideração os diferentes agentes envolvidos na temática; 4. O método deve ser compatível com os objetivos da pesquisa. Portanto, considerando todos os critérios, adotou-se uma análise de multimétodos, selecionando tanto métodos quantitativos como qualitativos. Dentre as técnicas quantitativas escolheu-se as visitas in loco que seguiam o roteiro em anexo (Anexo 1)

Quanto ao método qualitativo, foram escolhidos os instrumentos de coleta baseados no walkthrough e entrevista. Walkthrough é um instrumento de coleta de dados inicial, de caráter exploratório, que se caracteriza como um passeio presencialmente acompanhado com um ou mais usuários do objeto de estudo. Na APO, a entrevista com pessoa(s)-chave é, juntamente com o walkthrough, um instrumento a ser aplicado na fase inicial da pesquisa, ainda de reconhecimento e exploração, pois informações decisivas para o encaminhamento da pesquisa são obtidas por meio dela.

Devido ao cenário de pandemia não seria possível visitar um grande número de residências devido ao risco de disseminação do coronavírus. Por essa razão a metodologia de APO adotada foi a de visitas em pontos específicos, com residências localizadas em pontos estratégicos da zona rural, localizadas ao redor do município

de Alagoa Nova. Foram visitadas 10 casas localizadas nos sítios: Geraldo, Geraldo de Baixo, São Tomé, Queira Deus e Bacupari.

Além do relato dos moradores, foi utilizado também os métodos observacionais, durante as visitas os aspectos dos sistemas foram analisados e as informações coletadas e catalogadas por meio da elaboração de registros fotográficos, apresentados e referenciados nesse trabalho de conclusão de curso.

4.7 Das Patologias

Nas visitas realizadas foi possível identificar as patologias mais recorrentes e para efeitos deste estudo as patologias relacionadas aos sistemas de abastecimento individual foram classificadas em três grupos: as patologias de telhados, relacionadas às áreas de captação; as patologias nos sistemas condutores que incluem as calhas e os sistemas de condução e finalmente as patologias relacionadas às cisternas, e são apresentadas a seguir.

4.7.1 Patologias de telhados:

- Telhas deslocadas
- Ausência de telhas
- Desalinhamento do beiral
- Objetos estranhos sobre o telhado
- Afundamento das estruturas
- Águas do telhado desordenadas e desconexas

4.7.2 Patologias dos sistemas coletores e condutores

4.7.2.1 Patologias nas calhas:

- Calhas descentralizadas em relação ao telhado
- Declividade inapropriada
- Fixação inadequada das calhas
- Ausência parcial das calhas
- Calhas muito distante dos telhados
- Pontos de oxidação das calhas
- Calhas retorcidas
- Ligação entre as calhas mal feitas
- Extremidade fechada de forma inadequada

4.7.2.2 Patologias nos condutores:

- Canos furados
- Conexões quebradas
- Fixação inadequada dos condutores
- Ausência total de condutores
- Ausência parcial de condutores
- Conductor obstruindo as passagens
- Avaria na transição calha condutor
- Condutores cruzando janelas ou portas
- Ausência de sistemas de desvio das primeiras águas

4.7.3 Patologias das cisternas:

- Porta de visita avariada
- Porta de visita confeccionada em material inadequado
- Fissuras e trincas no corpo da cisterna
- Trincas entre a laje e o corpo da cisterna
- Desplacamento de reboco
- Extravasor Quebrado e/ou desprotegidos
- Ferragens expostas
- Entulhos sobre as lajes
- Abatimento do solo
- Sinais de vazamento

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Estudos de caso

5.1.1 Caso 01

O Caso 01 retratado na Figura 17 é de uma família composta por cinco membros: homem, mulher e três filhos com idade entre sete e treze anos. Residentes do sítio Geraldo de cima, a propriedade é situada em uma área elevada onde não existem mananciais naturais e a única fonte de água é proveniente das chuvas coletadas por meio do SCAC ou de abastecimento por caminhões pipa. A cisterna foi construída em 2016 e possui um volume aproximado de 25,5 mil litros. O proprietário confeccionou com recursos próprios os blocos necessários para a execução, aumentando a dosagem em relação ao que são confeccionadas no programa um milhão de cisternas, pois segundo ele as placas ficavam fracas e quebradiças.

Figura 17 - Caso 1



Fonte: Autor (2021)

Além da cisterna de captação, o sistema de abastecimento da residência conta com um reservatório superior que por gravidade alimenta a residência. O morador, preocupado com a qualidade da água depois de repetidos episódios de doenças relacionadas com o consumo de água inapropriado, resolveu utilizar o mesmo sistema de cloração de piscina no reservatório superior, pastilhas de cloro e clorador flutuante, fazendo disso a principal fonte de tratamento da água, que é usada tanto para o consumo humano como para o consumo animal.

A cisterna encontra-se em um estado regular de conservação, no entanto foi possível verificar algumas fissuras. A laje do reservatório é plana e tem sido usada também pelos moradores para secar grãos. Além disso, foi possível verificar que

animais transitam em cima da tampa, sendo prática do morador cobrir o extravasador com uma tela fina para evitar a entrada de insetos e animais.

Quanto à limpeza da cisterna, a manutenção é feita uma vez ao ano no período de estiagem e o controle de pragas é feito por meio da criação de peixes.

5.1.2 Caso 02

O Caso 02 é o de uma família que reside no Sítio São José, composta por três membros: um homem, uma mulher e uma criança. O sistema de abastecimento da casa é formado por um manancial principal de água superficial, que se encontra em situação de emergência diante da seca do ano passado. Os dois secundários secaram, restando apenas o reservatório principal que está em um nível muito abaixo do normal. Soma-se a isso o fato de esse único reservatório ser também a fonte para irrigação e consumo animal. A água é bombeada para um reservatório superior e então, por gravidade, abastece a residência. Devido à redução no volume da água causada pela estiagem, houve um aumento da concentração de nutrientes e, portanto, alterações das características da água como, por exemplo, a redução da transparência da água, alta turbidez e alterações no odor e até mesmo no gosto, e isso vem sendo percebido pelos moradores. O reservatório superior foi construído em 2012, com recursos próprios utilizando uma tecnologia bastante comum na região, similar à construção de poços, que consiste no empilhamento de anéis de concreto (Figura 18). Uma das grandes vantagens desse sistema construtivo é a agilidade na construção.

Figura 18 - Caso 02



Fonte: Autor (2021)

Em loco foi possível verificar uma série de problemas que comprometem a qualidade da água e a eficiência do sistema de abastecimento: a mangueira que recebe água do reservatório inferior não está bem presa podendo se desprender facilmente causando desperdício, a tampa não pode ser completamente fechada por causa da abertura necessária para a colocação da mangueira, a abertura que anteriormente dava lugar ao ramal de entrada hoje funciona como uma espécie de ladrão que fica totalmente exposta, proporcionando assim a entrada de corpos estranhos, sujidades e/ou animais, podendo prejudicar a qualidade da água. A família relata ter tido algumas vezes problemas de saúde (diarreia, ameba) relacionados ao consumo de água e tem tentado contornar o problema utilizando filtros nas torneiras (Figura 19)

Figura 19 - Filtro de torneira utilizado pela família do caso 02



Fonte: Autor (2021)

5.1.3 Caso 03

O Caso 03 é de uma família composta por três membros: um homem e duas mulheres sendo uma delas pessoa com deficiência. O abastecimento da residência é feito por meio de um SCAC, construído com recursos próprios de alvenaria e concreto, com um volume aproximado de quinze mil litros construído acima do nível do solo. A residência não possui reservatório superior, sendo a água retirada da cisterna por

meio de um registro no fundo do reservatório e levada para o interior da residência em baldes para ser consumida de forma direta ou utilizada em atividades do dia a dia. Segundo a família, a água armazenada não é suficiente para atender à demanda da residência, que precisa periodicamente ser abastecida com caminhões pipa.

Quanto ao aspecto da cisterna, foi possível verificar fissuras, trincas e vazamentos. Em decorrência disso, o reservatório tem o aspecto de lodo e mofo. A captação de água é feita em apenas um dos lados da residência e a ligação entre as calhas e o reservatório é feita de forma direta. O sistema não possui mecanismo de desvio das primeiras águas e nem a possibilidade de desengate das tubulações. A Figura 20 apresenta as patologias citadas e o mecanismo de retirada da água.

Figura 20 - Caso 03



Fonte: Autor (2021)

5.1.4 Caso 04

O Caso 04 é de uma família também residente no sítio de Bacupari. O grupo familiar é composto por seis pessoas. A cisterna foi construída pelo programa um milhão de cisternas e tem volume aproximado de dezesseis mil litros. Conforme apresentado na Figura 21.

Figura 21 - Caso 04



Fonte: Autor (2021)

Das residências visitadas essa foi a única com um sistema de coleta da primeira água construído conforme a Figura 22, todavia o sistema não é utilizado. O morador o considerava como um desperdício de água e por isso fez uma nova ligação entre as calhas e o reservatório desprezando assim o sistema de desvio das primeiras águas. A cisterna possui também um sistema de bombeamento manual, permitindo que a retirada da água seja feita sem a introdução de recipientes no interior do reservatório, o que em teoria diminui o risco de contaminação da água. Para completar o sistema a residência possui um reservatório elevado que é alimentado por bombeamento e faz a distribuição por meio da gravidade. A água destinada ao consumo direto é clorada pela proprietária com hipoclorito de sódio fornecido pelos agentes de saúde.

Figura 22 - Dispositivo de desvio das primeiras águas



Fonte: Autor (2021)

5.1.5 Caso 05

O Caso 05 (Figura 23) é de uma família residente do sítio São Tomé. A casa abriga um casal de idosos e seus dois netos. A cisterna foi construída com recursos próprios no ano de 2020, em tecnologia similar às construídas por meio do programa um milhão de cisternas, com paredes de placas e fechamento superior de concreto com uma laje pré-moldada. A unidade possui além do bombeamento manual um conjunto motor bomba para a elevação da água ao reservatório superior. A água é utilizada apenas para o preparo de alimentos, higiene pessoal e limpeza. Para ingerir, os moradores compram água mineral. O controle das larvas é feito por meio da criação de peixes.

A cisterna não possui fissuras aparentes e se mantém em um bom estado de conservação, provavelmente por ser uma construção recente. O telhado encontra-se alinhado e limpo, porém as calhas não aproveitam todo o perímetro, havendo assim subutilização de área de coleta.

Figura 23 - Caso 05



Fonte: Autor (2021)

A porta de visita é confeccionada em chapa metálica de fácil acesso e de tamanho apropriado. O volume do reservatório é 18 mil litros e segundo a família não é suficiente para atendê-los no período de estiagem, sendo necessário o abastecimento por caminhões pipa em momentos de estiagem prolongada.

5.1.6 Caso 06

O Caso 06 (Figura 24) é de uma família residente do sítio Geraldo, às margens da PB 097, sendo a família composta por 6 membros: pai, mãe e quatro crianças entre 3 e 12 anos. A cisterna foi construída pela própria família utilizando anéis de concreto unidos por argamassa de cimento e areia. Apenas um dos lados da casa possui sistema de coleta com calhas de PVC e a ligação entre as calhas e o reservatório é feita por uma peça de zinco dobrada no formato V. Um dos grandes problemas diagnosticado é a proximidade entre a fossa negra e a cisterna que coleta as águas pluviais, sendo a distância entre as unidades de 2 metros e meio. Outro agravante é que a cisterna é parcialmente enterrada feita com anel de poço, ficando praticamente na mesma cota da fossa. A cisterna não possui impermeabilização interna ou externa, o que pode facilitar o fluxo de contaminantes no solo, alterando assim os índices de coliformes fecais na água, deixando-a imprópria para o consumo humano. Os moradores relataram não fazer nenhum tratamento adicional, por acreditarem que, por ser água de chuva, por si só ela já é boa para o consumo.

Figura 24 - Caso 06



Fonte: Autor (2021)

5.1.7 Caso 07

O Caso 07 (Figura 25) é de uma família residente do sítio Geraldo de baixo. A cisterna é compartilhada por duas unidades residenciais, e foi construída em 2010 com recursos próprios, utilizando alvenaria e concreto. Segundo o proprietário, a cisterna sempre apresenta problemas de vazamento, que são solucionados com a aplicação da pasta de cimento, comumente chamada de "gorda". A unidade não possui sistema de descarte das primeiras águas. Com o intuito de melhorar a qualidade da água, o proprietário fixou na tampa um tecido com o intuito de "filtrar" a água, o que evita que partículas sólidas sejam despejadas dentro do reservatório, mas não o suficiente para garantir a boa qualidade da água.

Figura 25 - Caso 7



Fonte: Autor (2021)

5.1.8 Caso 08

O Caso 08 (Figura 26) é de uma família residente do sítio Gameleira; três pessoas moram na residência. A residência possui duas cisternas, ambas construídas com o auxílio do governo, executada por profissionais indicados pela associação. Os moradores têm o cuidado de descartar as primeiras águas com objetivo de manter a qualidade água, por isso eles mantêm o sistema desconectado e só após alguns minutos de chuva o conectam, porém não existe tratamento para a água consumida. A água da cisterna é utilizada para higiene pessoal, beber e cozinhar. Os moradores relataram já terem tido problemas de saúde relacionados ao consumo da água armazenada. Além do SCAC convencional a propriedade conta também com uma

cisterna calçadão (Figura 27), utilizada principalmente para irrigação. Nessa tecnologia a área de captação é um grande calçadão com inclinação direcionada ao reservatório.

Figura 26 - Caso 8



Fonte: Autor (2021)

Figura 27 - Modelo de cisterna calçadão



Fonte: Autor (2021)

5.1.9 Caso 09

O Caso 09 (Figura 28) é de uma família residente do sítio Queira Deus, sendo o grupo familiar composto por um homem, duas mulheres e duas crianças. A casa possui três cisternas que foram construídas com o apoio da associação de moradores, da qual o proprietário da residência é membro da diretoria e as cisternas são relativamente novas, a mais antiga construída há pouco mais de dois anos. O telhado da residência possui águas desordenadas o que dificulta a captação otimizada das

águas. Quanto às cisternas, elas estão em bom estado de conservação e não apresentam fissuras ou rachaduras. A água de duas delas são bombeadas para o reservatório superior e então distribuídas para a residência de forma direta sem nenhum tratamento adicional. Na outra, a água é retirada por meio de baldes e usada para limpeza da casa e o consumo de alguns animais criados no quintal.

Figura 28 - Caso 9



Fonte: Autor (2021)

5.1.10 Caso 10

O Caso 10 (Figura 29) é de uma família residente do Sítio Queira Deus, e quatro pessoas moram na residência. Existem três cisternas de captação de água de chuvas, uma delas construída pelo programa um milhão de cisternas, com volume de dez mil litros, e outras duas construídas com recursos próprios e pelo próprio morador, que é pedreiro. Os moradores relataram já terem tido problemas de saúde relacionados ao consumo de água inapropriada, como diarreia e dores na barriga.

Figura 29 - Caso 10



Fonte: Autor (2021)

A cisterna construída através do programa apresenta patologias crônicas que interferem na qualidade da água, por isso a água armazenada nela é utilizada apenas para limpeza da casa, enquanto as que foram construídas pelo morador se destinam ao consumo e ao preparo dos alimentos. Não foi relatado tratamento adicional para a água consumida.

Não existe sistema de desvio das primeiras águas em nenhum dos reservatórios. Na cisterna construída por meio do P1MC é possível verificar o deslocamento do reboco, oxidação das armaduras e abatimento do solo.

5.2 Patologias nos Telhados

Algo que chamou a atenção foi a quantidade de patologias encontradas nas construções. Na maioria das residências analisadas o telhado (área de captação) é de telhas cerâmicas e, em muitos casos, elas estavam desalinhadas. Quando o beiral está desalinhado há uma perda considerável de água que poderia estar alimentando o sistema. Além disso, devido à proximidade das árvores, nos 10 casos foi possível visualizar sujidades como folhas e ramos.

Outra possível causa para o desalinhamento deve-se à movimentação de animais nos telhados. Nos casos 03, 06 e 10 foi possível visualizar fezes de aves nos telhados. São aves criadas pelos próprios moradores e que utilizam os próprios subsistemas de condução para acessar a área da coberta.

Além das patologias citadas neste tópico, verificaram-se algumas outras patologias. A Tabela 01 apresenta as principais patologias identificadas nos telhados (áreas de captação) e em quais casos elas estavam presentes.

Tabela 1 - Patologias dos telhados

Patologias	Patologias dos telhados							
	Telhas deslocadas	Ausência de telhas	Desalinhamento do beiral	objetos estranhos sobre o telhado	Afundamento da estrutura	Águas do telhado desordenada e desconexa		
Caso 01								
Caso 02								
Caso 03								
Caso 04								
Caso 05								
Caso 06								
Caso 07								
Caso 08								
Caso 09								
Caso 10								

Legenda	
Não Possui Patologia	
Possui Patologia	
Não se aplica	

Fonte: Autor (2022)

5.3 Patologias nos Subistemas de Calhas e Condutores

A maioria das residências apresenta também problemas relacionados aos subsistemas de calhas e condutores. Em grande parte, as calhas foram mal dimensionadas e instaladas de forma incorreta, muito afastadas do beiral ou fora do alinhamento e, em alguns casos, com material inapropriado ou em estado avançado de oxidação. Quando as calhas não são compatíveis com a quantidade de água captada pelo telhado da residência, a água que poderia ser coletada escorre para o solo causando desperdício de potencialidades. Em algumas casas foi possível visualizar partes dos telhados sem calhas.

Além da problemática relacionada às calhas identificaram-se também alguns problemas relacionados aos coletores que são responsáveis por conduzirem as águas captadas até a cisterna: em nenhuma das residências encontraram-se sistemas automáticos de desvios das primeiras águas, e em praticamente metade dos casos os tubos condutores obstruem a passagem ou cruzam portas e janelas. Há também problemas relacionados à ligação entre as calhas e os condutores. As tabelas a seguir relacionam as principais patologias encontradas nos subsistemas de calhas e condutores: Tabela 02 calhas, Tabela 03 condutores.

Tabela 2 – Patologias nas calhas

Patologia nas calhas									
Calha descentralizada	Declividade inapropriada	fixação inadequada das calhas	Ausência Parcial das calhas	Calhas muito distante do telhado	Pontos de oxidação nas calhas	Calha retorcida	ligação entre as calhas mal feita	extremidade fechada de forma inadequada	
Caso 01									
Caso 02									
Caso 03									
Caso 04									
Caso 05									
Caso 06									
Caso 07									
Caso 08									
Caso 09									
Caso 10									

Legenda	
Não Possui Patologia	
Possui Patologia	
Não se aplica	

Fonte: Autor (2022)

Tabela 3 - Patologia nos condutores

Patologia nos condutores									
Canos furados	Conexões quebradas	fixação inadequada dos condutores	Ausência total de condutores	Ausência parcial de condutores	condutor obstruindo as passagens	avaria na transição calha condutor	condutores cruzando janelas ou portas	Ausência de sistema de desvio das primeiras águas	
Caso 01									
Caso 02									
Caso 03									
Caso 04									
Caso 05									
Caso 06									
Caso 07									
Caso 08									
Caso 09									
Caso 10									

Legenda	
Não Possui Patologia	
Possui Patologia	
Não se aplica	

Fonte: Autor (2022)

5.4 Patologias nas Cisternas

Quando se fala em patologias, na maioria das vezes as causas estão relacionadas às falhas na execução e cada sistema possui patologias características. Em todos os casos identificaram-se problemas de fissura (em menor ou maior grau) e até rachaduras causadas pela movimentação do solo, ou pela oxidação das barras de aço, por exemplo. Essas rachaduras causam desperdício em decorrência dos vazamentos, quando a impermeabilização externa é comprometida, as fissuras permitem a contaminação das águas armazenadas por fatores externos. Outra patologia comum nos SCACs são as falhas no sistema extravasor: extravasor quebrado, obstruído ou sem proteção, portas de visitas quebradas ou feitas de material inapropriado, tubos desconectados para evitar a entrada da primeira água, porém descobertos podendo propiciar a entrada de insetos e agentes patogênicos. Na Tabela 04 podemos visualizar as patologias encontradas nos casos analisados.

Tabela 4 - Tipos de Patologias nas Cisternas

Patologias	Tipos de Patologias na Cisternas									
	Porta de visita avariada	Porta de visita confeccionada em material inadequado	Fissuras e trincas no corpo da Cisterna	Trincas entre a laje e o corpo da cisterna	Desplacamento do reboco	Extravasador Quebrado e ou desprotegido	Ferragens expostas	Entulhos sobre a laje	Abatimento do solo	Sinais de Vazamento
Caso 01										
Caso 02										
Caso 03										
Caso 04										
Caso 05										
Caso 06										
Caso 07										
Caso 08										
Caso 09										
Caso 10										

Legenda	
Não Possui Patologia	
Possui Patologia	
Não se aplica	

Fonte: Autor (2022)

5.5 Manejo de Água

Todas as famílias visitadas relataram ter tido, ao menos uma vez, problemas relacionados com doenças de veiculação hídrica entre seus membros. Embora as condições atmosféricas interfiram na qualidade da água, a contaminação geralmente ocorre na captação, no armazenamento ou no processo de uso. A falta de mecanismos de desvio das primeiras águas interfere diretamente na qualidade da água, pois as primeiras águas levam diretamente para dentro dos reservatórios sujidades e até fezes de animais. Conforme apresentado anteriormente, nenhuma das residências utiliza mecanismos automáticos de desvio das primeiras águas. Algumas residências na tentativa de resolver esse problema desconectam os tubos condutores e apenas alguns instantes depois de iniciada a chuva reconectam a tubulação.

Outra estratégia utilizada pelos moradores é a fixação de um tipo de tecido na porta de visita e direcionam a água captada por essa abertura impedindo assim a entrada de resíduos sólidos no sistema. Porém isso não inibe a entrada de agentes patológicos. Para garantir a qualidade da água é necessário mais do que isso, pois a contaminação pode ocorrer também durante o armazenamento, quando a porta de visita e os elementos de captação e extravasor não estão bem protegidos.

Outra fonte de contaminação pode ser a retirada da água de dentro da cisterna. O ideal é que existam sistemas de bombeamento. Por exemplo, as residências dos casos 03 e 06 não possuem sistema de bombeamento, o que abre margem para inserção de objetos contaminados no interior da cisterna; no Caso 06 a água é retirada por uma tubulação ligada ao fundo do reservatório; já no Caso 03 a água é retirada por baldes e cordas que ficam na parte superior do reservatório ou no solo, dividindo espaço com animais (a mesma corda utilizada para prender o balde é utilizada nas tarefas do dia na propriedade). Segundo pesquisas realizadas por Torres et al. (2011) em 66 residências, avaliando os índices de contaminação bacteriológica de águas de chuva coletadas em cisternas e potes em sete comunidades rurais do SAB, constatou-se que em 39 os índices de contaminação eram os mesmos no pote e nas cisternas, e que em 20 residências a contaminação no pote era superior em relação a cisterna, o que sugere que o transporte e o manejo sejam os responsáveis pela contaminação.

Apenas quatro das famílias visitadas acreditavam que a água precisaria de um tratamento adicional para poder ser ingerida, uma delas adotando o sistema de cloração por meio de hipoclorito sódico fornecido pelos agentes da saúde apenas na água retirada para o consumo. Outra família utiliza o sistema de cloração de piscina, porém o cloro utilizado nas piscinas não é indicado para o consumo humano, pode conter índices elevados de metais pesados e causar intoxicação. Quanto às outras duas famílias, uma compra água "mineral" ou "adicionada de sais" para consumo e a outra utiliza um filtro de torneira que pode ser uma ótima solução para a filtragem das partículas sólidas, porém ainda assim é necessária a devida desinfecção (cloragem por exemplo) e manutenção do filtro periodicamente.

Em duas das famílias visitadas, o controle de pragas é feito através da criação de peixes. O Ministério da Saúde não recomenda essa prática em águas utilizadas para o consumo humano, em virtude das doenças de veiculação hídrica vinculadas às fezes dos peixes, porém os moradores preferem essa opção a utilizar larvicidas que, ao longo do tempo, podem causar problemas à saúde humana, animal ou meio ambiente, embora hoje existam larvicidas biológicos criados com o objetivo de minimizar os riscos à saúde (Ministério da saúde,2021).

Os problemas relacionados à qualidade da água podem ser minimizados quando aplicados a tratamentos básicos como, por exemplo, a utilização de mecanismos de desvio das primeiras águas, filtragem, cloração ou fervura. Porém essas práticas não são adotadas na sua totalidade pelas famílias visitadas. Embora algumas famílias adotem uma ou outra dessas práticas em isolado, elas não aplicam a complementaridade dessas práticas, que melhorariam de forma significativa a qualidade da água e evitaria os problemas de saúde relatados por todas elas.

5.6 Adaptações e Inovações

A falta de informação, de mão de obra qualificada e de assistência técnica e sanitária são sem sombra de dúvidas o cerne da questão. A grande maioria das famílias que dependem dos SCACs possuem renda igual ou inferior a um salário mínimo, geralmente oriundos de uma aposentadoria ou de algum programa governamental, e isso reduz o capital disponível para manutenções periódicas, o que é essencial para o bom funcionamento do sistema. É importante entender que cada morador procura formas de, dentro das suas limitações técnicas e financeiras,

resolver os problemas aqui citados, seja aplicando uma pasta de cimento visando corrigir problemas de infiltrações e manter a estanqueidade, ou utilizando cloradores flutuantes e pastilhas de cloro no tratamento da água, ou ainda desconectando as tubulações para evitar a entrada da primeira água na cisterna, quando amarram tecidos na porta de visita que recebe água com o intuito de filtrar a água, quando utilizam garrafas pet para fechar as aberturas do extravasor. Todas essas ações caracterizam o entendimento de que existem problemas que precisam ser solucionados. Essa é a única fonte de água para muitas famílias. A própria Constituição Federal afirma que o direito à vida é uma garantia inviolável e sendo a água potável indispensável para a manutenção da vida, o acesso a ela deve ser garantido. A apropriação e difusão de boas práticas deve ser tão prioridade quanto a facilitação do acesso à própria construção das cisternas.

6 RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho realizado, listam-se, a seguir, recomendações para a implantação, manutenção e manejo dos sistemas.

6.1 Durante a construção:

- Cuidados quanto à localização: É necessário escolher bem a localização da cisterna para garantir um bom funcionamento dos sistemas, e também facilitar o manejo da água. É importante que o reservatório seja construído longe de árvores, pois o crescimento das raízes pode danificar a estrutura, e também longe de fossas sépticas, pois os efluentes podem contaminar a água acumulada e causar doenças graves.
- Garantir o cobrimento mínimo das armaduras: As armaduras ao oxidarem aumentam de diâmetro causando assim ruptura da camada em sua volta, provocando assim fissuras, trincas ou deslocamento dos revestimentos primários.
- Reboco interno e externo.
- Impermeabilização adequada (Interna e externa).

As duas recomendações anteriores visam manter a estanqueidade da cisterna. Durante as visitas foi possível identificar três tipos básicos de métodos construtivos: cisternas em placas, alvenaria e anel de concreto. Em todos os casos o reboco e a impermeabilização interna e externa têm por objetivo evitar que água armazenada flua para o subsolo ou que os fluidos do meio externo adentrem no reservatório. A parte externa é comumente negligenciada, porém o reboco e a impermeabilização externa combatem a pressão hidrostática negativa, evitando assim danos ao reboco interno e também a contaminação por meio externo. Outra consideração é que quando há movimentação de fluidos há também a movimentação de sais, causando as eflorescências e enfraquecendo ainda mais o reboco.

6.2 Manutenção preventiva:

- **Manutenção periódica dos telhados:** sempre que possível verificar se existe algum tipo de sujeira no telhado ou na área da captação e removê-las. Tentar evitar que animais caminhem sobre os telhados, evitando assim que eles depositem suas fezes no telhado ou que tirem do lugar as telhas. Se possível retelhar a casa anualmente antes do período das chuvas, garantindo a otimização da área de captação e também evitando infiltrações (goteiras).
- **Manutenção das calhas:** As calhas são elementos fundamentais no sistema de captação de águas de chuva. Para desempenhar suas funções corretamente elas precisam ser confeccionadas em material apropriado, de preferência de material que não oxida facilmente alumínio é uma ótima opção, porém tem custo de aquisição elevado, como alternativa temos ótimas opções de calhas em pvc. As calhas precisam ser instaladas na inclinação e distância corretas em relação ao telhado, sendo a inclinação mínima recomendada de 2 mm por metro, com espaçamento entre os suportes de 60 cm para evitar que elas se enverguem ou quebrem com o peso das águas. Além disso, a distância entre a calha e o telhado deve ser a mínima possível, caso contrário a ação do vento pode mudar a direção da água que escoar fazendo com que ela caia fora da calha. Por estarem expostas à ação do vento e de outras intempéries faz-se necessário manutenções periódicas, verificando sempre a forma e a condição da fixação, o nível de comprometimento do material, substituindo, sempre que

preciso, partes do sistema que não estejam funcionando adequadamente, e se há algum material obstruindo a passagem da água, principalmente caso existam nas redondezas árvores que soltam muitas folhas.

- **Manutenção periódica dos sistemas condutores:** Sempre verificar as condições do sistema condutor. Por estarem sempre expostos a intempéries, é natural que esses elementos se ressequem e se rompam ao longo do tempo, por isso é importante utilizar sempre material de boa qualidade e compatível com a utilização.
- **Tratamento das trincas e fissuras:** Existem produtos específicos no mercado para a correção de trincas e fissuras (veda trinca por exemplo), e a aplicação de impermeabilizantes flexíveis ou semiflexíveis. Porém a depender da quantidade e do tipo de fissura pode ser necessário refazer a aplicação do reboco e das camadas de impermeabilização.

6.3 Manejo:

- **Limpeza periódica dos reservatórios:** Recomenda-se para esse tipo de cisterna que a limpeza seja feita duas vezes por ano, ou no período de estiagem. Com uma escova ou vassoura de nylon, aplicar cloro ou água sanitária nas paredes, piso e teto, esfregando e enxaguando posteriormente. Essa limpeza garante que as larvas e ovos de agentes patogênicos sejam destruídos, evitando assim a proliferação de doenças como hepatite infecciosa, cólera, febre tifóide, esquistossomose, giardíase, criptosporidíase, diarreia e dengue.
- **Evitar introduzir baldes e outros recipientes sujos no interior da cisterna:** a inserção de baldes e cordas pode gerar contaminação, por isso a recomendação é a utilização de algum tipo de mecanismo que facilite a retirada de água do sistema, a exemplo de bombas hidráulicas elétricas ou manuais. Caso não seja possível, é necessário ter o máximo de cuidado com os recipientes utilizados, limpando-os sempre que possível com uma solução de água sanitária, e destinando-os exclusivamente para esse uso, nunca compartilhando com o uso nos banheiros ou na lida com animais.

- Clorar a água, e se possível ferver a água antes de consumir: O cuidado na captação e na condução não é suficiente para garantir a qualidade da água para o consumo. Com o intuito de melhorar os índices de potabilidade recomenda-se a cloração da água. Os agentes de endemias do município distribuem hipoclorito. Embora alguns moradores reclamem do gosto da água, essa prática é fundamental no manejo da água. Outra forma de melhorar a qualidade da água é fervendo por cerca de 5 min.
- Recomenda-se também cobrir com uma tela fina as aberturas para evitar a entrada de insetos e a proliferação de patógenos. Manter o reservatório sempre bem fechado.

7 CONCLUSÕES

Com base nas visitas realizadas foi possível identificar algumas das soluções de abastecimento residencial rural adotadas no município de Alagoa Nova. Muitas famílias adotam o sistema de captação das águas da chuva, algumas construídas com recursos próprios e outras por meios de programas de fomento de construção de SCACs viabilizados pelas associações de moradores. Foi possível analisar também um sistema de coleta de águas superficiais. Em ambos os sistemas foi possível identificar potencialidades e falhas.

As principais patologias encontradas relacionadas aos sistemas de captação foram a falta de alinhamento dos beirais, que dificultam a captação das águas, haja visto que as calhas são geralmente retilíneas; quando o beiral não acompanha as calhas a água deixa de ser captada.

Nenhuma das residências visitadas utiliza mecanismo automático de desvio das primeiras águas, e uma delas dispensou o uso por achar que era um desperdício. O desvio das primeiras águas é fundamental, são essas águas que trazem a sujeira para dentro do reservatório, poeira, folhas e fezes de animais.

A falta da inclinação apropriada e a má distribuição dos pontos de fixação fazem com que haja um acúmulo da água nas calhas, causando uma patologia bastante recorrente: a sua oxidação. Essa oxidação interfere diretamente na qualidade, causando um gosto característico de metal ou ferrugem na água, e na quantidade captada, pois a oxidação em estado avançado gera furos que desviam parte das águas do destino final.

Quando se trata de cisternas, as patologias mais recorrentes nas construções de placas de concreto e de alvenaria são fissuras e trincas, causadas por diversos fatores, como oxidação das armaduras, movimentação do solo e até mesmo dilatação térmica. Nas cisternas construídas com anéis de concreto, a falta de impermeabilização causa vazamentos e também possibilita a entrada de agentes patológicos.

As patologias relacionadas à área de captação, coleta e condução podem ser solucionadas com manutenções periódicas e cuidadosas como, por exemplo, a retirada de sujidades nos telhados e nas calhas. Quanto às patologias relacionadas às cisternas, a grande maioria está relacionada às falhas nos processos construtivos, como falta de impermeabilização, falhas no cobrimento das armaduras,

somando-se a isso a falta de manutenção. As fissuras quando em menor grau pode ser resolvidas com produtos conhecidos como sela trinca, comercializados em lojas de material de construção. Porém em casos de fissuras e trincas generalizadas por toda a cisterna, recomenda-se a retirada de todo o reboco, o tratamento da ferragem, a estabilização do solo e a aplicação de produtos impermeabilizantes. Estes devem ser aplicados em adição ao reboco, que por si só não possui função impermeabilizante. Existem no mercado vários produtos recomendados para aplicação de argamassa polimérica ou de pintura poliéster flexível.

A maioria das famílias visitadas relataram já ter tido problemas de saúde relacionados ao consumo de água contaminada. Todas elas, em uma escala ou outra, demonstraram preocupação com a qualidade da água, e buscam alguma solução, seja utilizando um pano para coar a água, ou desconectando a tubulação para evitar que as primeiras águas caiam no reservatório, ou usando hipoclorito de sódio, porém uma ou outra dessas ações em isolado não garante a qualidade da água.

Como propostas de solução podem-se sugerir as seguintes práticas de manejo: construção de mecanismos de desvio das primeiras águas de baixo custo construídos com tubos e conexões que propiciem a reutilização dessas águas para outros fins, vedação das aberturas da cisterna com uma tela fina para evitar a entrada de insetos e pequenos animais, cloração da água e utilização de filtros para a água a ser ingerida, podendo-se também ferver a água por cerca de 5 min ao cozinhar alimentos.

A grande maioria dos moradores relatou que a água armazenada resultante da captação e coleta de águas de chuva não é suficiente para atender à demanda da residência durante todo o ano, sendo necessário o abastecimento periódico de alguma outra fonte como por exemplo o abastecimento com caminhões pipa. A partir dessas conclusões sugere-se para futuras pesquisas os seguintes pontos:

- Ampliar o estudo para um número maior de famílias na busca de novas soluções individuais de abastecimento e de adequações replicáveis.
- Realizar análise aprofundada dos índices pluviométricos visando estabelecer uma relação entre a quantidade de água captada e a demanda de consumo médio das famílias simulando assim a disponibilidade de água ao longo dos meses.

- Estimar a demanda média para avaliar se o dimensionamento das cisternas é apropriado ao tamanho das famílias.
- Estabelecer a relação entre área de captação ideal e dimensionamento dos reservatórios.

• REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. 2019.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Dados sobre Precipitação 2021**. Disponível em:< <http://geo.aesa.pb.gov.br/>>. Acessado em 10 de dez de 2021.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Usos da água**. Disponível em<<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua/outros-usos/>> Acesso em 1 de fevereiro de 2022.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Prol, 2005. 152 p.

ANDRADE NETO, C. O de. O. **Descarte das primeiras águas e a qualidade da água de chuva**. In: **8º Simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva**. Campina Grande, PB. Anais. ABCMAC. 2012.

ASA – Articulação do semiárido. **TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos**. Disponível em<<http://www.asabrasil.org.br/>>. Acesso 10 em fevereiro de 2022.

BRASIL. **Decreto nº 5.440, de 04 de maio de 2005**. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União. 4 maio 2005.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Marco Legal do Saneamento Básico. Brasília,2020.

BRASIL, Ministério de Minas e Energias. **Projeto Cadastro De Fontes De Abastecimento Por Água Subterrânea**. Disponível em:<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15791/1/Rel_Alagoa_Nova.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretriz para atuação em situações de surtos de doenças e agravos de veiculação hídrica** – Brasília: 2018. 55 p.: il.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde passa a distribuir larvicida biológico para o controle das arboviroses**. Disponível em<<https://www.gov.br/saude/pt->

br/assuntos/noticias/saude-passa-a-distribuir-larvicida-biologico-para-o-controle-das-arbovirozes />. Acesso em 8 de março de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde passa a distribuir larvicida biológico para o controle das arbovirozes**. Disponível em <https://www.mds.gov.br/Webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/caisan/programa_vigiagua.pdf />. Acesso em 8 de março de 2022.

BRITO, F.B. **O Conflito Pelo Uso da Água do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB**. Dissertação. Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, Brasil 2008.

INFOSANBAS. **Município de Alagoa Nova**. Disponível em <<https://infosanbas.org.br/municipio/alagoa-nova-pb/>>. Acesso em 8 de outubro de 2021.

IPT. Instituto de Pesquisas tecnológicas. **Manual para captação emergencial uso doméstico de água de chuva**. Disponível em https://www.ipt.br/banco_arquivos/1200Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_A_GUA_DA_CHUVA.pdf/ > Acesso em 8 de outubro de 2021.

MEIRA FILHO, A. S. **Patologias de sistemas de captação de água de chuva em edificações rurais do semiárido**, 2012. 117f Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2012.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. 2011. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20 Nazario.pdf](http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2021.

ORNSTEIN, S W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. **Avaliação pós-ocupação: na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática**. [S.l: s.n.], 2014.

_____. Portaria nº. 888/2021. **Estabelece as responsabilidades e procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília, 4 de maio de 2021.

RHEINGANTZ, P. A. et al. **Observando a Qualidade do Lugar: Procedimentos Para Avaliação Pós-Ocupação**, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em :<http://www.gae.fau.ufrj.br/aset/obs_a_qua_lugar.pdf/>. Acesso em 26 de fevereiro de 2022

SILVEIRA, S. M. B. e SILVA, M. G. **Conflitos socioambientais por água no Nordeste brasileiro: expropriações contemporâneas e lutas sociais no campo**. Revista Katálisis. 2019, v. 22, n. 02, pp. 342-352.

SNIS. **O saneamento em ALAGOA NOVA PB: Municípios e Saneamento.** Disponível em:<<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-esaneamento/pb/alagoa-nova>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

TORRES, A.; MÉNDEZ-FAJARDO, S.; LÓPEZ-KLEINE, L.; GONZÁLEZ, J. A.; RUIZ, A. **Evaluación preliminar de la calidad de la escorrentía pluvial sobre tejados para su posible aprovechamiento en zonas periurbanas de Bogotá.** Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, v.14, n.1, p. 127-135. 2011.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** 3.ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VIANNA. P. C. G. **A água vai acabar.** Que país é esse? São Paulo: Editora Globo, 2006. p. 343-370.

Sistema condutor

Comprimento de sistema condutor: _____m²

material do Sistema condutor:

O sistema possui mecanismo de descarte da primeira água?

Sim ()

Não ()

Caso a resposta seja sim descreva-o:

Cisterna

Forma do reservatório:

Qual a técnica construtiva utilizada na execução do :

A cisterna é:

Enterrada () Parcialmente enterrada ()

Profundidade enterrada _____m

Altura em relação ao solo _____m

Volume _____m³

Área de base _____m²

Altura do reservatório _____m

Descrição do sistema de armazenamento:

A unidade possui sistema de bombeamento?

Sim ()

Não ()

Se a resposta for “Sim” descreva-o:

A unidade possui reservatório superior?

Sim ()

Não ()

Se a resposta for “Sim” descreva-o:

A unidade possui instalações hidrossanitárias?

Sim ()

Não ()

Informações Gerais

De quanto em quanto tempo é realizada a limpeza do reservatório:

Quais os usos da água:

Caso seja utilizada para o consumo humano é realizado algum tipo de tratamento da água?

Sobre o sistema

Quanto as calhas e a área de captação quais condições gerais:

As telhas estão em bom estado de conservação e alinhadas?

Sim () Não ()

Existem sujidades (folhas, sujeira)?

Sim () Não ()

Existe sinal de oxidação do material?

Sim () Não ()

A calha está fixada de forma adequada? A

Sim () Não ()

A calha é fixa ou móvel?

O sistema possui a inclinação apropriada?

Sim () Não ()

As calhas possuem deformações significativas?

Sim () Não ()

Quanto a Cisterna quais as condições gerais da construção:

Existe fissuras ou rachaduras?

Sim () Não ()

Foi realizado algum tipo de impermeabilização?

Sim () Não ()

É possível verificar pontos de infiltração e vazamentos?

Sim () Não ()

Possui ferragem exposta

Sim () Não ()

A laje apresenta trincas ou rachaduras?

Sim () Não ()

A cisterna possui fechamento apropriado?

Sim () Não ()

Existe extravasor (ladrão)?

Sim () Não ()

Se o extravasor é coberto com tela ou permite entrar mosquitos e outros insetos?

Sim () Não ()

Os elementos da cisterna proporcionam um fechamento adequado?

Sim () Não ()