



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

DJALMA SANTOS DE JESUS

**CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE RESERVATÓRIOS EM SISTEMAS
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA INDIRETOS – UM ESTUDO DE
CASO NO CAMPUS DE CRUZ DAS ALMAS (UFRB)**

CRUZ DAS ALMAS

2018

DJALMA SANTOS DE JESUS

**CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE RESERVATÓRIOS EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA INDIRETOS – UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS
DE CRUZ DAS ALMAS (UFRB)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Orientador (a): Profa. Dra. Rosa Alencar S. de Almeida

CRUZ DAS ALMAS

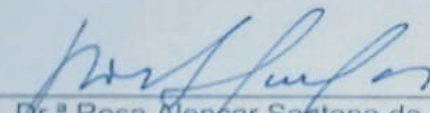
2018

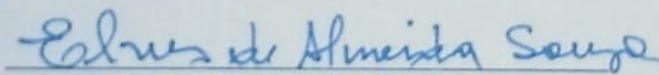
DJALMA SANTOS DE JESUS

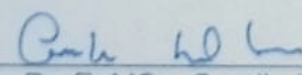
CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE RESERVATÓRIOS EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA INDIRETOS – UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS
DE CRUZ DAS ALMAS (UFRB)

Aprovado em 14 de Agosto de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

ASS: 
Prof.ª Dr.ª Rosa Alencar Santana de Almeida
(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)

ASS: 
Dr. Elves de Almeida Souza
(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)

ASS: 
Prof.ª MSc. Camila Leal Vieira
(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)

CRUZ DAS ALMAS

2018

AGRADECIMENTOS

Hoje, olhei no retrovisor da vida e vi até onde cheguei. Seria tolo em achar que cheguei até aqui sozinho. Durante estes 5 anos, me lancei ao novo, vivenciei o inesperado, saboreei o doce e o amargo, ganhei e perdi. Sorri e chorei e, quando tudo parecia desmoronar, eu ressurgia das cinzas como uma Fénix. Durante todo o tempo, o Todo Poderoso cuidou de mim e colocou pessoas incríveis ao meu lado. Por isso só tenho a agradecer.

Gratidão aos meus pais, Everaldo e Daia (*in memoriam*), por terem me concebido a vida e pelo amor incondicional. Sem vocês eu não seria nada. Essa conquista é nossa!

À minha madrastra Zeca, por todos os conselhos e ensinamentos.

Aos meus irmãos, pela parceria e incentivo.

À minha mãe/tia Carmen, por toda alegria, amor, companheirismo e por me ensinar a ser resiliente. Obrigado por essa energia maravilhosa e contagiante.

Um agradecimento mais que especial à minha orientadora, Dr^a. Rosa Alencar, por todo carinho, amizade, orientação e conhecimento passado. Gratidão!

Ao Sr. Edilmilson, por toda boa vontade e colaboração prestada na coleta de dados. Sem a sua ajuda este trabalho não seria possível.

Aos meus amigos Bruno, Juanilys, Junior, Marivan, Izabela e Elba. Obrigado por todo apoio, por todo ombro amigo.

À minha família Ciência sem Fronteiras, em especial, Eden, Dani e o grupo 'Roma com Amor'. Obrigado, de coração, por todo carinho e por fazer parte desta jornada.

A todos os meus professores e mestres. Aos bons, por todo carinho e sabedoria. Aos maus, por me mostrarem o exemplo de profissional que não devo ser.

Ao GTÁguas e à equipe do Núcleo de Meio Ambiente e Jardinagem da UFRB, em especial ao Dr. Elves de Almeida, pela supervisão e trabalho em equipe.

À minha turma 2012.2, em especial aos meus amigos e companheiros de luta, Bia, Nessah, Davi, Hyla, Raiza e Jéu, por todos os choros e risos ao longo destes 5 anos.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e à Universidade de Roma Tor Vergata, por terem sido peças chaves para minha formação profissional e pessoal.

À Mamma Alessia Falsetti, pelo acolhimento, carinho e todo conhecimento passado.

A todos os meus amigos e familiares.

Por fim, agradeço a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para que este sonho fosse realizado. É hora de buscar novos desafios! Enfim, Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Acabou!

Grazie a tutti!

“A excelência deve ser perseguida e almejada com toda força e esforço que cada um de nós temos.

Cada dia é uma nova batalha, cada semana é um novo desafio.

Todo barulho, todo glamour, toda cor, toda emoção, todos os anéis, todo o dinheiro, são coisas passageiras que ficam somente na memória. Mas o espírito, a vontade de ser destacar, a vontade de vencer, são coisas que duram para sempre”

Beyoncé Giselle Knowles-Carter, Super Bowl 2013

RESUMO

Os reservatórios de água são dispositivos de armazenamento utilizados como acessórios indispensáveis nos sistemas de abastecimento de água indiretos. Apesar da sua relevância, é preciso que sejam operados corretamente e que manutenções e limpeza sejam feitas periodicamente, como forma de garantir segurança à saúde dos consumidores. Este trabalho tem como objetivo investigar e diagnosticar as condições operacionais dos reservatórios prediais e de distribuição em uso no campus de Cruz das Almas. Para estudar o problema, inicialmente, fez-se uma revisão de literatura e uma leitura das normas brasileiras que regem sobre construção e operação de reservatórios. Em seguida, o parque de reservatórios foi inspecionado e as suas condições operacionais foram avaliadas. Os resultados mostram que, no período estudado, nem todos os reservatórios atendiam aos padrões e recomendações estabelecidos pela NBR 5626/98 (ABNT, 1998). As adversidades encontradas se traduzem em vários níveis de complexidade, desde as mais simples, que não carecem de muita mão de obra e recursos para serem resolvidas, como por exemplo, a falta dos controladores de nível, até problemas mais complexos que podem ser resultado de imprecisões no projeto ou falhas na execução, e até mesmo um possível desgaste causado pelo uso e por carências de manutenção. Tais problemas refletem um nível de dificuldade maior, envolvendo trâmites burocráticos para serem solucionados, e ainda requerendo maiores investimentos. Diante deste cenário, é perceptível a necessidade de intervenções para melhorar as condições operacionais e de manutenção destes reservatórios, de modo a atender ao que preconiza a NBR 5626/98 (ABNT, 1998) e a Portaria da Consolidação N°5, anexo XX (BRASIL, 2017).

Palavras-Chaves: Potabilidade, Qualidade da Água, Saúde Pública, Saúde Coletiva, Recursos Hídricos.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xilenos
CB	Comitês Brasileiros
CEE	Comissões de Estudo Especiais
CCAAB	Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas
CETEC	Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
CIMAM	Coordenadoria de Infraestrutura e Meio Ambiente
DSATS	Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GPS	Global Positioning System
MEC	Ministério da Educação
MS	Ministério da Saúde
NBR	Normas Brasileiras
NUMAM	Núcleo de Meio Ambiente e Jardinagem
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONS	Organismos de Normalização Setorial
PSA	Plano de Segurança da Água
PROPAAE	Pró-Reitoria de Políticas Afirmativas e Assuntos Estudantis
PROPLAN	Pró-Reitoria de Planejamento
RU	Restaurante Universitário
SIPEF	Superintendência de Infraestrutura e Planejamento do Espaço Físico
SUS	Sistema Único de Saúde
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
USP	Universidade Federal de São Paulo
WHO	World Health Organization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Campus Cruz Das Almas –Ba, 2017	39
Figura 2: Reservatório de polietileno enterrado no solo – 2018.....	45
Figura 3: Acumulação de matéria orgânica no fundo do reservatório - 2018	46
Figura 4: Reservatório de distribuição inferior– unidade garagem/oficina – 2018	48
Figura 5: Lava a jato da UFRB -2018.....	49
Figura 6: Reservatório de distribuição superior – Unidade Garagem/Oficina – 2018	49
Figura 7: Reservatório de distribuição inferior – Unidade Prédio de Solos – 2018.....	50
Figura 8: Reservatório de distribuição superior - Unidade Prédio de Solos - 2018	51
Figura 9: Tubulação com abaulamento - unidade prédio de solos – 2018	51
Figura 10: Depósito de fezes de aves - Unidade Prédio de Solos – 2018.....	52
Figura 11: Reservatório de distribuição - Unidades RU/Residência – 2018	52
Figura 12: Reservatório de distribuição - RU/Residência Trio Elétrico – 2018	53
Figura 13: Carro Pipa da Universidade - 2018.....	54
Figura 14: Reservatório de distribuição - Numam/Casa Estudantil - 2018	55
Figura 15: Reservatório de distribuição – SUPAI/Casa dos DAS - 2018	55
Figura 16: Reservatório predial inferior - pavilhão de engenharias - 2018	62
Figura 17: Fossas sépticas instaladas próximas ao reservatório – 2018.....	63
Figura 18: Reservatório parcialmente enterrado e sem vedação suficiente – 2018	64
Figura 19: Reservatório instalado em meio a uma via de acesso – 2018.....	64
Figura 20: Reservatório com larvas – 2018	65
Figura 21: Reservatório com tampa danificada - 2018	66
Figura 22: Depósito de sedimentos no fundo de reservatório – 2018.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Reservatórios de distribuição - 2018.....	47
Tabela 2: Reservatórios prediais - 2018	57
Tabela 3: Presença de controlador de nível e extravasamento – 2018	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Normas ABNT que versam sobre projetos para abastecimento de água	20
Quadro 2: Normas ABNT que versam sobre assentamento, especificações, desinfecções e testes em tubulações de abastecimento de água.....	21
Quadro 3: Normas ABNT referentes à utilização de materiais para construção de reservatórios para abastecimento de água potável	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Condição operacional dos reservatórios – 2018	42
Gráfico 2: Classificação de acordo com o tipo do reservatório – 2018	43
Gráfico 3: Origem da água que abastece o reservatório – 2018	44
Gráfico 4: Classificação de acordo com o material do reservatório – 2018	44
Gráfico 5: Realização de limpeza e desinfecção periódicas – 2018	45
Gráfico 6: Controle de nível nos reservatórios – utilização de bóia -2018	47
Gráfico 7: Controle de nível (bóia) - 2018	58
Gráfico 8: Acionamento automático do controle de nível – 2018	59
Gráfico 9: Anomalias nas tubulações - 2018.....	59
Gráfico 10: Vazamentos em tubulações e válvulas - 2018	60
Gráfico 11: O reservatório se encontra em área isolada? (2018)	61
Gráfico 12: As condições de limpeza da área estão adequadas? (2018).....	61
Gráfico 13: Existe contaminação próximo ao reservatório? (2018)	62
Gráfico 14: O reservatório possui tampa? (2018)	66
Gráfico 15: Presença de cobertura no reservatório – 2018	67
Gráfico 16: Presença de borda de proteção no reservatório – 2018	67
Gráfico 17: Presença de extravasamento nas paredes do reservatório – 2018	68
Gráfico 18: Limpeza e desinfecção - reservatórios prediais superiores – 2018.....	69
Gráfico 19: Presença de escada no reservatório – 2018	70
Gráfico 20: Presença de tubulação de descarga de fundo no reservatório – 2018	71

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	OBJETIVO	15
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1.	QUALIDADE DA ÁGUA.....	16
2.1.1.	Marcos Legais	16
2.1.2.	Normas técnicas relacionadas à qualidade da água	19
2.1.3.	Planos de segurança da água	25
2.1.4.	Conservação da qualidade da água	26
2.1.5.	Conservação da qualidade da água em reservatórios	29
2.2.	UTILIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS	32
2.2.1.	Aspectos construtivos	32
2.2.2.	Aspectos operacionais	33
2.2.3.	Prováveis fontes de poluição e contaminação	35
3.	METODOLOGIA	38
3.1.	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	38
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA	39
3.3.	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	40
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONDIÇÕES OPERACIONAIS	42
4.2.	RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	47
4.3.	RESERVATÓRIOS PREDIAIS	56
4.3.1.	Reservatórios prediais inferiores	57
4.3.2.	Reservatórios prediais superiores	69
5.	CONCLUSÕES	73
5.1.	SOBRE O ESTUDO REALIZADO	73
5.2.	PERSPECTIVAS DE PESQUISAS COMPLEMENTARES	74
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

7.	APÊNDICES	78
	Apêndice 1: <i>Check-list</i> Reservatórios	78
	Apêndice 2: Reservatórios de distribuição - UFRB	82
8.	ANEXOS	83
	Anexo 1: Planilhamento de dados – Parque de Reservatórios da UFRB	83
	Anexo 2: Relatório técnico de vistoria do reservatório de distribuição da Residência Unviersitária	84

1. INTRODUÇÃO

A água, em seus usos mais nobres, está inserida em quase todos os processos humanos, desde os usos mais corriqueiros, como a higiene pessoal e ingestão para manutenção da vida, aos usos menos frequentes, como por exemplo, combate a incêndios.

Apesar de ser um elemento essencial para criação e manutenção da vida, o consumo de água contaminada pode trazer sérios riscos à saúde humana e, em casos mais graves, ser letal. Como forma de garantir a saúde pública da população, a legislação brasileira estabelece medidas a serem seguidas de modo que os responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas de abastecimento de água forneçam água à população com qualidade satisfatória para o consumo humano. Porém, esta qualidade nem sempre é mantida até chegar ao consumidor final.

Os reservatórios são dispositivos de armazenamentos utilizados como acessórios indispensáveis aos sistemas que operam de forma intermitente ou que não possuem pressão suficiente para vencer uma determinada perda de carga em sistemas prediais. Apesar da notória importância do armazenamento de água, é preciso que os reservatórios sejam operados corretamente e que manutenções e limpeza sejam feitas periodicamente, como forma de garantir a qualidade da água armazenada. Quando esses requisitos não são atendidos, pode haver uma depleção da qualidade da água, colocando em risco a saúde dos consumidores finais.

O campus de Cruz das Almas é servido por água tratada fornecida pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA, concessionária dos serviços de saneamento do município, como também algumas unidades utilizam fontes alternativas como poços e carros pipa. Seja qual for a forma de abastecimento, a água é armazenada em reservatórios, domiciliares ou de distribuição (os chamados “castelo d’água) e só depois utilizada nas instalações prediais.

Este trabalho investigou e diagnosticou as condições operacionais dos reservatórios em operação no campus de Cruz das Almas, constituindo uma significativa contribuição para que se conheça o cenário atual, com a finalidade de

melhorar itens que não estejam em conformidade com as boas práticas exigidas pelas normas e legislação vigentes.

1.1. OBJETIVO

Investigar e diagnosticar as condições operacionais dos reservatórios que atendem às unidades administrativas do campus universitário da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em Cruz das Almas.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar os reservatórios, domiciliares e de distribuição, situados no campus universitário de Cruz das Almas.
- Investigar as condições estruturais e de manutenção dos reservatórios.
- Indicar melhorias para adequar a estrutura do parque de reservatórios às boas práticas exigidas pela norma e legislação vigentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para estudar o problema, realizou-se uma leitura e sistematização das normas brasileiras sobre armazenamento de água e da legislação sobre os padrões de potabilidade de águas destinadas ao consumo humano, bem como uma revisão bibliográfica a respeito do tema em questão:

2.1. QUALIDADE DA ÁGUA

2.1.1. Marcos Legais

Para Silva (2011), a água potável é um elemento vital, é mais que um bem, tem valor inestimável e constitui-se um Direito Humano Fundamental e Universal. Ainda segundo o autor, quem tiver controle da água, deterá o poder de controlar a economia e toda a forma de vida na Terra em um futuro próximo.

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006a), água potável é aquela que possui características físicas, químicas e microbiológicas necessárias para que seja destinada ao consumo humano sem apresentar riscos à saúde pública, devendo desta forma, estar isenta de qualquer tipo de contaminação.

Ainda de acordo com Ministério da Saúde (BRASIL, 2006a), para que se obtenha e mantenha a potabilidade da água, uma série de medidas é recomendada e, tais recomendações só serão obedecidas quando amparadas de adequados suportes físico, humano, técnico, financeiro, organizacional, institucional, político, financeiro e legal. Neste tópico estão abordados apenas os suportes legais.

No Brasil, a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX (BRASIL, 2017), do Ministério da Saúde, é a legislação vigente, na esfera federal, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, seu padrão de potabilidade e dá outras providências. De acordo com a Portaria, “toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2017, p.255). Para que tal determinação seja cumprida, a Portaria estabelece que é responsabilidade das Secretarias de Saúde dos Estados promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com os Municípios e com os

responsáveis pelo controle de qualidade da água, bem como executar as ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, de forma complementar à atuação dos Municípios, nos termos da regulamentação do Sistema Único de Saúde – SUS.

Além da Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX, outros instrumentos legais, no âmbito federal, são responsáveis pela obtenção e manutenção da qualidade da água. Destes, citam-se a Lei Federal Nº 11.445/07 (BRASIL, 2007), a Lei Federal Nº 8080/90 (BRASIL, 1990), além da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988).

Em 1988, a Constituição Federal já estabelecia a saúde como direito fundamental e dever do Estado:

Art. 196. A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação. (BRASIL, 1988, p.153)

Já a Lei Federal Nº 8080/90 (BRASIL, 1990), que dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, aborda em seu escopo vários pontos a respeito dos serviços de saneamento. Novamente, nesta Lei é estabelecido que a saúde é um direito fundamental humano e é dever do Estado prover das condições necessárias para sua promoção. Quando se trata de determinantes e condicionantes, a mesma estabelece o saneamento básico como um fator importante à promoção da saúde:

Art.3- Os níveis de saúde expressam a organização social e econômica do País, tendo a saúde como determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, a atividade física, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais. (BRASIL, 1990, p.01)

Ainda de acordo com a Lei, compete ao Sistema Único de Saúde (SUS) a execução de ações de vigilância sanitária e vigilância epidemiológica, bem como “a participação na formulação da política e na execução de ações de saneamento básico” (BRASIL, 1990, p.01). Observando a articulação das políticas e programas intersetoriais, as atividades de saneamento e meio ambiente aparecem como um dos pontos especiais:

Art.13 - A articulação das políticas e programas, a cargo das comissões intersetoriais, abrangerá, em especial, as seguintes atividades:
[...] II - saneamento e meio ambiente [...] (BRASIL, 1990, p.05)

A Lei Federal Nº 11.455/2007 define saneamento básico como o:

[...] conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (BRASIL, 2007, p.02)

Desta forma, apesar do abastecimento de água não estar citado diretamente na Lei Federal Nº 8080/90 (BRASIL, 1990), bem como na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), ele é tratado como um agente promotor de saúde pública e é definido claramente na Lei Federal Nº 11.455/07 (BRASIL, 2007) como um dos 4 pilares do saneamento básico. Para a Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2004), o fornecimento de água potável é a primeira ação sanitária e social que um programa de saneamento deve implementar, ainda de acordo com a fundação, o abastecimento de água potável é o ponto chave de um conjunto de ações que visa promoção do saneamento e da saúde pública.

A Lei Federal Nº 11.455/07 (BRASIL, 2007) estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e tem como princípios a universalização e integralização dos serviços prestados. De acordo com esta Lei, o abastecimento de água deverá ser realizado em qualidade e quantidade de forma adequada à saúde pública, já a Portaria da Consolidação Nº 5, anexo XX (BRASIL, 2017), estabelece padrões de potabilidade e critérios para que este objetivo seja cumprido. No mais, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através de um conjunto de Normas Brasileiras (NBR), estabelece um leque de recomendações relacionadas aos aspectos construtivos de sistemas de abastecimento de água e indica os materiais

que deverão ser utilizados para tais fins, a fim de manter em segurança a saúde da população. Estas normas estão discutidas com mais propriedade no tópico seguinte.

2.1.2. Normas técnicas relacionadas à qualidade da água

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) é uma entidade privada e sem fins lucrativos, responsável “pela elaboração das Normas Brasileiras (ABNT NBR), elaboradas por seus Comitês Brasileiros (ABNT/CB), Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE)” (ABNT, 2017, on-line). Fundada em 1940, a ABNT também é responsável pela avaliação da conformidade e dispõe de programas para certificação de produtos, sistemas e rotulagem ambiental.

Trabalhando em sintonia com governos e com a sociedade, a ABNT contribui para a implementação de políticas públicas, promove o desenvolvimento de mercados, a defesa dos consumidores e a segurança de todos os cidadãos. (ABNT, 2017, on-line)

De acordo com a própria ABNT, “as normas asseguram as características desejáveis de produtos e serviços, como qualidade, segurança, confiabilidade, eficiência, intercambiabilidade, bem como respeito ambiental”. (ABNT, 2017, on-line)

Dentre as inúmeras normas disponíveis na ABNT, estão abordadas neste tópico, de forma resumida, todas aquelas que versam sobre concepção, projeto e execução de componentes de sistemas de abastecimento de água. De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006a), estas normas devem ser rigorosamente observadas nas situações em que se aplicam. Aqui não constam as normas que versam sobre construção de laboratórios e procedimentos laboratoriais para análise de qualidade da água, nem as normas para a determinação analítica de parâmetros de qualidade da água, entretanto, reitera-se a utilização destas quando forem necessárias. No Quadro 1 estão apresentadas as Normas que versam sobre projetos para abastecimento de água para consumo humano. Já no Quadro 2, estão apresentadas as Normas que versam sobre assentamento, especificações, desinfecções e testes para tubulações de água potável. Por fim, e não menos importante, o Quadro 3 mostra as Normas referentes aos materiais utilizados na construção de reservatórios de abastecimento de água.

Quadro 1: Normas ABNT que versam sobre projetos para abastecimento de água

Código	Publicação	Título	Objetivo
NBR 5626	30/09/1998	Instalações Prediais de Água Fria	É responsável por fixar as condições exigíveis quanto à maneira e aos critérios pelos quais devem ser projetadas as instalações prediais de água fria, para atender às exigências técnicas mínimas de higiene, segurança, economia e conforto dos usuários. Aplica-se a quaisquer tipos de instalações de água fria para uso e consumo humano.
NBR 12211	30/04/1992	Estudo de concepções em sistemas públicos de abastecimento de água	Estabelece as condições de estudo de concepções em sistemas públicos de abastecimento de água.
NBR 12212	14/09/2017	Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea	Esta Norma estabelece os requisitos para a elaboração de projeto de poço tubular para captação de água subterrânea.
NBR 12213	30/04/1992	Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público	Esta Norma fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.
NBR 12214	30/04/1992	Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público	Esta Norma fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.
NBR 12215	08/11/2017	Projeto de adutora de água	Esta Norma estabelece os requisitos aplicáveis à elaboração de projeto de adutora em conduto forçado para sistema de abastecimento de água.
NBR 12216	30/01/1992	Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público	Esta Norma fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de estação de tratamento de água destinada à produção de água potável para abastecimento público.
NBR 12217	30/07/1994	Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público	Esta Norma fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.
NBR 12218	03/05/2017	Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público	Esta norma determina as condições para a construção do projeto de rede de distribuição de água para abastecimento.

Fonte: Dados do sítio oficial da ABNT (2018), elaboração do autor.

Quadro 2: Normas ABNT que versam sobre assentamento, especificações, desinfecções e testes em tubulações de abastecimento de água

Código	Publicação	Título	Objetivo
NBR 5647	30/09/1999	Tubos de PVC rígido para adutoras e rede de água	Esta Norma fixa condições exigíveis no recebimento de tubos de PVC rígido, de seção circular, e respectivas juntas, destinados à execução de adutoras e redes de água.
NBR 5648	19/01/2010	Tubo de PVC rígido para instalações prediais de água fria	Esta Norma fixa as condições exigíveis para tubos e conexões de PVC 6,3, com juntas soldáveis, a serem empregados na execução de sistemas prediais de água fria, com pressão de serviço de 750 kPa à temperatura de 20° C, sendo 500 kPa de pressão estática disponível máxima e 250 kPa de sobrepressão máxima.
NBR 5689	30/05/1987	Materiais para revestimento de base asfáltica empregados em tubos de aço para condução de água de abastecimento	Esta Norma fixa as condições exigíveis para os tipos de materiais empregados em revestimento de base asfáltica para tubos de aço usados na condução de água de abastecimento.
NBR 7665	05/02/2007	Tubo de PVC rígido defofo com junta elástica para adutoras e rede de água	Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para tubos de poli (cloreto de vinila) (PVC), com tensão circunferencial admissível de $\sigma = 12$ MPa (PVC 12), com diâmetros externos equivalentes aos dos tubos de ferro fundido (DEFOFO), com junta elástica, para execução de adutoras e redes de distribuição em sistemas enterrados de abastecimento de água, com pressões de serviço (incluindo sobrepressões provenientes de variações dinâmicas, inclusive o golpe de aríete) de até 1,0 MPa., 1,25 MPa ou 1,60 MPa, à temperatura de 25° C. Os tubos objeto desta Norma devem ser instalados conforme os procedimentos especificados na ABNT NBR 9822.
NBR 7968	30/05/1983	Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de	Esta Norma padroniza os diâmetros nominais a serem utilizados no projeto e fabricação de tubos, conexões, aparelhos e respectivos acessórios.

Código	Publicação	Título	Objetivo
		distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores	
NBR 9650	30/11/1986	Verificação da estanqueidade no assentamento de adutoras e redes de água - Procedimento	Esta Norma fixa as condições exigíveis para a verificação da estanqueidade durante o assentamento de tubulações destinadas à condução de água sob pressão.
NBR 9797	30/04/1987	Tubo de aço-carbono eletricamente soldado para condução de água de abastecimento - Especificação	Esta Norma fixa as condições exigíveis para a fabricação de tubos de aço-carbono, destinados à condução de água de abastecimento, eletricamente soldados.
NBR 9822	22/03/2012	Manuseio, armazenamento e assentamento de tubulações de poli (cloreto de vinila) não plastificado (PVC-U) para transporte de água e de tubulações de poli (cloreto de vinila) não plastificado orientado (PVC-O) para transporte de água ou esgoto sob pressão positiva	Esta Norma especifica recomendações e informações básicas para manuseio, armazenamento e assentamento de tubulações de PVC-U para transporte de água e de tubulações de PVC-O para transporte de água ou esgoto sob pressão positiva.
NBR 10156	30/08/1987	Desinfecção de tubulações de sistema público de abastecimento de água - Procedimento	Esta Norma fixa as condições exigíveis para a lavagem e desinfecção de tubulações de sistemas públicos de abastecimento de água, usando gás cloro ou compostos clorados.
NBR 12266	30/04/1992	Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana - Procedimento	Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto e execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana.

Código	Publicação	Título	Objetivo
NBR 12595	30/04/1992	Assentamento de tubulações de ferro fundido dúctil para condução de água sob pressão - Procedimento	Esta Norma fixa as condições para o assentamento de tubulações de ferro fundido dúctil utilizadas na condução de água sob pressão, enterradas, semi-enterradas ou aéreas, e para temperatura de serviço máxima de 90°C

Fonte: Dados do sítio oficial da ABNT (2018), elaboração do autor

Quadro 3: Normas ABNT referentes à utilização de materiais para construção de reservatórios para abastecimento de água potável

Código	Publicação	Título	Objetivo
NBR 5649	30/04/2006	Reservatório de fibrocimento para água potável - Requisitos	Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para aceitação e recebimento de reservatórios de fibrocimento para água potável.
NBR 5650	30/04/2006	Reservatório de fibrocimento para água potável - Verificação da estanqueidade e determinação dos volumes útil e efetivo	Esta Norma prescreve o método para verificação da estanqueidade e para determinação dos volumes útil e efetivo dos reservatórios de fibrocimento para água potável.
NBR 8220	08/01/2015	Reservatório de poliéster, reforçado com fibra de vidro, para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte - Especificação	Esta Norma especifica as condições mínimas exigíveis para o recebimento de reservatórios de poliéster, reforçado com fibra de vidro, apoiados ou elevados, utilizados para armazenagem de água para uso domiciliar ou público, em comunidades de pequeno porte.
NBR 11799	16/11/2016	Material filtrante — Areia, antracito e pedregulho — Especificação	Esta Norma especifica os requisitos mínimos para o recebimento e colocação do material filtrante, abrangendo a areia, o antracito e o pedregulho da camada de suporte em filtros para abastecimento público de água.
NBR 13194	30/04/2006	Reservatório de fibrocimento para água potável - Estocagem,	Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para a estocagem, montagem e manutenção de reservatórios de fibrocimento para água potável, especificados na

		montagem e manutenção	NBR 5649.
NBR 13210	30/12/2005	Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável - Requisitos e métodos de ensaio	Esta Norma estabelece os requisitos e os métodos de ensaio para reservatórios de poliéster reforçados com fibra de vidro, instalados em residências (casas e edifícios), estabelecimentos comerciais, industriais, hospitais e escolas, podendo ser utilizados também na agricultura, piscicultura ou qualquer aplicação que necessite o acondicionamento de água potável.

Fonte: Dados do sítio oficial da ABNT (2018), elaboração do autor.

2.1.3. Planos de segurança da água

De acordo com os dados da *World Health Organization* (WHO, 2011), 2 milhões de pessoas morrem no mundo, anualmente, devido a doenças relacionadas a má qualidade da água. Diante desses números, é notória a necessidade de políticas públicas para enfrentamento da questão. Para Farias (2014), estes números poderiam ser reduzidos por meio da implementação dos Planos de Segurança da Água (PSA).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2012) e a *World Health Organization* (WHO, 2011), os PSA são instrumento de gestão que, quando implementados, fornecem base para a proteção do sistema e o controle no processo, garantindo que o número de patógenos e as concentrações das substâncias químicas não representem risco à saúde pública, e que a água seja aceitável pelos consumidores. Estes planos têm como objetivo agir desde a parte de infraestrutura, até a parte de educação, ensinando e alertando a população a usar de forma mais eficiente e segura a água que a ela é oferecida.

De acordo com os estudos do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador do Ministério da Saúde (DSAST/SVS/MS), os Planos de Segurança da Água são compostos das seguintes etapas (BRASIL, 2012):

- Etapas preliminares;
- Avaliação do sistema;
- Monitoramento operacional;
- Planos de gestão;
- Revisão do PSA;
- Validação e verificação do PSA.

Nas etapas preliminares, planejam-se as atividades, levantam-se informações necessárias e forma-se a equipe técnica multidisciplinar responsável pela elaboração e implementação do PSA.

A etapa seguinte consiste na avaliação do sistema. Nesta fase, é necessária toda uma descrição do sistema de abastecimento, a construção e validação de diagrama de fluxo, bem como identificação e análises de perigos potenciais e caracterização de risco.

Após a avaliação do sistema, inicia-se a fase de monitoramento operacional, que tem como objetivos controlar os riscos e garantir que as metas de saúde sejam atendidas. Para tanto, torna-se necessário determinar uma série de medidas de controle dos sistemas de abastecimento, selecionar os parâmetros de monitoramento e estabelecer limites críticos e ações corretivas.

Em seguida, elaboram-se os planos de gestão. Estes planos são responsáveis pelo monitoramento constante e toda comunicação necessária para verificação e validação periódica do PSA. Após coletados dados no monitoramento, é preciso fazer uma revisão do PSA, a fim de implementar melhorias e atualizações, bem como reavaliar os perigos e riscos emergentes. Ressalta-se ainda que, após desastres e emergências, os planos devem ser revisados, a fim de garantir que as mesmas catástrofes não se repitam.

Por fim, se procedem a validação e verificação do PSA, com o objetivo de verificar seu funcionamento e saber se as metas de saúde estão sendo alcançadas.

Desta forma, ainda para o DSAST/SVS/MS, o gerenciamento da qualidade da água baseado em uma abordagem preventiva de risco, auxilia na garantia da segurança da água para consumo humano (WHO, 2011 apud BRASIL, 2012).

Ainda no âmbito do Ministério da Saúde, a Portaria da Consolidação Nº 5, anexo XX (BRASIL, 2017), estabelece que os responsáveis pelo sistema ou solução alternativa de abastecimento devem distribuir água de qualidade em conformidade aos princípios dos Planos de Segurança da Água recomendados pela Organização Mundial de Saúde ou definidos em diretrizes vigentes no País.

2.1.4. Conservação da qualidade da água

A água é um elemento essencial quando se trata da sobrevivência de uma civilização. De acordo com Braga et al (2005), apesar de ser um recurso abundante na Terra (70% do planeta é coberto por água), apenas uma pequena fração (em torno de 0,5%), está disponível para o consumo humano. Ainda para o autor, este recurso não está distribuído uniformemente no mundo, há regiões com maiores reservas enquanto que, outras vivem cenário de escassez. Entretanto, Lomborg (2002) afirma que esta pequena quantidade é suficiente para abastecer toda a população.

Além dos problemas relacionados a disponibilidade quantitativa, Braga et al (2005) alertam um problema mais grave: o de disponibilidade qualitativa, resultado da depleção da qualidade do recurso devido as ações antrópicas, tais como lançamentos de esgoto *in natura*, disposição final de resíduos sólidos de forma inadequada, dentre outros. Assim, a qualidade da água é um atributo dinâmico no tempo e no espaço e bastante susceptível às ações antrópicas (BRASIL, 2006a). Ainda de acordo com Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2006a), os recursos hídricos são destinados a usos múltiplos, e a qualidade e a quantidade de água requerida dependem, exclusivamente, do tipo do uso.

Para Richter (2009), devido a grande quantidade de poluentes que estão presentes no meio ambiente, a água disponível na natureza passou a ser tratada, em linha geral, como imprópria ao consumo humano. Estes poluentes, na maioria das vezes, são resultantes do crescimento populacional exponencial e do consumo exagerado. Em seus estudos, Pereira (2012) apud Carvalho et al (2017), pondera que, como forma de tornar a água própria ao consumo, o homem desenvolveu e aprimorou técnicas para captar estas águas, tratá-las e destiná-las ao consumo, de forma a diminuir ou eliminar os riscos à saúde. Contudo, durante este processo, um conjunto de cuidados deve ser tomado a fim de garantir a boa qualidade da água entregue à população, com ações que vão desde a escolha do manancial, até a entrega da água nas instalações prediais.

De acordo com o Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água, “o manancial é a primeira e fundamental garantia da quantidade e da qualidade da água em serviço de abastecimento de água” (BRASIL, 2006a, p.40), pois, se a água captada estiver poluída por determinadas substâncias, não será possível torná-la potável:

O chamado tratamento convencional da água (composto por coagulação, floculação, decantação e filtração), mesmo complementado por oxidação, não é capaz de remover satisfatoriamente substâncias como: antimônio, bário, cromo (+6), cianeto, fluoreto, chumbo, mercúrio (inorgânico), níquel, nitrato, nitrito, selênio (+6), tálio, compostos orgânicos sintéticos, pesticidas e herbicidas, rádio, urânio, cloreto, sulfato e zinco (HELLER e PÁDUA, 2006, p.379).

Devido a estes fatores, ainda de acordo com o manual de Boas Práticas (2006a), é fundamental conhecer a bacia hidrográfica à montante do ponto de

captação de água, incluindo fatores que vão desde as características físicas e bióticas, até os aspectos socioeconômicos e as atividades humanas ali desenvolvidas. Para tanto, deverão ser feitos, periodicamente, diagnósticos de uso e ocupação do solo, além de inspeções sanitárias nas bacias contribuintes aos mananciais.

Heller e Pádua (2006) afirmam que a qualidade da água nos mananciais pode variar naturalmente ou por ação antrópica e que a não-proteção destes pode acarretar a sérios problemas de potabilidade, aumentando, consideravelmente, o risco à saúde, bem como inviabilizando o emprego de técnicas de tratamento mais simples e menos onerosas. Ainda segundo os autores, é imprescindível que todo o sistema de abastecimento de água seja projetado, construído e operado de forma adequada, tomando-se todas as providências necessárias para minimizar ou evitar os riscos à saúde.

Escolhido o manancial, iniciam-se as fases subsequentes: captação, adução, tratamento e distribuição. De acordo com Heller e Pádua (2006), é preciso tomar alguns cuidados em todas estas etapas para que se possa garantir a qualidade da água:

- Captação: a captação deve ser localizada em local sanitariamente protegido, distante de pontes de lançamento de poluentes ou contaminantes. O projeto da captação deve evitar a água mais superficial, por exemplo, quando há floração de algas, e impedir o arraste de lodo do fundo do manancial, o qual pode apresentar concentração elevada de compostos orgânicos e inorgânicos indesejáveis.
- Adução: deve ser executada com os devidos cuidados, evitando, por exemplo, aduzir água tratada em canais abertos.
- Tratamento: nas próprias instalações de tratamento existem possibilidades de contaminação como em canais abertos que aduzem água filtrada, pelo mau estado de conservação das diversas unidades de tratamento, pelo uso inadequado de produtos químicos, seja por sua má qualidade ou pela dosagem inadequada dos mesmos.
- Recalque e distribuição: no sistema de recalque a deterioração da qualidade da água pode ocorrer, por exemplo, pelo posicionamento muito próximo das linhas de distribuição de água e das linhas de

esgotamento sanitário. Os reservatórios de água devem ser cobertos e o sistema deve funcionar sempre com pressão satisfatória.

- Instalações hidráulicas, sanitárias e prediais: devem ser executadas com materiais e técnicas adequadas, evitando-se interconexões perigosas e refluxos que podem introduzir água contaminada no sistema de distribuição. (HELLER & PÁDUA, 2006, p.158)

Além dos cuidados propostos por Heller e Pádua (2006), para Lima e Santos (2016), é fundamental monitorar a qualidade da água de forma contínua, para que, desta forma, as doenças de veiculação hídricas possam ser reduzidas ou até mesmo evitadas, diminuindo os gastos com doenças evitáveis e possibilitando todos os benefícios que a água pode proporcionar.

2.1.5. Conservação da qualidade da água em reservatórios

De acordo com a NBR 5626/1998 (ABNT, 1998), as instalações prediais de água fria constituem-se em um subsistema do sistema de abastecimento de água. Para Miranda e Monteiro (1989), as ações de controle de qualidade de água nas redes públicas de abastecimento é algo rotineiro, entretanto, é necessário que estas ações cheguem até o interior das residências, a fim de manter a boa qualidade da água até o consumidor final. Para ABNT, por serem consideradas o ponto final do sistema de abastecimento de água, onde se faz o elo entre o sistema de abastecimento e o consumidor final, as instalações prediais de água fria devem seguir as mesmas exigências aplicáveis às demais infraestruturas de saneamento, para que, desta forma, possam oferecer garantia sanitária aos usuários.

Entende-se por sistema predial de água fria “o sistema composto por tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes, destinado a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização” (ABNT, 1998, p.04). Este tópico trata apenas dos reservatórios de distribuição e domiciliares e das condições necessárias para que se mantenha a boa qualidade da água reservada.

Os reservatórios são dispositivos artificiais que têm como principal função acumular água a fim de regularizar vazão e/ou pressão em sistemas de abastecimento de água indiretos. “Os reservatórios domiciliares têm sido, comumente utilizados para compensar a falta de água na rede pública, resultante de

falhas no funcionamento do sistema de abastecimento ou de programação da distribuição” (REALI et al, 2002. p.30). No entanto, ainda de acordo com a Reali et al, (2002), apesar de ser uma ótima alternativa para regularizar a intermitência no abastecimento, os reservatórios domiciliares apresentam inconveniências de diversas ordens, dentre elas a de ordem higiênica, devido a facilidade de contaminação. E esse problema se agrava para os usuários que se localizam em locais específicos da rede de distribuição, onde a concentração de cloro residual é, às vezes, inexistente. De acordo com a Portaria da Consolidação, N° 5, Anexo XX (BRASIL, 2017), a concentração mínima de cloro residual na rede deverá ser 0,5mg/L.

No Brasil, a NBR 5626/1998 (ABNT, 1998) estabelece recomendações para que se mantenha a estanqueidade dos reservatórios de armazenamento de água potável. Para a NBR 5626/1998, “os reservatórios de água potável constituem uma parte crítica da instalação predial de água fria no que diz respeito à manutenção do padrão de potabilidade” (ABNT, 1998, p.09), e, por isto deve ser dada toda uma atenção especial, desde a fase de projeto, até a fase de manutenção e conservação.

Conforme o Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água (MS, 2006a), tornam-se insignificantes os cuidados nas fases de captação, adução e tratamento se não for dada uma atenção especial aos reservatórios, pois estes são potenciais locais para acúmulo de sujeiras e microrganismos, quando não operados e limpos adequadamente. Desta forma, é imprescindível tomar alguns cuidados, de modo a garantir as condições sanitárias adequadas. Em linhas gerais, é necessário garantir que os reservatórios de distribuição sejam dotados de tubulações e válvulas adequadas para que se possa fazer o esvaziamento para a limpeza periódica e as obras de manutenção. É preciso ainda que estes sejam equipados de dispositivos de ventilação adequadamente concebidos e mantidos para evitar a entrada de insetos e roedores ou ações de vandalismo que possam comprometer a qualidade da água:

A área total de ventilação deve ser igual ou superior às seções das tubulações de entrada ou de saída do reservatório (lembrar que os reservatórios de distribuição não são dimensionados para suportar esforços causados pela subpressão decorrente de ventilação insuficiente). (MS, 2006a, p.56)

Como forma de manter o ambiente limpo, é obrigatória a lavagem e desinfecção periódicas e, as áreas onde se situam os reservatórios devem ser

adequadamente cercadas, limpas e com boa aparência e, no caso de reservatórios enterrados ou semienterrados, deve-se garantir o adequado afastamento de possíveis fontes de poluição de água, bem como evitar que o solo seja erodido, carreando impurezas para dentro do reservatório. Esta frequência é definida e adotada em projeto, de acordo com o projetista. No entanto, Carvalho Jr. (2014) recomenda que se adote o intervalo de 2 anos para realização destes procedimentos.

Adicionalmente, é importante que os reservatórios tenham dispositivos que impeçam a invasão de pessoas e a ação de vândalos que possam colocar em risco a qualidade da água.

Além destes pontos recomendados pelo Ministério da Saúde, outras medidas são aconselhadas pela NBR 5626/1998:

- Os reservatórios destinados a armazenar água potável devem preservar o padrão de potabilidade. Em especial não devem transmitir gosto, cor, odor ou toxicidade à água nem promover ou estimular o crescimento de microrganismos.
- O reservatório deve ser um recipiente estanque que possua tampa ou porta de acesso opaca, firmemente presa na sua posição, com vedação que impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior.
- Qualquer abertura na parede do reservatório, situada no espaço compreendido entre a superfície livre da água no seu interior e a sua cobertura e que se comunica com o meio externo direta ou indiretamente (através de tubulação), deve ser protegida de forma a impedir a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais ao interior do reservatório.
- Em princípio um reservatório para água potável não deve ser apoiado no solo, ou ser enterrado total ou parcialmente, tendo em vista o risco de contaminação proveniente do solo, face à permeabilidade das paredes do reservatório ou qualquer falha que implique a perda da estanqueidade. Nos casos em que tal exigência seja impossível de ser atendida, o reservatório deve ser executado dentro de compartimento próprio, que permita operações de inspeção e manutenção, devendo haver um afastamento, mínimo, de 60 cm entre as faces externas do reservatório (laterais, fundo e cobertura) e as faces internas do compartimento. O compartimento deve ser dotado de drenagem por gravidade, ou bombeamento, sendo que, neste caso, a bomba hidráulica deve ser instalada em poço adequado e dotada de sistema

elétrico que adverte em casos de falha no funcionamento na bomba.
(ABNT, 1998, p. 09-12)

Ainda de acordo com a NBR 5626/1998 (ABNT, 1998), o volume de água armazenado para uso doméstico deve ser apenas o suficiente para 24 horas de consumo, sem considerar a reserva de incêndio. E, em casos de reservatórios com reservação máxima, o projetista deverá garantir a qualidade da água armazenada durante o tempo médio de detenção.

Todos os aspectos supracitados, somados à manutenção e limpeza adequada dos reservatórios, são de fundamental importância para garantir condições sanitárias desejadas. Outros critérios, relacionados aos aspectos construtivos, também são fundamentais para preservação da qualidade da água e estão discutidos no tópico seguinte.

2.2. UTILIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

2.2.1. Aspectos construtivos

Além dos pontos já discutidos neste trabalho, os aspectos construtivos podem influenciar na operação dos reservatórios e têm grande importância na conservação da qualidade da água. Nesta perspectiva, deve-se considerar a forma como o reservatório foi construído e/ou instalado, bem como os materiais utilizados para a sua construção. Estes aspectos são controlados por um conjunto de normas da ABNT, que estabelece técnicas de construção e indica os materiais mais adequados para que sejam mantidas as condições sanitárias adequadas às Boas Práticas para a Conservação da Qualidade da Água.

“Os reservatórios devem ser adequadamente localizados tendo em vista as suas características funcionais, a saber: a) espaço; b) iluminação; c) ventilação; d) proteção sanitária; e) operação e manutenção” (REALI et al, 2002, p.06). De acordo com a NBR 5626/1998 (ABNT,1998), os reservatórios devem ser resistentes à corrosão ou ser provido internamente de revestimento anticorrosivo e ser construídos e/ou instalados de tal forma que seu interior possa ser facilmente inspecionado e/ou limpo. Quando o reservatório for de grande capacidade, segundo esta mesma norma, este deve ser dividido em câmaras, para, deste modo, permitir que sejam feitas as operações de manutenção e limpeza sem haver necessidade de

interromper o abastecimento de água.

A NBR 5626/1998 (ABNT,1998) especifica outros cuidados que deverão ser tomados para manter um bom funcionamento dos reservatórios e garantir boas condições de higiene, dentre eles:

- O reservatório deve possuir tampas de vedação para evitar a entrada de poeira, insetos, roedores, etc;
- Toda a tubulação que abastece o reservatório deve ser equipada com torneira de bóia (ou dispositivo com a mesma finalidade) para evitar extravasão e garantir a pressão de projeto, evitando, desta forma, refluxos na instalação predial;
- A fim de aumentar o grau de segurança quanto à preservação da qualidade da água, recomenda-se escolher materiais e componentes de fabricantes que assegurem a conformidade de seus produtos com as normas específicas e vigentes no País.
- Quando houver a necessidade de reservatório inferior, o mesmo não deve ser enterrado ou apoiado no solo. Nos casos em que esta exigência não possa ser cumprida, o reservatório deve:

ser executado dentro de compartimento próprio, que permita operações de inspeção e manutenção, devendo haver um afastamento, mínimo, de 60 cm entre as faces externas do reservatório (laterais, fundo e cobertura) e as faces internas do compartimento.(ABNT, 1998. p.09).

Ademais, a norma alerta sobre a necessidade de instalar dispositivos que evitem a interligação de água potável e não potável. Tais medidas, adicionadas às ações de monitoramento, operação e limpeza, são cruciais para a manutenção da qualidade da água oferecida ao consumidor final.

2.2.2. Aspectos operacionais

Para o MS (2006a, p. 40), “a qualidade da água é um atributo dinâmico no tempo e no espaço”. Ainda segundo o MS, a qualidade da água que chega até o consumidor é resultado da “qualidade da água bruta, do estado de conservação de equipamentos e instalações da estação e do rigor no controle operacional dos processos de tratamento” MS (2006a, p. 40). Contudo, do ponto de captação ao consumo, podem ocorrer variadas interferências e alterações da qualidade,

decorrentes de vários fatores, tais como: estado de conservação das unidades de distribuição e reservação, intermitência no abastecimento, reparos nos sistemas de distribuição, dentre outros.

Se tratando dos dispositivos de armazenamento, Miranda e Monteiro (1989), enfatizam que existem várias formas de contaminação em um sistema predial de abastecimento, sendo que, os reservatórios inferiores estão mais sujeitos à contaminação quando não operados de forma correta. Ainda segundo os autores, os sistemas direto de abastecimento são os que apresentam menor risco potencial de contaminação, no entanto, no Brasil estes sistemas não são adotados com muita frequência, devido a seu alto custo de implementação e manutenção.

Coutinho (1951), Lima Filho (1978), Barbassa (1984), Schalch (1985) apud Campos et al. (2003) salientam que será em vão todo o cuidado a busca de boa qualidade da água nas estações de tratamento se o armazenamento do produto não for realizado corretamente. Desta forma, os aspectos operacionais de reservatórios são de grande importância para garantir a manutenção da qualidade da água armazenada. Diante disso, o Ministério da Saúde (2006b) elenca uma série de condições que podem contribuir para aumentar os riscos de contaminação da água armazenada. São elas:

- Reservatórios em mau estado de conservação, apresentando fendas ou falta de cobertura apropriada;
- Reservatórios com sistemas de ventilação e extravasores que não evitem a entrada de pássaros, poeira, chuvas, insetos, etc;
- Indicadores de nível da água e válvulas de controle que favoreçam a contaminação da água armazenada;
- Platibanda do teto interferindo com a drenagem do reservatório;
- Aberturas de inspeção, tampas de tipo raso e tampas ou buracos de inspeção que permitam penetração de drenagem no reservatório ou unidade de armazenamento;
- Drenos dos reservatórios descarregando nos esgotos ou em águas de superfície favorecendo refluxos;
- Hastes de registros não protegidas atravessando a cobertura do reservatório;
- Negligência na limpeza periódica dos reservatórios, em especial após serviços de construção e reparos;
- Negligência no controle de qualidade da água no interior dos reservatórios; Inadequação de medidas de segurança, proteção e controle do acesso às instalações de reservação;
- Vazamentos e infiltrações na ligação e no ramal predial.
- Mau estado de conservação e manutenção dos reservatórios;

- Ligações cruzadas:
 - 1) Vazamentos nas redes e nas conexões de água e esgotos;
 - 2) Erros de execução com interconexões entre as redes de água e esgotos; Reservatórios subterrâneos mal protegidos, em nível inferior às caixas coletoras de esgotos dos prédios;
 - 3) Por aparelhos sanitários, por torneiras de pias e lavatórios mal instalados, com possibilidade de imersão dos bocais de saída e retorno de água servida para a rede, por efeito de sifonagem na ocorrência de subpressões;
 - 4) Em indústrias ou prédios residenciais que possuem abastecimento de água não tratada, mas são também conectados a sistemas públicos, por defeito de construção, podendo ocorrer interconexões. (MS, 2006b. p.123-124)

Considerando os aspectos supracitados, é imprescindível a realização de inspeções, limpezas e desinfecções periódicas nos reservatórios. A NBR 5626 (ABNT,1998) estabelece que os reservatórios destinados a armazenar água potável devem preservar o padrão de potabilidade. Evitando transmitir gosto, cor, odor ou toxicidade à água, nem promover ou estimular o crescimento de microrganismos, bem como especifica algumas medidas que deverão ser seguidas a fim de garantir esta estanqueidade, dentre estas, recomenda que os reservatórios sejam instalados em locais não poluídos e que garantam operação e manutenção da forma mais fácil possível.

2.2.3. Prováveis fontes de poluição e contaminação

Segundo a Portaria da Consolidação Nº 5, anexo XX (BRASIL, 2017), é imprescindível que toda água destinada ao consumo humano não apresente risco à saúde. Para tanto, foram estabelecidos, pelo Ministério da Saúde, padrões de potabilidade com a finalidade de representar os teores limites dos diversos elementos que podem ser tolerados nas águas de abastecimento, abordando desde suas características físicas, às suas características químicas e microbiológicas.

De acordo com Legislação, é dever das companhias de abastecimento entregar água potável nas residências, ficando sob sua responsabilidade a entrega de água potável até um metro após o hidrômetro ou até o seu primeiro ponto de derivação. Para o Ministério da Saúde (2006b), a qualidade do produto final é resultado de todos os processos que ocorrem no percurso, que vai desde o ponto de captação, até o armazenamento em sistemas prediais. Campos et al (2003), alegam que esta última fase é objeto de maior preocupação, visto que os reservatórios

podem ser fontes de contaminação e acarretar no decaimento da qualidade da água armazenada.

Julião (2011) fala que os reservatórios podem funcionar como um depósito de impurezas carregadas pela própria rede de distribuição ou pela ausência de vedação adequada, proteção e limpeza do reservatório. Para Julião (2011), uma vez que estas impurezas decantam nos reservatórios, elas podem interferir no pH e na turbidez, diminuindo o teor de oxigênio e cloro residual, além de formar biofilmes e criar condições ideais para o surgimento de microrganismos patogênicos, agravando, desta forma, os riscos à saúde dos usuários. Partindo deste contexto, ainda segundo Julião (2011), o reservatório pode se tornar um potencial foco de contaminação da água, e esta situação poderá ser ainda mais grave quando houver intermitência no abastecimento, baixa taxa de renovação de água no reservatório, e água fria mantida no reservatório com temperatura superior a 25°C. Temperaturas mais elevadas acelera as reações químicas e culminam numa perda mais intensa do cloro dissolvido na água e, conseqüentemente, propicia a proliferação de microrganismos.

Para o Ministério da Saúde (2006a), quando se trata de águas provenientes de veículos transportadores, os seguintes fatores podem agravar a qualidade da água fornecida:

- Utilização não exclusiva para o transporte de água para consumo humano[...];
- Estado precário de conservação da carroceria (existência de pontos ou áreas de ferrugem, fendas, etc.) e dos dispositivos de introdução e retirada de água (equipamentos de sucção, torneiras, mangueiras, válvulas, etc.);
- Falta de cuidados no manejo da água nas operações de enchimento do veículo e no fornecimento de água;
- Utilização de fontes desconhecidas ou suspeitas para coleta de água;
- Negligência na manutenção da qualidade da água no interior do veículo, em especial em relação ao teor de cloro residual. (MS, 2006a, p 126.)
-

Ressalta-se que, muitas vezes, a água armazenada é originária de diversas fontes (poços, veículos transportadores, sistema público de abastecimento), aumentando, significativamente, o risco de contaminação. Apesar de ser uma prática frequente, a Portaria da Consolidação Nº 5, anexo XX (BRASIL, 2017) junto com a NBR 5626 (1998) proíbem este exercício:

Art. 16. A água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição. (BRASIL, 2017, p.208)

Desta forma, reitera-se a necessidade do monitoramento e de uma boa operação do sistema predial, bem como a manutenção e a limpeza periódica dos reservatórios.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo está descrita a metodologia utilizada no trabalho. A seguir está apresentado o enquadramento metodológico da pesquisa, bem como estão relatadas as etapas de seleção da área de estudo, coleta de dados em campo e tratamento de dados. Tais etapas serviram de base para as discussões e conclusões do estudo proposto.

3.1. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Para estudar o problema, inicialmente, realizou-se uma leitura e sistematização das normas brasileira sobre armazenamento de água e da legislação sobre os padrões de potabilidade de águas destinadas ao consumo humano, bem como uma revisão bibliográfica a respeito do tema em questão. De acordo com Marconi e Lakatos (2007), esta parte é fundamental para construção e desenvolvimento de uma pesquisa, pois, na revisão bibliográfica, coloca-se

[...] “o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas” (MARCONI & LAKATOS, 2007, p. 71).

Este estudo foi desenvolvido baseado em uma metodologia descritiva, com abordagem qualitativa-quantitativa, do tipo estudo de caso. Trata-se de uma metodologia descritiva, pois, de acordo com Heerdet e Leonel (2007, p. 04), a “pesquisa descritiva é aquela que analisa, observa, registra e correlaciona aspectos (variáveis) que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los”. Para Cervo e Bervian (1983), neste tipo de pesquisa, investigam-se os fenômenos humanos ou naturais sem a interferência do pesquisador. O pesquisador apenas “procura descobrir, com a precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e características” (CERVO & BERVIAN, 1983, p. 55).

Se tratando do procedimento utilizado para coleta de dados, este trabalho se aproxima de estudo de caso. De acordo com Heerdet e Leonel (2007, p.82), o “estudo de caso pode ser definido como um estudo exaustivo, profundo e extenso de uma ou de poucas unidades, empiricamente verificáveis, de maneira que permita

seu conhecimento amplo e detalhado”. O instrumento de pesquisa utilizado foi o *Check-list*.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) é uma autarquia pública brasileira, vinculada ao Ministério da Educação (MEC), que tem como local sede a cidade de Cruz das Almas. No entanto, a mesma possui campi em Amargosa, Cachoeira, Feira de Santana, Santo Amaro e Santo Antônio de Jesus, todos no Estado da Bahia.

Este trabalho foi realizado na Unidade Sede, no campus de Cruz das Almas, onde ficam localizados o Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC) e o Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), Figura 1.

Figura 1: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Campus Cruz Das Almas –Ba, 2017



Fonte: Google Earth Pro (2018), adaptado pelo Autor.

O Universo de pesquisa representa um total de 96 reservatórios prediais e de distribuição, todos armazenando água para consumo humano. No entanto, o parque possui uma quantidade maior de reservatórios, alguns dos quais não foram contemplados pela pesquisa, por motivos alheios ao pesquisador. Destaca-se que esta pequena parcela não contemplada refere-se a equipamentos localizados em residências particulares, às quais não foi possível o acesso.

Além destes, também não foram investigados os reservatórios que armazenam água para fins não potáveis, tais como irrigação e até mesmo criação de

peixes, não sendo analisados, portanto, devido ao fato de não se enquadrar no escopo da pesquisa.

3.3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Construiu-se um *check-list*, reproduzido no Apêndice 1, baseado nas normas e legislação vigentes, com questões pertinentes ao armazenamento e conservação da qualidade da água em reservatórios, bem como às condições construtivas, operacionais e de manutenção de reservatórios para armazenamento de água para fins potáveis.

Em posse deste, câmera fotográfica e GPS, o pesquisador foi a campo para observar e preencher um *check-list* para cada reservatório. Ao chegar no reservatório, o pesquisador observou, minuciosamente, cada item proposto do *check-list*. Após preenchê-lo, capturou imagens do reservatório e seu entorno. Em seguida, utilizando o GPS, anotou a localização geográfica dos reservatórios de distribuição. As imagens serviram para compor o registro fotográfico do cenário atual, e as coordenadas foram utilizadas para elaborar o mapa local, usando a plataforma Google Earth Pro®. Utilizou-se o aplicativo C7 GPS Dados® e um GPS da marca GARMIN®, modelo GPSmap 62s. As leituras observadas nos dois instrumentos apresentaram pouca ou nenhuma divergência e, devido a este fator, para confecção do mapa, escolheu-se utilizar as coordenadas fornecidas pelo aplicativo C7 GPS Dados®.

As visitas foram realizadas nos dias 10 e 11 de janeiro de 2018, e foram acompanhadas pelo técnico responsável pela operação e manutenção dos reservatórios e ramais, Sr. Edmilson de Jesus. Esta parceria foi decisiva para a montagem do banco de dados, pois o técnico detém o conhecimento sobre a situação vivenciada na instituição, o que contribuiu para a complementaridade do levantamento.

Para os reservatórios que não apresentaram condições de acesso, perguntou-se ao técnico responsável, Sr. Edmilson de Jesus, se ele tinha alguma informação da situação atual. Quando a resposta era sim, o *check-list* foi preenchido de acordo com estas informações. Caso contrário, adotou-se, para todas as perguntas, a opção “sem informação”.

Em posse dos questionários preenchidos, os dados foram tabulados usando a planilha eletrônica Microsoft Excel®, tratados e apresentados na forma de Tabelas e Gráficos. Para complementar o trabalho, elaborou-se um diagnóstico da situação, e formulou-se as propostas de intervenções para os problemas encontrados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

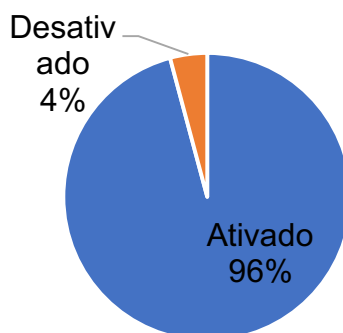
Neste capítulo estão abordados os resultados, argumentos e apreciações sobre o que foi encontrado no parque de reservatórios.

4.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONDIÇÕES OPERACIONAIS

Para efeito desta pesquisa, os reservatórios domiciliares, objetos do estudo, foram classificados em dois tipos: distribuição e prediais. Os chamados reservatórios de distribuição, elevados ou enterrados (térreos), são aqueles de maior capacidade de armazenamento, em que cada uma das estruturas abastece mais de uma edificação; enquanto que os reservatórios prediais abastecem apenas uma unidade predial.

O levantamento mostrou que o sistema de reservação de água do campus de Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia é composto por 96 reservatórios. Observa-se que quase 96% estão em funcionamento. Os 4% que não estão em operação são reservatórios danificados ou que se encontram em unidades administrativas desativadas (Gráfico 1).

Gráfico 1: Condição operacional dos reservatórios – 2018

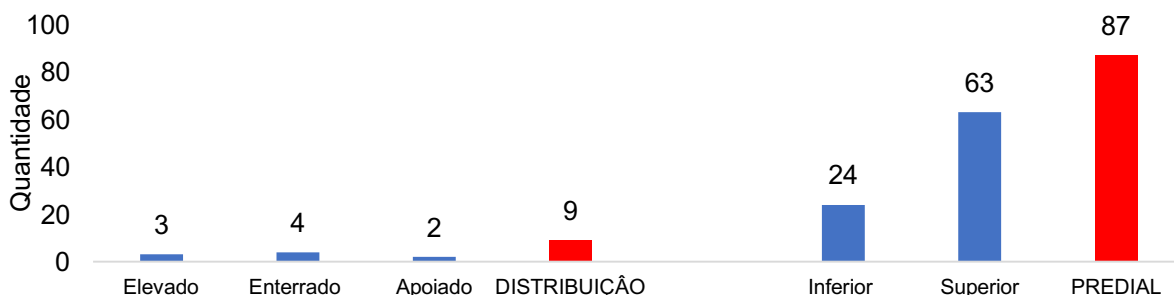


Fonte: Próprio Autor (2018).

O Gráfico 2 mostra que são 87 reservatórios prediais, ou seja, aproximadamente 91% do parque de reservatórios. Destes, 27,6% são inferiores (24) e 72,4% (63) superiores. Os demais são reservatórios de distribuição, nove unidades, representando 9,4% do parque, sendo que: três deles são elevados, quatro são enterrados e dois são apoiados. Como já foi dito por Miranda e Monteiro (1989), os

reservatórios estão sujeitos a várias formas de contaminação, e esta situação se agrava quando se trata de reservatórios inferiores (apoiados e enterrados), pois estes estão mais propícios à contaminação quando não operados de forma correta, visto que estes são mais susceptíveis a ações de vandalismo, à infiltração (quando enterrados) e à entrada de corpos estranhos

Gráfico 2: Classificação de acordo com o tipo do reservatório – 2018



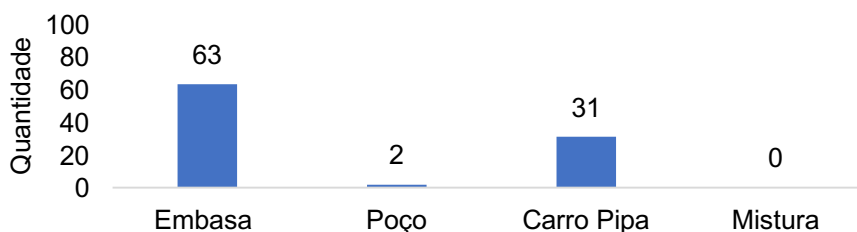
Fonte: Próprio Autor (2018).

No que se refere a origem da água que abastece o sistema, tem-se água proveniente do sistema coletivo de abastecimento (rede de distribuição), como também abastecimento alternativo por veículo transportador (carro pipa) e poço. Analisando o Gráfico 3, é possível notar que 65,6% (63) dos reservatórios são abastecidos pela rede de distribuição da concessionária de serviços de saneamento, a Empresa Baiana de Saneamento (EMBASA). Já outros 32,3% (31) são abastecidos por veículo transportador, enquanto que, 2,1% (2) são abastecidos por poços. De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX (BRASIL, 2017), toda água destinada ao consumo humano deve ser objeto de fiscalização e deve passar por, no mínimo, desinfecção antes de ser distribuída. Ressalta-se que é preciso uma maior atenção para águas provenientes de sistemas alternativos de abastecimento, principalmente carros-pipas, visto que estas estão mais sujeitas à contaminação durante o transporte.

Outra ressalva se refere ao disposto no Art. 16 da Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX, segundo a qual a água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição (BRASIL, 2017). Do que foi apurado neste levantamento, esta prática não foi observada, ou seja, nenhum dos reservatórios

armazena água proveniente de fontes diferentes. Esta prática não é recomendada, pois contribui para que não se conheça a qualidade da água armazenada.

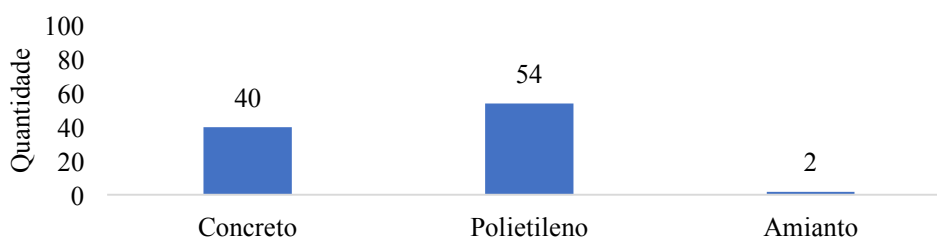
Gráfico 3: Origem da água que abastece o reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Quando se reporta ao tipo de material utilizado na fabricação, observou-se que 56,25% dos reservatórios são de polietileno, enquanto 41,67% são feitos de concreto. Segundo o Gráfico 4, uma pequena parcela, 2,08% (2) é composta por reservatórios de amianto. Ainda que esta parcela seja irrisória e estejam localizada em unidades administrativas atualmente desativadas, é importante salientar que, de acordo com o Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2018), a exposição ao amianto está associada a diversas patologias malignas e não malignas. Ainda de acordo com o Instituto, a produção e comercialização de reservatórios de amianto são proibidas em 62 países, incluindo o Brasil.

Gráfico 4: Classificação de acordo com o material do reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Quanto aos reservatórios inferiores de polietileno, é necessário tomar cuidado para que, durante sua instalação, estes não sejam enterrados ou apoiados diretamente no solo, pois, devido à pequena espessura de suas paredes, há grande probabilidade de ocorrer infiltração e contaminação da água armazenada. Ressalta-se que a NBR 5626 /1998 (ABNT, 1998) proíbe esta prática. Não obstante, como pode ser constatada na Figura 2, registrada em campo, essa prática foi adotada em pelo menos um dos reservatórios.

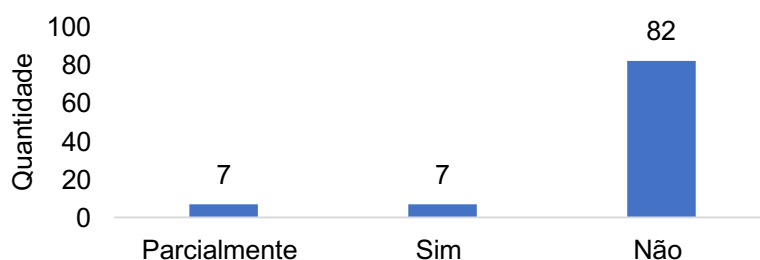
Figura 2: Reservatório de polietileno enterrado no solo – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

No critério limpeza e desinfecção, o Gráfico 5 revela que 85,4% (82) dos reservatórios não são limpos e desinfetados periodicamente, como sugere a NBR 5626/1998 (ABNT, 1998). Para a execução destas tarefas é recomendada a elaboração de um procedimento operacional padronizado (POP), descrevendo a técnica e a periodicidade, além da alocação de um técnico responsável por executá-las. Nos levantamentos realizados não foi possível identificar este colaborador.

Gráfico 5: Realização de limpeza e desinfecção periódicas – 2018



Fonte: Elaboração do Autor (2018).

Ademais, também foi constatado que alguns reservatórios apresentam dificuldades de acesso que tornam inviáveis a limpeza e manutenção. Tais dificuldades vão desde a falta de escadas, para os reservatórios elevados, à falta de tampas de acesso para reservatórios enterrados. Estes cenários se traduzem em uma água susceptível a depleção de qualidade e a alto risco de contaminação, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Acumulação de matéria orgânica no fundo do reservatório - 2018



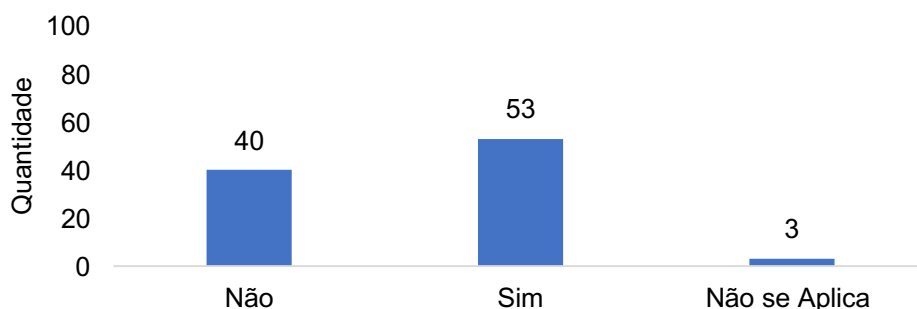
Fonte: Próprio Autor (2018).

Como já discutido por Julião (2011), os reservatórios podem funcionar como um depósito de impurezas carreadas pela própria rede de distribuição, ou, pela ausência de vedação adequada, proteção e limpeza do reservatório. Para o mesmo pesquisador, uma vez que estas impurezas decantam nos reservatórios, elas podem interferir no pH e na turbidez, diminuindo o teor de oxigênio e cloro residual, além de formar biofilmes e criar condições ideais para o surgimento de microrganismos patogênicos, agravando, desta forma, os riscos à saúde dos usuários.

Além do risco de contaminação da água, há um outro ponto mais grave: os reservatórios que não apresentam boas condições de vedação podem se tornar potenciais focos de vetores de doenças, tais como Zica, Dengue, dentre outras, e contribuir de forma significativa para proliferação de doenças evitáveis. Partindo deste contexto, o reservatório pode se tornar um potencial foco de contaminação da água e esta situação se torna mais grave quando não são feitas limpezas e desinfecções periódicas. Desta forma, a limpeza e a desinfecção periódicas são essenciais para garantir que o parque de reservatórios não apresente riscos sanitários aos utilizadores.

Quando avaliado se o reservatório possui ou não algum controle de nível (bóia), o Gráfico 6 mostra que 40 reservatórios não possuem boia, o que representa 42% do parque. Isto contribui para que haja extravasamento dos reservatórios e, conseqüentemente desperdício de água potável, gerando custos para a instituição.

Gráfico 6: Controle de nível nos reservatórios – utilização de bóia -2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

4.2. RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Por se tratar de equipamentos que são responsáveis por abastecer quase todas as unidades, estes reservatórios estão discutidos um a um, evidenciando suas características e particularidades. Não se sabe a capacidade exata, em m³, dos reservatórios construídos em concreto. Não foram encontrados os projetos destas unidades e não foi possível averiguar este dado em campo. Os volumes aqui descritos foram estimados pelo técnico responsável pela manutenção da rede de distribuição de água da UFRB, Sr Edmilson de Jesus, baseado em conhecimento empírico adquirido durante 13 anos no exercício desta função.

Tabela 1: Reservatórios de distribuição - 2018

TIPO	DISTRIBUIÇÃO		
	Elevado	Enterrado	Apoiado
ORIGEM DA ÁGUA			
Embasa	3	3	0
Poço	0	0	0
Carro Pipa	0	1	2
Mais de uma origem	0	0	0
Total Parcial	3	4	2
Total Geral	9 reservatórios		

Fonte: Próprio Autor (2018).

O parque de reservatórios de distribuição é formado por 9 reservatórios, conforme supramencionado, representando, aproximadamente, 9% do total de reservatórios do campus. Como pode ser observado na Tabela 1, seis deles são abastecidos pela companhia de saneamento, EMBASA, e três são abastecidos por Carro-Pipa. O conjunto é formado por 3 reservatórios elevados, 4 enterrados e 2

apoiados no solo. Tais reservatórios foram georreferenciados e estão representados, cartograficamente, no apêndice 2.

A Garagem/Oficina da Universidade é uma unidade sob a responsabilidade da Pró Reitoria de Planejamento (PROPLAN). No seu entorno estão dois grandes reservatórios de distribuição, sendo um inferior (enterrado) e um superior do tipo elevado. Tais reservatórios são responsáveis por abastecer uma grande parte das unidades do campus de Cruz das Almas, sendo por este motivo, identificados como reservatórios principais. A alimentação é feita pela companhia de saneamento EMBASA. A água chega por meio da rede de distribuição e é armazenada no reservatório inferior e, quando necessário, bombeada para o reservatório superior, que por sua vez, distribui por gravidade para demais unidades.

Com capacidade de armazenamento de, aproximadamente, 48m³, o reservatório inferior é do tipo enterrado (Figura 4), construído em concreto, possui bomba de recalque e não é provido de nível controlador de água (bóia). Não foram observados vazamentos nem tubulações danificadas.

Figura 4: Reservatório de distribuição inferior– unidade garagem/oficina – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

O reservatório apresenta boas condições de conservação, com tampa e vedação adequadas, no entanto, está instalado em uma área conspurcada e não isolada, como recomenda a NBR 5626/98 (ABNT, 1998), e, portanto, susceptível à contaminação. Próximo ao reservatório, a menos de 1m de distância, está instalado um lava a jato (Figura 5) onde é realizada a limpeza de toda a frota de veículos da Universidade. Devido a proximidade entre os equipamentos de lavagem dos veículos e o reservatório, situação agravada pela falta de dispositivos de proteção

contra entrada de água e resíduos, conforme pode ser observado na Figura 5, este cenário enseja cuidados. Algumas substâncias são agregadas à água de lavagem (óleos, graxas, combustível), tal que há grande possibilidade de contaminação da água. Substâncias como BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos) e surfactantes em geral, provenientes do combustível que abastece os veículos e dos detergentes utilizados para lavagem dos mesmos, respectivamente. Para trabalhos futuros, aconselha-se análise de BTEX, a fim de avaliar se a água está isenta destes tipos de contaminantes, visto que são poluentes especialmente nocivos à saúde.

Figura 5: Lava a jato da UFRB -2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

O reservatório superior (Castelo d'Água), Figura 6, é do tipo elevado e tem capacidade de armazenamento de, aproximadamente, 33m³. Também construído em concreto, o dispositivo não possui bóia e é possível notar pequenos vazamentos e fissuras em suas paredes. Suas tubulações não estão pintadas e instaladas corretamente, no entanto, estão isentas de vazamentos. O reservatório não possui escada, está situado a, aproximadamente, 15 metros do solo e, para que seja feita manutenção e/ou limpeza, é necessário montar uma estrutura de andaimes para que se tenha acesso à parte superior. Devido a dificuldade de acesso, não são feitas manutenções e limpezas e, por não possuir nível de controle de água, bóia, às vezes ocorre extravasamento. Tais ocorrências podem ser observadas pela presença de água escorrendo nas paredes do reservatório, pois o reservatório é desprovido de tubo extravasor. Deve-se dar grande atenção a este tipo de vazamento, pois, além de contribuir para diminuição da vida útil da estrutura, corrobora para o desperdício de água tratada e, conseqüentemente, aumento nas contas de água.

Figura 6: Reservatório de distribuição superior – Unidade Garagem/Oficina – 2018



Fonte: Pórprio Autor (2018).

O próximo conjunto de reservatórios a ser discutido pertence a Unidade Administrativa do Prédio de Solos e tem como Unidade Responsável o Centro de Ciências Agrárias e Ambientais e Biológicas - CCAAB. Da mesma forma que os reservatórios da Garagem/Oficina, o conjunto é formado por um reservatório inferior e um superior, e também são abastecidos pela EMBASA.

O reservatório inferior é do tipo apoiado/semi-apoiado construído em concreto, tem capacidade de, aproximadamente, 14m³ e é responsável por fornecer água ao reservatório superior. É equipado de bomba, suas tubulações e válvulas não estão instaladas e identificadas corretamente, está localizado em área conspurcada e não isolada, observam-se arbustos próximos ao reservatório. Em suas paredes é possível verificar algumas fissuras e vazamentos, como pode ser observado na Figura 7. O reservatório possui tampa, barreira de proteção sanitária, e, por não possuir bóia, às vezes ocorre extravasamento.

Figura 7: Reservatório de distribuição inferior – Unidade Prédio de Solos – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

O reservatório superior, também construído em concreto, possui capacidade de armazenamento de 14m³. Em suas paredes também é possível notar fissuras e vazamentos. Não possui controle de nível e, como o inferior, também está susceptível a extravasamentos, que é verificado por meio do tubo extravasor. O reservatório é do tipo elevado, a aproximadamente 10m do solo e sua escada está totalmente danificada, inviabilizando o acesso para limpeza e manutenção, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Reservatório de distribuição superior - Unidade Prédio de Solos - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Suas tubulações e válvulas não estão identificadas e instaladas corretamente e é possível notar abaulamento em uma delas, Figura 9.

Figura 9: Tubulação com abaulamento - unidade prédio de solos – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Apesar de não estar instalado próximo à fonte de contaminação, parte do reservatório funciona como um poleiro de aves, Figura 10.

Figura 10: Depósito de fezes de aves - Unidade Prédio de Solos – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Este reservatório é responsável por abastecer o Prédio de Solos, o Bloco de Laboratórios L, M, N, O, P, Q, R e S, o Complexo Florestal, Estufas e parte da Fazenda Experimental.

Na Figura 11 está representado o reservatório de distribuição das Unidades Administrativas: Restaurante Universitário e Residência Universitária Trio Elétrico. Sob responsabilidade da Pró Reitoria de Políticas Afirmativas e Assuntos Estudantis (PROPAAE), o reservatório tem capacidade de 40m³ e é isento de bóia para controle de nível. Está instalado em uma área não isolada, com crescimento de vegetação, sobretudo em suas paredes, e é responsável por fornecer água às unidades da Residência Estudantil e ao Restaurante Universitário e a água é utilizada para realização de higiene pessoa e produção de alimentos, o que torna um agravante para a situação.

Figura 11: Reservatório de distribuição - Unidades RU/Residência – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Com estrutura em concreto e abastecido pela Embasa, o reservatório é do tipo elevado e seu estado de conservação está em situação precária. É possível notar muitas fissuras e deslocamento em suas paredes, Figura 12, bem como grande quantidade de água vazando ao longo de todo o dia. De acordo com informações coletadas em campo, Anexo 2, a Coordenadoria de Infraestrutura e Meio Ambiente - CIMAM (antiga Superintendência de Infraestrutura e Planejamento do Espaço Físico – SIPEF) já solicitou a demolição, no entanto, por questões burocráticas, ainda não foi realizada. É importante salientar que, além de contribuir para o desperdício de água e de recursos públicos, as estruturas danificadas fazem com que a água armazenada fique sujeita à contaminação por poeira e/ou qualquer outro corpo estranho que possa entrar no reservatório. Além das paredes em péssimas condições, as válvulas, tubulações e registros também não estão operando em boas condições de conservação. Como forma de resolver o problema, aconselha-se a demolição e a construção de novo reservatório.

Figura 12: Reservatório de distribuição - RU/Residência Trio Elétrico – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

O reservatório responsável por distribuir água às unidades administrativas Coordenadoria de Tecnologia da Informação – COTEC e CIMAM, é feito em concreto, armazena 28 m³ de água, é do tipo enterrado, possui bomba, bóia com acionamento automático, está em boas condições de conservação, é abastecido pela EMBASA e não apresenta vazamento. No entanto, está localizado em área não isolada (porém limpa), permitindo a livre passagem de pessoas e animais, e não apresenta proteção sanitária, o que é proibido pela NBR 5626/98 (ABNT, 1998).

Os próximos reservatórios a serem apresentados são itens que abastecem apenas duas unidades prediais e possuem pequenos volumes, quando comparado aos demais reservatórios de distribuição, e são abastecidos pelo Sistema Alternativo de Abastecimento da Universidade, através de veículo transportador (Figura 13). Como mencionado por alguns autores, apresentados na revisão bibliográfica, é preciso dar uma atenção especial aos reservatórios que são abastecidos por carro-pipa, visto que estes armazenam uma água mais sujeita a contaminação durante transporte, através do abastecimento e/ou, até mesmo, devido a falta de renovação contínua da água.

Figura 13: Carro Pipa da Universidade - 2018



Fonte: Eugênio Rodrigues (2018).

Fabricado em Polietileno, o reservatório de 5m³, representado na Figura 14, é responsável por fornecer água para os reservatórios superiores do Núcleo de Meio Ambiente – NUMAM e para a Casa Estudantil. O reservatório é do tipo apoiado, é equipado com bomba de recalque e é o único reservatório de distribuição que passa, parcialmente, por limpeza. Possui controle de nível (bóia) e suas paredes e tubulações estão em bom estado de conservação e funcionamento, apesar de não estarem instaladas corretamente. O reservatório possui tampa, está localizado em área não isolada, não limpa, não possui cobertura, está isento de extravasamento e não possui tubo extravasador nem tubulação de limpeza. Para limpeza e manutenção, é preciso utilizar um balde para retirar a água. Para evitar contaminação da água armazenada, a NBR 5626/98 (ABNT, 1998) recomenda que os reservatórios do tipo apoiado sejam apoiados em uma base (de concreto ou outro material) que evite o contato diretamente com o solo, o que não foi verificado na instalação deste reservatório.

Figura 14: Reservatório de distribuição - Numam/Casa Estudantil - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

O reservatório que alimenta os reservatórios prediais superiores da Superintendência de Assuntos Internacionais – SUPAI e a Casa dos Diretórios Acadêmicos – Casa dos DAS foi construído em concreto, possui capacidade de armazenamento de 10m³, é do tipo enterrado e abastecido por carro pipa, como já foi mencionado. O reservatório é equipado por bomba de recalque, não possui controle de nível e está instalado em área não isolada, facilitando o acesso à animais e pessoas em geral. As condições de conservação do reservatório não são adequadas. Sua tampa apresenta descontinuidades que impedem a vedação, e a água armazenada, no dia da visita em campo, apresentava coloração turva. O reservatório está equipado com dispositivo de proteção, não possui tubulação de descarga de fundo, tubo extravasor, nem tubulação de ventilação. Não foram encontrados indícios de fonte de contaminação próxima ao reservatório (Figura 15).

Figura 15: Reservatório de distribuição – SUPAI/Casa dos DAS - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Por fim, e não menos importante, será apresentado o reservatório de distribuição que é responsável por alimentar os reservatórios prediais superiores da casa das Empresas Jr's. e do Núcleo de Engenharia de Água e Solos – NEAS. Esta

unidade possui capacidade de armazenamento de 10m³, foi fabricado em polietileno, é do tipo apoiado, possui bombas de recalque, é desprovido de controle de nível, de tubos de ventilação, extravasamento e limpeza, está instalado em uma área não isolada, parcialmente limpa e localizado próximo a fonte de contaminação.

Em suma, o levantamento mostrou que os reservatórios de distribuição da UFRB - Unidade Sede não atendem aos padrões e recomendações estabelecidos pela NBR 5626/98 (ABNT, 1998), como também é possível que não atendam plenamente às demais normatizações e legislações vigentes. Alguns dos problemas encontrados, como a falta de escadas de acesso e a falta de proteção sanitária, podem ser resultado de imprecisões no projeto ou falhas na execução dos mesmos, ou desgaste causado pelo uso e falta de manutenção. Tais problemas se traduzem em um nível de complexidade maior, e para serem solucionados envolvem trâmites burocráticos e requerem maiores investimentos. Não obstante, para resolução de alguns deles, aconselha-se, onde for possível (dados disponíveis) verificar a fidedignidade entre os projetos e as obras realizadas, e, à luz da NBR 5626/98 (ABNT, 1998) procurar (re)construir os itens que não estão de acordo com a Norma.

Outros problemas mais simples, como ausência de bóia, limpeza e desinfecção, podem ser solucionados mais rapidamente e apresentam menores custos.

Como já foi apresentado, dos 9 reservatórios de distribuição que compõem o parque, apenas o reservatório que abastece o Núcleo de Meio Ambiente e a Casa Estudantil passa pelo processo de limpeza e ou desinfecção, representando uma parcela de 11,1%. Tendo em vista a importância deste item para a preservação da qualidade da água armazenada, sugere-se que, em atenção às recomendações da NBR 5626/98, sejam adotadas providências para que estas tarefas sejam realizadas periodicamente, com anotações nas referidas fichas de operação (ABNT, 1988).

4.3. RESERVATÓRIOS PREDIAIS

De acordo com a Tabela 2, o conjunto de reservatórios prediais é formado por 87 unidades, representando quantitativamente, aproximadamente, 91% do parque de reservatórios. Deste conjunto, 24 são inferiores (27,59%), enquanto que 63 são

superiores (72,41%). De forma geral, a maioria destes reservatórios, é abastecida por água da EMBASA (57 unidades - 65,52%), enquanto que há uma parcela abastecida por carro pipa (28 unidades - 32,18%) e apenas duas unidades abastecidas por água de poço. Se tratando do volume de água armazenada, observa-se que estes reservatórios armazenam, aproximadamente, 1204 m³ de água proveniente da EMBASA e 92,5 m³ de água proveniente de carro-pipa.

Tabela 2: Reservatórios prediais - 2018

TIPO	PREDIAL			
	Inferior	Superior	Total Parcial	Volume de água armazenada (m ³)
Embasa	17	40	57	1204
Poço	0	2	2	2
Carro Pipa	7	21	28	92,5
Mistura	0	0	0	0
Total Parcial	24	63		1298,5
Total Geral	87			

Fonte: Próprio Autor (2018)

Neste tópico estão apresentados, separadamente, os reservatórios prediais superiores e inferiores. O motivo de tratar diferenciadamente estes reservatórios, é que os reservatórios inferiores estão mais sujeitos à contaminação quando comparado aos superiores, necessitando, desta forma, de uma atenção especial.

Ademais, aqui são apresentados e discutidos apenas os problemas mais graves e que apresentam um maior peso quando se trata de risco de contaminação. Todavia, as demais informações levantadas em campo constam no Anexo II, e podem ser utilizadas para verificar a situação de cada reservatório, quando necessário.

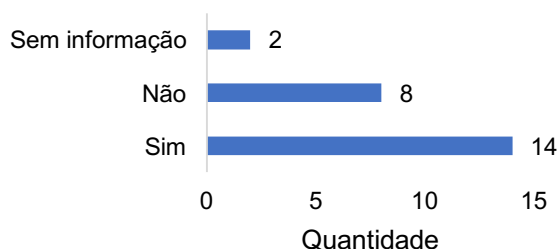
4.3.1. Reservatórios prediais inferiores

De acordo com o que foi apurado, não existem procedimentos de limpeza e desinfecção destinados aos reservatórios prediais inferiores. Reitera-se que, assim como nos reservatórios de distribuição, não há equipe ou técnico responsável para realizar esta atividade. Este cenário, como já discutido na revisão bibliográfica,

contribui para que haja um decaimento da qualidade da água armazenada. A NBR 5626/98 (ABNT, 1998) aconselha lavagem e desinfecção periódicas. Neste sentido, reitera-se, a necessidade de a universidade adotar tais práticas, a fim de trabalhar com uma abordagem preventiva de risco, como recomendado nos Planos de Segurança de Água.

A utilização de controle de nível tem fundamental importância no controle do desperdício de água. De acordo com a experiência observada em campo, acontece extravasamento em grande parte dos reservatórios que não são dotados deste acessório. No Gráfico 7 é possível notar que 58,3% (14) dos reservatórios possuem controle de nível (bóia). No entanto, uma alta parcela, 33,3% (8), ainda não é dotada deste dispositivo. Este é um problema de fácil resolução e baixo custo. Desta forma, aconselha-se que bóias sejam instaladas nestes 8 reservatórios.

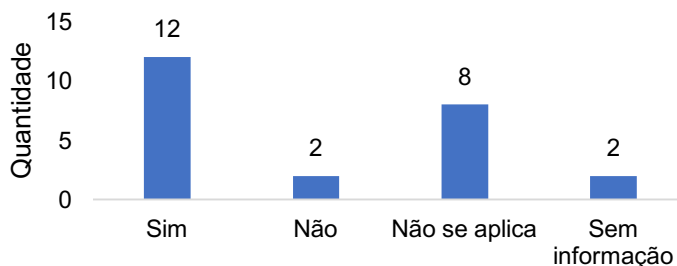
Gráfico 7: Controle de nível (bóia) - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Ainda sobre o controle de nível, 50% (12) dos reservatórios possuem acionamento automático de bóia funcionado corretamente, enquanto que dois deles (8,3%) não possuem controle automático e em dois outros (8,3%) não foi possível verificar essa informação, como pode ser observado no Gráfico 8.

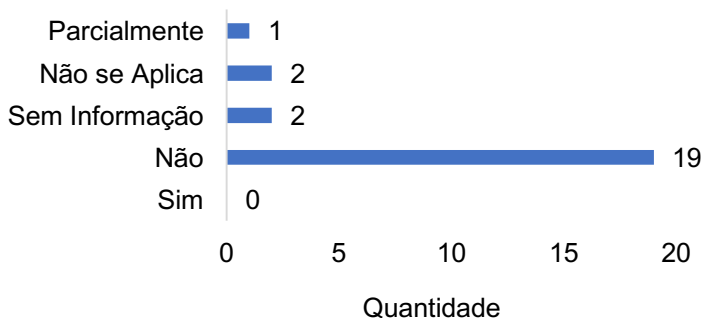
Gráfico 8: Acionamento automático do controle de nível – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

No que se refere às tubulações, observou-se que nove dos reservatórios (37,5%) não estão com as tubulações fixadas, instaladas e pintadas corretamente, como recomenda a NBR 5626/98 (ABNT, 1998). No entanto, de acordo com o Gráfico 9, nenhuma tubulação apresenta anomalias (abaulamento, corrosão, ressecamento, estrangulamento). Ressalta-se que a parcela 'não se aplica', corresponde a dois reservatórios que não possuem tubulações (8,3%), enquanto que o item 'sem informação', corresponde aos dois reservatórios aos quais não foi possível fazer a verificação devido a falta de acesso (8,3%). No caso dos reservatórios sem tubulações, esta ocorrência não causa impactos na saúde dos consumidores, de modo que as sugestões para mudar este cenário não estão no âmbito deste trabalho. No entanto, sugere-se fazer uma verificação nos dois reservatórios aos quais não houve condições de acesso, já que anomalias na tubulação contribuem para aumentar as chances de contaminação.

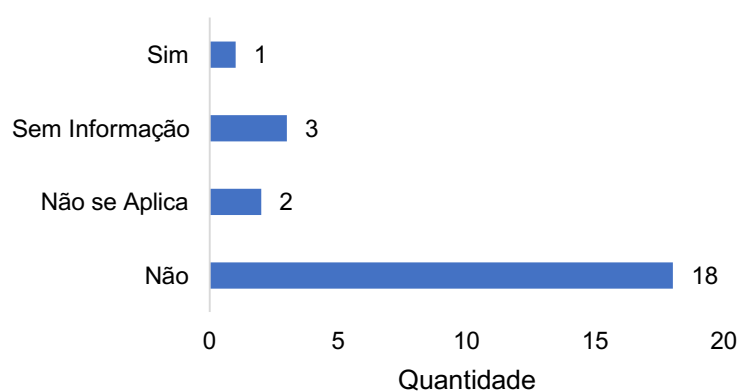
Gráfico 9: Anomalias nas tubulações - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Por fim, ainda se tratando das instalações, foi avaliado se os reservatórios apresentavam vazamento nas tubulações, registros e válvulas. O Gráfico 10 mostra que apenas um reservatório apresenta algum tipo de vazamento em suas tubulações, registros e válvulas, enquanto que dezoito encontram-se isentos de avarias (75%) e em três deles não foi possível verificar esta informação (12,5%). Para os reservatórios aos quais não foi possível fazer a verificação, é necessário fazer uma segunda checagem, mais minuciosa, a fim de evitar este tipo de problema. Já para o reservatório que apresenta vazamento, sugere-se uma intervenção técnica para substituir o acessório danificado.

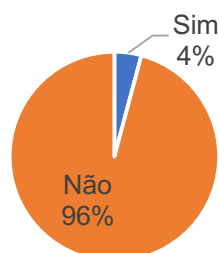
Gráfico 10: Vazamentos em tubulações e válvulas - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018)

Como supracitado, a NBR 5626/98 (ABNT, 1998) recomenda que os reservatórios sejam instalados em áreas isoladas que não permitam ou dificultem a passagem de animais e pessoas, o que não foi plenamente observado no parque instalado no campus de Cruz das Almas. O Gráfico 11 mostra que 96% (23) dos reservatórios prediais inferiores não estão em área isolada. Como proposta interventiva, o mais indicado é seguir as recomendações da NBR 5626/98 (ABNT, 1998) e isolar estes locais. A barreira poderá ser feita em madeira de eucalipto retirada da própria universidade, visto que o campus abriga uma grande área de cultivo desta espécie. Esta medida evitará custos advindos com estacas metálicas ou de concreto.

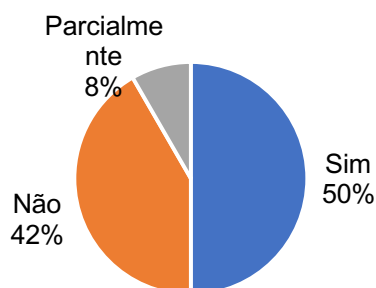
Gráfico 11: O reservatório se encontra em área isolada? (2018)



Fonte: Próprio Autor (2018).

Outro ponto recomendado pela mesma NBR é que os reservatórios devem ser instalados em áreas limpas e isentas de contaminação. Como pode ser observado no Gráfico 12, na ocasião deste levantamento, o cenário não estava adequado ao que preconiza a norma (50 % não atendiam ao critério limpeza), o que pode ser uma situação eventual. De todo modo, trata-se de uma solução simples e de curto prazo, qual seja a limpeza das áreas pela supressão da vegetação e coleta dos resíduos, que pode ser realizada sem custos adicionais. Sugere-se adotar uma frequência para limpeza, levando em consideração os fatores ambientais como crescimento da vegetação e época do ano, por exemplo. Outra recomendação a ser considerada é a proibição de práticas laboratoriais na área de cobertura do reservatório, como observado no Pavilhão de Engenharias (Figura 16). No entanto, este tipo de problema poderá ser solucionado fazendo o isolamento da área e, desta forma, impedindo ou dificultando o acesso de pessoas e animais.

Gráfico 12: As condições de limpeza da área estão adequadas? (2018)



Fonte: Próprio Autor (2018).

A Figura 16 mostra um registro de campo, no qual é possível verificar a falta de limpeza em um destes reservatórios, bem como a falta de isolamento da área.

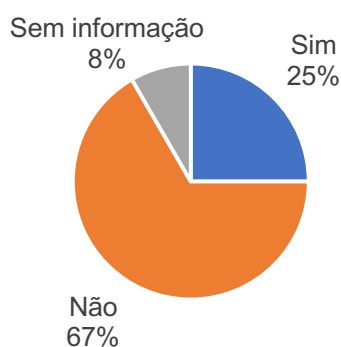
Figura 16: Reservatório predial inferior - pavilhão de engenharias - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

No quesito relacionado aos prováveis pontos de contaminação, observa-se que seis reservatórios estão localizados inadequadamente (25%), pois se encontram próximos a alguma fonte de contaminação (fossa séptica, sumidouro, entulhos, etc.). No entanto, dezesseis estão isentos (67%) e para dois deles (8%) não foi possível checar essa informação (Gráfico 13). Para os reservatórios que se encontram próximos às fontes contaminantes, aconselha-se uma análise microbiológica da água armazenada para averiguar a presença de contaminação. Caso seja confirmada a contaminação, indica-se analisar a situação de forma minuciosa. Para os reservatórios que estão próximos a entulhos, sugere-se fazer a limpeza do local e em seguida lavagem e desinfecção do reservatório. Para àqueles que estão localizados próximos à fossa séptica, indica-se a desativação e substituição.

Gráfico 13: Existe contaminação próximo ao reservatório? (2018)



Fonte: Próprio Autor (2018).

No entanto, ainda que não estejam instalados próximos à fonte de contaminação, alguns reservatórios não possuem dispositivo de proteção e/ou vedação suficiente, facilitando a contaminação por poeira e água de chuva, como também pela entrada de pequenos animais. As Figuras 17, 18 e 19 mostram alguns exemplos de focos de possível contaminação observados no parque de reservatório. Para resolver esta deficiência construtiva sugere-se construir uma borda no entorno destes reservatórios que não possuem este acessório, criando desta maneira, uma barreira sanitária contra lixiviados e garantindo uma maior proteção à qualidade da água armazenada.

Figura 17: Fossas sépticas instaladas próximas ao reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Na Figura 18 é possível observar um reservatório de polietileno parcialmente enterrado no solo, o que se constitui em uma prática não recomendada pela NBR 5626/98 (ABNT, 1998). No mais, observa-se uma instalação improvisada para desvio da água de chuva que desagua sobre o telhado, vindo atingir a tampa do reservatório, que não apresenta boas condições de vedação. Para esta situação particular, recomenda-se desenterrar este reservatório, fazer sua limpeza e desinfecção e apoiá-lo em uma base de concreto, em uma cota superior a do solo, bem como repor sua tampa e vedá-lo para impedir que ocorra a entrada de água de chuva.

Figura 18: Reservatório parcialmente enterrado e sem vedação suficiente – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Já na Figura 19, observa-se um reservatório instalado em meio a uma via de acesso. Ainda que, aparentemente (não foi possível verificar, pois o mesmo não apresentava acesso), este reservatório apresente boas condições de vedação, esta é mais uma prática proibida pela NBR 5626/98 (ABNT, 1998). Para este reservatório, é indicada uma análise microbiológica para averiguar as condições de qualidade da água armazenada. Caso positivo, sugere-se que se realizem estudos mais detalhados sobre as possibilidades existentes, já que a sua substituição é inviável e requer grandes investimentos, visto que se trata de um reservatório feito em concreto e com capacidade de armazenamento de 20m³.

Figura 19: Reservatório instalado em meio a uma via de acesso – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Na Figura 20 é possível notar um reservatório com larvas. De imediato, notificou-se a situação para o setor responsável pela manutenção do parque de

reservatórios, o Núcleo de Meio Ambiente e Jardinagem da UFRB (NUMAM), que comunicou às autoridades competentes e, juntos, fizeram o isolamento e desinfecção do reservatório.

Figura 20: Reservatório com larvas – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Ressalta-se que este reservatório se encontra com tampa danificada e, ao seu entorno, notou-se a presença de matéria orgânica, resto de poda acumulada, como pode ser verificado (Figura 21). **Para esta situação, além da desinfecção (que consiste no esvaziamento do reservatório, lavagem e inserção de produto químico desinfetante, como o cloro)**, que já foi realizada, é necessário reconstruir esta tampa, garantido assim a vedação do reservatório. A limpeza da área é outro fator que deve ser levado em consideração e, como já mencionado, poderá ser feita pelo próprio Núcleo de Meio Ambiente.

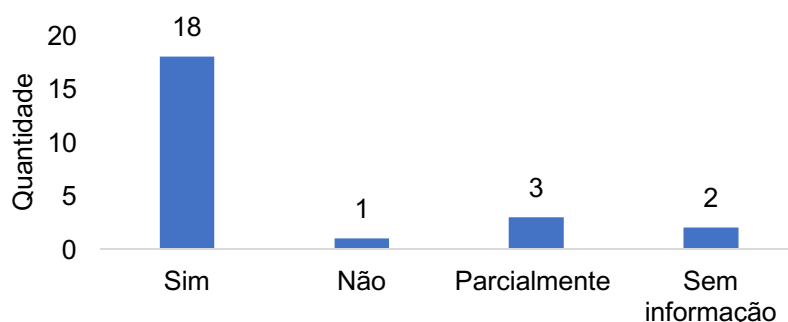
Figura 21: Reservatório com tampa danificada - 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

O levantamento no parque de reservatórios mostrou que dezoito dos reservatórios (75,0%) possuem tampa. No entanto, um reservatório não tem tampa e três deles estão com a tampa danificada, impedindo a vedação contra a entrada de líquidos e poeiras e outros corpos estranhos como sugere a NBR 5626/98 (ABNT, 1998). O Gráfico 14 resume este cenário.

Gráfico 14: O reservatório possui tampa? (2018)

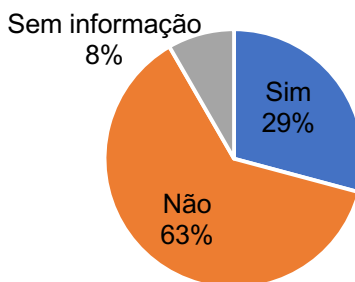


Fonte: Próprio Autor (2018).

Dos vinte e quatro reservatórios prediais, apenas sete (29,2%) encontra-se em área coberta. Uma parcela de 62,5%, equivalente a 15 reservatórios, está desprovida de cobertura com adequada vedação que impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior, Gráfico 15. Para estes casos, o mais indicado é analisar, particularmente, cada situação e verificar a possibilidade

de instalar a cobertura. Para os reservatórios sem tampa ou com tampa danificadas, pode-se fazer a reconstrução ou construir novas tampas.

Gráfico 15: Presença de cobertura no reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Como já discutido anteriormente, a borda de proteção é um componente construtivo essencial para os reservatórios enterrados. Sua função é impedir que corpos estranhos sejam carreados, por lixiviamento, para dentro do reservatório. A NBR 5626/98 (ABNT, 1998) recomenda esta prática.

Gráfico 16: Presença de borda de proteção no reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Analisando o Gráfico 16, observa-se que uma grande parcela, 41,7% (10), dos reservatórios é desprovida desse artefato. Dois deles têm borda de proteção parcial, ou seja, tem-se a borda em apenas um dos lados. Observa-se a presença de borda em apenas seis reservatórios, correspondendo a uma parcela de 25%. Em outros três reservatórios, 12,5%, não há necessidade do dispositivo, visto que não

são enterrados. A Figura 22 mostra depósito de sedimentos no fundo de um reservatório que não possui borda de proteção sanitária, causado por lixiviação.

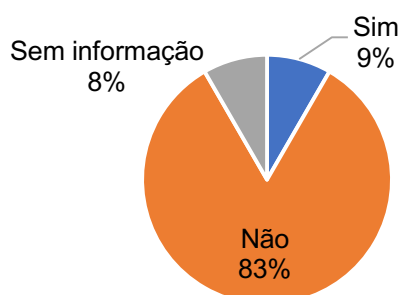
Figura 22: Depósito de sedimentos no fundo de reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018)

Ao analisar as paredes dos reservatórios, observou-se que vinte deles estão em boas condições, o que representa 83,3 % do parque. Não obstante nota-se a presença de vazamentos em dois reservatórios, como pode ser observado no Gráfico 17. Para estes reservatórios, é necessário verificar se há necessidade e se é possível fazer reparos nas suas paredes, visto que paredes danificadas, além de contribuir para o desperdício de água tratada, facilita a contaminação da água armazenada.

Gráfico 17: Presença de extravasamento nas paredes do reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

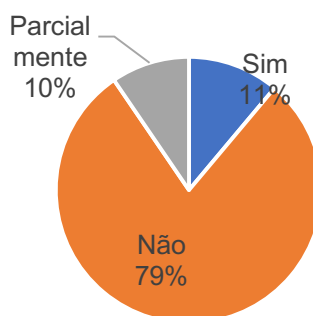
Como relatado, a investigação desenvolvida no parque de reservatórios inferiores mostrou que existem deficiências que precisam ser solucionadas. São

cenários variados, desde problemas de simples solução, como a falta de bóia, por exemplo, até ocorrências mais complexas, como por exemplo, a presença de fossas sépticas no entorno dos reservatórios. De todo modo, conclui-se que, em linhas gerais, o conjunto de reservatórios prediais inferiores carece de intervenções para melhorar as suas condições operacionais de modo a atender plenamente o que preconiza a NBR 5626/98 (ABNT, 1998).

4.3.2. Reservatórios prediais superiores

O levantamento mostrou que sete, das 63 unidades que compõem o conjunto dos reservatórios prediais superiores, passam por limpezas periódicas (11%), enquanto que seis são limpos parcialmente (10%), como mostra o Gráfico 18. É importante salientar que, das 96 unidades que compõem o parque de reservatórios, apenas 14 passam por algum tipo de limpeza e 13 deles pertencem ao grupo dos reservatórios prediais superiores. Como já iterado, a limpeza dos reservatórios tem relação intrínseca na conservação da qualidade da água armazenada e deve ser feita com frequência adequada por uma equipe, ou profissional capacitado, o que não foi observado para os reservatórios prediais superiores. Do que se apreende das informações prestadas pelo Sr. Edimilson de Jesus, técnico responsável pela rede e manutenção dos reservatórios e da rede, observa-se a necessidade de capacitação de servidores para execução desta tarefa, visto que o próprio técnico sugere que existem carências no treinamento para realização desta atividade.

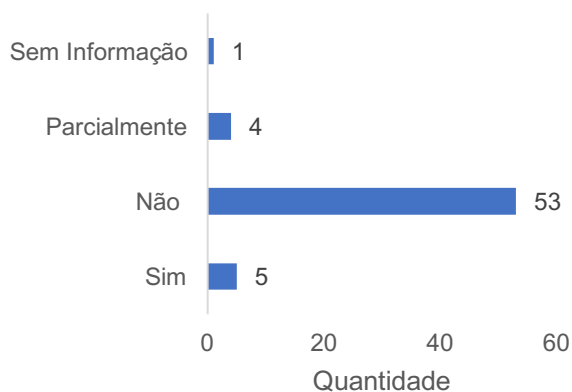
Gráfico 18: Limpeza e desinfecção - reservatórios prediais superiores – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

A escada é uma peça essencial para realização de limpeza e manutenção de reservatórios superiores, pois permite o acesso aos mesmos. O estudo constatou que apenas cinco (7,94%) reservatórios têm escada, enquanto que quatro apresentam escadas danificadas ou incompletas e cinquenta e três (84,13%) são desprovidos deste instrumento, como pode ser visto no Gráfico 19. A falta de escada em si não apresenta um risco sanitário. No entanto, para realizar a limpeza e desinfecção, bem como manutenção em geral destes equipamentos, é preciso utilizar as escadas. A solução deste problema é complexa, visto que muitos dos reservatórios não apresentam sequer espaço para inserção das escadas. Desta forma, sugere-se verificar caso a caso e estudar a viabilidade técnica e econômica de implantar tais elementos. Apesar de apresentar maior risco, em alguns casos, a inviabilidade de acesso causada por falta de escadas pode ser solucionada utilizando uma escada móvel. Recomenda-se, para estes casos, que a atividade seja desenvolvida por um profissional capacitado, bem como maior atenção a fim de evitar acidentes.

Gráfico 19: Presença de escada no reservatório – 2018



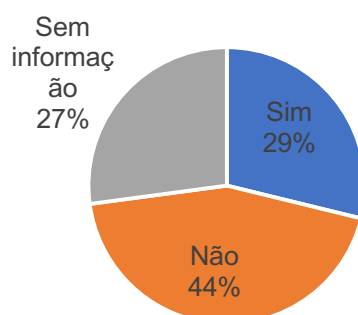
Fonte: Próprio Autor (2018).

Um outro acessório fundamental para realização da limpeza é a descarga de fundo. A tubulação de limpeza ou descarga de fundo, como o próprio nome sugere, é utilizada para esvaziamento do reservatório quando se pretende realizar operações de manutenção e limpeza. Os dados mostram que 26 reservatórios não possuem descargas de fundo, representando, desta forma, uma parcela equivalente

a 41,27%. Em outros 16 reservatórios (25,4%) não foi possível verificar essa informação. Apenas 17 unidades são equipadas com esse acessório, representando apenas 26,98%, como pode ser observado no Gráfico 20.

Este é mais um problema de solução não trivial e requer uma análise de cada caso, em particular. Após esta análise, se for possível inserir a tubulação de limpeza, sugere-se que esta modificação seja realizada. Para os reservatórios para os quais não foi possível checar esta informação, sugere-se outra visita a campo para nova vistoria e análise mais minuciosa da situação. Um dado importante a ser considerado é que dos 13 reservatórios que passam por limpeza, 7 deles não são dotados deste acessório. De acordo com o técnico responsável, Sr. Edimilson de Jesus, para que a limpeza seja realizada nestes reservatórios, a água é retirada de balde, tornando o processo demorado e fastidioso.

Gráfico 20: Presença de tubulação de descarga de fundo no reservatório – 2018



Fonte: Próprio Autor (2018).

Por fim, avaliou-se a presença de controlador de nível (bóia), extravasamentos e vazamentos nos reservatórios. Durante o período de coleta foram identificados dois reservatórios com anomalias e vazamentos nas tubulações. Recomenda-se que estas tubulações sejam substituídas imediatamente, visto que representam potencial ponto de contaminação e contribuem para desperdício de água tratada. Quanto ao controlador de nível, foi verificado que 25 unidades não

dispõem deste acessório, representando uma parcela de quase 40%, como pode ser observado na Tabela 3. Destas 25 unidades, observou-se extravasamento em 17 delas.

Tabela 3: Presença de controlador de nível e extravasamento – 2018

Controlador de nível	Extravasamento			Total
	Sim	Não	Sem informação	
Sim		36	1	37
Não	17	8		25
Sem informação			1	1
Total				63

Fonte: Próprio Autor (2018).

Apesar da ausência controlador de nível não oferecer riscos sanitários, a falta deles contribui para o desperdício. Por ser um problema de fácil solução e que apresenta um custo econômico relativamente baixo, recomenda-se verificar quais são estes reservatórios que estão sem o acessório e equipá-los. Para o reservatório que consta “sem informação”, faz-se necessário uma segunda análise para verificar a situação.

Em síntese, os reservatórios prediais superiores encontram-se em melhores condições de conservação. No período de estudo não foram identificados reservatórios desprovidos de tampas, nem com paredes danificadas. As condições de limpeza da área também estavam melhores, quando comparadas aos demais reservatórios. Por estarem localizados em altura, na maioria das vezes em telhados, estes reservatórios se encontram distantes de focos de contaminação como fossas e entulhos e apresentam maior dificuldade de acesso. Por um lado, essa dificuldade de acesso pode ser vista como um empecilho para realização de manutenção e limpeza, por outro contribui para o afastamento de pessoas e animais, deixando o reservatório mais protegido de vandalismo e contaminação antrópica.

5. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do projeto e também recomendações e oportunidades de trabalhos complementares.

5.1. SOBRE O ESTUDO REALIZADO

A pesquisa permitiu identificar, mapear e analisar as condições operacionais e de conservação dos reservatórios que compõem o sistema indireto de abastecimento de água da Unidade Sede da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada no campus de Cruz das Almas (BA).

Os resultados encontrados permitiram concluir que, em linhas gerais, nem todos os reservatórios atendem aos padrões e recomendações estabelecidos pela NBR 5626/98 (ABNT, 1998), bem como não atendem plenamente às demais normatizações e legislações vigentes. Os problemas se traduzem em vários graus de complexidade, que vão desde os mais simples, que demandam pouca mão de obra e poucos recursos financeiros para serem resolvidos, como por exemplo, a falta dos controladores de nível, a problemas mais complicados que podem ser relacionados a possíveis desgastes causados pelo uso associado à falta de manutenção adequada, ou até mesmo resultado de imprecisões no projeto ou falhas na execução. Estes refletem em um maior nível de dificuldade e envolvem tratativas mais burocráticas para serem solucionados, pois requerem maiores investimentos financeiros.

Diante deste cenário, é perceptível a necessidade de intervenções para melhorar as condições operacionais e de manutenção destes reservatórios, de modo a atender plenamente o que preconiza a NBR 5626/98 (ABNT, 1998) e a Portaria da Consolidação N°5, anexo XX (BRASIL, 2017).

Por fim, o trabalho buscou contribuir para que a realidade do parque de reservatórios da UFRB seja mudada, já que, após o levantamento das informações em campo, os problemas foram identificados e repassados ao setor responsável, o Núcleo de Meio Ambiente e Jardinagem - UFRB, que já tomou conhecimento e algumas medidas já foram adotadas.

5.2. PERSPECTIVAS DE PESQUISAS COMPLEMENTARES

Novas pesquisas são oportunas para referendar ou alterar as conclusões aqui obtidas, tais como: sugere-se um estudo mais detalhado dos reservatórios que não apresentaram condições de acesso e um estudo microbiológico dos reservatórios que se encontram próximo às fontes de contaminação.

Recomenda-se também a realização de algumas análises físico-químicas para avaliar a qualidade da água do reservatório de distribuição localizado próximo à lava a jato. Pela posição no terreno, e pelo tempo em que a lavagem de carros vem ocorrendo, existe a possibilidade, embora remota, que compostos aromáticos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) possam ter alcançado a água armazenada neste reservatório.

Aconselha-se a criação e implementação de um Plano de Segurança da Água (PSA) nas etapas que dizem respeito ao armazenamento e distribuição de água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, NBR. 5626: "Instalação predial de água fria". **Rio de Janeiro**, 1998.

_____. **Conheça a ABNT**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>> . Acesso em: 20 jan 2018.

BRAGA, Benedito. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ª edição. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

BRASIL, Lei Nº. Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**, 1979.

_____. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, Senado Federal, 1988.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed.rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408p.

_____. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Amianto**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/cancer/site/prevencao-fatores-de-risco/amianto>>. Acesso em: 21 abr 2018.

_____. Ministério da Saúde. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Portaria de Consolidação: Nº 5**. Brasília, DF, 3 out. 2017

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boas Práticas no Abastecimento de Água: Procedimentos para a Minimização de Riscos à Saúde** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006a. 252 p.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Plano de Segurança da Água: Garantindo a Qualidade e Promovendo a Saúde : um olhar do SUS** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 60 p.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. - Brasília: Ministério da Saúde, 2006b. 284 p.

CAMPOS, J.A.D.B. ; FARIA, J.B.; FARACHE FILHO, A. **The quality of water stored in home reservatory**. Alim. Nutr., Araraquara, v.14, n.1, p. 63-67, 2003.

_____ Uso de reservatórios domiciliares e conhecimento da população. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 14, n. 2, 2009.

CARVALHO, Ana Paula Monteiro et al. **Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE.** Jamacaru, 2017.

CARVALHO JR., Roberto de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos** / Roberto de Carvalho Júnior. São Paulo: Blucher, 2014.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica.** 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

DE JESUS, Edimilson. **Comunicação Pessoal.** Cruz das Almas, 2018.

FARIAS, Kaio Neves de. **Análise da metodologia para implantação do Plano de Segurança da Água em municípios de até 50 mil habitantes.** 2012. 54 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/6398/1/20945419.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2017.

GTAGUAS - UFRB. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Diagnóstico do consumo de água na UFRB: Estudo no Campus Cruz das Almas.** Cruz das Almas: Não Publicado, 2018. 1 v.

HEERDT, Mauri Luiz. LEONEL, Vilson. **Metodologia Científica e da Pesquisa, UNISUL,** 2007.

HELLER, Léo; DE PÁDUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de água para consumo humano.** Editora UFMG, 2006.

JULIÃO, F.C. **Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial: importância da qualidade dessa água no contexto da saúde pública.** 2011. 157 p. Tese (Doutorado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2011.

LIMA S. C. A. de; SANTOS, C. A.B. Educação e Saúde Pública: **Determinação de Cloro e Escherichia Coli na Água Utilizada para Consumo no Ifpe, Campus Afogados da Ingazeira.** Revista Ouricuri, Paulo Afonso, Bahia, v.6, n.2, p.029-041. mai/ago., 2016.

LOMBORG, Bjorn. **O ambientalista cético: medindo o verdadeiro estado do mundo.** Trad. Ivo Korytowski, Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: elaboração e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MIRANDA, Carlos Alberto Silva; MONTEIRO, Teófilo Carlos do Nascimento. **Qualidade de água em sistemas de reservação e distribuição predial na cidade do Rio de Janeiro**. Cadernos de Saúde Pública, v. 5, n. 3, p. 284-295, 1989.

REALI, Marco Antônio Penalva et al. **Instalações Prediais de Água Fria**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (São Paulo). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos. 2002. Disponível em: <http://www.civilnet.com.br/Files/Hidra/APOSTILA%20de%20Prediais%20nova.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2018.

RICHTER, C. A. (2009). **Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento**. São Paulo: Editora Blucher, 340p. 2009.

SAUTCHUK, Carla Araujo. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SCURACCHIO, Paola Andressa; FARACHE FILHO, Adalberto. **Quality of water used for consumption in schools and kindergartens in the municipality of Sao Carlos-SP/Qualidade da água utilizada para consumo em escolas e creches no município de Sao Carlos-SP**. Alimentos e Nutrição (Brazilian Journal of Food and Nutrition), v. 22, n. 4, p. 641-648, 2011.

SILVA, Marcos António Duarte da. **Direito Internacional à Água**. Universidade Autónoma De Lisboa. 2011.

TAMAKI, Humberto Oyamada. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais-estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (São Paulo). Universidade de São Paulo. **Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo: Diretrizes de Gestão de Sistemas de Reservação de Água Potável - PURA-USP**. 2013. Disponível em: <http://www.sef.usp.br/wp-content/uploads/sites/52/2015/08/PUERHE_Agua-GestaoReserv_maio13.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2017.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva: WHO. Fourth edition. 2011.

7. APÊNDICES

Apêndice 1: *Check-list* Reservatórios

UFRB - GTÁGUAS – Check List Reservatórios	
Unidade Responsável:	Unidade Administrativa:
Localização:	

Características Gerais

Tipo do Reservatório	Distribuição Geral ()	Elevado () Apoiado () Enterrado ()
	Predial ()	Superior () Inferior ()
Reservação de água proveniente: EMBASA () Poço () Carro-pipa () Mistura de água proveniente de mais de uma origem ()		
Material do reservatório Concreto () Polietileno () Outro: _____		
Há bombas de recalque (motor-bomba) SIM () NÃO ()		
Volume de reservação: _____ m ³		

CONDIÇÕES OPERACIONAIS	S	N	P	N.A	S.I
Existe responsável comprovadamente capacitado para a higienização do					

reservatório.					
São realizadas a limpeza e a desinfecção periódicas?					
Existe comprovação da execução de serviço da higienização do reservatório (documento)					
TUBULAÇÕES, REGISTROS E VÁLVULAS					
Os reservatórios estão abastecidos?					
Os registros e válvulas estão funcionando corretamente?					
Possui controle de nível de água (boia)					
O acionamento da boia é feito automaticamente?					
O quadro de comando das bóias está funcionando corretamente?					
O quadro de comando de boias está com fiação danificada, corroída, etc?					
As tubulações estão fixadas, identificadas, e pintadas corretamente?					
As tubulações estão com alguma anomalia (abaulamento, estrangulamento, corrosão, ressecamento)?					
As válvulas e registros estão instalados corretamente?					
Observam-se vazamentos em válvulas, registros e tubulações?					
RESERVATÓRIOS					
Isolamento, conservação e limpeza da área.					
A área está devidamente cercada?					
As condições de limpeza da área são adequadas?					

Infraestrutura, instalações e funcionamento.					
As condições de conservação do reservatório são adequadas? (Sem rachaduras, corrosão,etc).					
Existe escada de acesso ao reservatório em adequadas condições de uso?					
Há gaiola de proteção na escada externa dos reservatórios elevados?					
Há guarda-corpo na laje de cobertura?					
O reservatório possui tampas?					
O reservatório possui cobertura com adequada vedação que impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior?					
Existe sistema de proteção sanitária (ressalto) nos reservatórios enterrados?					
Há tubulação de ventilação adequada nos reservatórios?					
Ocorre extravasamento do reservatório?					
Existe tubo extravasor?					
Existe tubulação de descarga de fundo (limpeza)?					
INSPEÇÃO EXTERNA DE RESERVATÓRIOS					
Fundos e paredes					
Observa-se a presença de árvores, arbustos e matagal próximo ao reservatório?					
Observa-se o crescimento localizado de vegetação (indicativo de fuga)?					
Observam-se manchas molhadas; danos provocados por animais?					
Existem fendas e sinais de movimento de terra?					
A cobertura do telhado está em bom estado?					

Observam-se fendas, danos causados por animais ou poças indicativas de má drenagem?					
Há fontes de contaminação da água do reservatório nas proximidades?					
Existem vazamentos visíveis nas paredes do reservatório?					
<p>Legenda:</p> <p>S – Sim</p> <p>N – Não</p> <p>P – Parcialmente</p> <p>N.A – Não se Aplica</p> <p>S.I – Sem Informação</p>					

Apêndice 2: Reservatórios de distribuição - UFRB



Fonte: Google Earth (2018), adaptado pelo autor.

8. ANEXOS

Anexo 1: Planilhamento de dados – Parque de Reservatórios da UFRB

Link para acesso:

<<https://drive.google.com/open?id=1xDeTJXjpSM398f3nS1ZBkgfNfi6ZZRd>>>

Anexo 2: Relatório técnico de vistoria do reservatório de distribuição da Residência Unviersitária

**À SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA E PLANEJAMENTO DO ESPAÇO FÍSICO
RESPOSTA À EES-06/2017**

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

1 – A ENCOMENDA

Data de emissão: 05/06/2017

Prazo de cumprimento: 05 dias

Data de entrega: 12/06/2017

ENCOMENDA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO - EES Nº 06/2017

A SUPERINTENDENCIA DE INFRAESTRUTURA E PLANEJAMENTO DO ESPAÇO FÍSICO, no uso de suas atribuições legais, resolve:

Designar o servidor Robson Costa Pereira - Siape 2031516 para realização de vistoria e relatório técnico sobre a viabilidade e a forma de execução de reparos no Reservatório Superior localizado entre a Residencial Estudantil e o Restaurante Universitário da UFRB no campus em Cruz das Almas. O Reservatório apresenta fissuras que estão ocasionando o desperdício de água potável, segundo a solicitação do NUMAM encaminhada ao NUMAP. Esta EES vincula-se ao Documento registrado sob nº 23007.012200/2017-05.

O servidor terá cinco dias para realização da vistoria e relatório técnico.

Cruz das Almas, 31 de maio de 2017

Carlos André Oliveira Daniel

Superintendente de Infraestrutura e Planejamento do Espaço Físico

2 – A VISTORIA

- Reservatório com 7,0m de altura total, do chão até a laje de topo, sendo sete pilares (50x50cm) de 4,60m da base até o fundo da laje de fundo do reservatório e 2,40m de paredes do reservatório propriamente dito, que por sua vez é circular com 5,15m de diâmetro;
- No momento da primeira inspeção, realizada por volta das 15:30 da sexta, 02 de junho de 2017, contava com uma lâmina d'água de apenas 40 cm em seu Interior;
- O desaprumo medido foi de 10 cm para 2,0m (ou 5,0%), indicando uma flecha horizontal total na borda superior de 35cm de inclinação sentido sul/norte, estando inclinado para a direção norte;

- Capacidade total de reserva de água: $3,14 \times 5,15^2 / 4 \times 2,40 = 50,0\text{m}^3$;
- Capacidade real que vem sendo usada: $12,5\text{m}^3$ (lâmina d'água máxima de 60cm), chegando até um máximo de 25m^3 (com lâmina d'água máxima de 1,20m);
- O reservatório elevado encontrava-se parcialmente destampado, não nos tendo sido possível saber há quanto tempo foi deixado assim.
- Perigosa presença de marimbondos, havendo diversas caixas e enxames com residência fixa ali, nas áreas sombreadas, frescas e úmidas sob a laje de fundo do reservatório e nas paredes dos pilares que o sustentam.

2.1 PATOLOGIAS

- severos vazamentos ocorrendo em cerca de 50% da circunferência do reservatório e ocasionando um desperdício que podemos estimar ser atualmente superior a cem mil, talvez beirando os duzentos mil litros de água por ano;
- Inclinação da estrutura em ângulo de cerca de 3,0 graus, com um deslocamento horizontal em seu topo em relação à sua posição normal, vertical, equivalente a cerca de 5% de sua altura, 35 cms de desaprumo do topo em relação à base;
- estrutura da base de concreto bastante trincada, quebrada, afundada em partes de suas bordas;
- estrutura vertical, pilares e paredes, com incontáveis fissuras e trincas aparentes;
- presença de plantas e raízes, vivas, externa e internamente às paredes do reservatório;
- presença de sujeira, limo, folhas, talvez pequenos animais e ou insetos em seu interior;
- presença de grandes formigueiros na base e arredores;
- construção com idade relatada de entre 40 e 50 anos;
- vazamentos continuados com idade relatada de entre 5 e 10 anos;

2.2 REPARABILIDADE

Dentre todas as patologias apontadas, a do desaprumo da estrutura e a do afundamento e degradação do bloco de concreto da base, estas duas se sobressaem por se tratarem de patologias irreversíveis, isto é, não há mais como fazer retornar à verticalidade o reservatório e seus sete pilares (50x50cm cada) de apoio, nem há como recuperar o bloco de fundação e fazê-lo voltar às suas configurações originais sem antes demolir integralmente toda a estrutura elevada e mesmo todo o próprio bloco da base para refazer-se tudo desde o início.

Demais reparos, apenas paliativos, ainda poderão ser feitos, caso se queira assim:

- Limpeza e lavagem interna;
- Retirada de plantas e raízes externa e internamente às paredes;
- Aplicação de argamassa industrial e preparada com líquido aditivo impermeabilizante por dentro do reservatório e na altura total de suas paredes em tentativa para a redução ou eliminação dos atuais volumosos vazamentos existentes;

2.2 – ALERTAS

- Trata-se de estrutura elevada, com sete metros de altura, cinco metros de diâmetro no alto e sem bordas ou guarda-corpos;
- Nenhum trabalho ali deve ser autorizado e efetivamente feito sem a presença, constante acompanhamento e total supervisão e comando de ao menos um engenheiro responsável;
- Muito recomendável ou mesmo imprescindível, por questões de segurança dos trabalhadores, a utilização de andaimes fachadeiros erguidos até à altura mínima de 8,0 metros e em todo o perímetro circular do reservatório e a este contra-apoiado;
- Faz-se necessário que o reservatório seja esvaziado e esteja minimamente seco em suas paredes, externa e internamente, para que se possa fazer qualquer tentativa de tratamento das infiltrações, estimado um tempo total de interdição para esta finalidade de uma semana no mínimo;
- Mesmo limpando e eliminando plantas e raízes incrustadas nas paredes, mesmo fazendo-se um novo revestimento interno com argamassa industrial e aditivo impermeabilizante, não há garantia de que os vazamentos cessarão ou de que não voltarão a ocorrer;
- Mesmo se eventualmente tratado quanto aos graves vazamentos de água, o equipamento ainda estará inclinado e com sua base de fundação, suas colunas de sustentação e suas paredes-do-tanque bastante comprometidas pelas trincas e fissuras generalizadas e pelo acentuado desgaste e deterioração causados por anos a fio de continuada infiltração, contínuo gotejamento e de contínua e generalizada umidade em tudo;
- Em razão do desaprumo da estrutura e do estado de acentuada degradação de todo o conjunto, o reservatório mesmo que tratado quanto aos vazamentos deverá necessariamente permanecer podendo ser utilizado apenas até a metade de sua capacidade volumétrica total, com lâmina de água máxima limitada a 1,20m de altura, correspondendo a 25.000 litros de água e 25 toneladas de carga, volume e peso que já parecem absurdos, considerando-se o estado geral e aparência da construção desde sua base até o topo.

3 – CONCLUSÃO

Em razão da acentuada degradação geral do velho equipamento e da irreversibilidade e gravidade de algumas das patologias que apresenta, faz-se recomendável, necessária e urgente a sua substituição, com subsequente e imediata interdição/demolição do mesmo.

- Integra este relatório o **vídeo-documento** acessível através deste link: <https://goo.gl/IDpDN7>
- Também o integram **08 vídeos curtos mp4 e 83 imagens jpg** que podem ser acessados neste link: <https://goo.gl/FQVY1v> (copie e cole no seu navegador se ctrl+enter sobre o link não funcionar)

- Como **alternativa viável, econômica e de rápida e relativamente simples execução** para a substituição do avariado reservatório, sugerimos a adoção de projeto e equipamento similar ao instalado há cerca de quatro anos, com auxílio e orientação da **ASSEPE/UFRB**, no loteamento e **reassentamento do Pumba**, aqui mesmo em Cruz das Almas, modelo e dados que podem ser visualizados em vídeo acessível neste link: <https://goo.gl/tgDMgv>, observando-se que o mesmo está datado de junho de 2014, três anos atrás portanto, estando perdidas assim, ao menos parcialmente, as referências de custos colhidas à época e incluídas no vídeo.
- Para outra referência acerca de valores, adotando-se o custo atual do m³ de água consumida pago à **EMBASA** pela **UFRB**, cujo valor mais caro é de R\$18,93/m³ (jun/2017) e admitindo-se ser de 200 litros por hora de “trabalho” o desperdício causado pelo velho, carcomido e inclinado ‘**Reservatório do RU**’, e admitida uma média de duas horas e meia trabalhadas, isto é, vazando. por dia, por ele, temos que o vazamento diário total chega aos 500 litros (ou 0,5m³/dia), correspondendo em reais a R\$18,93x0,5=R\$9,46 (nove reais e quarenta e seis centavos por dia), pouco, se pensamos em um único dia, porém significativo se consideramos que são todos os dias do ano e que são anos a fio assim, jogando fora dez reais a cada dia. Apenas nestes três últimos anos, decorridos desde a data em que fizemos o vídeo com os dados obtidos junto à **ASSEPE** (<https://goo.gl/tgDMgv>) e consideradas as contas e estimativas acima, podemos dizer que perdemos 365x3x9,46=10,358,70, isto é, praticamente o valor de um novo castelo elevado de água inteirinho, com altura de 10 metros, quatro postes premoldados, mesa premoldada para o tanque elevado, tanque para 10.000 litros em resina de poliéster, tampa, cabos para fixação e estaiamento, tudo montado e novo, pronto para funcionar.

É o Relatório.

Cruz das Almas, 08 de junho de 2017

Robson Costa Pereira