



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR – CCTA PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS – PPSA**

**PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE POMBAL**

WALACE MEDEIROS DE OLIVEIRA

**POMBAL – PB
2023**

WALACE MEDEIROS DE OLIVEIRA

**PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE POMBAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal-PB, como requisito necessário para obtenção do título de mestre em Sistema Agroindustriais com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia Ambiental.

ORIENTADOR: Prof Dr Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

POMBAL – PB
2023

O48p Oliveira, Wallace Medeiros de.
Plano de segurança da água para o sistema de abastecimento da cidade de Pombal / Wallace Medeiros de Oliveira. – Pombal, 2023.
84 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Gestão e Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz”.
Referências.

1. Bacias hidrográficas. 2. Qualidade da água. 3. Gerenciamento de riscos. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II. Título.

CDU 556.51(043)


WALACE MEDEIROS DE OLIVEIRA

PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA CIDADE DE POMBAL


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como pré-requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 21 de março de 2023.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MANOEL MOISES FERREIRA DE QUEIROZ
Data: 27/02/2024 16:14:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. D.Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Documento assinado digitalmente
 VIRGINIA DE FATIMA BEZERRA NOGUEIRA
Data: 23/02/2024 16:14:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Interna: Prof^{ta}. D.Sc. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Examinadora Externa: Prof^{ta}. D.Sc. Vanda Maria de Lira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

DEDICATÓRIA

Esse trabalho é dedicado a toda minha família:
Minha esposa Vanuza, meus filhos Felipe e Fernando;
Meus irmãos: Mara, Mana, Emídio, Bia, Cícero, Joário, João, Tetê e Cléo;
Meus pais: Raimundão (*in memoriam*) e Dona Cicina (*in memoriam*);

A todos que fazem a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar saúde e condições de voltar ao ambiente acadêmico após quase 15 anos, e sabe ele o quanto isso foi importante e gratificante pra mim.

Ao meu orientador, Prof Dr Manoel Moisés Ferreira de Queiroz um agradecimento especial, por todo apoio, consideração e partilha de conhecimentos.

A instituição UFCG, em especial a todos que fazem parte do Campus Pombal, que acreditaram na capacidade e nos projetos de toda a turma 2020.2.

Ao Comitê da Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, pela pronta disposição no fornecimento de informações e materiais para consulta.

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA, que me proporciona novas experiências de trabalho todos os dias, as quais me fazem ser um profissional e cidadão melhor a cada dia, com o enorme orgulho de levar saúde e cidadania por toda a Paraíba.

E um agradecimento especial a todos que mantêm a chama e a esperança de que, só a educação pode transformar nossa sociedade e o mundo num lugar mais justo e melhor.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAB - Adutora de Água Bruta

AAT - Adutora de Água Tratada

AESA PB - Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

CBH-PPA - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CMB - Conjunto Moto-Bomba

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta

EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada

ETA - Estação de Tratamento de Água

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PISF - Projeto de Integração do Rio São Francisco

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PRH - Plano de Recursos Hídricos

PSA - Plano de Segurança da Água

RAP - Reservatório Apoiado

REV - Reservatório Elevado

SAA - Sistema de Abastecimento de Água

WHO - World Health Organization (OMS)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

- Figura 01** - ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - página 22
- Figura 02** - ODS Nº 6 - página 22
- Figura 03** - Localização do Município de Pombal no mapa da Paraíba - página 24
- Figura 04** - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu - página 26
- Figura 05** – Divisão político-administrativa da bacia hidrográfica do rio Piano-Piranhas-Açu - página 27
- Figura 06** – Hidrografia, reservatórios estratégicos e unidades de planejamento hidrológico - página 29
- Figura 07** - Esquema do Sistema de Abastecimento de Pombal - página 31
- Figura 08** - Rio Piancó - Município de Pombal - página 32
- Figura 09** - Canal de aproximação da Captação de água do SAA de Pombal - página 33
- Figura 10** - Estrutura do Canal de aproximação da Captação de água do SAA de Pombal - página 33
- Figura 11** - Conjunto Flutuante na Captação de água do SAA de Pombal - página 34
- Figura 12** - Quadro de Comando da Estação Elevatória de Água Bruta - página 34
- Figura 13** - Poço de chegada e calha Parchall da ETA de Pombal - página 35
- Figura 14** - Armazenamento de coagulante - página 36
- Figura 15** - Floculadores da ETA de Pombal - página 36
- Figura 16** - Decantadores da ETA de Pombal - página 37
- Figura 17** - Filtros da ETA de Pombal - página 37
- Figura 18** - Armazenagem de cloro e clorador da ETA de Pombal - página 38
- Figura 19** - Comandos dos registros de operação da ETA de Pombal - página 38
- Figura 20** - Registros de operação da ETA de Pombal - página 39
- Figura 21**- Elevatória de água tratada da ETA de Pombal - página 39
- Figura 22** - Reservatório Apoiado (RAP) - R0 - página 40
- Figura 23** - Reservatório Elevado 02 - REV2 - página 40
- Figura 24** - Reservatórios Elevados 01 e 02 - REV1 e REV2 - página 41
- Figura 25** - Etapas de Desenvolvimento do PSA de Pombal - página 44
- Figura 26** - Diagrama de Fluxo do SAA - página 46
- Figura 27** – Fluxograma da Captação - página 47
- Figura 28** – Fluxograma da ETA - página 47

Figura 29 – Fluxograma de Mistura Rápida e Coagulação - página 47

Figura 30 – Fluxograma de Floculação - página 48

Figura 31 – Fluxograma de Decantação - página 48

Figura 32 – Fluxograma de Filtração - página 49

Figura 33 – Fluxograma de desinfecção - página 49

Figura 34 – Fluxograma do Reservação e Distribuição - página 50

Figura 35 - Distribuição Espacial dos Reservatórios - página 60

LISTA DE QUADROS

- Quadro 01** - Dados comerciais da Cidade de Pombal - página 40
- Quadro 02** - Mapeamento do Sistema de Abastecimento de Água - página 45
- Quadro 03** - Quadro de probabilidades de ocorrência de evento - página 51
- Quadro 04** - Quadro de Impacto na ocorrência de evento - página 51
- Quadro 05** - Matriz de Criticidade - página 52
- Quadro 06** –Escala de Probabilidade de Ocorrência - página 52
- Quadro 07** –Escala de Severidade das Consequências - página 53
- Quadro 08** - Identificação de perigos, Eventos perigosos (Manancial) - página 54
- Quadro 09** - Medidas de controle para os riscos existentes no manancial - página 55
- Quadro 10** –Identificação de perigos, eventos perigosos (Captação/Adução) - página 56
- Quadro 11** - Medidas de controle para os riscos existentes na captação e adutoras - página 56
- Quadro 12** –Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes na mistura rápida - ETA - página 57
- Quadro 13** - Medidas de controle para os riscos existentes na mistura rápida - ETA - página 57
- Quadro 14** - Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes no canal de água coagulada - ETA - página 57
- Quadro 15** - Medidas de controle para os riscos existentes no canal de água coagulada - ETA - página 58
- Quadro 16** – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes nos decantadores - ETA - página 58
- Quadro 17** - Medidas de controle para os riscos existentes nos decantadores - ETA - página 58
- Quadro 18** – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes nos canal de água decantada - ETA - página 58
- Quadro 19** – Medidas de controle para os riscos existentes nos canal de água decantada - ETA - página 59
- Quadro 20** –Planilha de identificação de perigos, eventos perigosos e medidas de controle para os riscos existentes nos filtros - ETA - página 59
- Quadro 21** –Medidas de controle para os riscos existentes nos filtros - ETA - página 59

- Quadro 22** – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes na desinfecção - ETA - página 60
- Quadro 23** – Medidas de controle para os riscos existentes na desinfecção - ETA - página 60
- Quadro 24** – Eventos perigosos (Reservatório - R0 - RAP) - página 61
- Quadro 25** – Medidas de controle para o reservatório R0 - RAP - página 61
- Quadro 26** – Eventos perigosos do Reservatório Elevado 1 - REV 1 - página 61
- Quadro 27** – Medidas de controle para o Reservatório Elevado 1 - REV 1 - página 62
- Quadro 28** – Eventos perigosos do Reservatório Elevado 2 - REV2 - página 62
- Quadro 29** - Medidas de controle para os riscos existentes no Reservatório Elevado 2 - REV2 - página 62
- Quadro 30** - Identificação de perigos e eventos perigosos - Distribuição/ Consumidor - página 63
- Quadro 31**- Medidas de controle para os riscos existentes na Distribuição/Consumidor - página 64
- Quadro 32** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Manancial - página 66
- Quadro 33** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa (Captação/Adução) - página 67
- Quadro 34** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Mistura Rápida - ETA - página 68
- Quadro 35** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Canal de Água Coagulada - ETA - página 69
- Quadro 36** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Decantadores - ETA - página 70
- Quadro 37** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Canal de Água Decantada - ETA - página 71
- Quadro 38** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Filtros - ETA - página 71
- Quadro 39** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Desinfecção - ETA - página 72
- Quadro 40** - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa RESERVATÓRIOS - página 72
- Quadro 41** - Ficha de Gestão de Projetos – Etapa Distribuição/Consumidor - página 73
- Quadro 42** - Pontos vulneráveis identificados no PEC - página 75
- Quadro 43** - Plano de Ação - Estiagem/ Ponto Vulnerável: Manancial/Captações (Canal de aproximação e conjuntos flutuantes) - página 76
- Quadro 44** - Plano de Ação - Contaminação/ Ponto Vulnerável: ETA - página 77
- Quadro 45** - Plano de Ação - Falta de Energia/Ponto Vulnerável: EEAB/EEAT - página 78

Quadro 46 - Plano de Ação - Rompimentos/Ponto Vulnerável: Rede de distribuição e Adutoras - página 79

Quadro 47 – Contatos Externos - página 80

RESUMO

O Plano de Segurança da Água representa a estratégia de previsão de perigos, através do monitoramento de riscos, que podem ameaçar a qualidade da água para consumo humano. Este trabalho explorou os procedimentos atuais no controle da qualidade da água produzida e distribuída, onde todas as etapas do Sistema de Abastecimento foram avaliadas, e evidenciados todos os riscos potencialmente existentes em cada uma dessas etapas, elaborando ainda as medidas de controle para mitigação dos riscos identificados, onde ao final é desenvolvido e proposto um plano de segurança da água no rio Piranhas, direcionado ao uso da água para o Sistema de Abastecimento do município de Pombal, na Paraíba.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas. Qualidade da água. Gerenciamento de riscos.

ABSTRACT

The Water Safety Plan represents the hazard prediction strategy, through risk monitoring, that may threaten the quality of water for human consumption. This work explored the current procedures in the control of the quality of the water produced and distributed, where all the stages of the Supply System were evaluated, and all the risks potentially existing in each of these stages were highlighted, also elaborating the control measures to mitigate the risks identified, where at the end a water safety plan is developed and proposed in the Piranhas River, directed to the use of water for the Supply System of the municipality of Pombal, in Paraíba.

Keywords: Watersheds. Quality of water. Risk management.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS.....	8
LISTA DE QUADROS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Bacia hidrográfica.....	16
3.2 Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH).....	17
3.3 Conceitos Definidos pela Portaria GM/MS 888/2021.....	17
3.4 A Ferramenta de Gestão 5W2H.....	19
3.5 Plano de Segurança da Água - PSA.....	20
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	23
4.2 LOCAL DE ESTUDO.....	23
4.3 AMOSTRA.....	30
4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	30
4.5 ASPECTOS ÉTICOS.....	30
4.6 COLETA DE DADOS.....	30
5 RESULTADOS.....	31
5.2.1 ETAPA 1 – Avaliação do Sistema de Abastecimento de Água.....	44
5.2.1.1 Construção e Validação do Diagrama de Fluxo e Fluxograma.....	45
5.2.1.2 Identificação dos Perigos, Eventos Perigosos, Caracterização e Priorização de Risco.....	50
5.2.2 ETAPA 2 – Definição de Medidas de Controle e Monitoramento Operacional.....	64
5.2.2.1 Medidas de Controle Gerenciais.....	65
5.2.2.2 Medidas de Controle Operacional.....	73
5.2.3 ETAPA 3 - Gestão do PSA.....	74
5.2.4 Revisão dos Planos.....	81
6. Considerações Finais.....	82
7. Referências.....	83

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional alinhado ao desenvolvimento urbano está diretamente relacionado ao aumento da demanda por água. Em um passado não muito distante, nas regiões do semiárido nordestino, a angústia com a pouca oferta de água para consumo humano e dessedentação animal eram praticamente as únicas preocupações, mas com a evolução das discussões e negociações pelo uso da água no âmbito dos Comitês Gestores das Bacias Hidrográficas, em consonância com conceitos de desenvolvimento das economias locais, notamos que esse panorama vem mudando. Já é cada vez mais comum nas discussões e deliberações das alocações de água, ver usos como os voltados para a produção agropecuária, piscicultura, geração de energia e até mesmo o setor industrial serem contemplados com alguma parcela dessa alocação.

Na contramão do aumento da demanda por água, a oferta desse recurso é cada vez menor, sendo necessária uma gestão cada vez mais eficiente dos recursos hídricos. A implementação de políticas públicas voltadas ao controle ambiental, bem como no combate as perdas em sistemas de abastecimentos e incentivos ao manejo eficiente no agro-negócio, é de supra importância para sobrevivência e desenvolvimento econômico das populações. Combater perdas e desperdício nos sistemas de abastecimento de água, além de intensificar ações de controle para reduzir a contaminação de corpos hídricos são iniciativas incontestavelmente necessárias devido a importância da água, e por se tratar de um bem comum, limitado e com uma distribuição extremamente desigual em todo o mundo.

Pacificado esse entendimento, proteger os mananciais e corpos d'água nunca foi tão importante para a manutenção da vida nos ecossistemas, por isso só há possibilidade de assegurar um desenvolvimento estável com a recuperação e a conservação dos mananciais, de forma a assegurar a quantidade e qualidade da água disponível.

Com o propósito de realizar uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/97, criou o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que, por meio da resolução nº 357/2005, estabeleceu diretrizes para o enquadramento dos corpos de água em diferentes classes, no que se refere às condições e padrões de lançamento de efluentes. Esse instrumento estabeleceu os parâmetros que garantem o controle dos níveis de qualidade da água existente nos mananciais.

Quando se tratar de água para consumo humano, sendo este promovido por um sistema de abastecimento de água, o controle passa a ser do Ministério da Saúde, através da Portaria GM/MS 888/2021 que: “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”. Logo, a existência de duas legislações, não concorrentes, mas que tratam de um mesmo recurso, levam o bom gestor a buscar uma solução dinâmica, atualizada e de fácil implementação e controle. Em linhas gerais, nasce a necessidade de elaboração de um plano de segurança da água, onde todos os aspectos de gestão de recursos hídricos são considerados, atendendo os mais diversos requisitos estatutários e promovendo ações de interesse público.

Sendo a água um recurso indispensável para a vida de todos os seres humanos, e o acesso a este um direito constitucional, em quantidade e qualidade adequada, de maneira que o seu uso seja seguro para toda a população nas mais diversas formas de uso. Vale destacar que os critérios legais estabelecidos pelo Ministério da Saúde utilizam uma abordagem corretiva (MANCUSO e SOUSA, 2015; MARTINHO e MENTES, 2015; WHO, 2017), mas que a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que a prevenção seja privilegiada para garantir as condições adequadas da água para consumo humano (WHO, 2017).

Com o objetivo de cumprir com as exigências previstas na legislação, além da promoção dos interesses públicos e o bom equilíbrio ambiental, esse estudo visa apontar as principais diretrizes para desenvolver e propor um plano de segurança da água (PSA) no rio Piranhas, direcionado ao uso da água para o Sistema de Abastecimento do município de Pombal, na Paraíba, que foi escolhida por não apresentar, ainda, um PSA consolidado.

Levando em consideração que no momento atual a cidade de Pombal não faz uso das águas do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) para o Sistema de Abastecimento de Água, mas que está planejada a execução do Ramal do Piancó, onde está prevista a chegada das águas no Açude Curema, o resultado deste trabalho servirá ainda, através das revisões periódicas no PSA, para levantar e consolidar as informações antes da contribuição do PISF e quais ações deverão ser tomadas após o início da operação do ramal do Piancó.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Desenvolver e propor um plano de segurança da água no rio Piranhas, direcionado ao uso da água para o Sistema de Abastecimento do município de Pombal, na Paraíba.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Promover o estudo das etapas preliminares e o levantamento das informações necessárias de elaboração e implantação do PSA;
- ✓ Avaliação do sistema de abastecimento de água, a construção e validação do diagrama de fluxo;
- ✓ Identificar e analisar os perigos potenciais e a caracterização dos riscos, buscando o estabelecimento de medidas de controle dos pontos críticos;

2.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O presente trabalho teve como diretriz a aplicação de uma metodologia de avaliação e gerenciamento de riscos à saúde no Sistema de Abastecimento de Água – SAA do município de Pombal-PB, a partir do ponto de captação no manancial até o consumidor final. Foi elaborada a proposta de um conjunto de ações a serem seguidas por todos os envolvidos, de todos os níveis da Concessionária, para que assim possam, de forma prática e segura, monitorar a qualidade da água, prevenir contaminações e outras adversidades, atuar em situações adversas, registrar informações, recuperar danos, investigar e informar os responsáveis, de modo a garantir o acesso a uma água segura à toda a população.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bacia hidrográfica

Dentro dos vários aspectos e tratativas, podemos enxergar a definição de bacia hidrográfica como sendo: uma área de captação natural da água de precipitação da chuva que converge os escoamentos para um único ponto de saída. Uma bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes constituídas pela superfície do solo e de uma rede de drenagem formada pelos cursos da água que confluem até chegar a um leito único no ponto de saída. Contudo, o termo “Bacia Hidrográfica” fazendo referência a uma

unidade de planejamento, já é amplamente usada e aceita em termos teóricos, inclusive a Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, estabelece a Bacia Hidrográfica como sendo uma unidade territorial adotada para fins de planejamento e gestão hídrica do Brasil.

3.2 Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH)

Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), é fórum em que um grupo de pessoas, com diferentes visões e atuações, se reúne para discutir sobre um interesse comum – o uso d'água na bacia. Os comitês de bacias hidrográficas possuem poderes deliberativos fortes. O seu papel é construir o consenso sobre as prioridades e o planejamento para orientar a tomada de decisões.

A outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, instrumento o qual assegura ao usuário o direito de utilização da água, é um instrumento importante na gestão dos recursos hídricos, sendo emitida de acordo com a dominialidade do corpo d'água, no caso do rio Piancó, a emissão vinha sendo realizada pela ANA (Agência Nacional de Águas), mas que conforme Resolução Conjunta nº 65 de 2019, assinada pela ANA, Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAPB) e pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), fica estabelecido que cada órgão estadual poderá deliberar pela emissão de outorgas em seus respectivos estados. No caso das outorgas para uso da água para abastecimento humano, estas são emitidas em nome das Companhias ou órgãos responsáveis pelo serviço de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos. Especificamente este uso, abastecimento humano, que será objeto deste trabalho.

3.3 Conceitos Definidos pela Portaria GM/MS 888/2021

Segundo registros do Ministério da Saúde, as autoridades de saúde do Brasil só passaram a dar atenção e exercer controle sobre a qualidade da água para consumo humano a partir da década de 1920, com a criação do Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP). Mas foi na década de 1970 que se atribuiu competência ao Ministério da Saúde, para elaborar normas e o padrão de potabilidade de água para consumo humano a serem observados em todo o território nacional. Isto se deu pelo Decreto Federal 79.367/1977, cuja fundamentação baseou-se na Lei nº. 6.229/1975, que dispunha sobre o Sistema Nacional de Saúde.

O decreto definia ainda competências ao Ministério da Saúde, associado aos Estados, Distrito Federal e Municípios, para fiscalizar o cumprimento de suas normas. Além

destas competências, pelo texto legal cabia ao Ministério, em articulação com outros órgãos e entidades, a elaboração de normas sanitárias sobre proteção de mananciais; serviços de abastecimento de água; instalações prediais de água e controle de qualidade de água de sistemas de abastecimento público.

Entre os diversos conceitos abordados na Portaria GM/MS 888/2021 destacam-se:

- Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido no Anexo XX da portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- Padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo;
- Padrão organoléptico: conjunto de valores permitidos para os parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;
- Sistema de abastecimento de água para consumo (SAA): instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde o ponto de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;
- Rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais;
- Ligações prediais: conjunto de tubos, peças, conexões e equipamentos que interliga a rede de distribuição à instalação hidráulica predial do usuário;
- Instalação hidráulica predial: rede ou tubulação de água que vai da ligação de água do sistema de abastecimento até o reservatório de água do usuário;
- Intermitência: paralisação do fornecimento de água com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência;
- Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;

- Plano de amostragem: documento que inclui definição dos pontos de coleta, número e frequência de coletas de amostras para análise da qualidade da água e de parâmetros a serem monitorados;
- Plano de ação: conjunto de ações, procedimentos e protocolos que visam corrigir, no menor tempo possível, situações de risco a saúde identificadas em um SAA;
- Situação de risco à saúde: situação que apresenta risco ou ameaça à saúde pública decorrente de desastres, acidentes ou mudanças ambientais, ou ainda por alterações das condições normais de operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água para consumo, que alterem a qualidade ou quantidade da água de consumo oferecida à população.

3.4 A Ferramenta de Gestão 5W2H

Na busca pela excelência produtiva, as empresas e gestores podem optar por diversas ferramentas de planejamento existentes no mercado. Essas ferramentas auxiliam na análise e mensuração de dados, sugerindo soluções ou alertando para a necessidade delas, potencializando o ganho de performance em uma cadeia de processos. Dentre as diversas ferramentas existentes, destaca-se o 5W2H pela simplicidade e potencial de aprimoramento na execução de um processo, serviço ou na melhoria de um produto. Acerca dessa questão, Silva (2017, p. 14), revela que: "a praticidade e eficiência do 5W2H é a principal característica da aplicabilidade desse método".

O 5W2H é uma ferramenta de gestão desenvolvida para sanar problemas que ocorrem nos processos metodológicos das empresas, que funciona como um checklist de atividades, com abordagens bem claras e definidas, as quais devem ser realizadas em um determinado processo ou projeto. Essa ferramenta tem a propriedade de resumir as atividades diárias e por consequência auxiliar no planejamento, definindo o que deve ser feito, a razão de se fazer a atividade, quem deverá fazer, quando deverá fazer, o local de aplicação, como será feito e quanto custará.

5W2H: Metodologia de sete perguntas-chave que precisam ser respondidas na fase de desenho de um projeto, processo ou plano de ação:

- ◆ What (o que?): Definição da ação que vai ser executada.
- ◆ Why (por quê?): Motivos pelos quais a ação precisa ser executada.
- ◆ Where (onde?): Locais em que a ação será feita.

- ◆ When (quando?): Em que momento a ação será executada? Com que prazo?
- ◆ Who (quem?): Quem serão os responsáveis pela execução da ação?
- ◆ How (como?): Qual o método usado na execução da ação?
- ◆ How much (quanto?): Qual o custo?

3.5 Plano de Segurança da Água - PSA

O histórico de lições aprendidas, através de anos de apuração de inquéritos sanitários e de avaliações de vulnerabilidades, objetivando a busca de uma garantia da segurança da água para consumo humano, tornou evidente o entendimento de que apenas o controle laboratorial para verificar o atendimento ao padrão de potabilidade é insuficiente para garantir a efetiva segurança da água para consumo humano. Neste sentido, as ferramentas de avaliação e gerenciamento dos riscos constituem os instrumentos mais eficientes, pois utilizam uma abordagem que engloba todas as etapas do fornecimento de água, desde a captação até o consumidor (WHO, 2011).

Com este entendimento, podemos enxergar que o Plano de Segurança da Água (PSA) é uma excelente ferramenta de gestão, auxiliando no controle da poluição ambiental, e que tem sido recomendado pela Portaria 177/2011 da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), na qual estão muito bem definidos todos os padrões de potabilidade. O PSA é um instrumento com diretrizes estabelecidas pela OMS (WHO,2017) e estão entre seus principais objetivos: a prevenção ou minimização de contaminação das águas de origem; a redução ou remoção de contaminação através de processos de tratamento e; prevenção de contaminação durante o armazenamento, distribuição e manuseio de água potável. O PSA trabalha em cima de um conceito de prevenção, buscando garantir a qualidade e segurança da água que está sendo consumida pela população, e mesmo sendo o objetivo comum de qualquer PSA a garantia da qualidade da água, este pode perfeitamente ser adaptado aos mais diversos graus de complexidade de sistemas de abastecimento de água, exigindo que os gestores desses sistemas estudem a fundo as peculiaridades e características da operação de abastecimento d'água a ser contemplado. Neste sentido, cabe ao gestor da operação de um sistema de abastecimento público de água, desenvolver procedimentos que confirmem confiança aos usuários da água que lhe é fornecida. Para isso, é necessário garantir a qualidade (segurança em aspectos microbiológicos, químicos, organolépticos e de todos os componentes que fazem parte do sistema), a quantidade (demanda de consumo e

pressão adequada nas redes) e fiabilidade a todo o processo de produção e distribuição de água 24 horas por dia e 7 dias por semana.

Vale ressaltar ainda, que conhecer um sistema de abastecimento de água vai muito além da determinação e gestão de seus ativos físicos, é necessário conhecer os níveis mais complexos de interação da prestação de serviços de abastecimento com todo o ecossistema existente na região. É sabido que os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água variam constantemente durante o ano, em tratando-se da região do semiárido nordestino, principalmente na mudança da estação de estiagem para a chuvosa. Outros fatores influenciam sensivelmente tais parâmetros, como mudanças estratégicas a nível de agronegócios da região, o aumento da atividade industrial, até mesmo a simples atividade de pesca para subsistência pode mudar significativamente esses parâmetros. Nesse sentido, buscar informações e compartilhar experiências com os principais atores envolvidos é de extrema importância para uma boa elaboração e implementação do PSA.

Segundo Fewtrell; Bartram (2001), o PSA representa um novo modelo de gestão e de controle de riscos para os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), onde seja reforçada a segurança na garantia de qualidade da água e, conseqüentemente, a proteção à saúde pública. Indo de encontro a esta linha de pensamento, Vieira (2005) explica que o cumprimento de parâmetros normativos serve como base para garantia da qualidade da água, onde estes são verificados através de análises de conformidade, mas que esta metodologia não é suficiente para prover total segurança para a saúde da população, e que ficou perfeitamente compreendido e detalhado na portaria 177/2011 da FUNASA.

Nesse contexto a OMS definiu o Plano de Segurança da Água - PSA como sendo uma garantia na sistemática do abastecimento de água para consumo humano, partindo de um planejamento integral de avaliação e gerenciamento dos riscos que envolvem todas as etapas de um sistema de abastecimento, desde a captação até a distribuição ao consumidor final. O foco do PSA está no desenvolvimento e integração das organizações, além também da sistematização das boas práticas de gestão da água para consumo humano. A ONU na descrição do seu Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 6 (seis), que trata da garantia de disponibilidade e da gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos até 2030, em seu parágrafo 6.1 já trás como meta alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos até 2030.

Figura 1 - ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU - Organização das Nações Unidas

Figura 2 - ODS Nº 6



Fonte: ONU - Nações Unidas

3.5.1 - Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos.

3.5.1.1 -Proporção da população que utiliza serviços de água potável gerenciados de forma segura.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo trata da análise exploratória dos procedimentos em uso atualmente no controle de qualidade da água distribuída, na análise de documentação, em pesquisa bibliográfica, na realização de questionário a instituições e órgãos envolvidos no tema, na análise e tabulação de informações fornecidas e no diagnóstico dos equipamentos e estruturas que compõem o Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Pombal.

Foi realizada ainda a análise e identificação de possíveis fontes de poluição/contaminação no sistema de captação, no processo de tratamento e também no armazenamento, manipulação e distribuição da água tratada. A todas essas fontes, foram atribuídas graus de relevância e probabilidade de acontecimentos, e com a utilização de uma matriz de priorização, definir as medidas de controle que garantam de forma global, a mitigação dos riscos detectados para que sejam alcançados os objetivos de qualidade da água.

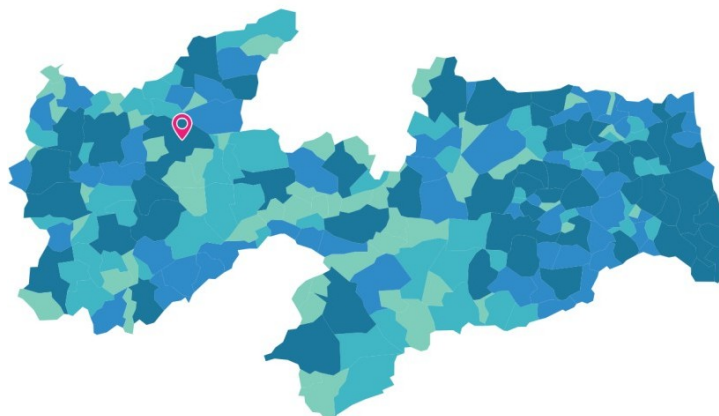
No âmbito geral, a metodologia para elaboração e aplicação do PSA seguiu as premissas da Organização Mundial da Saúde - OMS, baseada nos princípios e conceitos de Múltiplas Barreiras, Boas Práticas, Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle – APPCC e Análise dos Riscos.

4.2 METODOLOGIA

O estudo se deu na cidade Pombal, no estado da Paraíba. A área de abrangência adotada foi a região considerada como urbana e limitada aos pontos de atendimento da concessionária de água, acrescida de todas as instalações que compõem o sistema de abastecimento de água.

A cidade de Pombal fica localizada no alto sertão da Paraíba (figura 3), dentro do semiárido nordestino, com uma população estimada em 32.803 (2021-IBGE), possui 888,80 Km², resultando em uma densidade demográfica de 36,9 habitantes por Km². Pombal faz divisa com os municípios de São Domingos, Aparecida, São Francisco, Lagoa, Paulista Condado, São José da Lagoa Tapada, Coremas, Cajazeirinhas e São Bentinho. A economia do município conta com atividades primárias, com base na agricultura, pecuária e extração de minerais, já o setor secundário tem maior atuação na indústria de alimentos, enquanto que o setor terciário tem sua base estabelecida na prestação de serviços no comércio e setor público.

Figura 3 - Localização do Município de Pombal no mapa da Paraíba



Fonte: IBGE

Em uma região com escassez hídrica tão alta, garantir o acesso a água de qualidade é fundamental para reduzir os riscos a saúde da população atendida, mas também é de extrema importância manter a atividade econômica na cidade, principalmente nos setores secundário e terciário.

Exatamente por grande parte do Nordeste está dentro do semiárido, bem como o histórico de grande escassez hídrica nas faixas territoriais próximas a essa zona climática, é perfeitamente compreensível que as pessoas que não estão acostumadas com o termo “segurança da água”, confundam o escopo de trabalho na elaboração de um plano de segurança da água com algo que esteja voltado para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, quanto a sua disponibilidade e o seu uso. Cabe então destacar como é feita a gestão dos recursos hídricos, em especial na bacia hidrográfica na qual a cidade de Pombal está inserida.

A bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu é a maior da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com área total de 43.683 km². Seu território divide-se entre os Estados da Paraíba (aproximadamente 60%) e do Rio Grande do Norte (aproximadamente 40%). Totalmente inserida em território de clima semiárido, a bacia apresenta chuvas concentradas em poucos meses do ano e um padrão de forte variabilidade interanual, caracterizado pela alternância entre anos de pluviosidade acima da média, regular e anos consecutivos de valores abaixo da média, que resultam em secas prolongadas e baixa disponibilidade hídrica. Assim como os demais rios da bacia, o rio Piancó-Piranhas-Açu é um rio intermitente em condições naturais. Sua perenização ocorre por meio de dois reservatórios de regularização construídos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS): Curema/Mãe d'Água, na Paraíba, e Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio

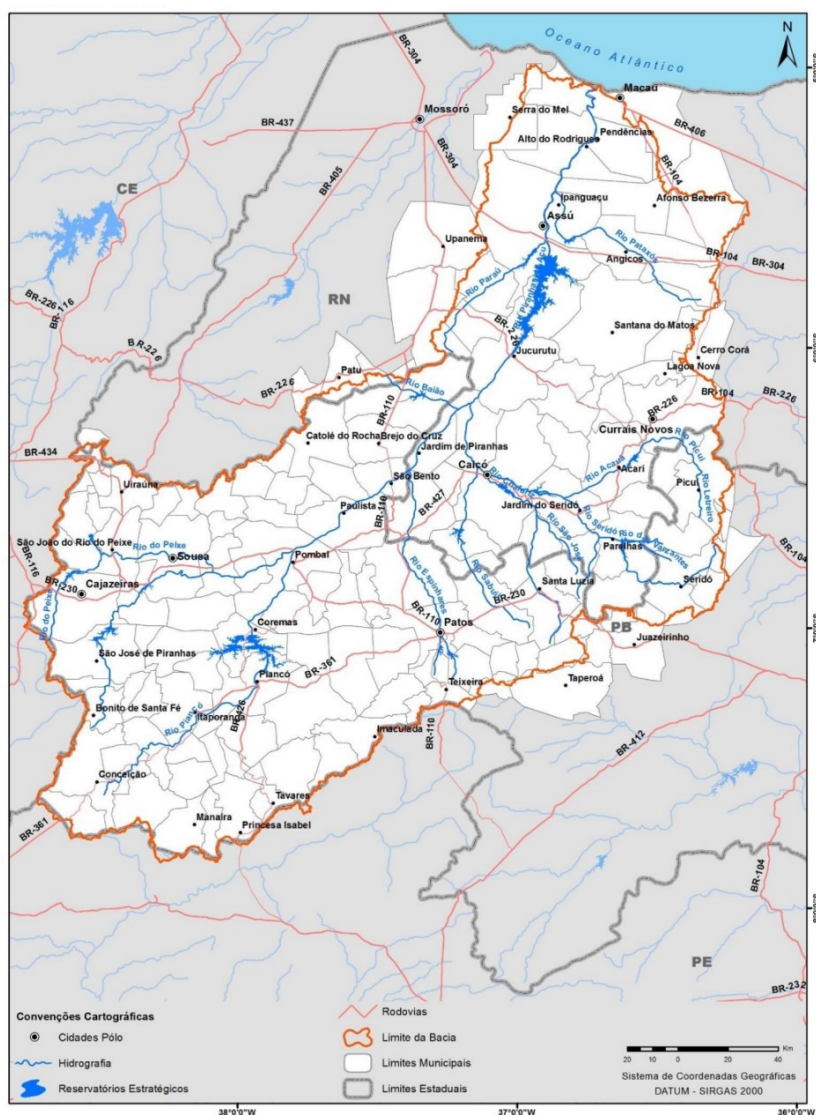
Grande do Norte. Esses reservatórios correspondem às principais fontes hídricas da bacia, responsáveis inclusive pelo atendimento de demandas de água externas, que estão associadas a bacias adjacentes. Cabe destacar que a bacia atualmente também é receptora de água do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) pelo eixo Norte. Além desses principais reservatórios, um conjunto expressivo de açudes foi construído ao longo dos anos para o suprimento das diversas demandas de uso de água. Com efeito, na bacia dos rios Piancó-Piranhas-Açu estão estabelecidas importantes atividades econômicas, que incluem, entre outras, a agropecuária, com destaque para a fruticultura irrigada, a mineração, sobretudo a produção de petróleo (no estado do Rio Grande do Norte), e a aquicultura, notadamente a produção de camarão (carcinicultura). O setor de tecelagem também vem crescendo e se consolidando como atividade econômica principal em algumas cidades, além da indústria de alimentos que geram número de empregos consideráveis. Essa economia regional está vinculada a importantes centros urbanos, como Caicó, Assú e Macau, no Rio Grande do Norte, e Patos, Cajazeiras e Sousa, na Paraíba. Nas figuras 4 e 5 é possível ver como o Município de Pombal está inserido na Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu.

Figura 4 - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: PRH Piancó-Piranhas-Açu

Figura 5 – Divisão político-administrativa da bacia hidrográfica do rio Piano
Piranhas-Açu



Fonte: PRH Piancó-Piranhas-Açu

A gestão dos recursos hídricos na bacia é realizada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (CBH-PPA), que teve sua criação através de Decreto Presidencial de 29 de novembro de 2006, seguido de um conjunto de portarias, resoluções, deliberações, editais e a participação social em toda a bacia hidrográfica, culminando com a eleição e posse dos 40 membros que compõem o Comitê e sua diretoria no ano de 2009. Ressaltamos que o Comitê é integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados da Paraíba e do Rio

Grande do Norte, além de ser regido pela Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 e por seu Regimento Interno.

O CBH do Rio Piancó-Piranhas-Açu ao ser aprovado pelos 02 estados como Comitê único passou a ter atribuições para a gestão das águas em toda a Bacia, inclusive, deliberar sobre águas de domínio dos Estados e não apenas nos corpos d'água de domínio da União, porém, devem ser respeitadas também, as legislações estaduais de recursos hídricos para os corpos hídricos de domínio estadual.

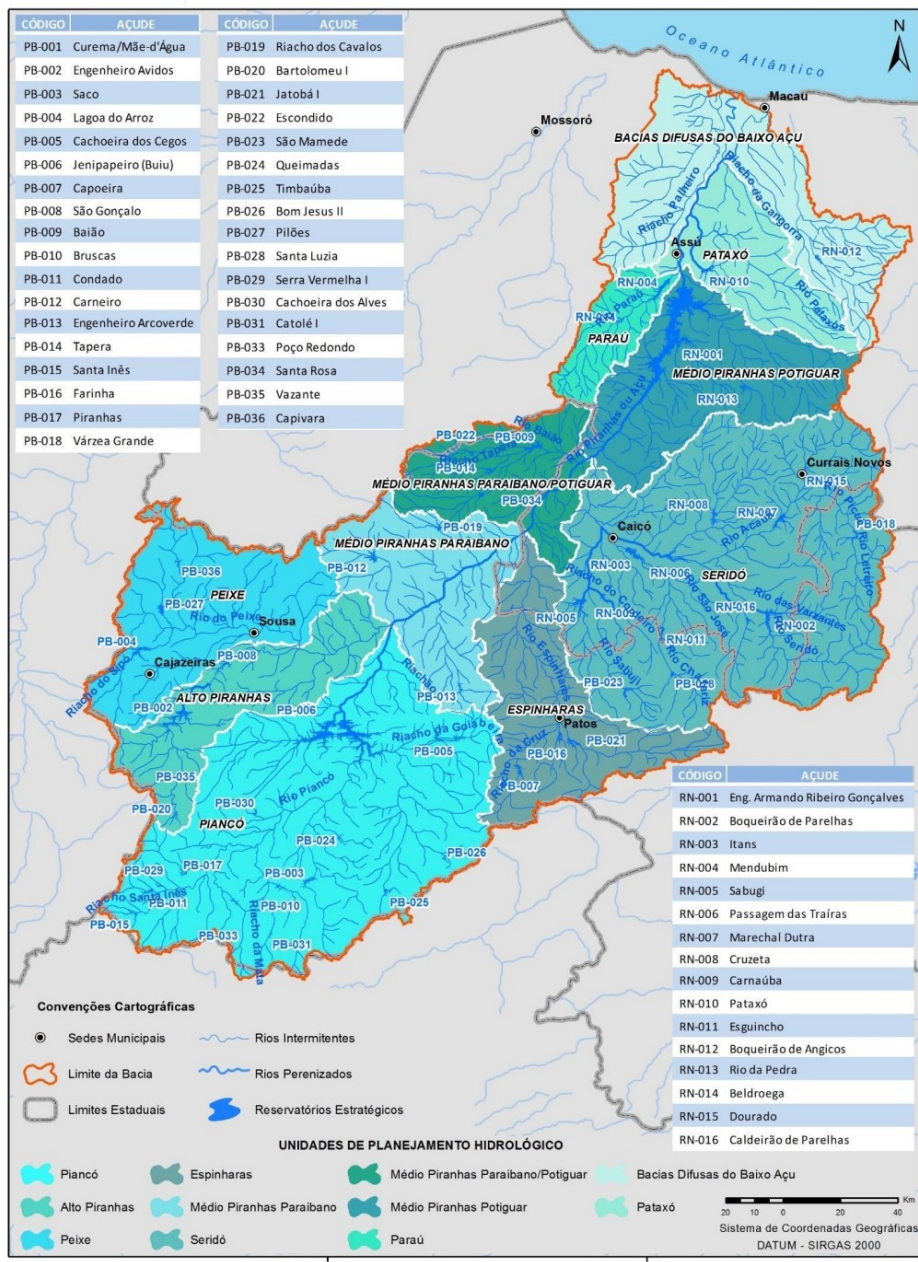
O Comitê de Bacia Hidrográfica é um órgão colegiado com poder consultivo e deliberativo, sendo a instância mais importante de participação e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu.

Dentre os vários instrumentos de gestão dos recursos hídricos, o plano de recursos hídricos (PRH) é um dos que possuem maior importância e relevância, cujos fundamentos apresentam grande repercussão sobre a gestão da bacia dos rios, destacando-se que:

- A) O uso prioritário dos recursos hídricos, em situações de escassez, é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- B) A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- C) A gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

A Resolução da ANA nº 687/2004, por sua vez, representou o marco formal da negociação para ordenamento do uso dos recursos hídricos na bacia. Definiu vazões de referência para outorga e de entrega de água entre os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, bem como regras de gestão da água dos açudes Curema/Mãe-d'Água e Armando Ribeiro Gonçalves. Com base numa visão da evolução das demandas de água no horizonte de planejamento de 10 anos, foi estabelecida a alocação de água entre seis trechos do sistema e dos respectivos usos em cada um. Também foi definida uma vazão de entrega da Paraíba para o Rio Grande do Norte, a sistemática de regularização dos usuários de água do sistema e a implantação de uma rede de monitoramento quantitativo-qualitativo, além de índices de eficiência mínima para projetos de irrigação.

Figura 6 – Hidrografia, reservatórios estratégicos e unidades de planejamento hidrológico



Fonte: PRH Piancó-Piranhas-Açu

É importante ressaltar que a resolução ficou válida até 2014 e previa que, após a aprovação do plano de recursos hídricos da bacia pelo CBH, uma nova resolução deveria ser adequada às diretrizes definidas no plano, considerando o processo de alocação negociada de água.

4.2.1 AMOSTRA

Não foram realizadas coletas e análises. Todos os dados utilizados, foram fornecidos pela concessionária de abastecimento de água, que disponibilizou dados operacionais, comerciais, critérios de priorização para definições internas das matrizes de criticidade. Foram disponibilizados ainda históricos de análises de parâmetros físico-químicos (cor, ph, turbidez, salinidade e condutividade)

Foram solicitados ainda documentos e informações a Prefeitura de Pombal, que disponibilizou uma cópia do Plano de Saneamento Municipal. Ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu - CBH-PPA, que indicou o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Piancó-Piranhas-Açu. A Agência Nacional das Águas e Saneamento (ANA), disponibilizou os dados referentes aos tipos de usos e respectivas vazões atualmente registrados na Bacia. A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) deixou disponível os Projetos de Esgotamento Sanitário do município de Pombal.

4.3 COLETA DE DADOS

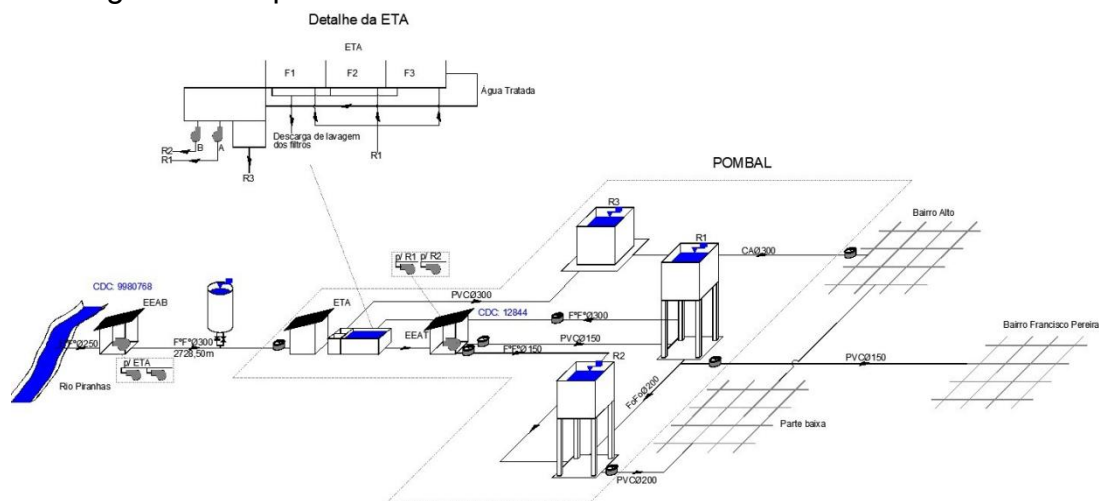
Os dados do sistema de abastecimento de água, históricos de análise de água, dados históricos de operação, informações acerca das unidades operacionais, foram fornecidos pela Companhia de Águas da Paraíba (CAGEPA), os dados do rio Piranhas, plano de gestão da bacia, histórico de vazões do rio, cadastro de usuários, Foram fornecidos pela AESA, ANA e CBH-PPA, Os dados referentes ao plano de saneamento Municipal foram solicitados junto a Prefeitura Municipal de Pombal, foram coletados também dados com a FUNASA a respeito de projetos da área de saneamento para o Município de Pombal.

5 RESULTADOS

5.1 Descrição do Sistema de Abastecimento

A avaliação dos riscos é a premissa para desenvolvimento de um PSA, identificando os perigos e eventos perigosos, avaliando de forma sistemática a sua relevância e as medidas de controle e mitigação, percorrendo todas as etapas e elementos do Sistema de Abastecimento de Água, desde a captação até o ponto de fornecimento ao consumidor. Na figura 7 temos o desenho do esquema do Sistema de Abastecimento de Pombal.

Figura 7 - Esquema do Sistema de Abastecimento de Pombal



Fonte: Cagepa

5.1.1 Manancial

O manancial utilizado pelo sistema de abastecimento de água de Pombal é o rio Piancó, que é perenizado pelos açudes Curema/Mãe D'água. A outorga, emitida pela Agência Nacional de Águas (ANA), para abastecer a população urbana do município de Pombal é de 422,35 m³/h ou 117,39 l/s. Na figura 8 é possível ver o Rio Piancó próximo ao ponto de captação do Sistema de Abastecimento de Água de Pombal.

Figura 8 - Rio Piancó - Município de Pombal



Fonte: Autor

5.1.2 Captação/ Elevatória de Água Bruta

A captação é feita através através de um canal de aproximação, a partir do rio Piancó, onde estão instalados 02 flutuantes (sendo um reserva do outro). Cada flutuante é dotado de um conjunto motobomba com 200 cv de potência e capacidade para aduzir uma vazão nominal de 110,00 l/s.

Os conjuntos motobomba operam, de forma manual, das 2 horas até as 22 horas todos os dias da semana. Esse intervalo de tempo em que os conjuntos ficam desligados (das 22 até às 2 horas) é para evitar extravasamento nos reservatórios, devido o baixo consumo na cidade. A vazão instantânea bombeada, segundo leitura no medidor de vazão, é da ordem de 108,00 l/s. Nas imagens 9, 10, 11 e 12, podemos conhecer um pouco da estrutura de Captação do Sistema de Abastecimento de Pombal.

Figura 9 - Canal de aproximação da Captação de água do SAA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 10 - Estrutura do Canal de aproximação da Captação de água do SAA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 11 - Conjunto Flutuante na Captação de água do SAA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 12 - Quadro de Comando da Estação Elevatória de Água Bruta



Fonte: Autor

5.1.3 Adutora de Água Bruta

A linha adutora de água bruta, que opera por recalque, tem diâmetros de 300mm e extensão de 2.728,50 metros. Os tubos são de aço, com bolsa e revestidos com borracha e dispõe de um ponto de controle de vazão/volume instalados na entrada da ETA.

5.1.4 Estação de Tratamento de Água (ETA)

A estação de tratamento de água é do tipo convencional completa, construída em concreto armado e conta com as seguintes unidades: dispositivo de mistura através de calha Parshall, floculador hidráulico, decantadores convencionais, filtros rápidos de gravidade e casa de química com dois pavimentos e galeria de tubulação (barrilete). Foi projetada inicialmente com capacidade para tratar uma vazão nominal de 60,5 l/s, posteriormente passou por algumas ampliações e trata atualmente uma vazão próxima de 100 l/s.

A água de lavagem dos filtros provém de um reservatório elevado (REV1) com capacidade de 300 m³, localizado no terreno da Estação de Tratamento de Água (ETA). O reservatório é alimentado por 01 (um) conjunto motobomba instalado na estrutura física da ETA. Nas figuras de 13 a 20, podemos conhecer um pouco mais da ETA de Pombal.

Figura 13 - Poço de chegada e calha Parshall da ETA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 14 - Armazenamento de coagulante



Fonte: Autor

Figura 15 - Floculadores da ETA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 16 - Decantadores da ETA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 17 - Filtros da ETA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 18 - Armazenagem de cloro e clorador da ETA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 19 - Comandos dos registros de operação da ETA de Pombal



Fonte: Autor

Figura 20 - Registros de operação da ETA de Pombal



Fonte: Autor

5.1.5 Casa de bomba/adutora de água tratada

Os dois conjuntos motobombas, figura 21, que aduzem água tratada para os reservatórios elevados R1 e R2, estão localizados no terreno da ETA.

As duas linhas adutoras de água tratada que operam por recalque têm diâmetros de 150mm e a terceira linha, que funciona por gravidade, tem diâmetro de 300mm e alimenta a rede de distribuição de água.

Figura 21- Elevatória de água tratada da ETA de Pombal



Fonte: Autor

5.1.6 Reservatórios

Os três reservatórios do sistema de abastecimento de água de Pombal, que podem ser vistos nas figuras de 22 a 24, estão localizados no terreno da ETA, são construídos em concreto armado e têm capacidade total de 1.050m³ (300, 250 e 500 m³).

Figura 22 - Reservatório Apoiado (RAP) - R0



Fonte: Autor

Figura 23 - Reservatório Elevado 02 - REV2



Fonte: Autor

Figura 24 - Reservatórios Elevados 01 e 02 - REV1 e REV2



Fonte: Autor

5.1.7 Rede de distribuição

A rede de distribuição de água implantada na cidade de Pombal possui uma extensão aproximada de 186 km, em tubulações de cimento amianto e PVC.

5.1.8 Demanda

Para o estudo de demanda, considerou-se os seguintes parâmetros: taxa de ocupação de 3,45 habitantes por domicílio (IBGE/2010), crescimento populacional de 2,00% a.a. (ao ano), coeficiente do dia de maior consumo (K_1) = 1,2 e per capita de 150 l/hab/dia (consumo médio diário por habitante por dia). Com base nesses parâmetros calculou-se a vazão necessária, de 60,42 l/s, para abastecer a população urbana atual da cidade de Pombal.

5.1.9 Micromedição

Em relação a micromedição, segundo dados do sistema comercial da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) de dezembro de 2022, o percentual de hidrômetros instalados na rede de 96,97%, conforme podemos ver no Quadro 1.

Quadro 1 - Dados comerciais da Cidade de Pombal

Localidade	Quantidade de Ligação ativa	Quantidade de ligação ativa com hidrômetro	Percentual de hidrometração (%)	Volume faturado (m³)	Volume micromedido (m³)
Pombal	13.220	12.820	96,97	153.276	122.418

Fonte: Cagepa

5.1.10 Balanço Hídrico

O Balanço hídrico ora apresentado refere-se ao sistema de produção, armazenamento ou reservação e de distribuição. Como se sabe, as unidades que compõem o sistema de produção são as seguintes: captação (através de flutuante e conjuntos motobomba), adutora de água bruta e estação de tratamento de água; as unidades de reservação são representadas pelos reservatórios, e por fim, a distribuição que é formada por linhas adutoras de água tratada e rede de distribuição.

A avaliação foi feita com base nos dados coletados no mês de dezembro de 2022.

Volume mensal que entra no sistema (captado): 224.879,00 m³ (volume medido).

Volume mensal consumido no processo de produção (ETA): 10.713,60 m³ (volume medido).

A diferença entre os volumes captado e o produzido no processo de tratamento corresponde a 4,76%. Portanto, dentro dos padrões requeridos pela literatura técnica (TSUTIYA, 2006), que estabelece como aceitável um consumo de até 5% da vazão nominal da ETA, para unidades deste porte.

A seguir os resultados dos volumes produzidos e faturados do mês de dezembro de 2022:

Perdas Totais (P) % = $(\text{Volume Produzido} - \text{Volume faturado consumidor final}) * 100 / (\text{Volume Produzido})$

Volume Produzido: 214.165 m³ (Volume medido).

Volume Faturado: 153.276,00 m³ (Volume medido + Volume estimado).

$$\text{Perdas Totais} = (214.165 - 153.276) * 100 / (214.165) = 28,43\%.$$

As perdas totais, de 28,43%, correspondem aos volumes que escoam através dos extravasamentos nos reservatórios, vazamentos nas adutoras de águas tratada, vazamentos na rede de distribuição, vazamentos nos ramais e aos volumes não faturados devido a ligações não medidas, ligações clandestinas e submedição dos hidrômetros.

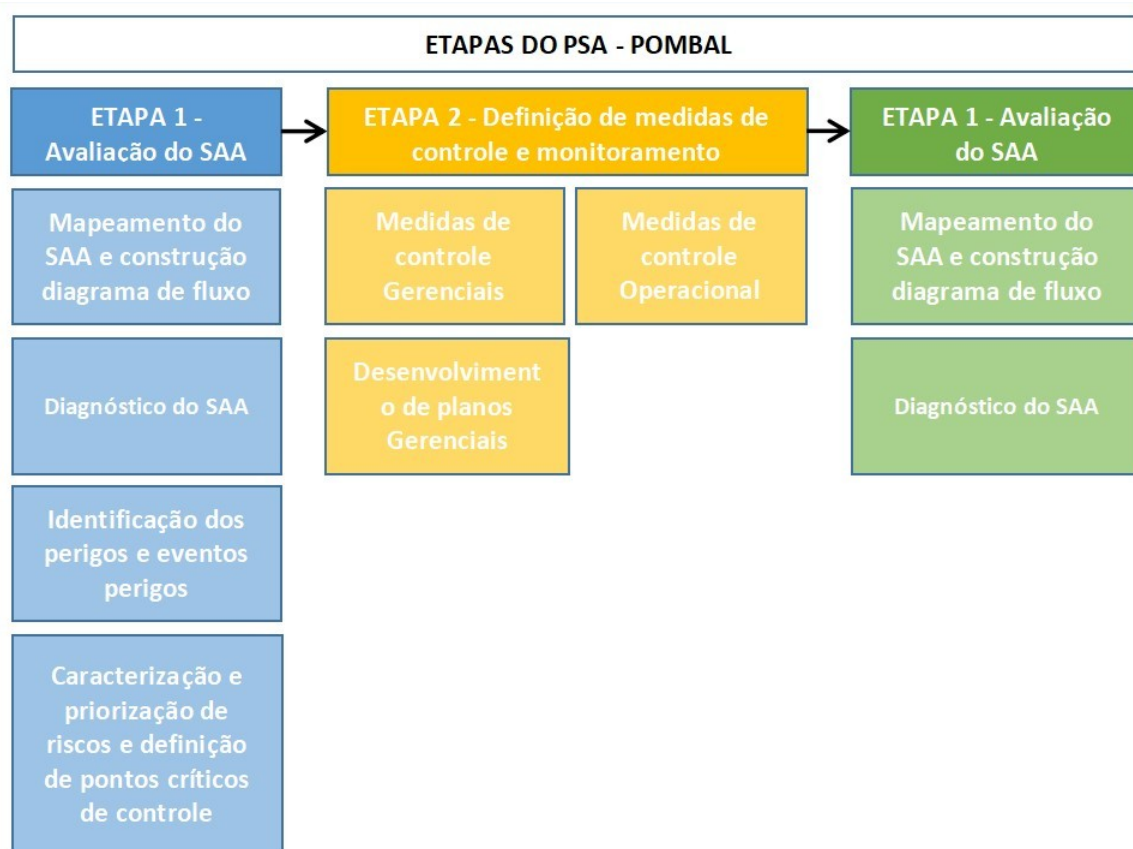
5.2 As etapas para elaborar o Plano de Segurança da Água (PSA)

A primeira etapa envolveu o desenvolvimento das bases técnicas necessárias para a avaliação de processos, sendo definida como Avaliação do Sistema de Abastecimento de Água – SAA, tendo por finalidade realizar uma avaliação sistemática do sistema sob a perspectiva dos riscos à saúde humana. Assim, informações sobre a bacia hidrográfica e a captação, histórico das características da água, características físicas do sistema de tratamento e distribuição, práticas operacionais e a qualidade da água distribuída à população foram fundamentais para um diagnóstico preciso, de modo a poder identificar os perigos e eventos perigosos, bem como avaliar os riscos que estão associados a cada etapa do processo de tratamento e distribuição de água.

A segunda etapa compreendeu a definição de limites críticos operacionais de cada etapa do sistema e os procedimentos de monitoramento operacional, sendo denominada como Definição das Medidas de Controle e Monitoramento. Seguindo o Princípio de Múltiplas Barreiras, após identificado e caracterizado cada evento perigoso do SAA, foram definidas as medidas de controle para cada Evento Perigoso listado, podendo estas, ser gerenciais ou operacionais. Foram estabelecidas também, as ações corretivas a serem consideradas em caso de extrapolação dos limites definidos.

A terceira etapa, consistiu basicamente na criação de documentos e procedimentos com o objetivo de garantir a aplicabilidade do PSA sendo chamada então, de Gestão do PSA. Por fim, deve ser realizada a capacitação e treinamento dos colaboradores envolvidos, essencial para aplicação do PSA, e definir o intervalo de revisão do Plano, que se enquadra no processo de melhoria contínua. A Figura 25 representa as etapas de desenvolvimento do PSA.

Figura 25 - Etapas de Desenvolvimento do PSA de Pombal



Fonte: Autor

5.2.1 ETAPA 1 – Avaliação do Sistema de Abastecimento de Água

Com o resultado da análise dos dados, foi possível diagnosticar o estágio atual de controle de qualidade e segurança da água, propor melhorias, adequações e novos modelos de gestão. Agrupar em uma única ferramenta todas as informações necessárias e os procedimentos a serem seguidos no dia a dia e também em situações emergenciais, de forma objetiva, direta e de fácil compreensão, que ficará a disposição dos mais diversos órgãos e instituições. A seguir, o quadro 2 mostra o mapeamento do Sistema de Abastecimento de Pombal.

Quadro 2 - Mapeamento do Sistema de Abastecimento de Água

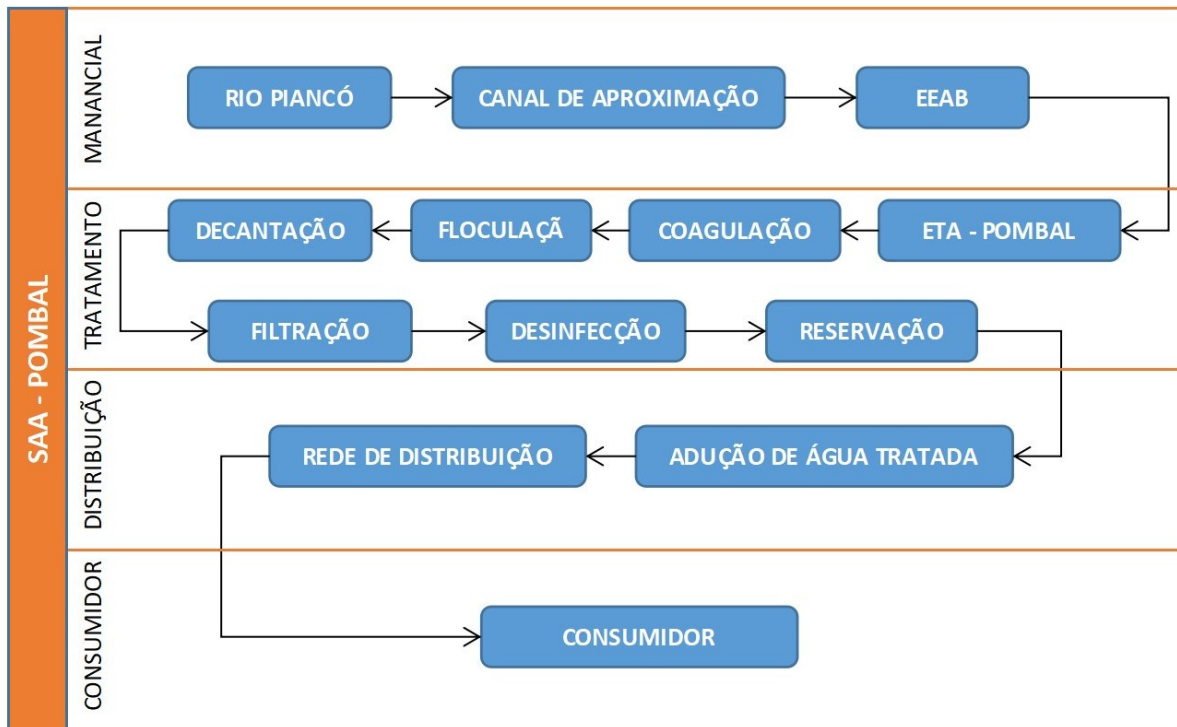
ETAPA	DESCRIÇÃO
Manancial	O sistema é composto por um manancial com água superficial.
Captação	A captação é feita através através de um canal de derivação, a partir do rio Piancó, onde estão instalados 02 flutuantes (sendo 01 reserva do outro). Cada flutuante é dotado de um conjunto motobomba com 200 cv de potência e capacidade para aduzir uma vazão nominal de 110,00 l/s.
Coagulação/ Floculação	A coagulação é realizada no medidor parshall onde é adicionado o coagulante, e logo após entra nos floculadores.
Sedimentação	A água floculada é repartida em 3 decantadores
Filtração	Após a decantação a água é distribuída em 3 filtros rápidos por gravidade.
Desinfecção	A água é conduzida a um tanque de contato onde é adicionado o derivado de cloro.
Reservação de distribuição	O sistema possui ao todo 03 reservatórios de armazenamento. Todos os reservatórios ficam dentro do terreno onde está localizada a ETA.
Rede de distribuição	Após o tratamento, a água é canalizada para o reservatório apoiado, onde uma parte da água é recalçada para os dois reservatórios elevados e outra parte é direcionada para rede de distribuição.
Consumidor	A água chega ao consumidor final através de redes de distribuição por gravidade, passando por um medidor individual.

Fonte: Autor

5.2.1.1 Construção e Validação do Diagrama de Fluxo e Fluxograma

A construção de um diagrama de fluxo, figura 26, e dos fluxogramas do sistema de abastecimento de água visou fornecer uma sequência clara de todas as etapas envolvidas no processo, desde a captação de água bruta até a torneira do consumidor. Nele foram incluídos todos os elementos da infraestrutura física, facilitando com isso a identificação dos perigos e pontos de controle relativos ao processo de produção de água potável nas etapas posteriores do plano.

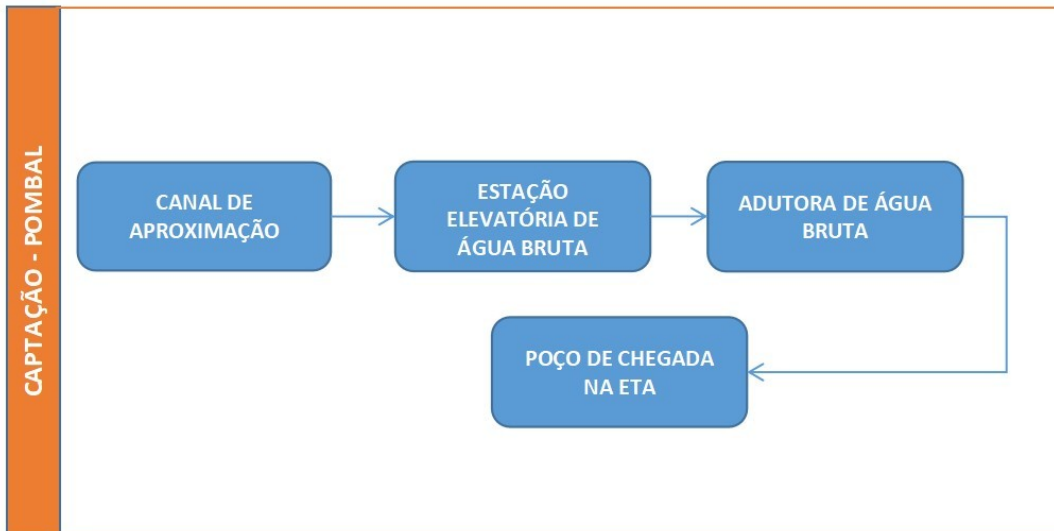
Figura 26 - Diagrama de Fluxo do SAA



Fonte: Autor

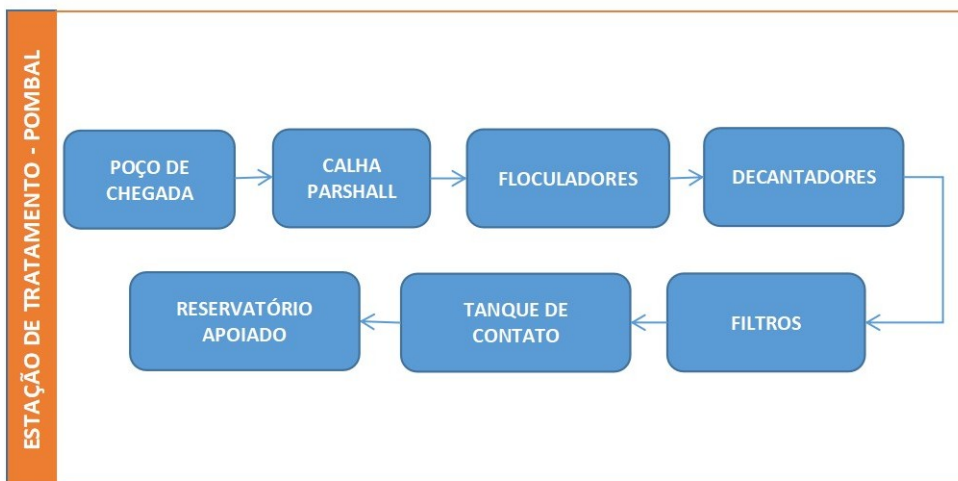
Nas Figuras a seguir, serão apresentados os fluxogramas de cada etapa do sistema, permitindo um maior detalhamento de informações.

Figura 27 – Fluxograma da Captação



Fonte: Autor

Figura 28 – Fluxograma da ETA



Fonte: Autor

Figura 29 – Fluxograma de Mistura Rápida e Coagulação



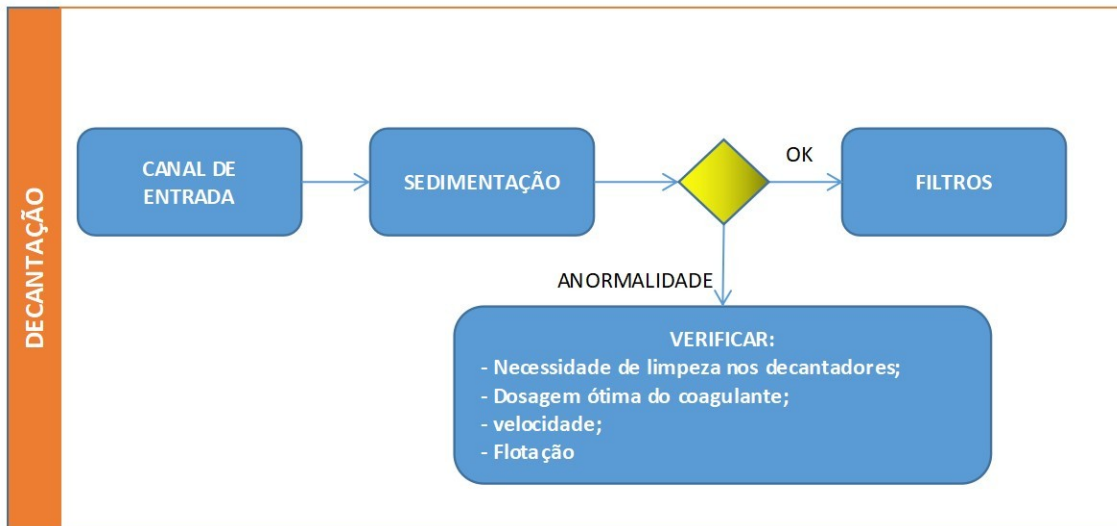
Fonte: Autor

Figura 30 – Fluxograma de Floculação



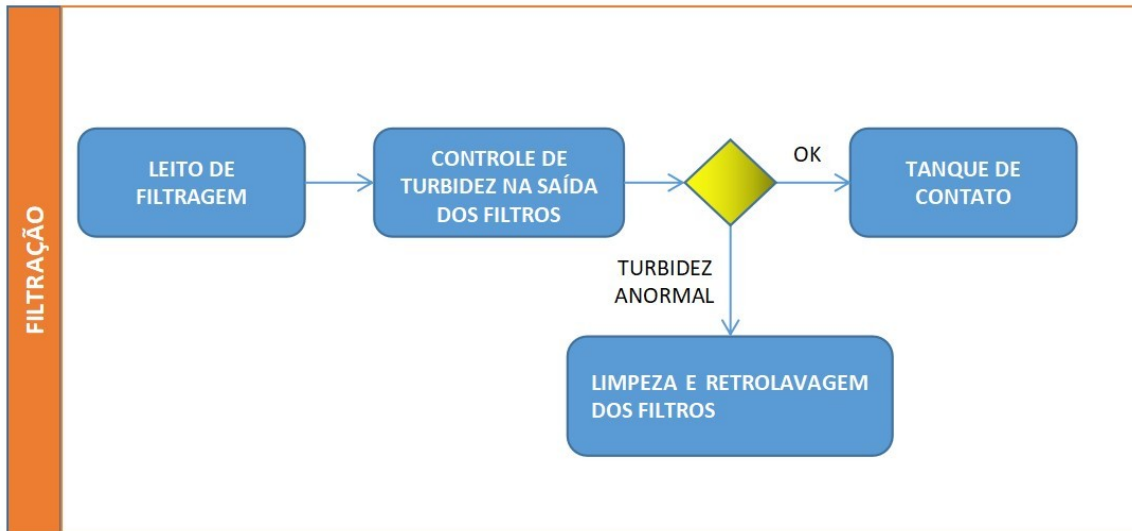
Fonte: Autor

Figura 31 – Fluxograma de Decantação



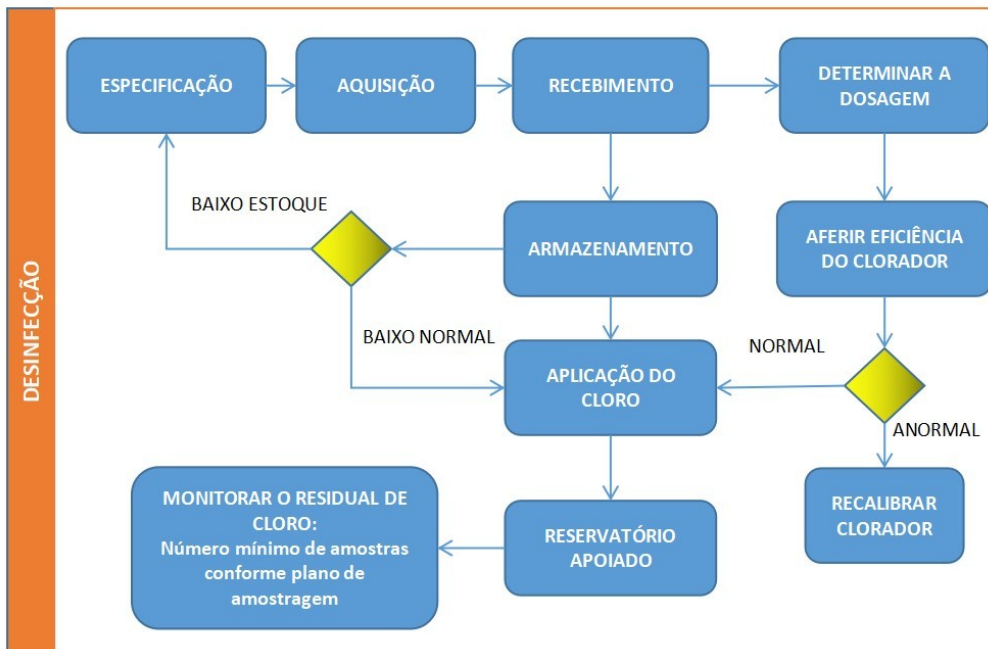
Fonte: Autor

Figura 32 – Fluxograma de Filtração



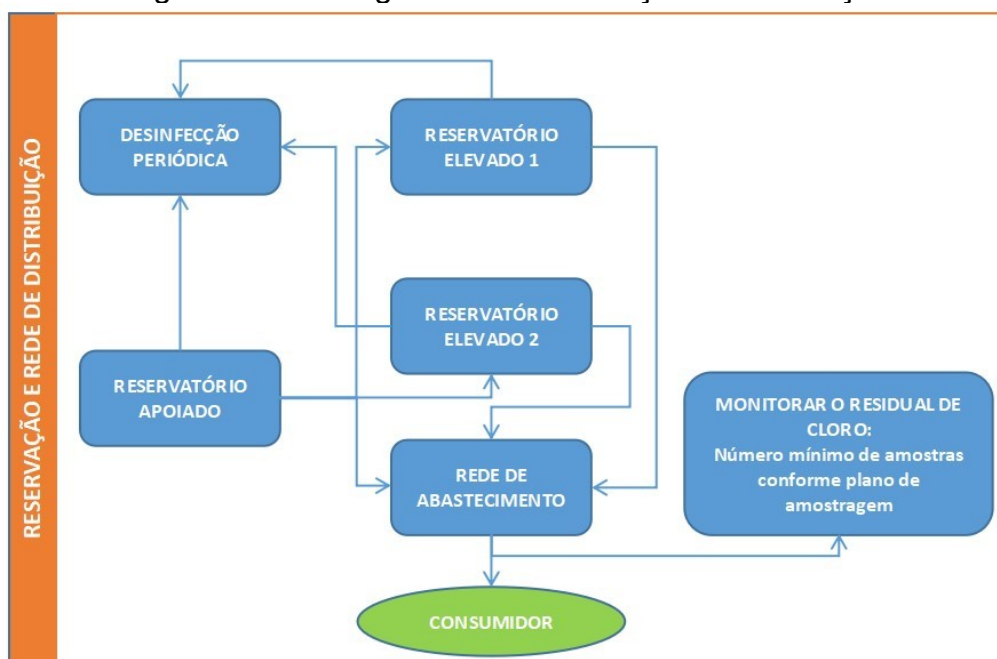
Fonte: Autor

Figura 33 – Fluxograma de desinfecção



Fonte: Autor

Figura 34 – Fluxograma do Reservação e Distribuição



Fonte: Autor

5.2.1.2 Identificação dos Perigos, Eventos Perigosos, Caracterização e Priorização de Risco

Para identificação dos eventos perigosos, foram levadas em consideração, as experiências vivenciadas pelo autor e seus conhecimentos sobre o sistema, além de visitas in loco para avaliação de todas as etapas. Na aplicação por parte da Companhia de Saneamento, a recomendação é que seja criado um grupo multidisciplinar para realizar a atividade. Após identificados os eventos, verificou-se a possibilidade de ocorrência, qual o tipo de perigo que este representava, a possibilidade de haver ou não desabastecimento e a justificativa pela qual foi considerado um evento perigoso.

A caracterização foi realizada utilizando uma metodologia de priorização de riscos baseada no bom senso e no conhecimento das características do sistema, obtidas a partir do diagnóstico do mesmo.

Para avaliar o risco associado a cada evento perigoso, foi definida a probabilidade de ocorrência do mesmo e a severidade das consequências para a saúde da população e/ou funcionamento do sistema, de forma que se possa ter a possibilidade de reduzir ou eliminar o impacto que esse risco possa vir a causar à saúde da população. As escalas de ocorrência e consequências foram baseadas em matrizes de criticidade. Ressaltou-se que

estas matrizes de priorização de riscos são adaptáveis, isto é, devem ser moldadas de acordo com o conhecimento e a realidade do SAA existente. Nos quadros 3 e 4 é possível ver exemplos de como atribuir valores a probabilidade de ocorrência de um evento, bem como o impacto que ele pode causar. E seguida no quadro 5 já é possível ver a matriz de criticidade montada.

Quadro 3 - Quadro de probabilidades de ocorrência de evento

Probabilidade	Descrição da probabilidade, desconsiderando os controles	Peso
Muito baixa	Improvável. Em situações excepcionais, o evento poderá ocorrer, mas nada nas circunstâncias indica essa possibilidade	1
Baixa	Rara. De forma inesperada ou casual, o evento poderá ocorrer, pois as circunstâncias pouco indicam essa possibilidade.	2
Média	Possível. De alguma forma, o evento poderá ocorrer, pois as circunstâncias indicam moderadamente essa possibilidade.	3
Alta	Provável. De forma até esperada, o evento poderá ocorrer, pois as circunstâncias indicam fortemente essa possibilidade.	4
Muito alta	Praticamente certa. De forma inequívoca, o evento ocorrerá, as circunstâncias indicam claramente essa possibilidade.	5

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT

Quadro 4 - Quadro de Impacto na ocorrência de evento

Impacto	Descrição do Impacto nos objetivos, caso o evento ocorra	Peso
Muito baixo	Mínimo impacto nos objetivos (estratégicos, operacionais, de informação/comunicação/divulgação ou de conformidade)	1
Baixo	Pequeno impacto nos objetivos (idem)	2
Médio	Moderado impacto nos objetivos (idem), porém recuperável	3
Alto	Significativo impacto nos objetivos (idem), de difícil reversão	4
Muito alto	Crítico impacto nos objetivos (idem), de forma irreversível	5

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT

Quadro 5 - Matriz de Criticidade

Matriz de Criticidade Risco = P x I		Probabilidade (P)				
		1 Muito Baixo	2 Baixo	3 Médio	4 Alto	5 Muito Alto
Impacto (I)	5 Muito Alto	5	10	15	20	25
	4 Alto	4	8	12	16	20
	3 Médio	3	6	9	12	15
	2 Baixo	2	4	6	8	10
	1 Muito Baixo	1	2	3	4	5

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT

Sendo assim conseguiu-se determinar o nível de perigo e análise de risco, para que fosse possível determinar as medidas de controle que eram prioritárias. A adaptação realizada das matrizes de priorização de risco à realidade do SAA de Pombal, é demonstrada conforme os quadros 6 e 7.

Quadro 6 – Escala de Probabilidade de Ocorrência

Probabilidade de Ocorrência	Descrição	Peso
Muito Frequente	Espera-se que ocorra 1 vez por dia	5
Frequente	Possivelmente ocorrerá 1 vez por semana	4
Pouco Frequente	Probabilidade de ocorrer 1 vez por mês	3
Raro	Pode ocorrer 1 vez por ano	2
Muito raro	Pode ocorrer em situações excepcionais (1 vez em 10 anos)	1

Fonte: CAGEPA

Quadro 7 – Escala de Severidade das Consequências

Severidade das Consequências	Descrição	Peso
Catastrófica - Muito grave	Afeta a maioria da população ou parte fundamental do sistema	16
Grave	Afeta grande parte da população ou parte fundamental do sistema	8
Moderada	Não afeta a população, mas o impacto no sistema não é grave	4
Baixa	Não afeta a população e o impacto no sistema é muito pequeno	2
Insignificante	Sem qualquer impacto detectável	1

Fonte: CAGEPA

A seguir, são apresentadas os quadros (8 ao 31) que representam a consolidação das informações de Identificação de Perigos, Eventos Perigosos e Medidas de Controle da Etapa 1.

Quadro 8 – Identificação de perigos, Eventos perigosos (Manancial)

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Inexistência de proteção contra acidentes com transporte de cargas perigosas na bacia de captação	Químico ; Físico; Bactérias/Vírus e afins; Protozoários;	Cargas de produtos perigosos/limpa fossas	Há risco de desabastecimento	Muito raro (1)	Muito Grave (16)	Baixo	16
Deixar de Monitorar o manancial (Algas)	Fontes poluidoras.	Industriais, Esgotos in natura, Aplicação de agrotóxicos, manejo da criação de animais	Identificar possíveis problemas na bacia e entornos do manancial, que possam gerar consequências ao mesmo	Muito frequente (5)	Muito Grave (16)	Muito Alto	80
Inexistência de programas de proteção de mata ciliar e da bacia de captação	Desmatamento, assoreamento, contaminação física, biológica e química	Produtores rurais,, Indústrias, crescimento desordenado	Risco de desabastecimento	Muito frequente (5)	Muito Grave (16)	Muito Alto	80
Grau de atendimento da disponibilidade hídrica	Escassez de chuvas, usos fora do estabelecido no termo de alocação de água	Natureza, agricultores, pecuaristas, piscicultores, fábricas	Desabastecimento	Muito frequente (5)	Muito Grave (16)	Muito Alto	80
Crescimento de algas	Aumento de nutrientes no manancial	Esgotos, NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio)	Qualidade da água	Frequente (4)	Moderada (4)	Baixo	16
Conhecimento e/ou Diagnóstico de uso e ocupação da bacia hidrográfica no entorno da captação	Contaminantes desconhecidos	Produtores rurais, pecuaristas, piscicultores, Indústrias, crescimento desordenado	Qualidade da água	Muito frequente (5)	Muito grave (16)	Muito Alto	80
Barragem (Curema-Mãe D'água)	Rompimento	Picos grandes de chuvas; Sub dimensionamento da barragem; Execução imprópria da barragem	Desabastecimento	Muito raro (1)	Muito Grave (16)	Baixo	16

Fonte: Autor

Quadro 9 - Medidas de controle para os riscos existentes no manancial

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Criar cronograma de monitoramento dos mananciais, através de visitas in loco; ● Identificar áreas de risco; ● Executar/contratar o serviço de monitoramento das algas; ● Criar plano de comunicação de redução da vazão no rio junto ao CBH-PPA.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Criação de Plano de Emergência/Contingência e treinamento dos colaboradores com o mesmo; ● Colocação de placas indicativas à proibição de transporte de cargas perigosas; ● Formar parcerias com escolas, agentes de saúde, Prefeitura, Comitês e outros.
Longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● A médio e longo prazo fazer a recuperação e proteção dos afluentes, conscientizar a população; ● Auxiliar no plantio de mudas nativas.

Fonte: Autor

Quadro 10 – Identificação de perigos, eventos perigosos (Captação/Adução)

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Proteção Contra entrada de pessoas e animais	Contaminação do manancial, danificação das bombas flutuantes	Acesso de pessoas não autorizadas e animais	Desabastecimento e alteração da qualidade da água	Muito frequente (5)	Muito Grave (16)	Muito Alto	80
Entupimento	Macrófitas/materiais sobrenadantes	Poluição	Desabastecimento	Pouco frequente (3)	Muito Grave (16)	Alto	48
Todas as áreas externas e internas e equipamentos encontram-se limpas e pintadas conforme padrão e tal prática é realizada com frequência por todos os operadores	Falta de manutenção periódica	vegetação nativa	Danificação dos equipamentos, dificuldade de acesso para manutenções e desabastecimento	Frequente (4)	Muito Grave (16)	Muito Alto	64
Estado de conservação das estruturas e equipamentos de captação (flutuante, barriletes, válvulas, grade, etc.)	Falta de manutenção periódica	Falta de insumos/peças e inspeção periódica	Equipamentos com funcionamento precário	Frequente(4)	Muito Grave (16)	Muito Alto	64
As adutoras se encontram em bom estado de conservação	Vazamentos e rompimento	Falta de inspeção e manutenção periódica	Desperdício de água e Desabastecimento	Raro (2)	Muito Grave (16)	Moderado	32
Paralisação dos equipamentos	Falta de energia	Concessionária de energia	Desabastecimento	Frequente (4)	Muito Grave (16)	Muito Alto	64

Fonte: Autor

Quadro 11 - Medidas de controle para os riscos existentes na captação e adutoras

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Limpeza da captação.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Criar cronograma de manutenção preventiva; ● Melhorar as barreiras físicas que impedem o acesso de pessoas não autorizadas e animais.
Longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Criar um estudo para delimitação da área de cercamento do entorno da captação

Fonte: Autor

Quadro 12 – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes na mistura rápida - ETA

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Entupimento dos distribuidores da calha de dosagem	Falha de manutenção	Interrupção da dosagem adequada para o tratamento	Muito frequente (5)	Moderada (4)	Moderado	20
Operacional	Quebra dos dosadores e/ou acessórios	Calha de dosagem localizada antes do ponto de menor lâmina de água	Ineficiência na mistura rápida; baixa desestabilização das partículas	Muito frequente (5)	Grave (8)	Alto	40
Operacional	Transbordo da água ao longo do canal à jusante da calha Parshall	Redução da velocidade de operação da ETA	Ocorrência de acidentes do trabalho e desperdício de água	Frequente (4)	Moderado (4)	Baixo	16

Fonte: Autor

Quadro 13 - Medidas de controle para os riscos existentes na mistura rápida - ETA

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção contínua nas bombas dosadoras e rotâmetro; • Manutenção de desobstrução frequente da calha de distribuição.
-------------	---

Fonte: Autor

Quadro 14 - Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes no canal de água coagulada - ETA

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Geração e acúmulo de espuma do coagulante em parte do canal	Ineficiência do processo de coagulação/criação de zona de estagnação	Estética desagradável e desperdício de coagulante	Muito frequente (5)	Insignificante (2)	Muito baixo	10
Estrutural	Má vedação das comportas de vedação	Falta de manutenção ou estrutura danificada	Passagem da água para a unidade, que a princípio não estaria em funcionamento	Pouco frequente (3)	Moderada (4)	Muito baixo	12
Operacional	Geração de vórtex nas comportas de admissão	Abertura incompleta das comportas de admissão	Reestabilização das partículas e não geração de flocos	Muito frequente (5)	Muito grave (16)	Muito alto	80
Operacional	Flotação de flocos e/ou lodo nas unidades de floculação	Falta de manutenção, gradiente de velocidade ineficiente e/ou possível ineficiência na coagulação	Descontinuidade do processo e degradação da qualidade da água	Frequente (4)	Grave (8)	Moderado	32

Quadro 15 - Medidas de controle para os riscos existentes no canal de água coagulada - ETA

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de Procedimento Operacional Padrão (POP) que inclua nas atividades do operador a remoção da espuma acumulada ao longo do canal; • Controle de ventosas e sistema de recalque da captação para evitar maior aeração da água (monitorar a vazão); • Elaboração de POP que inclua nas atividades do operador a remoção do lodo flotado nas unidades de floculação.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Automatização das comportas de admissão dos floculadores.

Fonte: Autor

Quadro 16 – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes nos decantadores - ETA

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Flotação do lodo	Falta ou falha da descarga de fundo	Degradação da qualidade da água	Frequente (4)	Moderada (4)	Baixo	16
Operacional	Obstrução dos orifícios de coleta de água decantada	Falta de manutenção e ineficiência do processo	Degradação da qualidade da água	Frequente (4)	Moderada (4)	Baixo	16

Fonte: Autor

Quadro 17 - Medidas de controle para os riscos existentes nos decantadores - ETA

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de Procedimento Operacional Padrão (POP) que inclua nas atividades do operador a remoção do lodo flotado nas unidades de decantação; • Definição de rotina de descarga de decantador e lavagem.
-------------	---

Fonte: Autor

Quadro 18 – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes nos canal de água decantada - ETA

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Incrustação do lodo ao longo das paredes do canal	Falta de manutenção	Degradação da qualidade da água	Frequente (5)	Moderada (4)	Baixo	16

Fonte: Autor

Quadro 19 – Medidas de controle para os riscos existentes nos canal de água decantada - ETA

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Inserção de uma rotina para limpeza dos canais de água decantada.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de viabilidade de instalação de comportas/by pass ao longo do canal de água decantada, visando facilitar o processo de higienização do mesmo.

Fonte: Autor

Quadro 20 – Planilha de identificação de perigos, eventos perigosos e medidas de controle para os riscos existentes nos filtros - ETA

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Elevada redução da espessura da camada do leito filtrante	Falha de manutenção	Aumento da taxa de filtração e ineficiência da operação	Muito Frequente (5)	Muito grave (16)	Muito alto	80
Estrutural	Vazamento das comportas de admissão e saída dos filtros	Má vedação das comportas	Tratamento de vazão em excesso	Muito Frequente (5)	Moderado (4)	Moderado	20
Estrutural	Falha dos registros de lavagem dos filtros	Falta de manutenção	Prolongamento do tempo de lavagem e desperdício de água	Frequente (4)	Grave (8)	Moderado	32

Fonte: Autor

Quadro 21 – Medidas de controle para os riscos existentes nos filtros - ETA

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação do sistema hidráulico de todas as unidades de filtração, verificando o funcionamento de comportas de admissão e saída, tubulação e registros de lavagem; • Criar cronograma de manutenção preventiva nos registros e demais acessórios dos fitros.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Análise estrutural e operacional para troca do meio filtrante; • Execução da troca do meio filtrante quando necessária; • Automatização das unidades de filtração, com enfoque nas comportas de admissão e saída.

Fonte: Autor

Quadro 22 – Identificação de perigos e eventos perigosos para os riscos existentes na desinfecção - ETA

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Quebra dos dosadores e/ou acessórios	Falta de manutenção	Ineficiência no processo de desinfecção	Muito frequente (5)	Muito Grave (16)	Muito alto	80

Fonte: Autor

Quadro 23 – Medidas de controle para os riscos existentes na desinfecção - ETA

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção contínua nas bombas dosadoras e rotâmetro; • Reavaliação do agente oxidante empregado, de forma a analisar novas substâncias desinfectantes e manter a estrutura do tanque de contato atual.
-------------	--

Fonte: Autor

Figura 35 - Distribuição Espacial dos Reservatórios



Fonte: Google Earth 2022

Quadro 24 – Eventos perigosos (Reservatório - R0 - RAP)

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Vedação / Estrutural	Rachaduras e vazamento	falta de manutenção	Colapso estrutural e interdição do equipamento	Frequente (4)	Muito grave (16)	Muito alto	64
Ferragem aparente	Contato da estrutura com água clorada	Falta de manutenção	Colapso estrutural e interdição do equipamento	Frequente (4)	Muito alto (16)	Muito alto	64
Dispositivos de lavagem	Descarga sem funcionar	falta de manutenção	comprometimento da qualidade da água	frequente (4)	grave (8)	Moderado	32
Manutenção periódica	Sem cronograma (apenas corretiva)	problemas eletromecânicos	comprometimento operacional do sistema	pouco frequente (3)	moderada (4)	Muito baixo	12

Fonte: Autor

Quadro 25 – Medidas de controle para o reservatório R0 - RAP

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da estrutura; • Elaborar programa de limpeza.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação pontual de fissuras e vedações de aberturas.
Longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de empresa para reparo estrutural.

Fonte: Autor

Quadro 26 – Eventos perigosos do Reservatório Elevado 1 - REV 1

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Vedação / Estrutural	Rachaduras, vazamento e vegetação crescendo nas paredes	falta de manutenção	Colapso estrutural e interdição do equipamento	Frequente (4)	Muito grave (8)	Moderado	32
Ferragem aparente	Contato da estrutura com água clorada	Falta de manutenção	Colapso estrutural e interdição do equipamento	Frequente (4)	Muito alto (8)	Moderado	32
Manutenção periódica	Sem cronograma (apenas corretiva)	problemas eletromecânicos	comprometimento operacional do sistema	pouco frequente (3)	moderada (4)	Muito baixo	12

Fonte: Autor

Quadro 27 – Medidas de controle para o Reservatório Elevado 1 - REV 1

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> No momento da <u>avlição</u> o reservatório estava passando por uma recuperação estrutural; Elaborar programa de limpeza.
-------------	--

Fonte: Autor

Quadro 28 – Eventos perigosos do Reservatório Elevado 2 - REV2

Natureza do Risco	Causa do Risco	Fonte Geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Vedação / Estrutural	Rachaduras, vazamento e vegetação crescendo nas paredes	falta de manutenção	Colapso estrutural e interdição do equipamento	Frequente (4)	Muito grave (8)	Moderado	32
Ferragem aparente	Contato da estrutura com água clorada	Falta de manutenção	Colapso estrutural e interdição do equipamento	Frequente (4)	Muito alto (8)	Moderado	32
Manutenção periódica	Sem cronograma (apenas corretiva)	problemas eletromecânicos	comprometimento operacional do sistema	pouco frequente (3)	moderada (4)	Muito baixo	12

Fonte: Autor

Quadro 29 - Medidas de controle para os riscos existentes no Reservatório Elevado 2 - REV2

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação da estrutura; Elaborar programa de limpeza.
Longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> Contratação de empresa para reparo estrutural.

Fonte: Autor

Quadro 30 - Identificação de perigos e eventos perigosos - Distribuição/ Consumidor

Natureza do risco	Causa do risco	Fonte geradora	Possíveis danos	Ocorrência	Consequência	Análise do Perigo	Score do perigo
Operacional	Cadastro de rede desatualizado	Falta de pessoal para atualização	Dificuldade em solucionar problemas relacionados a vazamentos e rompimentos de rede	Pouco frequente (3)	Baixa (2)	Muito baixo	6
Operacional	Pressão excessivas	Controle Operacional	Rompimentos de rede e ramais e perda de água	Muito frequente (5)	Moderada (4)	Moderado	20
Operacional	Ruptura e vazamentos nas redes e ramais	Idade e material da rede	Perda de água e contaminação	Muito frequente (5)	Moderada (4)	Moderado	20
Operacional	Ausência de registro de descarte (descarga de rede)	Falha de projeto da rede	Contaminação e aumento de cor e turbidez	Muito frequente (5)	Grave (8)	Alto	40
Operacional	Insuficiência de registro de manobra	Falha de projeto da rede	Falta de água e desperdício	Muito frequente (5)	Grave (8)	Alto	40

Fonte: Autor

Quadro 31 - Medidas de controle para os riscos existentes na Distribuição/Consumidor

Curto Prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Sempre que houver intervenção na rede anotar informações como diâmetro e profundidade e distância do meio fio e anotar em croqui; ● Criar um croqui para anotar as informações referentes a rede; ● Atualizar o cadastro de rede; ● Instalar V.R.Ps (Válvulas Reguladoras de Pressão) e medições de pressões; ● Criar POP referente a V.R.P. e controle de pressões; ● Monitorar pressões nos setores através de medições em pontos específicos; ● Consertar vazamentos visíveis; ● Realizar descargas na rede após conserto; ● Definir pontos para implantação de registros de descarga na rede; ● Criar um plano e registro documentado de descarga de rede; ● Identificar pontos para instalação de novos registros na rede; ● Monitorar e agilizar o conserto de vazamentos; ● Criar canal de comunicação com consumidores para informar população atingida; ● Monitorar a qualidade da água através de coletas em pontos de rede; ● Criar cronograma de descargas nas pontas de rede de distribuição.
Médio Prazo	<ul style="list-style-type: none"> ● Criar plano de combate as perdas; ● Trocar redes mais antigas, principalmente as de Amianto; ● Implantar sistema supervisorio para monitorar e operar o Sistema de Abastecimento.

Fonte: Autor

5.2.2 ETAPA 2 – Definição de Medidas de Controle e Monitoramento Operacional

A segunda etapa consistiu em estabelecer as medidas de controle e monitoramento operacional aos eventos perigosos identificados na primeira etapa. Medidas de controle são ações necessárias para prevenir ou eliminar um perigo identificado e/ou reduzi-lo até níveis aceitáveis. Essas medidas podem ser ações ou procedimentos de monitoramento e de operações já existentes no sistema ou ainda medidas que precisam ser implementadas para melhorar a segurança da água que está a ser tratada e distribuída à população.

Após identificado e caracterizado cada evento perigoso do sistema de abastecimento de água, foram definidas as medidas de controle, as quais podem ser gerenciais ou operacionais.

A identificação e aplicação das medidas de controle devem ser baseadas no princípio de múltiplas barreiras. A relação desta abordagem baseia-se no fato de se considerar que a falha de uma barreira poderá ser compensada pelas demais barreiras subsequentes, minimizando a possibilidade de contaminação nas etapas posteriores do SAA, garantindo a qualidade da água distribuída. Dentro deste contexto, uma única medida de controle pode ser utilizada para o controle de vários eventos perigosos, assim como, um único evento perigoso, pode vir a demandar a necessidade de mais de uma medida de controle, sejam elas gerenciais ou operacionais.

5.2.2.1 Medidas de Controle Gerenciais

São medidas que não fazem parte da rotina de operação e necessitam, portanto, da elaboração de um projeto e/ou plano de ação para sua implementação, após definidas as medidas de controle, foi elaborada uma ficha de gestão de projetos para cada etapa do processo, com base na metodologia 5W2H.

A seguir, são apresentados os quadros (32 ao 41) que representam as informações das medidas de controle gerenciais consolidadas em Fichas de Gestão de Projetos, para cada etapa do SAA.

Quadro 32 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Manancial

Eventos Perigosos - Etapa Manancial							
Risco de desabastecimento							
Contaminação acidental							
Qualidade da água/Proliferação de algas							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico		B - Físico		C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários	E - Radiológico
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
1. Executar cronograma de monitoramento dos mananciais, através de visitas in loco	A, B, C, D, E	16	Setor de tratamento	Captação no Rio Piancó	Imediato	Custo referente aos parâmetros analisados subcontratados	Realizando visitas periódicas ao manancial e coletas em pontos estratégicos para análise de monitoramento
2. Efetivar contratação para monitoramento das algas	C	80	Setor de tratamento	Captação no Rio Piancó	Imediato	Custo referente a realização das análises de algas	Através de licitação subcontratando um laboratório para realização das análises, coleta e monitoramento
4. Criação de Plano de Emergência/Contingência e treinamento dos colaboradores	A, B, C, D	80	Setor de tratamento e RH	Sede da Companhia	Médio prazo	Sem custo	Elaboração e aprovação do PEC Apresentação e treinamento dos colaboradores envolvidos.
5. Formar parcerias com escolas, agentes de saúde, prefeitura e outros	A, B, C, D, E	80	Setor de tratamento e setor de meio ambiente	Sede da Companhia	Médio prazo	Sem custo	Recomposição da mata ciliar e conscientização da população através de educação ambiental
6. Criar plano de comunicação junto ao CBH-PPA	B	80	Gerência Regional	Sede Regional	Imediato	Sem custo	Definir plano e forma de comunicado para redução de vazão no Rio Piancó
7. Elaborar projeto de plantio de mudas nativas	B	80	Setor de meio ambiente	Sede da Companhia	Médio prazo	Sem custo	Definir plano e elaborar projeto de recuperação de mata ciliar

Fonte: Autor

Quadro 33 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa (Captação/Adução)

Eventos Perigosos - Etapa Captação/Adução									
Desabastecimento; Danificação dos equipamentos; Dificuldade de acesso para manutenção; Desperdício de água e de materiais; Óbito de banhistas; Material flutuante/macrófitas									
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa									
A - Químico		B - Físico		C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários		E - Radiológico	
Monitoramento Operacional									
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como		
1. Limpeza da captação	A, B, C, D	64	Setor de manutenção	EEAB Pombal	Curto prazo	Custo com Pessoal	Utilização de Pessoal para limpeza na Captação		
2. Criar cronograma de manutenção preventiva dos equipamentos	B	64	Setor de manutenção	EEAB Pombal	Curto prazo	Custo previsto em ações a serem elencadas na manutenção preventiva; Custo com Pessoal; Transporte; Custo com aquisição de equipamentos; Custo com Serviços;	Planejamento Anual com base em ações a serem elencadas na manutenção preventiva dos itens a serem executados numa lista de checagem mensal Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) para os equipamentos existentes na captação		
3. Criar um estudo para delimitação da área de cercamento do entorno da captação	A, B, C, D	64	Setor de manutenção	EEAB Pombal	Médio Prazo	Custos com Material; Custos com Serviço; Custo com Consultoria em CFTV;	Contratar empresa para fornecer material e mão de obra para construção de proteção no entorno do canal de entrada Estudo e monitoramento por CFTV nos pontos sensíveis para segurança e vistoria;		
4. Criar cronograma de manutenção preventiva na adutora	B	64	Setor de manutenção	EEAB Pombal	Curto prazo	sem custo	Elaboração de cronograma		
5. Instalação de placas de restrição de acesso	B	80	Setor de manutenção	EEAB Pombal	Curto prazo	Custo referente a confecção das placas	Contratar empresa especializada		

Fonte: Autor

Quadro 34 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Mistura Rápida - ETA

Eventos Perigosos - Etapa Mistura Rápida - ETA							
Fornecer água fora dos padrões							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico		B - Físico		C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários	E - Radiológico
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
Inspeção diária nos dosadores e/ou acessórios	A-B	40	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação
Manutenção e desobstrução frequente da calha de distribuição.	A-B	20	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação
Automação das elevatórias de água bruta na captação	B	16	Setor de manutenção	ETA	Médio prazo	Realizar orçamento junto a fornecedores	Instalar sistema de automação que permita variar a velocidade da elevatória, adequando a vazão de água bruta as condições de tratamento (pico de turbidez)

Fonte: Autor

Quadro 35 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Canal de Água Coagulada - ETA

Eventos Perigosos - Etapa Canal de Água Coagulada - ETA									
Fornecer água fora dos padrões									
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa									
A - Químico		B - Físico		C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários		E - Radiológico	
Monitoramento Operacional									
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como		
Remoção da espuma acumulada ao longo do canal	B	10	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação		
Controle de ventosas e sistema de recalque da captação para evitar maior aeração da água	B	12	Setor de Manutenção	Adutora de água bruta	Curto prazo	Sem custo	Planejar inspeção rotineira		
Remoção do lodo flotado nas unidades de floculação	B	32	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação		
Automatização das comportas de admissão dos floculadores.	B	80	Setor de Manutenção	ETA	Longo prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa especializada		

Fonte: Autor

Quadro 36 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Decantadores - ETA

Eventos Perigosos - Etapa Decantadores - ETA									
Fornecer água fora dos padrões									
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa									
A - Químico		B - Físico		C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários		E - Radiológico	
Monitoramento Operacional									
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como		
Elaboração de Procedimento Operacional Padrão (POP) que inclua nas atividades do operador a remoção do lodo flotado nas unidades de decantação;	B	16	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação		
Definição de rotina de decantador e lavagem;	B	16	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação		
Elaboração de um protocolo de segurança de operadores para realização de higienização nas unidades de decantação.	B	16	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação		
Reavaliar o intervalo de tempo para realização das descargas do lodo, de forma a evitar a flotação deles.	B	16	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação		

Fonte: Autor

Quadro 37 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Canal de Água Decantada - ETA

Eventos Perigosos - Etapa Canal de Água Decantada - ETA							
Acúmulo de espuma e lodo							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico	B - Físico	C - Bactérias/Vírus e afins	D - Protozoários	E - Radiológico			
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
Rotina para limpeza dos canais de água decantada	B	16	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação
Análise de viabilidade de instalação de comportas/by pass ao longo do canal de água decantada, visando facilitar o processo de higienização do mesmo.	B	16	Setor de manutenção	ETA	Longo prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa especializada

Fonte: Autor

Quadro 38 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Filtros - ETA

Eventos Perigosos - Etapa Filtros - ETA							
Fornecer água fora dos padrões							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico	B - Físico	C - Bactérias/Vírus e afins	D - Protozoários	E - Radiológico			
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
Análise estrutural e operacional para troca do meio filtrante;	B	80	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa especializada
Avaliação dos registros de todas as unidades de filtração, verificando o funcionamento de comportas de admissão e saída, tubulação e registros de lavagem.	B	32	Setor de manutenção	ETA	Curto prazo	Sem custo	Planejar inspeção rotineira
Automatização das unidades de filtração, com enfoque nas comportas de admissão e saída.	B	20	Setor de manutenção	ETA	Longo prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa especializada

Fonte: Autor

Quadro 39 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa Desinfecção - ETA

Eventos Perigosos - Etapa Desinfecção - ETA							
Fornecer água fora dos padrões							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico	B - Físico	C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários	E - Radiológico		
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
Reavaliação do agente oxidante empregado, de forma a analisar novas substâncias desinfectantes.	A, C, D	16	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Avaliação tecno-econômica a ser realizada por técnicos da Companhia
Inspeção diária nos dosadores e/ou acessórios	A, C, D	60	Setor de tratamento	ETA	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de operação

Fonte: Autor

Quadro 40 - Ficha de Gestão de Projetos - Etapa RESERVATÓRIOS

Eventos Perigosos - Etapa Reservatórios							
Desperdício de água							
Riscos estruturais							
Fornecer água fora dos padrões							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico	B - Físico	C - Bactérias/Vírus e afins		D - Protozoários	E - Radiológico		
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
Recuperação estrutura e vedações	A, B, C, D	64	Setor de manutenção	RAP, REV1, REV2	Médio prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa especializada
Manutenção periódica	B	12	Setor de manutenção	RAP, REV1, REV2	Curto prazo	Sem custo	Planejar inspeção rotineira
Automação das leituras de nível	B	12	Setor de manutenção	RAP, REV1, REV2	Curto prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa especializada

Fonte: Autor

Quadro 41 - Ficha de Gestão de Projetos – Etapa Distribuição/Consumidor

Eventos Perigosos - Etapa Distribuição/Consumidor							
Cadastro de rede desatualizado Pressão excessiva Rupturas e vazamentos nas redes e ramais Ausência de registro de descarte/Insuficiência de registros de manobra							
Perigos Potenciais Encontrados na Etapa							
A - Químico	B - Físico	C - Bactérias/Vírus e afins	D - Protozoários	E - Radiológico			
Monitoramento Operacional							
Medidas de Controle	Perigo Associado	Análise de risco	Quem	Onde	Quando	Quanto	Como
Anotar as informações referentes a rede na ocorrência de manutenções	B, C, D	8	Setor de manutenção	Toda a cidade	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de manutenção
Atualizar o cadastro de rede no autocad/GIZ	B	8	Setor de manutenção	Toda a cidade	Curto prazo	Sem custo	Criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) prevendo a ação na rotina de manutenção
Instalar V.R.Ps	B, C, D	20	Setor de manutenção	Setores com maior pressão	Médio prazo	Levantar custo da execução do serviço	Realizar estudo de pressões na rede de abastecimento para definição do equipamento a ser instalado
Monitorar a pressão nos setores com maiores valores	B, C, D	20	Setor de manutenção	Setores com maior pressão	Médio prazo	Levantar custo da execução do serviço	Contratar empresa para implantar monitoramento automatizado das pressões de rede
Definir pontos para implantação de registro de descarte na rede	B, C, D	40	Setor de manutenção	Toda a cidade	Médio prazo	Sem custo	Definir junto com o setor de tratamento os locais para implantação
Criar um plano e registro documentado de Descarte (descarga)	B, C, D	40	Setor de tratamento	Toda a cidade	Curto prazo	Sem custo	Criar formulário para controle dos descartes (descarga)
Identificar pontos para instalação de novos registros na rede	B	40	Setor de manutenção	Toda a cidade	Médio prazo	Fazer levantamento	Analisar pontos no cadastro de rede e in loco

Fonte: Autor

5.2.2.2 Medidas de Controle Operacional

As medidas de controle operacional são ações práticas que fazem ou deveriam fazer parte da rotina de operação do sistema, tendo assim um monitoramento constante, sendo possível prevenir ou eliminar possíveis falhas no sistema.

Essa etapa será definida junto com a elaboração dos Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), neste momento também os parâmetros, limite crítico e operacional e uma ação corretiva para cada medida de controle. As ações corretivas são necessárias para eliminar uma causa ou problema detectado durante o processo operacional.

5.2.3 ETAPA 3 - Gestão do PSA

A terceira etapa é fundamentada na necessidade de se manter um histórico de registros e documentos que possam ser utilizados para futuras correções e adequações do PSA, além de resguardar a CAGEPA perante os órgãos de fiscalização. Como parte integrante desta etapa, faz-se necessária a criação do Plano de Emergência e Contingência (PEC), para atuar em situações consideradas excepcionais e imprevisíveis, como por exemplo, desastres naturais, enchentes, longos períodos de estiagem, contaminação accidental ou proposital, falta prolongada de energia, rompimento de adutoras de água, entre outros que de algum modo, colocam em risco a operação do sistema.

Como ferramentas de gestão do PSA, podem ser criados procedimentos internos, check lists e afins, com a finalidade de gerenciamento e registro de informações. Da mesma forma, poderão ser criados todos os procedimentos, atividades e controles para a gestão e aplicabilidade do PEC. Além disso, situações excepcionais deverão ser registradas e investigadas, quais as causas e as medidas a serem adotadas para que posteriormente não haja reincidência ou que, pelo menos, o impacto seja mitigado ou reduzido.

Tudo deve estar documentado e padronizado, para que todos possam seguir a mesma forma de agir diante de uma adversidade.

5.2.3.1 Plano de Emergência e Contingência - PEC

Como o PEC é parte integrante do PSA, a metodologia adotada segue a mesma linha de raciocínio, diferenciando-se pelo fato de tratar de eventos impossíveis de se prever e com consequências extremamente impactantes.

Na revisão desta proposta de PSA, devem ser novamente analisadas todas as etapas do sistema, e identificados tais eventos. No Quadro 42, mostra os pontos que foram identificados e considerados pelo autor para realidade do Sistema de Abastecimento operado pela CAGEPA na cidade de Pombal

Quadro 42 - Pontos vulneráveis identificados no PEC

Pontos vulneráveis do SAA	Eventos Adversos			
	Cheia/ Estiagem	Contaminação	Falta de Energia	Rompimentos
Manancial	X	X		
Captação flutuante	X	X	X	
EEAB	X		X	X
Adutoras de AB				X
ETA		X	X	
EEAT			X	
Adutoras de AT				X
Redes de Distribuição		X		X

Fonte: Autor

Para cada um dos eventos identificados no Quadro 42, foi criado um Plano de Ação, onde foram definidas as responsabilidades de atuação de cada colaborador, sendo que conforme se eleva o nível de criticidade da situação, faz-se necessário informar diferentes níveis hierárquicos e/ou órgãos externos definidos na lista de contatos, seguindo também uma escala de criticidade estabelecida por cores, onde cada cor representa um nível de atenção, sendo baixo para verde, médio para amarelo e alto para vermelho. O objetivo da diferenciação das situações por cores, é chamar a atenção do responsável para a gravidade da situação.

Novamente, prioriza-se a garantia da qualidade da água para o consumidor final, e a ágil atuação para situações adversas. Os quadros a seguir, representam os Planos de Ação criados na autarquia para cada uma das situações vulneráveis identificadas para o PEC.

Quadro 43 - Plano de Ação - Estiagem/ Ponto Vulnerável: Manancial/Captações (Canal de aproximação e conjuntos flutuantes)

Situação	Descrição - operação com lâmina d'água abaixo de 30 cm de altura no canal de aproximação	Responsável
Ação 01	Monitorar nível do rio diariamente	Operador
Ação 02	Operar flutuantes	Operador/CCO
Ação 03	Realizar a limpeza das telas de entrada do canal	Operador
Ação 04	Informar a situação a Direção	Gerente Regional
Ação 05	Reduzir vazão da ETA	Diretoria de Operações
Ação 06	Solicitar, através dos meios de comunicação, para que a população economize água	Diretoria/Assessoria de Comunicação/Gerência Regional
Ação 07	Definir plano de racionamento	Diretoria de Operações/Gerência Regional
Situação	Descrição - Em caso de cheia variação positiva no nível do rio	Responsável
Ação 08	Acionar imediatamente a equipe de manutenção para elevar os mangotes dos conjuntos flutuantes	Operador
Ação 09	Avaliar dosagem de coagulantes, e velocidade de produção da ETA	Setor de tratamento

Fonte: Autor

Quadro 44 - Plano de Ação - Contaminação/ Ponto Vulnerável: ETA

Situação	Identificação	Responsável
Ação 01	Identificar origem da contaminação	Operador/Setor de tratamento
Situação	Origem do contaminante	Responsável
Ação 02	Fechar a entrada dos reservatórios de distribuição	CCO
Ação 03	Verificar se ainda está havendo contaminação	Setor de tratamento
Ação 04	Se ainda houver contaminação, verificar meios para cessá-la	Setor de tratamento
Situação	Contenção	Responsável
Ação 05	Averiguar extensão da contaminação, através de análises, iniciando pelos reservatórios	Setor de tratamento
Ação 06	Caso os reservatórios estejam contaminados, realizar manobras para descarte da água contaminada da ETA	Setor de tratamento/CCO
Situação	Informação	Responsável
Ação 07	Informar a Direção da CAGEPA	Gerência Regional
Ação 08	Informar a população através dos meios de comunicação do incidente e de medidas preventivas	Assessoria de Comunicação/ Direção/ Gerência Regional
Situação	Restabelecimento do fornecimento	Responsável
Ação 09	Fazer análise até a retomada da normalidade (ausência de contaminação)	Setor de tratamento
Ação 10	Restabelecer o fornecimento	CCO/Gerência Regional

Fonte: Autor

Quadro 45 - Plano de Ação - Falta de Energia/Ponto Vulnerável: EEAB/EEAT

Situação	Falta d'água	Responsável
Ação 01	Checar com a ENERGISA se existe alguma previsão de retorno da energia	CCO/Operador/ Coordenação local
Ação 02	Caso se estenda por mais de 6h, informar a chefia imediata e/ou direção	CCO/Operador/ Coordenação local
Ação 03	Informar a população através dos meios de comunicação	ACM/Gerência Regional
Ação 04	Caso se estenda por mais de 12h, acionar a Diretoria para gestão junto a Concessionária de energia	Gerência Regional
Situação	Restabelecimento do fornecimento de energia	Responsável
Ação 05	Restabelecer o fornecimento	CCO/Gerência Regional

Fonte: Autor

Quadro 46 - Plano de Ação - Rompimentos/Ponto Vulnerável: Rede de distribuição e Adutoras

Situação	Monitoramento	Responsável
Ação 01	Monitorar pressão nas adutoras/redes de distribuição	CCO
Ação 02	Caso haja rompimento em algum setor/adutora, paralisar a distribuição no local afetado	CCO
Situação	Informação	Responsável
Ação 03	Comunicar a Gerência	Coordenação local
Ação 04	Informar a população afetada através dos meios de comunicação	Assessoria de Comunicação/ Gerência Regional
Situação	Reparo e/ou medidas paliativas	Responsável
Ação 05	Verificar a possibilidade de conserto	Setor de manutenção
Situação	Restabelecimento do abastecimento	Responsável
Ação 06	Realizar os reparos necessários na rede ou adutora	Setor de manutenção
Ação 07	Realizar o descarte de água na rede ou adutora	Setor de manutenção
Ação 08	Normalizar o fornecimento	Setor de manutenção/ CCO

Fonte: Autor

Quadro 47 – Contatos Externos

Instituição	Telefone
Energisa	
Defesa Civil Municipal	
Defesa Civil Estadual	
Vigilância Sanitária de Pombal	
Secretaria de Saúde de Pombal	
Prefeitura Municipal de Pombal	
Polícia Ambiental	
Polícia Militar	
Corpo de Bombeiros	
CBH-PPA	
SUDEMA	
Gerência Regional - CAGEPA	
Setor de Tratamento - CAGEPA	
Setor de Manutenção - CAGEPA	
CCO - Centro de Controle Operacional - CAGEPA	
Diretoria de Operações	
Meios de Comunicação	Telefone
TV Paraíba	
Rádio Maringá FM	
Rádio Bom Sucesso FM	
Rádio Liberdade FM	
Rádio Opção FM	
Rádio Correio FM	

Fonte: Autor

5.2.4 Revisão dos Planos

Após a implantação e capacitação do PSA e do PEC, faz-se necessário uma avaliação constante, pois nessas avaliações serão identificadas possíveis necessidades de alteração de algum procedimento, o surgimento ou supressão de eventos perigosos, alterações na estrutura física da Concessionária, um balanço do andamento das atividades do PSA e de sua aplicabilidade e uso nas situações em que se fizeram necessárias. Essa avaliação, como uma possível revisão, deverá ocorrer periodicamente e em data a ser definida pelo grupo gestor do PSA.

Para melhor desenvolvimento da revisão dos Planos, é interessante que o grupo defina algumas questões, de modo que torne possível a avaliação reflexiva para a atuação do mesmo. Podemos citar como alguns exemplos:

- No ano anterior houve algum registro de evento adverso que não consta no PSA e no PEC?
- Qual a causa primeira que resultou no acontecimento?
- Quais as principais ações tomadas?
- Quais as consequências de curto e longo prazo?
- Os procedimentos e registros adotados são adequados?
- Foi identificada alguma falha de comunicação?
- Foi identificada alguma deficiência na capacitação da força de trabalho?
- Como se comportaram o PSA e o PEC?

Tanto a primeira versão do PSA, quanto as versões de revisão e/ou correção, devem ser devidamente documentadas, registradas e aprovadas pela alta hierarquia da instituição, devendo-se sempre ter um histórico com as versões anteriores, para consulta de dados e estudos que venham a ser realizados.

6. Considerações Finais

O desenvolvimento do PSA se mostrou como uma ferramenta muito importante para o conhecimento global do SAA e do reconhecimento de suas limitações e deficiências, atuando como uma ótima ferramenta de gestão e produzindo inúmeros benefícios para a gestão do Sistema de Abastecimento. A apropriação do conhecimento da abordagem tradicional quanto ao Plano, não foi suficiente para o seu desenvolvimento, sendo necessária uma adaptação para a realidade existente na autarquia, e dentro das suas possibilidades e recursos.

Através das dificuldades visualizadas neste trabalho, fica explícito que a formação de uma equipe deve se basear, não só, mas principalmente no conhecimento técnico e prático de seus profissionais inseridos na prestação dos serviços de abastecimento de água. Além disso, é possível evidenciar a necessidade de atuar e formar parcerias junto a outras instituições, como a Universidade por exemplo, tema cada vez mais recorrente na atualidade. Muitas vezes, a atuação individual das mesmas não consegue apresentar a eficácia de uma atuação conjunta de cooperação mútua.

Por fim, vale lembrar que o PSA não deve ser um simples documento para cumprimento de formalidade exigida, mas sim, uma ferramenta que, se utilizada da maneira correta, trará inúmeros benefícios para a operação e gestão do sistema e garantirá a confiabilidade e qualidade do produto final.

7. Referências

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016.

BRASIL. Lei Federal no 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 16 de março de 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº 5.440, de 4 de maio de 2005. **Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm>. Acesso em: 22 de abril de 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) Resolução Nº 430/2011 - **Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes**, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. - Data da legislação: 13/05/2011 - Publicação DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627>. Acesso em 10 de maio de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2022) **Portal das cidades**: IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pombal/panorama>>. Acesso em: 05 fevereiro de 2022.

MANCUSO, P. C. S.; SOUZA DE, R. M. G. L. **Princípios e métodos utilizados em Segurança da Água para consumo humano**. In: F. H. B. P. BENSOUSSAN, M. d'Á. & FONSECA (Org.); **Plano de Segurança da Água na visão de especialistas**. 1o ed, p.451, 2015. São Paulo: SETRI.

MARTINHO, C.; MENDES, R. Plano de Segurança da Água, um desafio. In: F. H. B. P. BENSOUSSAN, M. d'Á. & FONSECA (Org.); **Plano de Segurança da Água na visão de especialistas**. 1o ed, p.451, 2015. São Paulo: SETRI.

Ministério da Saúde. **Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 03 fev 2017.

OECD (2015), **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.

Organização Mundial da Saúde e Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) . (2017). **Progresso em água potável, saneamento e higiene**: atualização de 2017 e linhas de base dos ODS. Organização Mundial de Saúde. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/258617>>. Acesso em 20 de julho de 2022.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008**. New York – USA. Edições Almedina, AS. 2007. ISBN: 978-972-40-3313-6.

Portaria GM/MS nº 888 do Gabinete do Ministro do Ministério da Saúde, de 04 de maio de 2021. **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, de 07/05/21, Seção 1, n. 85, p. 127. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em 8 de abril de 2022.

SILVA, Jaqueline Luisa. **Aplicação das Ferramentas da Qualidade Para Melhoria de Processos Produtivos Estudo de Caso em um Centro Automotivo**. XXXV II Encontro Nacional de Engenharia de Producao, Joinville, SC, 10 de outubro de 2017.

THE WORLD BANK - BIRD.

Marco de Gestão Social e Ambiental do Projeto de Segurança Hídrica da Paraíba – PSH / PB REVISÃO: 29/11/2018: BIRD. Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/172081550142740138/pdf/P165683-Environmental-and-Social-Management-Framework-Paraiba-Water-Security-Dec-2018.pdf>>. Acesso em: 12 dezembro de 2021.

WHO - World Health Organization. **Handbook on indoor Radon: A public Health Perspective**. Switzerland, Library Cataloguing. 2009.

World Health Organization. Guidelines for drinking - **water quality**. Fourth Edition. WHO. 2011.

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