

GUIA PRÁTICO
PARA O
DESENVOLVIMENTO DE
**PLANOS
MUNICIPAIS DE
SEGURANÇA
DA ÁGUA**



Agência das Bacias PCJ



COMITÊS PCJ



FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA

Av. Afrânio Peixoto, 412
Butantã – São Paulo-SP
Fone/Fax: (11) 3132-4000
CEP: 05507-000
www.fdte.org.br

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

Rua Alfredo Guedes, 1949 - Sala 604
Higienópolis – Piracicaba - SP
Fone/Fax: (19) 3437-2100
CEP 13416-901
www.comitespcj.org.br
www.agencia.baciaspcj.org.br

Esta publicação foi elaborada com recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas Bacias PCJ.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Guia prático para o desenvolvimento de planos
municipais de segurança da água (livro eletrônico)
/ [coordenadores José Carlos Mierzwa ... (et. al.)] —
São Paulo : Editora Limiar, 2020
ePub

Outros coordenadores : José Manuel Pereira Vieira,
Luana Di Beo Rodrigues, Maurício Costa Cabral da Silva,
Roseane Maria Garcia Lopes de Souza
ISBN 978-65-87633-00-8

1. Água – Abastecimento 2. Água – Controle de
qualidade 3. Água – Medidas de segurança 4. Água –
Tratamento 5. Bacias hidrográficas I. Mierzwa, José
Carlos. II Vieira, José Manuel Pereira. II Rodrigues,
Luana Di Beo. IV Silva, Maurício Costa Cabral. V. Souza,
Roseane Maria Garcia Lopes de.

20–37114

CDD–628.1

Índices para catálogo sistemático :

1. Água: Plano de segurança : Tecnologia :
Engenharia sanitária 628.1

Cibele Maria Dias – Bibliotecária –CRB 8/9427

Todos os direitos reservados.

**É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta
publicação, desde que citada(s) a(s) fonte(s).**



ORGANIZAÇÃO

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (CBH-PCJ)

MARCO ANTÔNIO DO SANTOS	|	Presidente em exercício
LUIZ ROBERTO MORETTI	|	Secretário executivo
ANDRÉ LUIZ SANCHEZ NAVARRO	|	Secretário executivo adjunto

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (PCJ FEDERAL)

MARCO ANTÔNIO DO SANTOS	|	Presidente em exercício
LUIZ ROBERTO MORETTI	|	Secretário executivo

CÂMARA TÉCNICA DE SAÚDE AMBIENTAL GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA – GT PSA

ADRIANA FABIANA CORRÊA	|	IPSA-C
CLAUDOALDO VIANA DOS SANTOS	|	DAE Santa Bárbara d'Oeste
DEJANIRA DE FRANCESCHI DE ANGELIS	|	Rotary Rio Claro Cidade Azul
DILZA APARECIDA NALIN DE OLIVEIRA LEITE	|	IPSA-C
ELAINE FRADE COSTA	|	Universidade de São Paulo (USP)
IVAN CANALE	|	SEMAE Piracicaba
LUCAS ACHAVAL SILVA	|	FUNASA
LUCIANA DE SOUZA	|	VISA Rio Claro
MÁRCIO ANTÔNIO GOMES RAMOS	|	SAE-Ipeúna
MARIA APARECIDA MARIN MORALES	|	UNESP Rio Claro
OSMAN LIRA	|	FUNASA
PEDRO CAETANO SANCHES MANCUSO	|	CERSA
RAILDA RODRIGUES NERY	|	FUNASA
VANDIR APARECIDO BERG JUNIOR	|	SAAE-Cordeirópolis

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

Diretoria

SERGIO RAZERA	|	Diretor-Presidente
PATRÍCIA GOBET DE AGUIAR BARUFALDI	|	Diretora Técnica
IVENS DE OLIVEIRA	|	Diretor Administrativo e Financeiro

Coordenação de Sistema de Informações

EDUARDO CUOCO LÉO	|	Coordenador
ALINE DORIA DE SANTI	|	Analista Técnica



ELABORAÇÃO

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA - FDTE

José Carlos Mierzwa	| Coordenador técnico
José Manuel Pereira Vieira	| Consultor Internacional
Luana Di Beo Rodrigues	| Mestre em saneamento
Mauricio Costa Cabral da Silva	| Mestre em saneamento
Roseane Maria Garcia Lopes de Souza	| Engenheira sanitária e ambiental
Produção editorial	| Editora Limiar Ltda.



AGRADECIMENTOS

Este Guia Prático é o desdobramento da iniciativa da Câmara Técnica de Saúde Ambiental dos Comitês PCJ (CT-SAM) em desenvolver projetos-piloto para a elaboração de Planos Municipais de Segurança da Água. Registram-se, então, especiais agradecimentos aos membros que participaram desde a concepção dos projetos-piloto até a finalização do presente documento, que foi idealizado com o intuito de apoiar os municípios das Bacias PCJ na elaboração de seus Planos Municipais de Segurança da Água.

ADRIANA FABIANA CORRÊA	| IPSA-C
CLAUDOALDO VIANA DOS SANTOS	| DAE – Sta. Bárbara d´Oeste
DEJANIRA DE FRANCESCHI DE ANGELIS	| Rotary Rio Claro Cidade Azul
DILZA APARECIDA NALIN DE OLIVEIRA LEITE	| IPSA-C
LUCIANA DE SOUZA	| VISA Rio Claro
MÁRCIO ANTÔNIO GOMES RAMOS	| SAE-Ipeúna
VANDIR APARECIDO BERG JUNIOR	| SAAE-Cordeirópolis



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma para estabelecimento da segurança da água para consumo humano	.....	20
Figura 2 – Etapas da avaliação de PCC	.....	21
Figura 3 – Princípios para o desenvolvimento da APPCC	.....	22
Figura 4 – Etapas para o desenvolvimento de uma APPCC	.....	23
Figura 5 – Árvore de Decisão para identificar pontos de controle críticos	.....	33
Figura 6 – Atividades para verificação do PSA	.....	48
Figura 7 – Exemplo de diagrama de um SAA	.....	61
Figura 8 – Exemplo de diagrama de um SAA	.....	62
Figura 9 – Exemplo de diagrama de um SAA	.....	63
Figura 10 – Fluxograma de um exemplo de SAA identificando os pontos de avaliação de riscos e perigo	.....	74
Figura 11 – Diagrama com a indicação das etapas necessárias para a realização de auditorias do PSA	.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma para elaboração e implantação de um PSA	62
---	-------	----



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Atividades preparatórias de um PSA	.....	24
Tabela 2 –	Atividades necessárias para a avaliação do SAA	.....	28
Tabela 3 –	Monitoramento operacional do PSA	.....	34
Tabela 4 –	Exemplos de eventos excepcionais	.....	42
Tabela 5 –	Atividades a serem contempladas nos planos de gestão	.....	47
Tabela 6 –	Integrantes da equipe responsável pelo PSA	.....	55
Tabela 7 –	Exemplos de informações que podem ser consideradas na descrição do sistema de abastecimento de água	.....	57
Tabela 8 –	Exemplos de medidas de controle existentes em SAA	.....	73
Tabela 9 –	Análise de etapa ou atividade de controle de SAA pelo método da Árvore de Decisão – Presença de contaminantes químicos	.....	76
Tabela 10 –	Análise de etapa ou atividade de controle de SAA pelo método da Árvore de Decisão – Presença de organismos patogênicos	.....	77
Tabela 11 –	Análise da etapa de captação para controle de retenção de algas	.....	78
Tabela 12 –	Avaliação da etapa de coagulação	.....	79
Tabela 13 –	Avaliação da etapa de desinfecção	.....	81
Tabela 14 –	Avaliação da etapa de distribuição de água	.....	83
Tabela 15 –	Resumo do processo de identificação de PCC	.....	84
Tabela 16 –	Exemplos para definição de probabilidade e consequências utilizadas para priorização de perigos	.....	86
Tabela 17 –	Matriz qualitativa para análise de riscos	.....	86
Tabela 18 –	Possíveis ações de controle e limites de controle de intervenção para a presença de contaminantes químicos no manancial de água bruta	.....	90
Tabela 19 –	Possíveis ações de controle e limites de controle de intervenção para a presença de partículas em suspensão na água	.....	92
Tabela 20 –	Planilha para estruturação de planos de ação para as medidas de controle identificadas	.....	94



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APPCC (HACCP)	Análise de Perigos e Pontos de Controle Críticos (Hazard Analysis and Critical Control Point)
CERSA	Centro de Referência em Segurança da Água
CRH	Conselho de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
CT-SAM	Câmara Técnica de saúde ambiental dos Comitês PCJ
DAE	Departamento de Água e Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IPSA	Instituto de Proteção Sócio Ambiental
IWA	Associação Internacional da Água
LC	Limite de Controle
OMS (WHO)	Organização Mundial da Saúde (World Health Organization)
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PCC	Ponto de Controle Crítico
PCJ	Piracicaba, Capivari e Jundiaí
PMSA	Plano Municipal de Segurança da Água
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PSA	Plano de Segurança da Água
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAE	Serviço de Água e Esgoto
SEMAE	Serviço Municipal de Água e Esgoto
SIGRH	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
VISA	Vigilância Sanitária



SUMÁRIO

Prefácio	13
Objetivo do guia	14
Benefícios e desafios de um Plano de Segurança da Água	15
1. INTRODUÇÃO AO PSA	16
1.1 Conceitos básicos sobre PSA	16
1.2 Conceitos sobre barreiras múltiplas	17
2. ESTRUTURAÇÃO DE UM PSA	19
2.1 Preparação para desenvolvimento de um Plano de Segurança da Água	24
2.2 Formação da equipe	25
2.2.1 Definição de responsabilidades	25
2.3 Elaboração do cronograma para desenvolvimento e implantação do PSA	26
2.4 Levantamento de dados	26
2.5 Elaboração do fluxograma de processos	26
2.6 Levantamento da legislação referente aos SAA nos níveis Federal, estadual e municipal	27
2.7 Avaliação do sistema	27
2.8 Validação das informações	29
2.8.1 Descrição do sistema	29
2.8.2 Identificação das medidas de controle existentes	30
2.9 Perigos e riscos e pontos de controle críticos	30
2.10 Identificação de pontos de controle críticos	32
2.11 Identificação de medidas de controle	34
2.12 Estabelecimento dos limites de referência	39
2.13 Definição dos procedimentos de monitoramento e controle	40
2.14 Elaboração de um plano de emergência/contingência	41
2.15 Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle	44
2.16 Cronograma de implantação e responsabilidades	45
2.17 Validação dos planos e programas	45



2.18	Monitoramento e controle operacional	46
2.19	Desenvolvimento de planos de ação para gestão do PSA	47
2.20	Auditoria do PSA	48
2.20.1	Identificação de não conformidade	50
2.20.2	Propostas de melhorias	50
2.20.3	Revisão do PSA	51
3.	EXEMPLOS DE PREPARAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PSA	53
3.1	Atividades preparatórias	53
4.	EXEMPLOS DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	71
4.1	Validação das informações obtidas durante as atividades preparatórias	71
4.1.1	Descrição do sistema de abastecimento	72
4.1.2	Identificação de medidas de controle existentes	72
5.	EXEMPLOS PRÁTICOS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS	74
5.1	Identificação de perigos	75
5.1.1	Definição dos pontos de controle críticos	75
5.1.2.	Síntese da avaliação de pontos de controle críticos	83
5.1.3	Considerações sobre os métodos de avaliação para identificação de PCC	85
6.	EXEMPLOS DE IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE	88
6.1	Identificação de medidas de controle para a presença de contaminantes químicos no manancial de água bruta	89
6.2	Identificação de medidas de controle para a presença de partículas em suspensão na água clarificada – etapa de coagulação	91
7.	EXEMPLOS DE PLANOS DE AÇÃO	93
7.1	Desenvolvimento de planos de ação	93
8.	AVALIAÇÃO E REVISÃO DO PSA	95
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
11.	GLOSSÁRIO	101
12.	ANEXOS	113



PREFÁCIO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera a água como essencial para a manutenção da vida, devendo todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio econômicas, terem o direito de acesso a um suprimento adequado e seguro de água potável.

Em apoio ao cumprimento deste direito, a OMS lançou, em 2004, uma série de orientações que buscam dar suporte ao desenvolvimento e à implementação de estratégias para o gerenciamento dos riscos associados à operação dos sistemas de abastecimento de água potável, visando garantir sua segurança. Entre as orientações apresentadas, merecem destaque a elaboração e a implementação dos Planos de Segurança da Água (PSA).

No panorama nacional, a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 5, de 28 de setembro de 2017, incorporou a estratégia. Em sua Seção IV, artigo 13, inciso IV, item “e”, estabeleceu que compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano manter avaliação sistemática do sistema ou solução alternativa, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com

base em cinco critérios, dentre os quais se destaca a qualidade da água distribuída, conforme os princípios dos Planos de Segurança da Água recomendados pela OMS ou definidos em diretrizes vigentes no país.

Os Comitês PCJ discutiram o tema no âmbito de sua Câmara Técnica de Saúde Ambiental (CT-SAM), sendo um dos frutos dos debates o desenvolvimento e a aprovação, através da Deliberação dos Comitês PCJ nº 309/2018, de uma Política de Saúde Ambiental para os Comitês PCJ. Foram, assim, definidos objetivos, princípios, instrumentos e programas que passam a nortear a atuação dos colegiados nesse campo.

A Política de Saúde Ambiental dos Comitês PCJ estabeleceu como prioritário um programa dedicado à promoção da segurança da água para abastecimento público, no qual está prevista a “Produção de Guia para elaboração do Plano Municipal de Segurança da Água (PMSA)”. A presente publicação objetiva atender a esta diretriz, consubstanciando, portanto, importantes subsídios para que os sistemas de abastecimento público das Bacias PCJ operem em sintonia com as melhores práticas de gestão estabelecidas internacionalmente.



OBJETIVO DO GUIA

O objetivo deste Guia é fornecer aos responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), independentemente do seu porte, diretrizes gerais para a elaboração, implantação, manutenção e verificação de um Plano de Segurança da Água (PSA), a fim de garantir que a água distribuída não ofereça risco à saúde pública, apresente padrões de qualidade uniformes e de acordo com as exigências da legislação vigente.



BENEFÍCIOS E DESAFIOS DE UM PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA

A implantação de um Plano de Segurança da Água pode trazer grandes benefícios aos sistemas de abastecimento público de água, sendo o mais relevante a redução do risco de incidentes que possam causar algum tipo de dano à saúde do consumidor. De acordo com Ministério da Saúde (2012), o PSA pode:

- ✓ Identificar perigos e riscos, no momento oportuno
- ✓ Orientar as decisões sobre investimentos
- ✓ Reduzir custos associados ao tratamento
- ✓ Aumentar a eficiência dos processos por meio da sistematização de documentos e procedimentos operacionais existentes
- ✓ Melhorar a qualificação dos profissionais envolvidos
- ✓ Garantir que a água atenda aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente
- ✓ Aumentar a confiabilidade dos consumidores, na empresa responsável pelo Sistema de Abastecimento de Água



1. INTRODUÇÃO AO PSA

O acesso à água potável é essencial à saúde da população, um direito humano básico e um componente que deve ser considerado no estabelecimento de políticas públicas de proteção à saúde (WHO, 2017).

A água utilizada para abastecimento humano apresenta vários riscos à saúde da população, os quais estão associados à potencial presença de contaminantes químicos e microbiológicos, resultantes de diversas fontes, incluindo, em alguns casos, o próprio sistema de tratamento e distribuição de água (WHO, 2005). Neste sentido, a adoção de um programa de gestão abrangente é fundamental para assegurar a distribuição de uma água intrinsecamente segura para a população, o que tem efeito direto sobre sua qualidade de vida e também nos custos associados às ações de saúde.

Tendo em vista a necessidade de estabelecer diretrizes para o gerenciamento adequado dos riscos potenciais relacionados às atividades desenvolvidas nos sistemas de abastecimento de água, a Organização Mundial da Saúde publicou um documento referente à elaboração de PSA intitulado “Water Safety Plans – Managing drinking-water quality from catchment to consumer”, ou, em português, Plano de Segurança da Água – Gerenciamento da qualidade da água de abastecimento do manancial ao consumidor (WHO, 2005).

1.1 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE PSA

O principal objetivo do PSA é assegurar, de forma consistente, a segurança e a aceitação da água para abastecimento público (Bartran et al, 2009). Trata-se de um processo metodológico baseado em conceitos de gestão direcionados para o aprimoramento da operação e do controle de sistemas de abastecimento público de água, com enfoque na sua atualização constante.

Por sua natureza dinâmica, o PSA não deve ser desenvolvido com base em um modelo padrão, que deve ser adaptado a cada sistema de abastecimento, tornando-se apenas outro procedimento operacional para cumprir exigências burocráticas. Ele deve ter um caráter prático e ser



específico para as condições do sistema para o qual ele está sendo desenvolvido e deverá ser aprimorado ao longo do tempo.

1.2 CONCEITOS SOBRE BARREIRAS MÚLTIPLAS

De acordo com uma publicação do Conselho de Ministros do Meio Ambiente do Canadá (2004), o controle da qualidade da água para abastecimento, baseado apenas no monitoramento de contaminantes químicos e/ou microbiológicos passíveis de quantificação é bastante limitado. A razão para isto é o fato de os programas de monitoramento limitarem-se à avaliação de micro-organismos e/ou compostos químicos para os quais existem padrões de qualidade estabelecidos. Este procedimento torna praticamente impossível contemplar os potenciais problemas de saúde, caso sejam consideradas todas as substâncias químicas potencialmente presentes na água, sem mencionar o efeito da ação combinada de duas ou mais substâncias.

Considerando-se este problema há a necessidade da adoção de uma abordagem integrada associada ao gerenciamento da água para abastecimento público, com destaque para o conceito de múltiplas barreiras, que contempla todas as etapas do sistema de produção de água potável, desde o manancial até a torneira do consumidor final.

Para simplificar, o conceito de múltiplas barreiras preconiza a utilização de ferramentas administrativas, gerenciais, tecnológicas e educacionais para assegurar a qualidade da água que será distribuída ao consumidor final.

As barreiras funcionam para evitar que determinados contaminantes entrem no sistema ou para reduzir ou eliminar aqueles já presentes na água. Cada uma das barreiras proporciona uma redução adicional na probabilidade de os contaminantes permanecerem na água a ser distribuída para consumo humano (WHO, 2005).

Assim, a garantia da qualidade da água que será distribuída ao consumidor irá depender de ações e programas de governo relacionados à proteção de áreas de mananciais, da estruturação de órgãos e agências de fiscalização e controle, estabelecimento de programas de monitoramento da qualidade da água, da definição e implantação de estruturas de tratamento compatíveis com as necessidades de cada local, desenvolvimento de programas de



manutenção das redes e reservatórios de distribuição de água e de programas de treinamento e capacitação de profissionais envolvidos em toda a cadeia de produção de água potável.

Com esta compreensão, as normas relacionadas à água potável devem promover a integração dos diversos órgãos públicos que possam ter influência sobre qualquer aspecto relacionado à sua qualidade.

Do ponto de vista das barreiras para assegurar a qualidade de água para abastecimento público, os PSA devem levar em consideração:

- A) **A proteção dos mananciais**
- B) **A definição de padrões de qualidade para a água potável**
- C) **A implantação de sistemas adequados de tratamento de água**
- D) **O desenvolvimento de programas que garantam a integridade da estrutura de armazenagem e distribuição da água tratada**
- E) **O monitoramento da água distribuída em diversos pontos do manancial, da estrutura de tratamento, da rede de distribuição e dos reservatórios de armazenagem**
- F) **A implantação de sistema para análise e correção de eventuais desvios em relação às metas do plano de segurança**

É importante destacar que a atuação dos operadores de SAA em cada uma destas barreiras pode ser limitada, o que leva à necessidade de um foco específico nas ações sob a sua responsabilidade. Assim, há a necessidade de colaboração com outros agentes públicos para a indicação de eventuais problemas relacionados aos elementos constituintes do sistema de abastecimento que não estão sob o seu controle.



2. ESTRUTURAÇÃO DE UM PSA

A Organização Mundial da Saúde define Plano de Segurança da Água como “o meio mais eficaz de garantir a segurança do abastecimento para consumo humano através da utilização de uma metodologia integrada de avaliação e gestão de riscos, englobando todas as etapas do sistema, desde a captação até o ponto de consumo”.

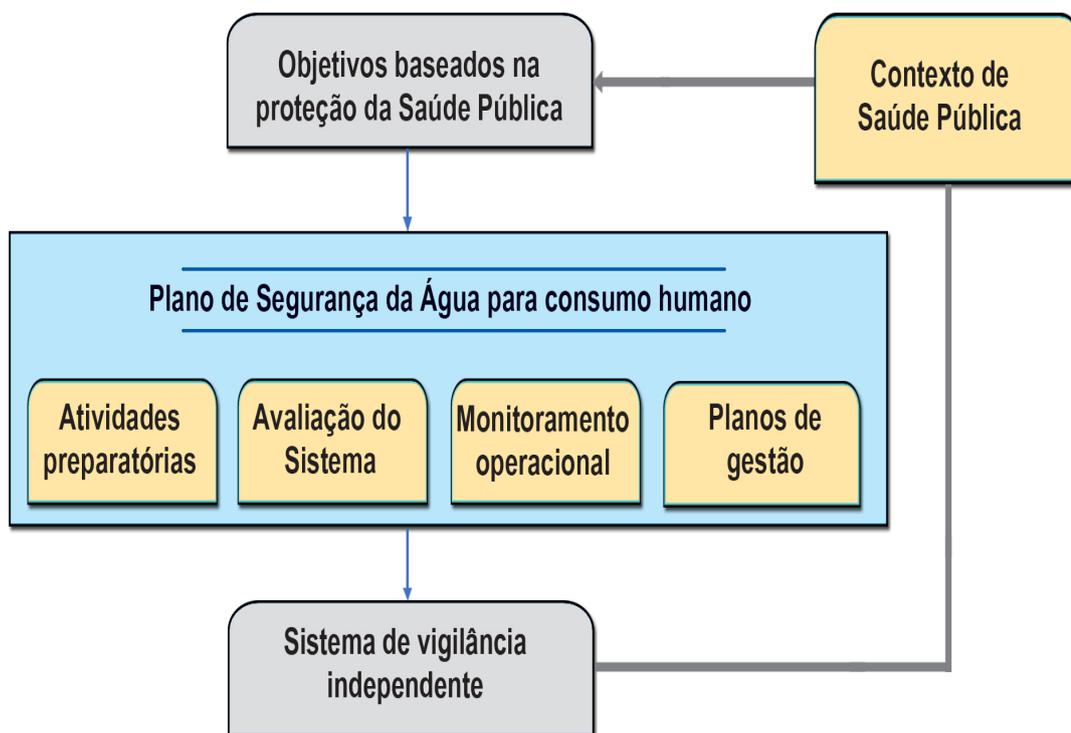
De certa forma, esta abordagem representa uma evolução do conceito de controle sanitário e de avaliação de vulnerabilidade, que abrangem todo o sistema de abastecimento de água e seu funcionamento, tendo como base os princípios e conceitos há muito tempo aplicados na indústria de alimentos (em particular, a abordagem de barreiras múltiplas e avaliação de perigos e pontos de controle críticos).

Não existe uma forma única de desenvolver e implementar um PSA. Muitos sistemas de abastecimento de água aplicam os modelos estruturais propostos pela OMS, enquanto adotam diferentes terminologias e estrutura (por exemplo, planos de gestão de risco, na Austrália e Nova Zelândia). Em outros casos, em que a água para consumo humano é considerada um produto alimentício, se aplica a metodologia Análise de Perigos e Pontos de Controle Críticos (APPCC). Independentemente da abordagem seguida, cabe ressaltar que o mais importante é que haja adesão e aceitação proativa da entidade gestora do sistema de abastecimento à abordagem aplicada, a qual deve adequar-se à sua forma de organização e funcionamento.

Para que a segurança da água seja garantida, a metodologia a ser desenvolvida no PSA deve adotar o processo de gestão de risco, composto por quatro etapas distintas: atividade preparatória, avaliação do sistema, monitoramento operacional e plano de gestão, conforme ilustra a **Figura 1**, adaptada de WHO (2017).



Figura 1 – Fluxograma para estabelecimento da segurança da água para consumo humano



Recomenda-se que a avaliação preliminar siga os procedimentos estabelecidos pela ferramenta de APPCC. Elaborada com base nos preceitos da ISO 9001, a ferramenta de APPCC foi oficializada no Brasil pela ABNT através da NBR 14900, no ano de 2002, passando por diversas alterações e correções; atualmente, é normatizada pela ABNT NBR ISO 22000:2019 (ABNT, 2019). A NBR ISO 22000:2019 é baseada no *Codex Alimentarius*, o qual estrutura a metodologia de APPCC e o guia para sua aplicação (ANVS, OPAS e OMS, 2006).

A APPCC, apesar de ser uma ferramenta idealizada para garantir a produção segura de alimentos, vem sendo amplamente utilizada no gerenciamento dos riscos relativos aos sistemas de abastecimento de água potável. A razão para isto é que, além da abordagem estruturada para gestão de riscos, ela direciona a atenção da gerência e dos operadores para as medidas de controle mais relevantes (DMIKOUKA et al, 2005). Isso se justifica pois, em um



contexto mais amplo, é possível admitir uma relação direta entre as atividades e operações associadas ao sistema de abastecimento de água com aquelas desenvolvidas na indústria de alimentos.

Os procedimentos estabelecidos pela APPCC devem ser aplicados em todas as etapas do sistema de abastecimento, a fim de identificar de forma segura os perigos e os riscos, estabelecer os Pontos de Controle Críticos (PCC) para a definição de ações correspondentes, os limites críticos, procedimentos de monitoramento e as ações corretivas (DMIKOUKA et al, 2005).

Uma das fases mais críticas de um PSA é aquela associada à identificação dos Pontos de Controle Críticos.

Considera-se que as definições utilizadas no *Codex Alimentarius*, que constam no glossário, são apropriadas para este guia prático.

De acordo com o *Codex Alimentarius*, os perigos devem ser controlados por meio do uso de sistemas como a APPCC, seguindo as etapas apresentadas na **Figura 2**.

Figura 2 – Etapas da avaliação de PCC

Identificar	Todas as etapas críticas do processo para a segurança do produto final.
Implementar	Os procedimentos efetivos de controle nas etapas identificadas.
Monitorar	Os procedimentos de controle para garantir a eficácia contínua.
Revisar	Os procedimentos de controle periodicamente e sempre que houver mudança nas operações.



O *Codex Alimentarius* propõe sete princípios para o desenvolvimento da APPCC, conforme apresentado na **Figura 3**.

Figura 3 – Princípios para o desenvolvimento da APPCC

Princípio 1	Realizar uma análise de Perigos.
Princípio 2	Determinar os Pontos de Controle Críticos (PCC).
Princípio 3	Estabelecer os limites críticos.
Princípio 4	Estabelecer um sistema de monitoramento dos PCC.
Princípio 5	Estabelecer a ação corretiva a ser adotada quando o monitoramento indicar que um determinado PCC não está sob controle.
Princípio 6	Estabelecer procedimentos de verificação para confirmar que o sistema APPCC está funcionando com eficácia.
Princípio 7	Estabelecer um sistema de documentação de todos os procedimentos e registros apropriados a esses princípios e à aplicação deles.

Ainda de acordo com a mesma Norma, a aplicação dos princípios da APPCC deve seguir as etapas relacionadas na **Figura 4** (adaptado de OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde, 2006).



Figura 4 – Etapas para o desenvolvimento de uma APPCC

1ª Etapa	Formação da equipe responsável pelo sistema APPCC.
2ª Etapa	Descrição do Sistema de Abastecimento.
3ª Etapa	Elaboração do fluxograma do sistema.
4ª Etapa	Confirmação do fluxograma no local.
5ª Etapa	Listagem de todos os perigos potenciais associados a cada etapa, análise de perigos e consideração sobre as medidas de controle.
6ª Etapa	Determinação dos pontos de controle críticos.
7ª Etapa	Estabelecimento de limites críticos para cada PCC.
8ª Etapa	Estabelecimento do sistema de monitoramento para cada PCC.
9ª Etapa	Estabelecimento das ações corretivas.
10ª Etapa	Estabelecimento de procedimento de verificação.
11ª Etapa	Estabelecimento de documentação e manutenção de registros.



2.1 PREPARAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA

As atividades preparatórias são de extrema importância para o sucesso do Plano de Segurança da Água. Pelo que estabelece a OMS (ver **Figura 1**) e o *Codex Alimentarius*, foi padronizada uma sequência de atividades para o desenvolvimento do PSA, conforme descrita na **Tabela 1**. Além disso essa tabela apresenta os objetivos e desafios associados às atividades.

Para possibilitar uma melhor compreensão sobre as atividades a serem desenvolvidas, é apresentada uma descrição resumida de cada uma delas nos itens subsequentes.

Tabela 1 – Atividades preparatórias de um PSA

ATIVIDADES PREPARATÓRIAS			
ATIVIDADES	OBJETIVOS	AÇÕES	DESAFIOS
Formação da equipe responsável	Formar um grupo de pessoas capacitadas para desenvolver e implementar um PSA.	<ul style="list-style-type: none">• Formação da equipe• Definição de responsabilidades;• Elaboração do cronograma para desenvolvimento do PSA.	<ul style="list-style-type: none">• Identificar pessoal qualificado;• Organizar e distribuir o volume de trabalho entre a equipe responsável pelo PSA;• Identificar e envolver as partes externas interessadas;• Manter a equipe unida e motivada;• Estabelecer um sistema de comunicação eficaz entre a equipe, o restante da organização e as partes interessadas.
Descrição do sistema de abastecimento	Conhecimento detalhado de todas as etapas do sistema de abastecimento.	<ul style="list-style-type: none">• Levantamento de dados;• Caracterização do sistema de abastecimento de água;• Elaboração de fluxograma de processo;• Levantamento da legislação referente aos SAA nas esferas federal, estadual e municipal.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de documentos que descrevam cada uma das etapas do SAA de maneira fidedigna;• Tempo necessário para o pessoal executar levantamento de campo;• Documentação e procedimentos desatualizados.



2.2 FORMAÇÃO DA EQUIPE

A primeira atividade do Plano de Segurança da Água está relacionada à formação da equipe, a qual deve contar com profissionais tecnicamente qualificados e comprometidos com a sua elaboração, implantação e monitoramento. Os administradores da companhia devem indicar um responsável pela coordenação da equipe, de modo a assegurar que os objetivos estabelecidos no plano sejam atingidos. Este integrante deve ter autoridade, competência e facilidade em estabelecer um bom relacionamento interpessoal com os integrantes da equipe e com a alta administração. Por sua vez, a equipe é formada por profissionais pertencentes ao quadro de funcionários da instituição responsável pela produção e distribuição de água potável. Para apoio no desenvolvimento do PSA, a equipe pode ser auxiliada por um consultor externo, cuja atuação é pontual (CRA, 2015).

É de extrema importância que a equipe envolvida no PSA tenha conhecimento adequado de todas as etapas do sistema de abastecimento, bem como dos perigos potenciais associados a cada uma delas. Em casos específicos pode ser necessário recorrer à consultoria técnica externa para auxiliar a equipe na tomada de decisões.

2.2.1 Definição de responsabilidades

Para o sucesso do PSA é de fundamental importância que as responsabilidades dos integrantes da equipe estejam definidas de forma clara. Essas responsabilidades devem ser definidas com base na capacitação de cada profissional, bem como nas atividades desenvolvidas por ele.

Recomenda-se a elaboração de um quadro que contenha um resumo das atividades e responsabilidades de cada integrante da equipe do PSA.



2.3 ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA PARA DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO PSA

Após a constituição da equipe é necessário o estabelecimento de metas e a elaboração de um cronograma que leve em consideração a complexidade das etapas e as dimensões do SAA. Esse cronograma deverá indicar claramente os prazos para o desenvolvimento de todas as atividades que constituem o PSA, além do cumprimento das metas preestabelecidas.

2.4 LEVANTAMENTO DE DADOS

O conhecimento prévio dos processos e das atividades desenvolvidas no SAA são de grande relevância, o que requer a identificação e avaliação de documentos relacionados ao projeto do sistema, rotinas operacionais e parâmetros de operação utilizados, além de relatórios de desempenho das unidades de tratamento e de monitoramento da qualidade da água, desde o manancial até o ponto de consumo, legislações pertinentes e outros dados relevantes.

Estas informações serão necessárias para a elaboração do PSA, planejamento das visitas de campo para a validação dos documentos e obtenção de informações complementares, principalmente aquelas relacionadas à possíveis alterações ocorridas no sistema.

A partir dos dados obtidos é possível definir os objetivos do PSA, que consistem, basicamente, na melhoria da operação e no controle de todas as etapas e processos associados ao sistema de abastecimento, levando-se em consideração as condições atuais do seu desempenho e possíveis demandas futuras.

2.5 ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA DE PROCESSOS

A elaboração de um fluxograma de processos do sistema de abastecimento permite obter uma visão clara e sequencial das etapas que compõem o SAA, desde a captação de água bruta até os pontos de consumo. Este fluxograma deve incluir todos os elementos da infraestrutura física, de forma a tornar possível identificar o conjunto



das etapas do processo de produção de água para consumo, para posterior identificação dos PCC associados aos potenciais perigos existentes.

A validação do fluxograma de processos deverá ser realizada mediante visitas de campo, com verificação por parte da equipe do PSA com conhecimento específico do sistema; ele deve ser periodicamente revisto para incorporar quaisquer alterações que ocorram no sistema de abastecimento.

2.6 LEVANTAMENTO DA LEGISLAÇÃO REFERENTE AOS SAA NOS NÍVEIS FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL

As referências legais são de fundamental importância para garantir a segurança da água destinada ao consumo humano, pois estabelecem padrões de qualidade com base em dados científicos e definem as competências dos órgãos gestores e fiscalizadores dos sistemas de abastecimento (MS, 2019).

2.7 AVALIAÇÃO DO SISTEMA

A etapa de avaliação do sistema é imprescindível para a validação dos dados obtidos na etapa preliminar de desenvolvimento do PSA. Isto é feito através de visitas de campo e da identificação dos pontos do SAA onde podem ocorrer algum tipo de falha operacional, sendo preciso adotar medidas de controle efetivas para garantir a segurança da água. Na **Tabela 2** estão apresentadas as atividades necessárias para a avaliação do sistema de abastecimento de água.

**Tabela 2 – Atividades necessárias para a avaliação de um PSA**

AVALIAÇÃO DO SISTEMA			
ATIVIDADES	OBJETIVOS	AÇÕES	DESAFIOS
Avaliação do sistema de abastecimento	Conhecer detalhadamente o SAA.	<ul style="list-style-type: none">• Validação das informações obtidas nas atividades preparatórias;• Descrição do sistema de abastecimento de água após a validação das informações obtidas;• Identificação de medidas de controle sanitário existentes.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de documentos que descrevam cada uma das etapas do SAA de maneira fidedigna;• Documentação e procedimentos desatualizados.
Identificação de perigos e eventos perigosos e classificação dos riscos	Identificar os pontos do SAA onde possa ocorrer alguma falha operacional permitindo que algum agente físico, químico ou biológico permaneça na água após tratamento.	<ul style="list-style-type: none">• Identificação de perigos;• Classificação de riscos;• Definição dos Pontos de Controle Críticos.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de capacitação para identificação de perigos;• Possibilidade de não se detectarem novos perigos e eventos perigosos. A avaliação de riscos proporciona uma imagem pontual do sistema e, por isso, deve ser revista periodicamente.



2.8 VALIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

As informações obtidas nas Atividades Preparatórias do PSA deverão ser validadas através de visitas de campo e, caso necessário, complementadas e atualizadas para a caracterização adequada do sistema de abastecimento. Este procedimento tem como objetivo verificar se todas as informações estão corretas para que os dados obtidos possam ser utilizados na avaliação do sistema de abastecimento e identificação dos perigos e pontos de controle críticos.

2.8.1 Descrição do Sistema

Para o desenvolvimento do PSA é importante dispor de uma descrição adequada do sistema de abastecimento de água, devendo-se levar em consideração o estado atual em que ele se encontra, uma vez que esta descrição dará suporte às etapas subsequentes, cujo objetivo é permitir a identificação dos PCC e proposição de medidas de controle para o seu gerenciamento.

As informações devem incluir os elementos constituintes e documentação sobre a qualidade da água bruta, a estrutura de tratamento e distribuição e a qualidade da água tratada e distribuída.

Muitos sistemas de abastecimento de água não dispõem de informações documentadas e atualizadas. Neste caso, para o desenvolvimento do PSA será necessária uma revisão sistemática dos documentos disponíveis para assegurar que ainda permanecem atualizados e são precisos.

A utilização de dados disponíveis no Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, Planos de Bacias e Plano Municipal de Recursos Hídricos e/ou Plano Diretor de Água, também possibilita obter informações relevantes para o desenvolvimento do PSA.

Para sistemas de abastecimento de água que não disponham da documentação indicada, deverá ser feito um esforço maior para obter uma caracterização adequada, sendo necessário elaborar um conjunto mínimo de documentos para esta finalidade.



Todas as informações obtidas por meio de consulta em base documental deverão ser validadas durante a realização de visitas de campo.

2.8.2 Identificação das medidas de controle existentes

Nesta atividade deve ser feita a verificação das práticas de controle sanitário utilizadas para assegurar o desempenho adequado do sistema de abastecimento de água. A ênfase do trabalho nesta fase é identificar todas as rotinas operacionais que se relacionam ao controle do desempenho das unidades que integram o sistema de abastecimento de água, bem como os laudos analíticos resultantes do procedimento de monitoramento existente. Também devem ser enfatizados os relatórios produzidos para o tratamento de não conformidades ocorridas no sistema de abastecimento, com a indicação das ações adotadas.

2.9 PERIGOS, RISCOS E PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS

O desenvolvimento de um PSA requer a distinção clara entre perigo e riscos. Pela definição clássica associada à ferramenta de APPCC, tem-se as seguintes definições:

PERIGO

Evento ou condição capaz de resultar em um efeito adverso à saúde do consumidor ou comprometer o abastecimento de água.

RISCO

Produto da probabilidade de ocorrência de um perigo e a severidade das consequências associadas.



Os principais perigos existentes em SAA referem-se à presença de organismos patogênicos, substâncias e compostos químicos ou condições que venham a comprometer a qualidade final da água de abastecimento e ocasionar um efeito adverso na saúde do consumidor.

Esses perigos podem estar associados a condições ou fatores naturais, principalmente no manancial de abastecimento, ou a outros fatores que podem resultar na sua presença, como acidentes, lançamento de esgoto, drenagem superficial, uso de produtos químicos e materiais com qualidade ou composição inadequada e condições operacionais fora de limites aceitáveis.

Para PSA, as ações de controle devem ser adotadas nos elementos constituintes do SAA quando existir potencial de comprometimento do seu desempenho, resultando na produção de água fora das especificações estabelecidas em norma.

Considerando-se o objetivo dos SAA, produção de uma água segura para o consumidor, o conceito de risco já foi contemplado no estabelecimento dos padrões de qualidade de água para abastecimento, de maneira que o desenvolvimento do PSA deve ser feito com base em um procedimento que identifique os pontos de controle nos quais podem ocorrer condições que contribuam para a violação dos padrões de qualidade estabelecidos para a água de abastecimento, os quais serão definidos como Pontos de Controle Críticos.

NOTA EXPLICATIVA

É importante destacar que os sistemas de abastecimento de água são constituídos por diversos elementos e que a sua operação requer um controle adequado de cada uma das etapas envolvidas, o que caracteriza um Ponto de Controle do sistema. Este Ponto de Controle é necessário para o acompanhamento do desempenho de cada uma das etapas ou atividades associadas ao SAA. Com base nisso, deve-se considerar, para efeito do PSA, a necessidade de avaliação de cada um dos pontos de controle, de forma a verificar se o mesmo é crítico para o atendimento dos objetivos do SAA.

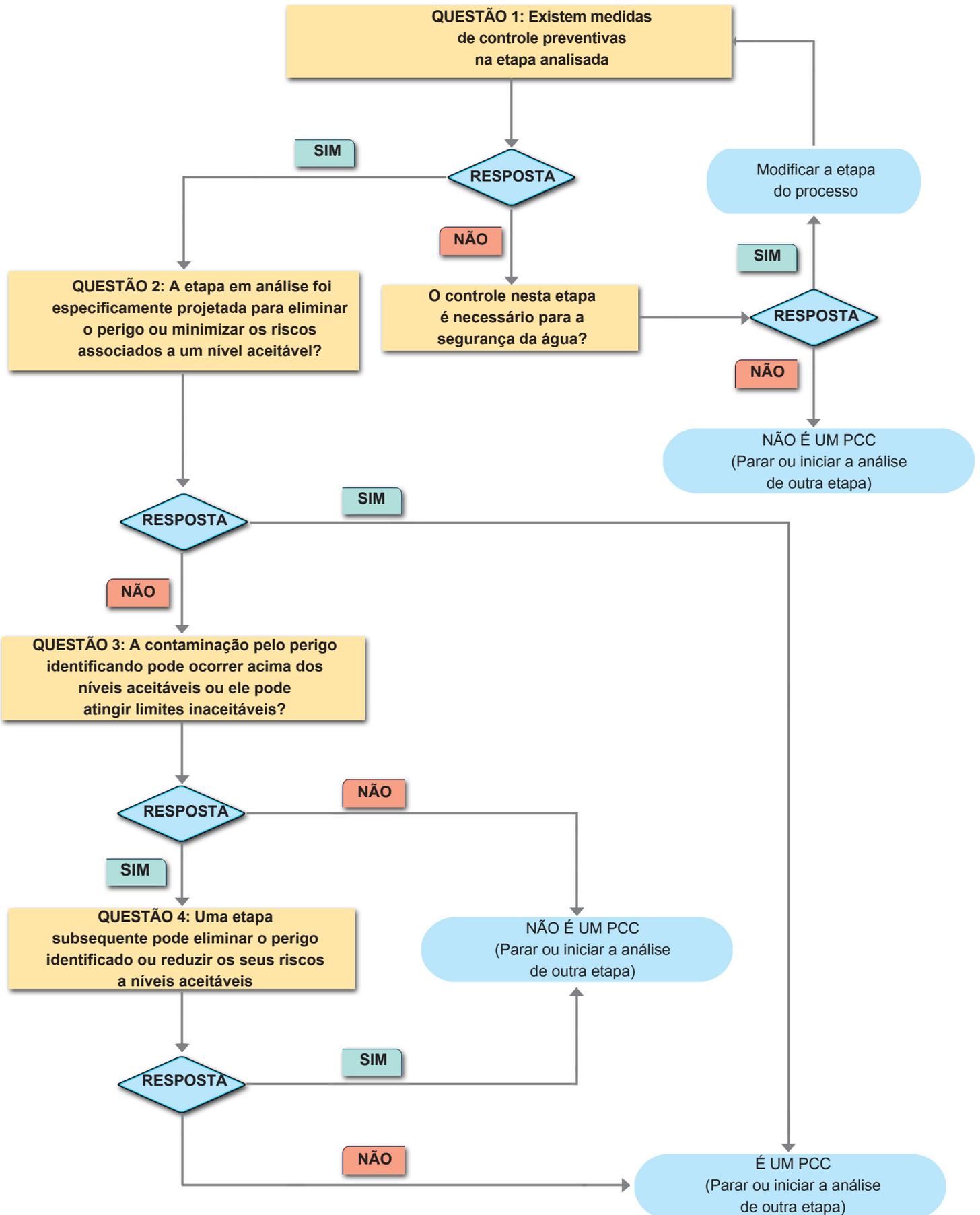


2.10 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS

A ferramenta mais adequada para o desenvolvimento do PSA é a identificação de PCC, baseada em uma árvore de decisões. A **Figura 5** (ANVS, OPAS e OMS, 2006), apresenta um modelo de diagrama, denominado de Árvore de decisão, ferramenta que permite identificar elementos, etapas ou atividades do SAA que podem contribuir para a violação dos padrões de qualidade definidos para a água de abastecimento. Sua concepção baseia-se em uma sequência de perguntas e respostas associadas aos principais perigos associados à água de abastecimento, do manancial até o ponto de consumo, o que permite concluir se uma determinada etapa ou elemento do SAA é um PCC.



Figura 5 – Árvore de Decisão para identificar pontos de controle críticos





2.11 IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE

As medidas de controle tem como principal objetivo a adoção de uma rotina de monitoramento operacional que assegure o controle dos riscos associados a todos os perigos identificados, desde o manancial até os pontos de consumo. A **Tabela 3** apresenta as atividades associadas ao monitoramento operacional do PSA.

Tabela 3 – Monitoramento operacional do PSA

MONITORAMENTO OPERACIONAL			
ATIVIDADES	OBJETIVOS	AÇÕES	DESAFIOS
Identificação e implementação medidas de controle	Reduzir os riscos de contaminação da água de abastecimento através do estabelecimento de valores limites para cada ponto de controle crítico.	<ul style="list-style-type: none">• Identificação de medidas de controle para redução dos riscos identificados;• Estabelecimento dos limites de referência para cada ponto de controle crítico;• Definição dos procedimentos de monitoramento e controle;• Elaboração de um plano de emergência.	<ul style="list-style-type: none">• Estabelecimento de limites críticos;• Estabelecimento de procedimentos de monitoramento.
Desenvolvimento de Planos de Ação	Desenvolver planos ou propor ações que reduzam o risco associado ao perigo identificado, aumentando a segurança da água.	<ul style="list-style-type: none">• Desenvolvimento dos planos e programas para implantação das medidas de controle;• Elaboração de cronograma para implantação das medidas de controle;• Definição das responsabilidades;• Validação dos planos e programas;• Monitoramento e controle operacional;• Estabelecimento das ações corretivas.	<ul style="list-style-type: none">• Estabelecimento de ações corretivas.



As medidas de controle, também chamadas de “barreiras”, são aplicadas para garantir a segurança da água. No levantamento dos pontos de controle é necessário verificar se existem ou não procedimentos para assegurar o desempenho da atividade em análise. As medidas de controle a serem estabelecidas, devem levar em consideração a característica dos riscos em cada etapa do processo, destacando-se abaixo alguns exemplos destas medidas para o SAA.

MEDIDAS DE CONTROLE NOS MANANCIAIS



Monitoramento da qualidade da água para verificar a sua adequação ao uso pretendido de acordo com as normas vigentes;



Acompanhamento do processo de proliferação de algas para a implantação de rotinas específicas de operação;



Implantação de protocolo de comunicação com órgãos públicos para a notificação de condições que podem comprometer a qualidade da água do manancial.



MEDIDAS DE CONTROLE NOS RESERVATÓRIOS DE ÁGUA BRUTA E ÁREA DE CAPTAÇÃO

✓ Localização e proteção adequadas da captação;

✓ Escolha apropriada da profundidade de captação;

✓ Construção apropriada de poços e estabelecimento de mecanismos de segurança;

✓ Localização adequada de poços;

✓ Sistemas de segurança contra intrusão;

✓ Garantia de impermeabilização adequada dos reservatórios de água bruta;

✓ Estabelecimento de programas de limpeza para remoção de detritos e outros materiais



MEDIDAS DE CONTROLE NO TRATAMENTO



Formação de recursos humanos com capacitação adequada;



Tratamento alternativo para dar resposta a situações que ocorram sazonalmente;



Controle de produtos químicos usados no tratamento;



Controle do funcionamento de equipamentos;



Procedimentos para a determinação da dosagem de produtos químicos;



Otimização dos processos de tratamento;



Esquemas de segurança para prevenir sabotagem e atividades ilegais;



Gestão adequada de estoques de produtos químicos.



MEDIDAS DE CONTROLE NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

- ✓ Manutenção programada do sistema de distribuição;
- ✓ Disponibilidade de sistemas de reserva (energia elétrica);
- ✓ Dosagem de cloro residual em pontos estratégicos;
- ✓ Proteção de tubulações e reservatórios;
- ✓ Boas práticas para trabalhos de manutenção de redes e reservatórios e posteriores trabalhos de desinfecção;
- ✓ Garantia de pressões adequadas na rede;
- ✓ Disponibilidade de sistemas de prevenção contra atos de sabotagem e de atividades clandestinas;
- ✓ Programa de identificação de vazamentos e reparos.



Tanto as medidas de controle existentes como aquelas estabelecidas durante a implementação do PSA devem ser validadas por meio de um procedimento de rotina. Se a medida já existe é importante avaliar a necessidade ou não de alterá-la em função da sua eficácia. Não se deve avaliar e validar uma medida de controle de forma isolada, pois muitas vezes o desempenho dessa medida pode influenciar o de outra.

A validação pode ser feita através de visitas de campo, análise laboratoriais ou visitas do agente regulador. Em todos os casos, a avaliação deve ser feita com base nos limites críticos estabelecidos.

As ações de controle devem priorizar os elementos ou etapas do sistema que possam ter maior influência sobre a qualidade final da água a ser distribuída. Algumas ações podem ser muito simples, como a mudança de rotina operacional, enquanto outras requerem intervenções na estrutura de tratamento, com a necessidade de aporte de recursos financeiros. Essas ações devem ser priorizadas de acordo com a relevância para assegurar a qualidade da água a ser distribuída pelo SAA.

2.12 ESTABELECIMENTO DOS LIMITES DE REFERÊNCIA

Limites de referência, ou limites críticos (LC), devem ser estabelecidos para todos os PCC identificados para assegurar que o nível aceitável não seja excedido. Os limites críticos precisam ser mensuráveis e, no caso de monitoramento da água, devem, no mínimo, atender aos critérios de projeto da etapa de tratamento ou aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

Para os LC podem ser adotadas outras legislações, desde que não sejam conflitantes com as nacionais. É possível também estabelecer LC baseados em dados subjetivos, como inspeção visual do processo.



2.13 DEFINIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

Todas as medidas de controle devem ter monitoramento operacional definido de forma clara para garantir a verificação e comparação com as metas de qualidade da água. Isto facilita o acompanhamento do desempenho das ações de controle estabelecidas e a verificação da sua efetividade. Caso sejam observados resultados inadequados ou fora dos limites de controle, devem ser adotadas ações corretivas.

Para o monitoramento é necessário ter disponibilidade de:

- ▶ Equipamentos;

- ▶ Métodos de calibração aplicáveis;

- ▶ Frequência de monitoramento;

- ▶ Responsabilidade do monitoramento;

- ▶ Registros e métodos de verificação;

- ▶ Avaliação e validação dos resultados.

Os métodos de monitoramento e a frequência devem verificar o atendimento dos parâmetros estabelecidos e quando os limites críticos forem excedidos devem ser adotadas as medidas corretivas visando eliminar ou minimizar os riscos à população. Nesta situação o ideal é que o monitoramento seja feito por meio de análises que apresentem resultados em curto espaço de tempo, pois o risco está presente e as ações necessárias devem ser adotadas de forma rápida e eficaz.



Para atender ao plano de monitoramento, os parâmetros a serem analisados pela área responsável devem ser aqueles existentes nas legislações ambientais para água bruta e de saúde para água potável, além dos parâmetros de projeto definidos em normas técnicas específicas.

O plano de monitoramento deve contemplar todos os PCC visando fornecer subsídios para a área operacional atuar na correção das possíveis anomalias detectadas.

Sempre que houver alguma ação corretiva, será necessário avaliar o que motivou a sua realização e a qual perigo e etapa do SAA ela está associada, para possibilitar a revisão das medidas de controle existentes.

2.14 ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA/CONTINGÊNCIA

Apesar de todo o sistema de abastecimento de água ser objeto de monitoramento, no âmbito do processo de controle do PSA, podem ocorrer situações excepcionais, tais como desastres naturais, ações humanas e outros incidentes inesperados que coloquem em risco a segurança da água e, por um período, a saúde pública. Frente a essa possibilidade, recomenda-se que a entidade gestora elabore um Plano de Emergência, integrando planos de ação para responder rapidamente a tais situações.

Um Plano de Contingência, elaborado para alertar potenciais vulnerabilidades associadas a um determinado sistema de abastecimento, pode ser estruturado em três tópicos:



- ▶ Aspectos gerais, que incluem elementos informativos básicos sobre o plano e sobre a entidade gestora, necessários a uma fácil consulta por parte de pessoal com responsabilidade de ação interna e externa, bem como de entidades oficiais diretamente relacionadas com a proteção civil e com a saúde pública;
- ▶ Planos de emergência, que devem refletir as etapas essenciais necessárias para iniciar, dar continuidade e encerrar uma ação de resposta a um evento excepcional; e
- ▶ Anexos de suporte, contendo informação essencial aos planos de emergência e textos de documentos legais aplicáveis. Destes anexos podem ainda constar assuntos relacionados com investigação pós-acidente, histórico de incidentes, relatórios de acompanhamento, formação e simulações em contexto real, crítica ao plano e alterações ao processo, prevenção e análises de conformidade. A **Tabela 4** apresenta alguns exemplos de eventos excepcionais.

Tabela 4 – Exemplos de eventos excepcionais

TIPO DE EVENTO	DESCRIÇÃO
Desastres naturais	<ul style="list-style-type: none">• Inundações;• Secas;• Ventos ciclônicos;• Sismos.
Ações humanas	<ul style="list-style-type: none">• Sabotagem/bioterrorismo;• Vandalismo;• Derramamento acidental de produtos químicos perigosos.
Incidentes inesperados	<ul style="list-style-type: none">• Incêndio;• Interrupção no abastecimento de energia;• Falhas em equipamentos mecânicos;• Interrupção do abastecimento de água;• Contaminação de produtos químicos usados na ETA;• Problemas com pessoal (perda de operador, emergência médica);• Contaminação acidental no sistema de abastecimento de água (surto epidêmico, ligações cruzadas acidentais).



Durante uma emergência, pode ser necessário modificar o tratamento da água das fontes habituais ou, então, recorrer temporariamente a outra fonte de água, caso disponível. Pode ser preciso aumentar a dosagem do agente de desinfecção na fonte ou contar com um tratamento de desinfecção adicional, por exemplo, a dosagem do agente de desinfecção no sistema de distribuição (rede ou reservatórios).

Nas situações emergenciais, os seguintes aspectos devem ser observados:

- ▶ Necessidade de intensificação do monitoramento;

- ▶ Definição de responsabilidades e autoridades, tanto as internas à organização como as externas;

- ▶ Utilização de planos para o fornecimento de água em situações emergenciais;

- ▶ Protocolos e estratégias de comunicação, inclusive os procedimentos de notificação (interna, ao organismo de regulamentação, aos meios de comunicação e à população);

- ▶ Mecanismos para aumentar a vigilância da saúde pública;

- ▶ Ensaio periódico do procedimento de emergência.

Algumas perguntas podem ser feitas para a busca do que ou porque houve o acidente:

- ▶ Qual foi a causa do problema?

- ▶ Como o problema foi detectado ou reconhecido originalmente?

- ▶ Que medidas eram mais necessárias?



▶ Que problemas de comunicação surgiram e como foram resolvidos?

▶ Que consequências o problema causou (imediatas e a longo prazo)?

▶ Como funcionaram os procedimentos de emergência?

2.15 DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS E PROGRAMAS PARA IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE

As medidas de controle implantadas devem ser incluídas no plano de ação para melhoria, documentando-se, pelo menos, os seguintes aspectos:

▶ Objetivo da ação de melhoria e justificativa da sua adoção;

▶ Ação específica a ser adotada para a melhoria;

▶ Responsável pela implementação da ação de melhoria;

▶ Data de execução;

▶ Estado da ação;

▶ Reuniões onde se avaliaram e aprovaram as opções de controle;

▶ Especificações de projeto, documentação técnica sobre o sistema e o seu desempenho.



A comunicação ao longo da cadeia de produção de água é essencial para assegurar que todos os perigos relevantes para a segurança da água sejam identificados e adequadamente controlados em cada elo das etapas que compõem o SAA.

Protocolos de comunicação são importantes e podem ser divididos em internos e externos. Os protocolos internos são para os colaboradores (cliente interno), os protocolos externos servem para informar ao consumidor, ou seja, o cliente externo e a autoridade regulatória.

As formas de comunicação podem incluir:

- ▶ Folhetos;

- ▶ Internet;

- ▶ Relatórios periódicos;

- ▶ Notificação às autoridades.

2.16 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO E RESPONSABILIDADES

O PSA deverá contemplar a elaboração de um cronograma específico para a implantação de medidas de controle, validado pela Direção, considerando a implantação das ações de acordo com prioridade estabelecida.

2.17 VALIDAÇÃO DOS PLANOS E PROGRAMAS

Os planos e programas contemplados no PSA devem ser validados, monitorados e verificados. Uma vez que a eficácia das medidas de controle dos perigos foi demonstrada, deve-se garantir que elas sejam aplicadas adequadamente. Uma vez aprovados, os planos deverão ter prazos para implantação.



2.18 MONITORAMENTO E CONTROLE OPERACIONAL

O arquivo da documentação é um requisito fundamental do PSA pois permite acesso fácil ao acervo de informações úteis, que correspondem a processos de decisão e seus impactos, resultados de monitoramento, em condições normais e extraordinárias, a responsabilidade pelas ações tomadas e a conformidade do sistema descrito no PSA.

Devem ser incluídos todos os documentos necessários para assegurar o desenvolvimento eficaz, a implementação e a atualização do PSA, entre os quais:

- ▶ Avaliação do sistema de abastecimento;

- ▶ Resultados da análise de perigos e pontos de controle críticos;

- ▶ Ações de controle desenvolvidas;

- ▶ Planos e programas de desenvolvidos;

- ▶ Monitoramento operacional programado;

- ▶ Procedimentos sistematizados para a gestão de qualidade da água, incluindo documentação e comunicação;

- ▶ Desenvolvimento de programas para renovação e aprimoramento do sistema;

- ▶ Estabelecimento de protocolos apropriados para responder a incidentes (planos de emergência);

- ▶ Atividades de formação das pessoas envolvidas no PSA;

- ▶ Resultados das auditorias de avaliação;

- ▶ Controle de revisões.



Os registros de desempenho do sistema (resultados laboratoriais, medições físicas no local e inspeções visuais) devem ser preparados e mantidos para evidenciar a sua conformidade com os requisitos de eficácia exigidos ao funcionamento do PSA e devem permanecer disponíveis a todos. A documentação e os sistemas de registro devem ser simples e detalhados, de modo a permitir operações de controle adequadas, sendo de particular importância aqueles relativos à não conformidades, acidentes e emergências, pois contêm informações essenciais para a preparação, prevenção e planejamento de eventos futuros.

2.19 DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO PARA GESTÃO DO PSA

Após identificação dos perigos e a definição de medidas de controle operacionais é necessário o estabelecimento de um plano de gestão capaz de garantir que todas as medidas de controle e operacionais estejam sendo aplicadas de forma a garantir a segurança da água. A **Tabela 5** apresenta as atividades que devem ser contempladas em um plano de gestão, bem como seus objetivos e desafios.

Tabela 5 – Atividades a serem contempladas nos planos de gestão

PLANOS DE GESTÃO			
ATIVIDADES	OBJETIVOS	AÇÕES	DESAFIOS
Avaliação e revisão do PSA	Desenvolvimento de procedimentos efetivos para a gestão do PSA.	<ul style="list-style-type: none">• Realização de auditorias do PSA;• Identificação de não conformidades;• Proposição de melhorias;• Revisão do PSA.	<ul style="list-style-type: none">• Estabelecimento de procedimentos para a gestão de rotina;• Estabelecimento de procedimentos para a gestão em condições excepcionais;• Estabelecimento de documentação e de protocolos de comunicação.

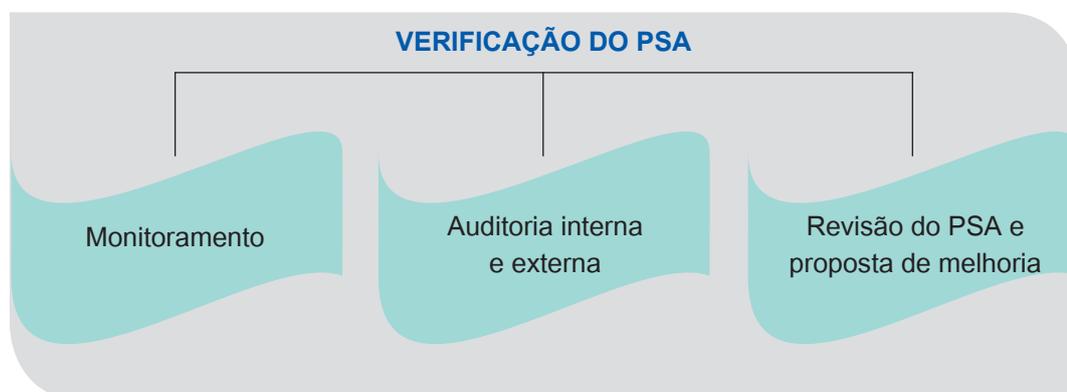


2.20 AUDITORIA DO PSA

A verificação tem como objetivo o controle final sobre a eficiência global do PSA, abrangendo toda a cadeia de abastecimento de água, garantindo o fornecimento contínuo de água de acordo com os objetivos de segurança estabelecidos e em conformidade com as normas legais. Recomenda-se que esta verificação seja efetuada por uma equipe interna da companhia de abastecimento, ou externa com funções de auditoria. A obrigatoriedade de implementação do PSA por parte das autoridades competentes pode proporcionar a oportunidade para criar mecanismos de auditoria externa realizados por organismo independente.

A verificação envolve as três atividades apresentadas na **Figura 6**, que, em conjunto, permitem demonstrar que o PSA está funcionando de forma eficaz.

Figura 6 – Atividades para verificação do PSA





Esta verificação deve demonstrar que a concepção global e a operação do sistema são capazes de fornecer água que atenda aos objetivos estabelecidos com base em critérios de saúde. Caso os objetivos não sejam atendidos, o plano de melhoria deve ser revisto e alterado.

Com uma periodicidade determinada, a equipe deve realizar auditorias internas para confirmar se o PSA está em conformidade com os pressupostos da sua implementação, assegurando-se, desta forma, que a qualidade da água e os riscos estejam controlados. As auditorias podem também envolver avaliações e revisões externas realizadas por autoridades reguladoras ou por auditores independentes.

O programa de auditoria deve estabelecer de forma clara os processos que devem ser auditados, bem como possibilitar o desenvolvimento de ações para o aprimoramento do PSA, com base nos resultados da auditoria. A frequência da sua realização dependerá do nível de confiança exigido pela entidade gestora de abastecimento de água e das autoridades reguladoras.

Os critérios, métodos e a frequência a serem adotados na realização das auditorias, assim como os resultados de relatórios e manutenção de registros, devem estar definidos em procedimento documentado. Os resultados da auditoria serão utilizados pela administração para a proposta de revisão do PSA.

O responsável pela área de auditorias deve assegurar a adoção das ações necessárias para identificar as não conformidades detectadas e as suas causas, para que estas sejam consideradas na revisão do PSA.

A equipe responsável pelo PSA deve ter conhecimento dos resultados da auditoria para confirmar que o seu desempenho geral satisfaz os requisitos propostos e identificar a necessidade de atualização ou sua melhoria.



2.20.1 Identificação de não conformidade

Todas as medidas de controle devem possuir procedimentos definidos que validem sua eficácia de acordo com os limites pré-definidos.

No caso de se obterem resultados inadequados, é necessário elaborar planos de aplicação de ações para corrigir a situação e compreender os motivos da sua existência. A frequência do monitoramento de verificação depende do nível de confiança exigido pela entidade gestora de abastecimento de água e das autoridades reguladoras. O regime de monitoramento deve incluir uma revisão, em intervalos regulares, e quando ocorrem alterações, planejadas ou não, no sistema de abastecimento.

Outro ponto importante está na satisfação dos consumidores, embora nem sempre considerada, é um elemento essencial para avaliar o desempenho de um sistema de abastecimento de água. Frequentemente, as verificações e reclamações dos consumidores quanto à qualidade da água ou a outros aspectos da prestação do serviço ajudam a identificar aspectos específicos de necessidade de melhoria do PSA. Neste contexto, a participação de representantes dos consumidores de um determinado sistema de abastecimento pode ser uma ferramenta útil na verificação da eficácia do PSA. Esta consideração pode ser determinante para que consumidores insatisfeitos com o serviço prestado procurem fontes alternativas de abastecimento menos seguras.

2.20.2 Propostas de melhorias

O objetivo do PSA é fornecer ferramentas para avaliar e melhorar as condições do Sistema de Abastecimento de Água, estabelecer processos para verificar a eficiência da gestão dos sistemas de controle e da qualidade da água produzida.

O PSA cria a possibilidade de articulação entre políticas de saneamento e de recursos hídricos com diferentes reguladores de forma a implementar as medidas de controle específicas para os serviços de saneamento, a fim de alcançar a segurança da água potável.



A melhoria no desempenho do SAA e da oferta de uma água segura requerem o aprimoramento de sistemas de controle e dos processos de tratamento de água, o que enseja a busca por inovação tecnológica para os procedimentos de monitoramento e tecnologias de tratamento de água.

2.20.3 Revisão do PSA

A equipe responsável deve se reunir e rever periodicamente o PSA. O processo de revisão é fundamental para a execução global do plano e fornece a base a partir da qual podem ser feitas avaliações futuras. Na sequência de uma emergência ou incidente, o risco deve ser reavaliado e pode ser necessário implementar ações de melhoria ou atualização do plano.

A revisão do PSA deve ser feita com base nos resultados de auditorias, considerando-se as não conformidades identificadas. Manter o PSA atualizado garante que outros riscos, que podem ameaçar a produção e distribuição de água potável, sejam regularmente avaliados e resolvidos.

Exemplo de pontos de verificação do PSA para revisão:

- ▶ Alterações da composição da equipe do PSA;

- ▶ Mudanças no processo de captação, tratamento ou distribuição;

- ▶ Análise dos dados operacionais e tendências;

- ▶ Validação de novos controles;

- ▶ Revisão de verificação;

- ▶ Relatórios de auditorias internas e externas;

- ▶ Novas regulamentações.



Recomenda-se que o PSA seja reavaliado periodicamente entre dois e cinco anos. Uma das grandes vantagens em realizar a revisão periódica do PSA é considerar os perigos e problemas emergentes, com repercussão direta na redução da severidade de incidentes e emergências que podem comprometer a garantia de água segura para o abastecimento público.



3. EXEMPLOS DE PREPARAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PSA

Conforme apresentado na **Figura 1**, capítulo 2, o PSA é composto por quatro etapas distintas:

- ▶ Atividades preliminares;

- ▶ Avaliação do sistema;

- ▶ Monitoramento operacional;

- ▶ Desenvolvimento de planos de gestão.

As etapas devem ser detalhadas com a utilização de exemplos práticos de cada uma das ações necessárias para o seu desenvolvimento.

3.1 ATIVIDADES PREPARATÓRIAS

A) Formação da equipe responsável

A formação da equipe para o desenvolvimento do PSA é uma atividade preliminar de grande relevância para garantia do seu sucesso. Esta atividade é de responsabilidade dos dirigentes da companhia, já que eles deverão assegurar a disponibilidade dos recursos humanos, materiais e financeiros para a condução de todas as atividades necessárias. Isto significa dizer que ela deve estar comprometida com esta atividade.

Para isto, os dirigentes da companhia deverão indicar um profissional que será responsável pelo PSA. Como atributos específicos, o profissional indicado deverá:



- Ter habilidade de liderar e motivar a equipe, além de ser o interlocutor direto com a alta administração;
- Formar uma equipe composta por pessoas capacitadas para elaborar e implantar o PSA. Durante a formação da equipe, o responsável deve levar em consideração a dimensão do SAA, além de considerar a formação de uma equipe multidisciplinar, garantindo o conhecimento necessário sobre:
 - Legislação aplicada ao controle da qualidade da água para abastecimento público;
 - Métodos de análises para o controle da qualidade da água;
 - Processos e operações unitárias utilizadas para o tratamento de água;
 - Parâmetros operacionais dos sistemas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição de água;
 - Rotinas de laboratório;
 - Manutenção dos sistemas;
 - Monitoramento da eficiência do sistema;
 - Elaboração de procedimentos de verificação e controle.

B) Definição das responsabilidades de cada integrante da equipe

As responsabilidades dos componentes da equipe devem ser estabelecidas de acordo com sua capacitação.



Exemplo:

- **Laboratorista** – Elaborar rotinas de realização de análises para acompanhamento da qualidade da água nos diferentes pontos do SAA;
- **Operador da estação** – Elaborar rotinas para verificação e acompanhamento dos parâmetros operacionais da Estação de Tratamento.

Sugere-se a elaboração de uma tabela que deve ser fixada em um local onde todos os integrantes da equipe tenham acesso, conforme exemplo apresentado na **Tabela 6**.

Tabela 6 – Integrantes da equipe responsável pelo PSA

Nome	Telefone	E-mail	Cargo	Responsabilidades
José Souza			Engenheiro	Responsável pelo PSA
Maria Dias			Supervisor de qualidade	Monitoramento da qualidade da água
Pedro Cardoso			Laboratorista	Acompanhamento da qualidade da água nos diferentes pontos do SAA
Roberto Campos			Chefe de operação e manutenção de rede	Acompanhamento do funcionamento e manutenção dos equipamentos do SAA e estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva
Julia Santos			Bióloga	Controle sanitário

C) Elaboração de cronograma para desenvolvimento do PSA

A elaboração do cronograma deve contemplar todas as etapas que compõem o PSA estabelecendo tempo para desenvolvimento de cada ação e levar em consideração a complexidade e dimensão do sistema de abastecimento. O **Quadro 1** apresenta um modelo de cronograma.



Quadro 1 – Cronograma para elaboração e implantação de um PSA

CRONOGRAMA PARA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA																					
Etapas do PSA	Ações	Semana																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Atividades preparatórias	Formação da Equipe Responsável																				
	Organização da equipe	█																			
	Definição de responsabilidades	█																			
	Elaboração do cronograma	█																			
	Levantamento de dados		█	█																	
	Caracterização dos SAA			█	█																
	Elaboração do fluxograma				█	█															
Levantamento de legislação aplicável				█	█																
Avaliação do sistema	Avaliação do sistema de abastecimento																				
	Validação das informações obtidas nas atividades preparatórias						█	█													
	Descrição do sistema de abastecimento de águas após a validação das informações						█	█													
	Identificação dos perigos							█													
	Identificação de perigos e classificação de riscos																				
	Identificação dos perigos							█	█												
Definição de Pontos Críticos de Controle							█	█													
Monitoramento operacional	Propostas de medidas de controle																				
	Proposição de medidas de controle para os riscos identificados										█	█									
	Estabelecimento dos limites de referência para cada Ponto Crítico de Controle										█	█									
	Definição dos procedimentos de monitoramento e controle										█	█									
	Elaboração de um plano de emergência												█								
	Desenvolvimento de Planos de Ação																				
	Desenvolvimento de planos e programas associados às medidas de controle													█							
	Elaboração de cronograma para implantação das medidas de controle														█						
	Definição das responsabilidades														█						
	Validação dos planos e programas desenvolvidos														█	█					
Monitoramento e controle operacional															█						
Estabelecimento de ações corretivas																█					
Planos de gestão	Atividades de revisão do PSA																				
	Realização de auditorias do PSA																		█	█	
	Identificação de não conformidades																		█	█	
	Proposição de melhorias																			█	█
Revisão do PSA																				█	█



D) Descrição do Sistema de Abastecimento

A equipe já constituída deve realizar o levantamento de dados relativos ao SAA, conforme exemplos apresentados na **Tabela 7**.

Tabela 7 – Exemplos de informações que podem ser consideradas na descrição do sistema de abastecimento de água (continua nas próximas págs.)

Etapa do Sistema	Informações a serem obtidas
Manancial	<ul style="list-style-type: none">• Enquadramento do manancial, conforme a legislação vigente;• Qualidade da água;• Existência de Comitês de Bacias, Planos Diretores de Recursos - Hídricos, Planos de Saneamento, Programas de proteção de nascentes e da bacia hidrográfica e zoneamento ambiental;• Padrões de uso e ocupação da bacia de captação e entorno do manancial;• Medidas de proteção existentes;• Ocorrência de florações de algas;• Monitoramento da qualidade da água bruta.
Captação de água bruta	<ul style="list-style-type: none">• Autorização para a captação de água (outorga);• Localização da captação;• Características construtivas e operacionais;• Estado de conservação das estruturas e equipamentos de captação;• Facilidade de acesso ao local de captação;• Proteção contra entrada de pessoas estranhas;• Programas de manutenção dos componentes da captação;• Existência de sistemas para dosagem de produtos químicos.
Adução	<ul style="list-style-type: none">• Características construtivas do sistema de adução e material;• Procedimentos de manutenção existentes;• Capacidade de projeto e de operação atual;• Detalhes de projeto;• Condições de funcionamento e estado de conservação;• Problemas existentes;• Dados dimensionais;• Instrumentos existentes (medidores de pressão, perda de carga ou vazão).
Pré- tratamento	<ul style="list-style-type: none">• Principais componentes;• Dosagem de produtos químicos;• Parâmetros de projeto e operacionais.



**Tabela 7 – Exemplos de informações que podem ser consideradas na descrição do sistema de abastecimento de água (cont.)**

Etapa do Sistema	Informações a serem obtidas
Produtos químicos	<ul style="list-style-type: none">• Produtos químicos utilizados no processo de tratamento;• Laudo de controle de qualidade dos fornecedores;• Armazenamento dos produtos químicos;• Controle da qualidade dos produtos;• Descarte de produtos químicos.
Unidade de Coagulação/floculação	<ul style="list-style-type: none">• Parâmetros de projeto dos componentes, características construtivas e controle operacional;• Dosagem de produtos químicos e rotinas de verificação;• Gradientes de mistura e floculação;• Tempos de mistura rápida e floculação.
Decantação	<ul style="list-style-type: none">• Parâmetros de projeto dos componentes, características construtivas e controle operacional;• Número de unidades;• Parâmetros de operação atuais;• Eficiência de remoção de sólidos;• Procedimento para descarte de lodo.
Filtração	<ul style="list-style-type: none">• Parâmetros de projeto e características construtivas;• Características do material filtrante;• Eficiência de remoção de sólidos;• Parâmetros de operação atuais;• Tempo da campanha de filtração;• Procedimento de retrolavagem;• Histórico de desempenho;• Destinação da água de retrolavagem.
Desinfecção	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de agente de desinfecção;• Dosagem de produtos químicos;• Estudos de demanda do agente de desinfecção;• Parâmetros de projeto e características da câmara de desinfecção;• Formação de subprodutos;• Eficiência de destruição de indicadores de patógenos;• Concentração residual após o tempo contato.
Fluoretação	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de produto químico utilizado;• Faixa de dosagem;• Características de operação dos componentes do sistema.





Tabela 7 – Exemplos de informações que podem ser consideradas na descrição do sistema de abastecimento de água (cont.)

Etapa do Sistema	Informações a serem obtidas
Reservatórios de serviço	<ul style="list-style-type: none">• Características de projeto;• Tempo de detenção hidráulico;• Procedimentos de limpeza e manutenção;• Controle de acesso;• Monitoramento do nível;• Equipamentos de controle de nível e extravasamentos.
Rede de distribuição	<ul style="list-style-type: none">• Características do projeto do sistema de distribuição;• Condições atuais de operação (vazão e pressão);• Características dimensionais;• Componentes utilizados para controle de vazão e pressão;• Proteção de retorno de água domiciliar;• Procedimentos de limpeza e manutenção;• Monitoramento da concentração residual do agente de desinfecção;• Rotina de monitoramento e controle de subprodutos da desinfecção;• Problemas estruturais;• Condições de funcionamento e estado de conservação;• Variação de pressão;• Localização e ano da construção;• Histórico de problemas e procedimentos de manutenção;• Controle de vazamentos;• Pontos de monitoramento da qualidade água e adição de produtos químicos.

Caso os documentos necessários não estejam disponíveis, a equipe do PSA deverá desenvolver uma documentação que permita a caracterização básica do sistema de abastecimento de água. Ressalta-se que os exemplos indicados na **Tabela 7** não exaurem as informações necessárias para a caracterização adequada do SAA e podem ser complementadas em função da experiência da equipe técnica.



E) Caracterização do SAA

A caracterização do SAA deve ser feita com base nas informações obtidas na etapa de levantamento de dados e deve conter um detalhamento das características das unidades que compõem o SAA, podendo-se utilizar como exemplo, as seguintes informações:

- Tipos de uso e ocupação do solo predominantes na área de contribuição do manancial;
- Tipo de manancial e tempo de detenção hidráulico;
- Características hidráulicas das adutoras de água bruta e tratada;
- Características das estações elevatórias;
- Características do sistema de tratamento de água e parâmetros operacionais e de projeto;
- Características dos reservatórios;
- Características da rede de distribuição.

Estas informações vão auxiliar na elaboração do fluxograma de processos do sistema que está sendo avaliado.

F) Elaboração do Diagrama do SAA

O diagrama do SAA deve ser elaborado com base nas características identificadas na etapa anterior, conforme exemplos apresentados nas **Figuras 7 a 9**.



Figura 7 – Exemplo de diagrama de um SAA

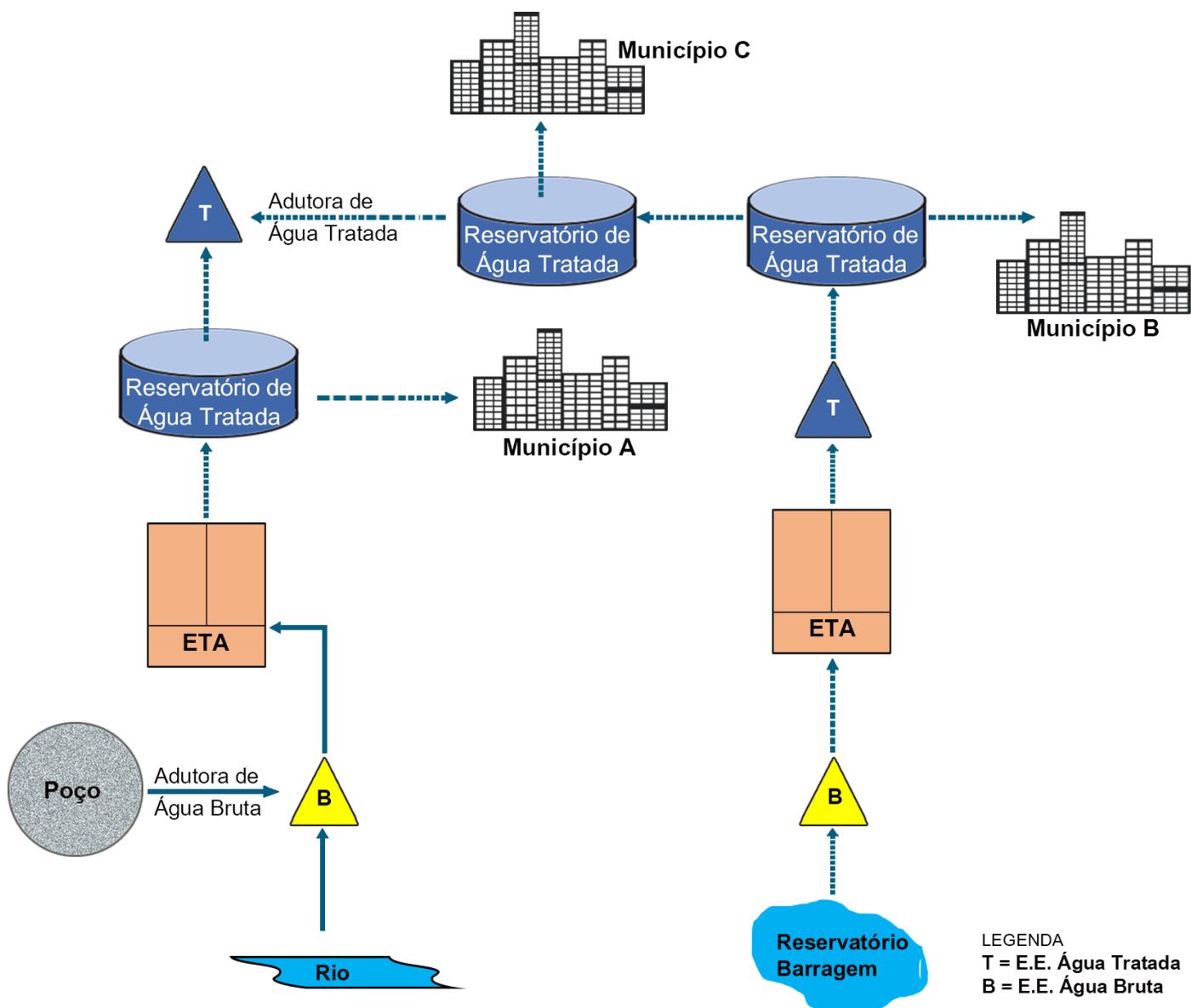




Figura 8 – Exemplo de diagrama de um SAA

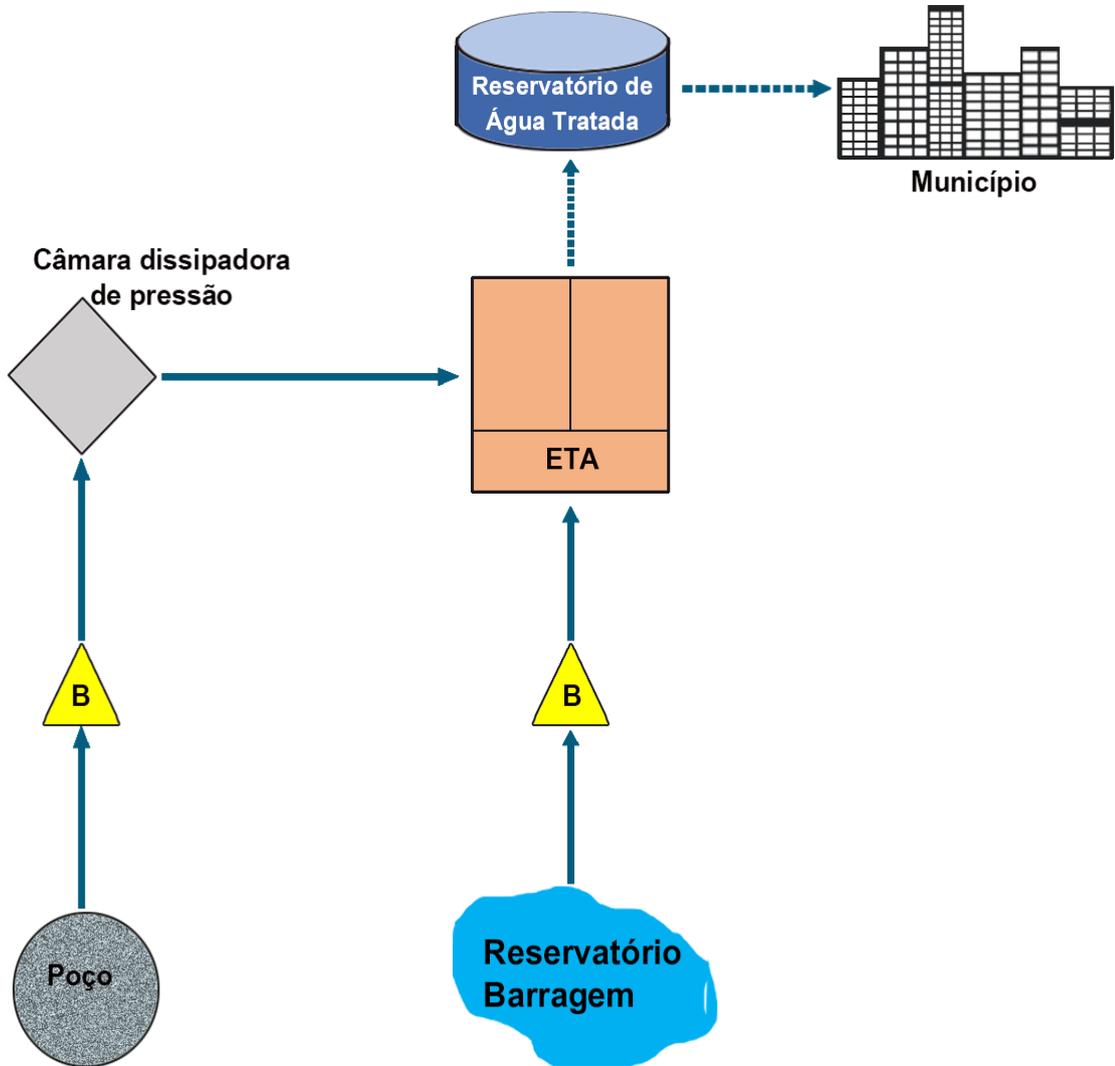
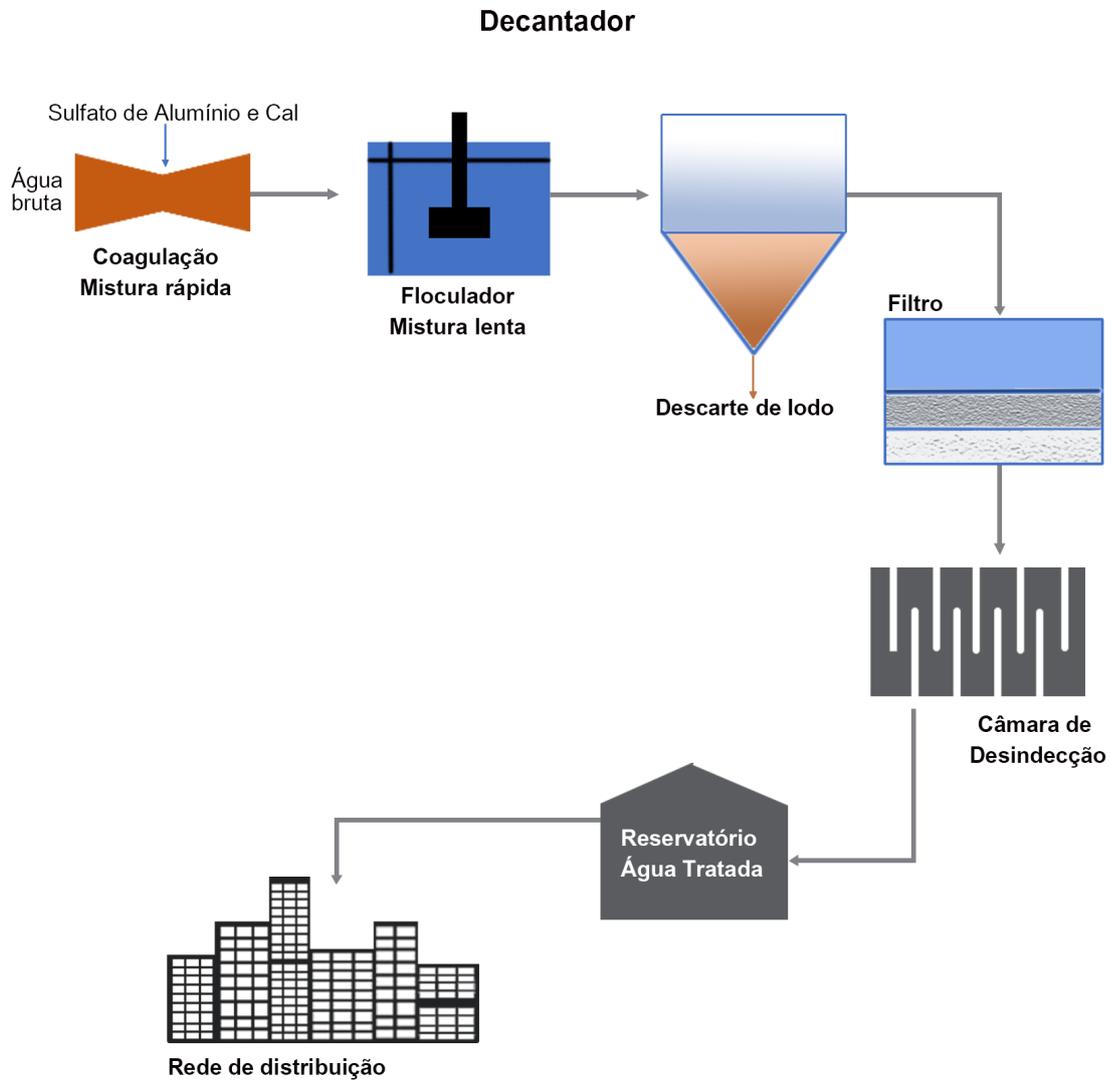




Figura 9 – Exemplo de diagrama de um SAA





G) Legislação referente ao SAA e aspectos institucionais

O PSA deve ser desenvolvido levando-se em consideração a legislação vigente no país nas esferas federal, estaduais e municipais. As principais regulamentações associadas à segurança da água compostas por leis, decretos, resoluções e portarias vigentes encontram-se descritas a seguir:

LEGISLAÇÃO FEDERAL

Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A PNRH institui instrumentos de gestão de recursos hídricos como: Planos de Recursos Hídricos, Enquadramento dos Corpos d'Água, Outorga dos direitos de uso dos Recursos Hídricos, Cobrança pelo uso da água, entre outros, promovendo, com isso, o uso sustentável dos Recursos Hídricos.

Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Decreto 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.



Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007

Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008

Dispõe sobre a classificação e padrões das águas subterrâneas, além de estabelecer diretrizes ambientais para prevenção e controle da poluição destas águas.

Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011

Dispõe sobre as condições e os padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.

Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017

Em seu anexo XX, dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Estabelece que toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Determina ainda as competências e responsabilidades da União, dos estados e municípios em relação aos sistemas de abastecimento.



LEGISLAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Decreto nº 8468 de 08 de setembro de 1976

Classifica as águas interiores situadas no Estado de São Paulo de acordo com os usos preponderantes. Estabelece os padrões de qualidade dos cursos d'água de acordo com sua classificação, os padrões para lançamento de efluentes nas águas interiores ou costeiras, superficiais e subterrâneas e determina as competências da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991

Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH), visando assegurar o uso múltiplo das águas e minimizar os problemas associados à degradação de sua qualidade.

Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997

Estabelece diretrizes e normas para a proteção e a recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento das populações atuais e futuras do Estado de São Paulo, assegurados, desde que compatíveis, os demais usos múltiplos.



LEGISLAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Lei nº 10.793 de 03 de julho de 1992

Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado, estabelecendo diretrizes para uso e ocupação do solo no entorno dos destes mananciais.

Lei 13199 de 29 de janeiro de 1999

Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos assegurando o controle do uso da água em termos quantitativos e qualitativos, e estabelece o enquadramento dos corpos d'água em função dos usos preponderantes.



DELIBERAÇÕES DOS COMITÊS PCJ

É importante destacar a atuação dos Comitês PCJ na elaboração e divulgação de material técnico e de apoio para a gestão de recursos hídricos, assim como para os demais temas relacionados à água. Neste aspecto são relevantes as seguintes deliberações (Comitês PCJ, 2018 A e B):

Deliberação dos Comitês PCJ nº 307/2018, de 14/12/2018

Aprova a Revisão da Política de Recuperação, Conservação e Proteção dos Mananciais no âmbito da área de atuação dos Comitês PCJ – Política de Mananciais PCJ e dá outras providências.

Deliberação dos Comitês PCJ nº 309/2018, de 14/12/2018

Aprova a Política de Saúde Ambiental no âmbito da área de atuação dos Comitês PCJ, que dispõe sobre as Ações de Saúde Ambiental nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacias PCJ) seus fins e mecanismos de formulação e aplicação de recursos financeiros das Cobranças PCJ e demais fundos financeiros.

ASPECTOS INSTITUCIONAIS

O SINGREH é o conjunto de órgãos e colegiados, instituído pela Lei das Águas (nº 9.433/97), que tem como principal objetivo gerir os recursos hídricos de forma democrática e participativa, por meio das seguintes ações:

- ▶ Coordenar a gestão integrada das águas;
- ▶ Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- ▶ Planejar, regular e controlar o uso, bem como a recuperação dos corpos d'água;
- ▶ Promover a cobrança pelo uso da água.



Para que o processo de gestão pudesse atender as necessidades específicas de cada região, em 11 de novembro de 1987 foi criado o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo-CRH (Decretos nº 27.576/1987 e nº 57.113/2011). O CRH é composto por 33 conselheiros, 11 representando o Estado, 11 representando os municípios e 11 a sociedade civil. Como representantes dos estados são indicados representantes das seguintes secretarias:

- ▶ Saneamento e Recursos Hídricos, que o presidirá;
- ▶ Meio Ambiente, que será seu vice-presidente;
- ▶ Educação;
- ▶ Planejamento e Desenvolvimento Regional (Planejamento e Gestão);
- ▶ Agricultura e Abastecimento;
- ▶ Saúde;
- ▶ Logística e Transportes;
- ▶ Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação;
- ▶ Fazenda;
- ▶ Energia;
- ▶ Desenvolvimento Metropolitano (Casa Civil).

Também integram o Conselho o prefeito representante de cada grupo de bacias hidrográficas:

- ▶ Alto Tietê;
- ▶ Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira;
- ▶ Litoral Norte e Baixada Santista;
- ▶ Ribeira de Iguape/Litoral Sul e Alto Paranapanema;
- ▶ Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema;



- ▶ Aguapeí, Peixe e Baixo Tietê;

- ▶ Tietê/Jacaré e Tietê/Batalha;

- ▶ Turvo/Grande e São José dos Dourados;

- ▶ Sapucaí Mirim/Grande e Baixo Pardo/Grande;

- ▶ Pardo e Mogi-Guaçu;

- ▶ Sorocaba/Médio Tietê e Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Além disso, a estrutura do CRH conta com representantes de entidades da sociedade civil, representativas, em âmbito estadual, dos seguintes segmentos:

- ▶ Usuários industriais de recursos hídricos;

- ▶ Usuários agroindustriais de recursos hídricos;

- ▶ Usuários agrícolas de recursos hídricos;

- ▶ Usuários de recursos hídricos do setor de geração de energia;

- ▶ Usuários de recursos hídricos para abastecimento público;

- ▶ Associações especializadas em recursos hídricos, sindicatos ou organizações de trabalhadores em recursos hídricos, entidades associativas de profissionais de nível superior relacionadas com recursos hídricos;

- ▶ Entidades ambientalistas ou de defesa de interesses difusos;

- ▶ Secretarias Municipais de Saúde.



4. EXEMPLOS DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

4.1 VALIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS DURANTE AS ATIVIDADES PREPARATÓRIAS

As informações obtidas durante as atividades preparatórias devem ser validadas mediante visitas de campo.

Exemplos:

- ▶ Constatação do tipo de uso e ocupação do solo;

- ▶ Verificação das dimensões e características das unidades que compõem o sistema;

- ▶ Consolidação de informações sobre parâmetros de projeto e condições operacionais das unidades de tratamento e demais componentes do SAA;

- ▶ Levantamento do histórico de alterações realizadas nos componentes do SAA;

- ▶ Verificação dos registros relacionados ao controle da qualidade da água produzida e distribuída;

- ▶ Verificação das condições de conservação dos componentes que integram o SAA.

Caso sejam encontradas inconsistências, as informações disponíveis em documentos deverão ser verificadas para que seja possível obter uma caracterização adequada do SAA. Caso isto não seja feito, qualquer ação relacionada ao PSA poderá ser comprometida.



4.1.1 Descrição do Sistema de Abastecimento de Água

Caso seja encontrada alguma incompatibilidade entre os dados levantados com base em documentos e as características reais do sistema, deve-se adequar a descrição feita na etapa preliminar. Isto é feito por meio da elaboração de documentos complementares ou um conjunto de documentos que permitam obter uma caracterização adequada do sistema de abastecimento de água que será analisado. Como sugestão, devem ser elaborados documentos que representem o SAA como um todo, bem como possibilitem obter informações detalhadas sobre todos os seus componentes, parâmetros de projeto e processo, rotinas operacionais, resultados de monitoramento e relatórios de intervenções, além de outros documentos que a equipe do PSA julgar relevantes.

4.1.2 Identificação de medidas de controle existentes

Esta atividade consiste na identificação das ações de controle existentes para assegurar a qualidade da água que será distribuída para a população. Dentre as ações possíveis, podem ser consideradas as que estão relacionadas com o monitoramento dos padrões de qualidade da água captada e distribuída e os procedimentos e controle utilizados para assegurar o desempenho do sistema de tratamento de água. Na **Tabela 8** são apresentados alguns exemplos de medidas de controle existentes em SAA.

**Tabela 8** – Exemplos de medidas de controle existentes em SAA

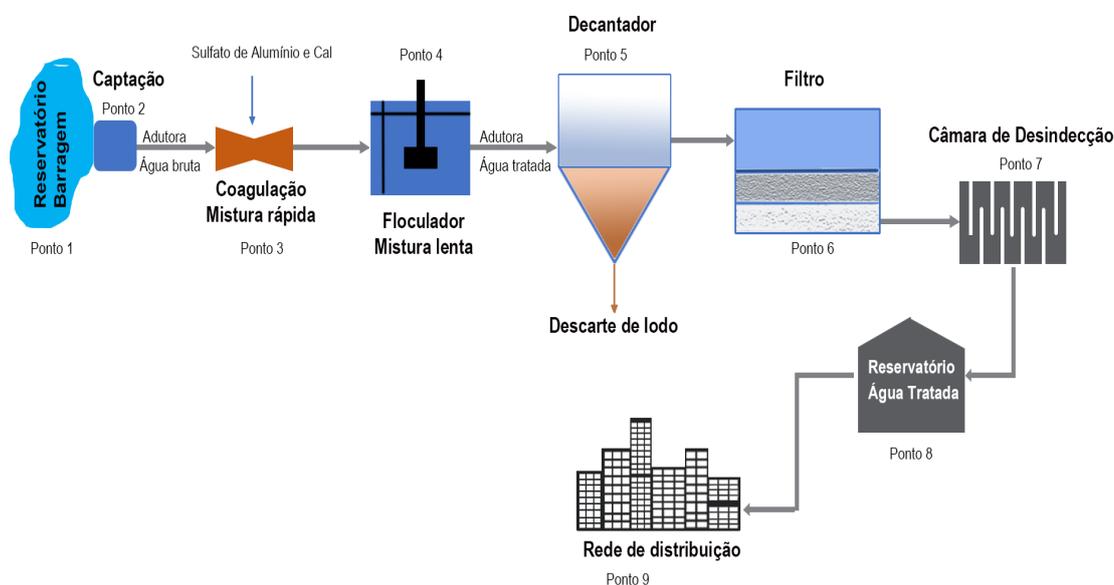
Etapa ou elemento do SAA	Medida de Controle	Objetivo
Manancial de abastecimento	Monitoramento periódico da qualidade da água.	<ul style="list-style-type: none">• Verificar se a qualidade da água do manancial atende aos padrões estabelecidos na norma que classifica os corpos d'água em função do seu uso preponderante.
Unidade de coagulação	Realização de ensaios de Jar-teste para verificação da dosagem ótima de produtos químicos.	<ul style="list-style-type: none">• Garantir o desempenho dos processos relacionados à neutralização de cargas das partículas presentes e sua floculação.
Unidade de filtração	Monitoramento da perda de carga do filtro para determinação da necessidade de contra lavagem.	<ul style="list-style-type: none">• Assegurar que o filtro opere em condições adequadas, minimizando o potencial de deterioração da qualidade do efluente filtrado.
Unidade de desinfecção	Controle da concentração de cloro residual livre após a câmara de contato.	<ul style="list-style-type: none">• Garantir que a água produzida tenha um residual do agente de desinfecção para assegurar a sua qualidade microbiológica.
Rede de distribuição	Monitoramento da pressão da rede.	<ul style="list-style-type: none">• Assegurar que a pressão na rede não atinja valores que possam danificar tubulação ou a contaminação da água na ocorrência de pressões elevadas ou negativas.



5. EXEMPLOS PRÁTICOS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E PONTOS DE CONTROLE CRÍTICOS

Como exemplo prático será avaliado um SAA hipotético, conforme apresentado na **Figura 10**, composto por manancial tipo reservatório, captação, adutora de água bruta, estação de tratamento de água por processo convencional, adutora de água tratada, reservatório e rede de distribuição

Figura 10 – Fluxograma de um exemplo de SAA identificando os pontos de avaliação de riscos e perigo





5.1 IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Com base na conceituação apresentada no item 5.10, os perigos relacionados ao SAA podem ser agrupados em três grandes categorias:

- ▶ Presença de organismos patogênicos;

- ▶ Presença de contaminantes químicos;

- ▶ Presença de sólidos em suspensão ou organismos que possam ter influência sobre o desempenho do processo de tratamento.

Com isto será possível desenvolver a análise de todos os elementos e operações que constituem o SAA para que se possa verificar a relevância dos perigos considerados. Para isto deve-se fazer uso da Árvore de Decisão apresentada na **Figura 5** para a identificação dos PCC.

5.1.1 Definição dos pontos de controle críticos

Nesta seção serão apresentados exemplos do procedimento para a identificação de PCC no SAA apresentado na **Figura 10**, considerando-se cada um de seus elementos constituintes. É importante destacar que o Sistema Convencional de Abastecimento de Água tem como principal função preparar a água disponível no manancial para o processo de desinfecção, uma vez que ele apresenta limitações para a remoção de contaminantes químicos. Isto significa que a qualidade de água que será distribuída à população é assegurada, em grande parte, pela garantia da qualidade da água no manancial.

Isto implica no fato de todas as etapas utilizadas na preparação da água para o processo de desinfecção terem uma relação direta com presença de micro organismos na água tratada.

Para que seja possível obter uma melhor compreensão sobre o procedimento de utilização da **Figura 5**, a seguir é feito o detalhamento da avaliação para algumas das etapas consideradas na **Figura 10**.



Tabela 9 – Análise de etapa ou atividade de controle de SAA pelo método da Árvore de Decisão – Presença de contaminante químicos

Perigo	Presença de contaminantes químicos no manancial acima do padrão estabelecido para a sua classe.
Etapa ou atividade de controle	Monitoramento da qualidade da água do manancial para verificação de conformidade com a legislação aplicada.
Questão 1	Nesta fase existe medida de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, pois as companhias de abastecimento de água devem realizar o monitoramento periódico da qualidade da água de seus mananciais para assegurar o atendimento à legislação vigente. Com esta resposta é necessário seguir para a Questão nº 2 da Árvore de Decisão.
Questão 2	A etapa em análise foi especificamente projetada para eliminar o perigo ou minimizar os riscos associados a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois o monitoramento da qualidade da água não tem qualquer efeito sobre a presença dos contaminantes no manancial. Isto conduz o avaliador para a Questão nº 3 da Árvore de Decisão.
Questão 3	A contaminação pelo perigo identificado pode ocorrer acima dos níveis aceitáveis ou ele pode atingir limites inaceitáveis?
Resposta	Sim, é possível que a concentração de produtos químicos ultrapasse os limites aceitáveis, por conta da ocorrência de contaminação pela drenagem superficial de áreas agrícolas ou urbanas. Esta resposta leva à necessidade de o avaliador seguir para a Questão nº 4.
Questão 4	Uma etapa subsequente pode eliminar o perigo identificado ou reduzir os seus riscos a níveis aceitáveis?
Resposta	Não, pois o sistema convencional de tratamento de água não apresenta eficiência para a remoção de compostos químicos solúveis. Por esta resposta, a Árvore de Decisão indica que a etapa de monitoramento da qualidade da água do manancial é um PCC.
Conclusão	A etapa de monitoramento da qualidade da água do manancial é um PCC, o que irá exigir o desenvolvimento de ações de controle.

A) Análise do Manancial de Água Bruta

Para facilitar o processo de análise será utilizada a **Tabela 9** no processo de caracterização do perigo associado à presença de contaminantes químicos no manancial e apresentar o procedimento de análise proposto pelo método da Árvore de Decisão.

A **Tabela 10** apresenta um exemplo de utilização da Árvore de Decisão para avaliar o perigo associado à presença de organismos patogênicos no manancial de água bruta.

**Tabela 10** – Análise de etapa ou atividade de controle de SAA pelo método da Árvore de Decisão – Presença de organismos patogênicos

Perigo	Presença de organismos patogênicos no manancial de captação.
Etapa ou atividade de controle	Monitoramento da presença de organismos patogênicos no manancial de captação de água.
Questão 1	Nesta fase existe medida de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, pois as companhias de abastecimento de água devem realizar o monitoramento periódico da qualidade da água de seus mananciais para possibilitar o controle dos seus processos.
Questão 2	A etapa em análise foi especificamente projetada para eliminar o perigo ou minimizar os riscos associados a um nível aceitável?
Resposta	Não, pois o monitoramento da qualidade da água não tem qualquer efeito sobre a presença de organismos patogênicos no manancial. Isto conduz o avaliador para a Questão nº 3 da Árvore de Decisão.
Questão 3	A contaminação pelo perigo identificado pode ocorrer acima dos níveis aceitáveis ou ele pode atingir limites inaceitáveis?
Resposta	Sim, é possível que a concentração de organismos patogênicos ultrapasse os limites aceitáveis. Esta resposta leva à necessidade de o avaliador seguir para a Questão nº 4.
Questão 4	Uma etapa subsequente pode eliminar o perigo identificado ou reduzir os seus riscos a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim, pois o sistema convencional de tratamento de água foi especificamente projetado para a inativação de organismos patogênicos. Por esta resposta, a Árvore de Decisão indica que a etapa de monitoramento da presença de organismos patogênicos no manancial não é um PCC.
Conclusão	A etapa de monitoramento da presença de organismos patogênicos no manancial não é um PCC, pois existem outras etapas no sistema de tratamento que podem eliminá-los.



B) Análise da etapa de captação, elevatória e adutora de água bruta

Para organismos patogênicos nas etapas captação, elevatória e adutora de água bruta o procedimento de análise é similar àquele realizado para o manancial, **Tabela 10**, e o resultado é que estas estruturas não apresentam PCC.

Caso se considere que o manancial apresenta problemas sazonais em relação à floração de algas e que no projeto de captação tenha sido prevista a instalação de barreiras flutuantes no entorno da captação para minimizar o arraste de algas, pode-se verificar se esta etapa é um PCC. Para isto utiliza-se o método a Árvore de Decisão, **Tabela 11**.

Tabela 11 – Análise da etapa de captação para controle de retenção de algas

Perigo	Presença de algas no ponto de captação de água.
Etapa ou atividade de controle	Instalação de barreira flutuante no entorno da captação.
Questão 1	Nesta fase existe medida de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é feita a instalação de barreira flutuante para a retenção de algas antes da captação.
Questão 2	A etapa em análise foi especificamente projetada para eliminar o perigo ou minimizar os riscos associados a um nível aceitável?
Resposta	Não, já que a densidade de algas em função da profundidade pode variar ao longo do dia, o que pode causar o arraste de algas.
Questão 3	A contaminação pelo perigo identificado pode ocorrer acima dos níveis aceitáveis ou ele pode atingir limites inaceitáveis?
Resposta	Sim, é possível que a densidade de algas específicas, como cianobactérias, supere o limite de controle. Esta resposta leva a necessidade de o avaliador seguir para a Questão nº 4.
Questão 4	Uma etapa subsequente pode eliminar o perigo identificado ou reduzir os seus riscos a níveis aceitáveis?
Resposta	Sim, pois na etapa de clarificação as algas podem ser removidas. Por esta resposta, a Árvore de Decisão indica esta etapa não é um PCC.
Conclusão	A etapa de instalação de barreira flutuante no entorno da captação não é um PCC, pois o sistema de clarificação pode remover algas.



C) Análise das etapas de coagulação, floculação, sedimentação e filtração

A etapa de coagulação tem por principal objetivo realizar a neutralização de cargas elétricas das partículas presentes na água captada para possibilitar a sua floculação e posterior remoção nas etapas de sedimentação e filtração. A **Tabela 12** apresenta a análise da etapa de coagulação pelo método da Árvore de Decisão.

Tabela 12 – Avaliação da etapa de coagulação

Perigo	Presença de partículas em suspensão na água clarificada.
Etapa ou atividade de controle	Dosagem de produtos químicos e mistura rápida para neutralização de cargas.
Questão 1	Nesta fase existe medida de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é feita a dosagem de produtos químicos em concentração adequada e sua mistura com a água.
Questão 2	A etapa em análise foi especificamente projetada para eliminar o perigo ou minimizar os riscos associados a um nível aceitável?
Resposta	Sim, a etapa de coagulação, que consiste na dosagem de produtos químicos e mistura rápida, tem a finalidade de preparar a água para o processo de floculação.
Questão 3	A contaminação pelo perigo identificado pode ocorrer acima dos níveis aceitáveis ou ele pode atingir limites inaceitáveis?
Resposta	Sim, pois se a neutralização de cargas não for eficiente, não irá ocorrer a floculação e os processos subsequentes perderão eficiência. Esta resposta leva à necessidade de o avaliador seguir para a Questão nº 4.
Questão 4	Uma etapa subsequente pode eliminar o perigo identificado ou reduzir os seus riscos a níveis aceitáveis?
Resposta	Não, pois as etapas subsequentes são projetadas para a remoção de partículas que estejam desestabilizadas eletricamente. Por esta resposta, a Árvore de Decisão indica que esta etapa é um PCC.
Conclusão	A etapa de coagulação é um PCC, pois o sistema de clarificação pode ter a sua eficiência reduzida, comprometendo a qualidade da água na etapa de desinfecção.



As etapas subsequentes à da coagulação, ou seja, a floculação e sedimentação, também tem a função de eliminar o perigo analisado, pois podem interferir na eficiência do processo de filtração, portanto, seguem a mesma análise realizada para o processo de coagulação e também são definidas como PCC. Neste caso, deverão ser analisados os parâmetros e condições que podem afetar a eficiência dos mesmos, como gradiente de mistura e velocidades de veiculação da água em canais e passagens entre equipamentos e seus compartimentos e taxa de filtração.

D) Análise da etapa de desinfecção

Para o sistema convencional de tratamento de água para abastecimento, a qualidade microbiológica da água é assegurada pela etapa de desinfecção. A desinfecção consiste na dosagem de um agente de desinfecção em concentração adequada para possibilitar a inativação de organismos patogênicos em um período de tempo preestabelecido. Para garantir que este processo seja eficiente, é importante que a etapa de clarificação tenha sido realizada de forma adequada.

Para esta etapa, o perigo associado é a presença de microrganismos patogênicos na água que será distribuída à população. Pode-se utilizar a Árvore de Decisão para avaliar se a etapa de desinfecção é um PCC, o que é feito utilizando-se o método da Árvore de Decisão, **Tabela 13**.

**Tabela 13 – Avaliação da etapa de desinfecção**

Perigo	Presença de micro organismos patogênicos na água tratada.
Etapa ou atividade de controle	Desinfecção com cloro.
Questão 1	Nesta fase existe medida de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é feita a dosagem de um agente de desinfecção e assegurado o tempo de contato exigido pela legislação.
Questão 2	A etapa em análise foi especificamente projetada para eliminar o perigo ou minimizar os riscos associados a um nível aceitável?
Resposta	Sim, a etapa de desinfecção é a que deve garantir a qualidade microbiológica da água a ser distribuída à população.
Questão 3	A contaminação pelo perigo identificado pode ocorrer acima dos níveis aceitáveis ou ele pode atingir limites inaceitáveis?
Resposta	Sim, caso ocorra algum problema nesta etapa é possível que a água tratada não atenda aos padrões de qualidade microbiológicos estabelecidos. Esta resposta leva à necessidade de o avaliador seguir para a Questão nº 4.
Questão 4	Uma etapa subsequente pode eliminar o perigo identificado ou reduzir os seus riscos à níveis aceitáveis?
Resposta	Não, pois a desinfecção é a última etapa do sistema de tratamento de água. Por esta resposta, a Árvore de Decisão indica que esta etapa é um PCC.
Conclusão	A etapa de desinfecção é um PCC, pois não existem etapas complementares que permitam assegurar a qualidade microbiológica da água.

Pela análise realizada e pelo fato de o sistema convencional de tratamento de água para abastecimento público ter como principal função assegurar a qualidade microbiológica da água produzida, verifica-se que a etapa de desinfecção é a mais importante. Contudo, a eficiência desta etapa é significativamente afetada pela etapa de clarificação, já que os sólidos em suspensão presentes na água bruta podem interferir no processo de desinfecção, como foi demonstrado pelas análises realizadas previamente.



E) Análise da etapa de distribuição de água

Após o seu tratamento, a água deverá ser distribuída à população, o que é feito por meio da utilização de redes e reservatórios, devendo-se assegurar a sua qualidade até o ponto de consumo. É importante destacar que ao longo da rede de distribuição podem ocorrer eventos que resultam na degradação da qualidade da água, como a ocorrência de pressão negativa, atividades de manutenção em decorrência de rompimento de tubulações e contaminação da água nos reservatórios intermediários, devido ao acesso não autorizado, entre outros. Tais condições requerem a realização de uma avaliação específica em cada elemento integrante da rede, para verificar a vulnerabilidade em relação aos perigos potenciais associados; neste caso específico, o mais relevante é a presença de micro-organismos patogênicos na água distribuída.

Para exemplificar será considerada a etapa de monitoramento de cloro residual ao longo da rede de distribuição de água, utilizando-se para isto o método da Árvore de Decisão, **Tabela 14**.

O resultado do método da Árvore de Decisão indica que o monitoramento da concentração de cloro residual ao longo da rede de distribuição é um PCC, o que indica a necessidade do desenvolvimento de uma ação de controle para assegurar que o risco do consumo de água fora do padrão de qualidade exigido pela legislação seja minimizado.

**Tabela 14 – Avaliação da etapa de distribuição de água**

Perigo	Presença de micro organismos patogênicos na água distribuída.
Etapa ou atividade de controle	Monitoramento da concentração de cloro residual na água.
Questão 1	Nesta fase existe medida de controle para o perigo identificado?
Resposta	Sim, é feito o monitoramento da concentração do agente de desinfecção ao longo da rede de distribuição de água.
Questão 2	A etapa em análise foi especificamente projetada para eliminar o perigo ou minimizar os riscos associados a um nível aceitável?
Resposta	Não, a etapa de monitoramento apenas avalia a conformidade com a legislação vigente.
Questão 3	A contaminação pelo perigo identificado pode ocorrer acima dos níveis aceitáveis ou ele pode atingir limites inaceitáveis?
Resposta	Sim, caso ocorra recontaminação da água há o risco de disseminação de doenças associadas a organismos patogênicos na população. Esta resposta leva à necessidade de o avaliador seguir para a Questão nº 4.
Questão 4	Uma etapa subsequente pode eliminar o perigo identificado ou reduzir os seus riscos a níveis aceitáveis?
Resposta	Não, pois o monitoramento apenas avalia a concentração de cloro residual livre na água. Por esta resposta, a Árvore de Decisão indica que esta etapa é um PCC.
Conclusão	A etapa de monitoramento da concentração de cloro residual na rede de distribuição é um PCC, pois ele pode indicar a ocorrência de uma não conformidade em relação à qualidade da água para abastecimento público.

5.1.2. Síntese da avaliação de PCC

Após a realização do procedimento de identificação dos PCC, pode-se organizar os dados obtidos em uma tabela resumo, o que possibilita melhor compreensão sobre a vulnerabilidade de cada uma das etapas de tratamento em relação aos potenciais perigos associados à qualidade da água para abastecimento. É importante ressaltar que esta tabela resumo será relevante para a identificação e proposição de ações de controle para as etapas do processo que forem caracterizadas como PCC. Para exemplificar uma forma de compilação dos resultados da análise realizada é utilizada a **Tabela 15**.



Tabela 15 – Resumo do processo de identificação de PCC

Componente do SAA	Perigo considerado	Etapa ou atividade	Classificação	Observações
Manancial de água bruta	Presença de contaminantes químicos acima dos limites estabelecidos para a sua classe.	Monitoramento da qualidade da água do manancial para verificação de conformidade com a legislação aplicada.	PCC	Os sistemas convencionais de abastecimento não apresentam eficiência para a remoção de contaminantes químicos, caso o monitoramento não seja realizado há o risco de distribuição de água fora dos padrões de qualidade.
	Presença de organismos patogênicos no manancial.		Não é PCC	O principal objetivo do sistema convencional de tratamento é garantir a qualidade microbiológica da água distribuída para a população.
Captação de água bruta.	Presença de algas no ponto de captação.	Instalação de barreira flutuante no entorno da captação.	Não é PCC	Embora a presença de algas na água aduzida à estação de tratamento seja relevante, a unidade de clarificação pode promover a sua remoção.
Etapa de coagulação	Presença de partículas em suspensão na água clarificada.	Dosagem de produtos químicos e mistura rápida para neutralização de cargas.	PCC	Caso a etapa de coagulação não ocorra de forma adequada, os demais componentes do sistema de clarificação não poderão remover as partículas em suspensão presentes, o que irá comprometer o processo de desinfecção.
Unidade de desinfecção	Presença de organismos patogênicos na água tratada.	Desinfecção com cloro.	PCC	Considerando-se que o principal objetivo do sistema convencional de tratamento é assegurar a qualidade microbiológica da água tratada, qualquer problema que venha ocorrer na etapa de desinfecção pode resultar em um risco elevado para a população.
Rede de distribuição de água tratada		Monitoramento da concentração de cloro residual na rede.	PCC	O monitoramento da concentração de cloro residual na rede de distribuição é relevante para assegurar que não esteja ocorrendo recontaminação da água.



5.1.3 Considerações sobre os métodos de avaliação para identificação de PCC

Para efeito de aplicação, o procedimento para a identificação dos PCC foi baseado no método da Árvore de Decisão, o qual é qualitativo, mas é bastante prático e robusto para ser utilizado no desenvolvimento de um PSA.

Ressalta-se que existem métodos quantitativos de análise, baseados no procedimento de avaliação de riscos, os quais são mais complexos em relação ao utilizado neste guia. A razão para isto é que os métodos quantitativos, como o da matriz de risco, requer que a equipe técnica estabeleça uma escala de valores para diferentes critérios para a avaliação dos perigos associados, bem como valores de ponderação para definição da relevância de cada um destes critérios. Este procedimento, por sua vez dificulta a padronização de métodos e pode tornar mais complexo o processo de avaliação. Isto é reforçado pela natureza do processo que está sendo avaliado, o qual envolve questões de saúde pública.

Por exemplo, como é possível quantificar numericamente o risco associado à presença de micro organismos patogênicos na água de abastecimento, quando existe uma regulamentação que estabelece que a sua presença na água tratada é uma violação.

Apenas para efeito de ilustração, pode-se comparar o método da Árvore de Decisão com a proposta apresentada na publicação da OMS (WHO, 2005), na qual se utiliza uma matriz de priorização de riscos, que considera a probabilidade e a consequência de um perigo associado ao SAA, conforme apresentado na **Tabela 16**.

Em relação à **Tabela 16**, existe a necessidade de a equipe responsável pela elaboração do PSA determinar valores de corte para considerar qual dos perigos analisados deverá ser priorizado nas análises subsequentes, conforme exemplo da **Tabela 17**.



Tabela 16 – Exemplos para definição de probabilidade e consequências utilizadas para priorização de perigos

Nível de risco	Descritor	Indicador / descrição
Probabilidade de ocorrência		
A	Quase certo	Uma vez por dia
B	Provável	Uma vez por semana
C	Moderado	Uma vez por mês
D	Improvável	Uma vez por ano
E	Raro	Uma vez a cada cinco anos
Consequência / Impacto		
1	Insignificante	Nenhum impacto detectado.
2	Reduzida	Impactos associados à parâmetros de qualidade estéticos.
3	Moderada	Impactos moderados que podem conduzir o usuário a utilizar fontes de abastecimento menos seguras.
4	Significativa	Efeitos de morbidade em função do uso da água.
5	Catastrófica	Potencial de mortalidade.

Fonte: WHO, 2005.

Tabela 17 – Matriz qualitativa para análise de riscos

Probabilidade	Consequências				
	1 Insignificante	2 Reduzida	3 Moderada	4 Significativa	5 Catastrófica
A (quase certo)	A	A	E	E	E
B (provável)	M	A	A	E	E
C (moderado)	B	M	A	E	E
D (improvável)	B	B	M	A	E
E (raro)	B	B	M	A	A

E Risco extremo, necessidade de uma ação imediata

A Risco alto, necessidade de ações de gestão

M Risco moderado, necessidade de estabelecer responsabilidade de gerenciamento

B Baixo risco, gerenciamento por meio de procedimentos de rotina

Fonte: WHO, 2005.



Por meio da análise da **Tabela 17**, pode-se admitir que todos os perigos que possam resultar em risco extremo devem ser priorizados para a proposição de ações de controle e por isto todos os elementos do SAA que podem ter influência sobre este perigo devem ser considerados PCC. A principal desvantagem deste método é o fato de a análise em questão ter que ser repetida para todos os elementos que constituem o SAA, com a necessidade de uma avaliação subjetiva sobre as consequências do perigo identificado para uma determinada etapa do SAA.

Outro aspecto relevante é que esta metodologia de avaliação pode indicar que o risco associado a um perigo em uma das etapas de tratamento seja extremo, mas a possibilidade de seu controle nesta etapa específica não é possível, ou não é necessária, pois podem existir outras etapas do tratamento que possam minimizar o risco associado à este perigo.

Um exemplo claro apresentado no manual da OMS é a ocorrência de incêndios na vegetação no entorno do manancial, que pode contribuir para o aumento da turbidez da água e, portanto, foi classificado como risco extremo. Contudo, ao se analisar o SAA, verifica-se que existem etapas que são capazes de reduzir a turbidez da água a níveis aceitáveis. Além disso, há a questão da definição de ações de controle que possam evitar a ocorrência de incêndios no entorno da área do manancial de captação.

Desta forma, o processo de avaliação proposto irá requerer a utilização de uma ferramenta adicional para a efetiva classificação da etapa ou atividade do SAA e com isto definir se ela é ou não um PCC.



6. EXEMPLOS DE IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE

As medidas de controle devem ser estabelecidas apenas para os pontos identificados como PCC. Medidas de controle referem-se às ações que serão utilizadas para possibilitar manter as condições ou parâmetros de processo em cada etapa do SAA dentro de limites aceitáveis. Assim, é necessário identificar em cada PCC quais são os procedimentos ou ações que possibilitam manter as condições de operação ou desempenho de uma etapa específica do SAA para garantir a segurança da água a ser distribuída para a população.

Estas ações ou procedimentos devem permitir que o risco associado à etapa em que serão aplicadas seja reduzido a níveis aceitáveis, de maneira a não comprometer a qualidade final da água a ser distribuída.

A partir do conhecimento da condição que pode resultar em um efeito adverso no desempenho do SAA são identificadas opções que possam eliminar esta condição ou atenuar o seu efeito no desempenho global do SAA. Estas opções devem ser avaliadas para verificar sua adequação para o PCC para o qual será adotada. As principais opções podem ser enquadradas em ações não estruturais, em que é necessário apenas o aprimoramento de práticas operacionais, ou estruturais, para as quais é necessária a implantação de novas estruturas ou componentes para o controle efetivo da condição que comprometa a segurança da água para abastecimento público.

Uma vez definida a ação de controle a ser adotada deve ser desenvolvido o plano de ação para a sua efetiva implementação, o que é discutido na Seção 10.

Para ilustrar serão utilizados dois exemplos relacionados aos PCC identificados na **Seção 8**.



6.1. IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE PARA A PRESENÇA DE CONTAMINANTES QUÍMICOS NO MANANCIAL DE ÁGUA BRUTA

O perigo considerado foi a presença de contaminantes químicos no manancial acima do limite de potabilidade, sendo que a etapa de monitoramento foi considerada como PCC.

Como principal ação de controle para este caso específico deve-se prever um programa de monitoramento adequado para assegurar que as concentrações deste contaminantes estejam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Como referência pode-se utilizar a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que estabelece:

Art. 40. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem coletar amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana.

Art. 41 ...

§ 5º - O plano de amostragem para os parâmetros de defensivos agrícolas deverá considerar a avaliação dos seus usos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas.

§ 6º Na verificação do atendimento ao padrão de potabilidade expressos nos Anexos 7, 8, 9 e 10 do Anexo XX, a detecção de eventuais ocorrências de resultados acima do VMP deve ser analisada em conjunto com o histórico do controle de qualidade da água.

Avaliando o que estabelece a Portaria de Consolidação nº 5, de 2017, verifica-se que a prática de monitoramento é a ação de controle a ser utilizada. No entanto é necessário levar em consideração o histórico do controle de qualidade. A razão para isto é verificar a tendência de variação da concentração das substâncias químicas presentes no manancial, para verificar se não há uma tendência de aumento da concentração, de maneira a superar os padrões das



normas vigentes. Esta condição poderá requerer a adoção de uma ação de controle para reduzir a concentração no SAA, por meio da implantação de uma unidade complementar de tratamento.

Com base no que foi apresentado é possível identificar duas possíveis ações de controle para o PCC identificado, resumidas na **Tabela 18**.

Tabela 18 – Possíveis ações de controle e limites de controle de intervenção para a presença de contaminantes químicos no manancial de água bruta

Etapa do SAA	Perigo	Condição de ocorrência	Árvore de decisão		Consequência
			Resposta	PC/PCC	
Manancial de água bruta	Presença de contaminantes químicos acima dos limites estabelecidos para a sua classe.	Drenagem de áreas urbanas e agrícolas.	S,N,S,N (Sim, Não, Sim, Não)	PCC	Violação da legislação aplicável, com potencial de efeito adverso à população.

MEDIDAS DE CONTROLE

- Monitoramento da qualidade da água do manancial e acompanhamento da evolução da concentração de contaminantes químicos;
- Implantação de unidade complementar de tratamento para assegurar a remoção de compostos químicos específicos, como adsorção em carvão ativado ou oxidação química, por exemplo.

LIMITES DE CONTROLE

- Os limites de controle para compostos químicos encontram-se na Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.

PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

- Realização de análises periódicas e acompanhamento da evolução histórica da concentração de contaminantes químicos no manancial de água bruta;

PLANO DE EMERGÊNCIA

- Como plano de emergência, pode-se considerar a dosagem de carvão ativado em pó na adutora de captação de água bruta, ou a interrupção da captação de água do manancial até que ocorra redução na concentração do contaminante, caso seja viável.



6.2 IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE PARA A PRESENÇA DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NA ÁGUA CLARIFICADA – ETAPA DE COAGULAÇÃO

No caso específico da etapa de coagulação, as ações de controle devem estar associadas à determinação adequada das concentrações de produtos químicos a serem utilizadas, assim como do gradiente de mistura e o tempo de mistura na unidade de mistura rápida, já que estes são os parâmetros e condições que afetam a eficiência do processo de coagulação.

Para este caso, as medidas de controle estão relacionadas à avaliação periódica da dosagem química para o processo de clarificação, que é feita pela realização de ensaios periódicos em aparelho de Jar-teste. Já em relação aos parâmetros de coagulação, caso sejam utilizados misturadores hidráulicos, é necessário verificar se as condições de operação da unidade, especificamente a vazão de água, está adequada. No caso de misturadores mecânicos pode ser necessário verificar a rotação do motor e as condições das suas pás. Também pode ser necessário avaliar a qualidade dos produtos químicos utilizados, para verificar se atendem às especificações estabelecidas.

Com estas informações é possível elaborar a tabela com a indicação das ações de controle a serem adotadas (**Tabela 19**).

**Tabela 19** – Possíveis ações de controle e limites de controle de intervenção para a presença de partículas em suspensão na água

Etapa do SAA	Perigo	Condição de ocorrência	Árvore de decisão		Consequência
			Resposta	PC/PCC	
Coagulação	Presença de partículas em suspensão na água clarificada.	Dosagem incorreta de produtos químicos, vazão de operação inadequada ou gradiente de velocidade incorreto.	S,S,S,N (Sim, Sim, Sim, Não)	PCC	Perda de eficiência das etapas de clarificação e desinfecção.

MEDIDAS DE CONTROLE

- Realização periódica de ensaios de Jar-Teste para determinar as concentrações de produtos químicos a serem dosados;
- Verificar as condições de operação da unidade de mistura rápida;
- Verificar os componentes da unidade de mistura rápida mecanizada para identificar a necessidade de manutenção nos motores dos misturadores ou pás dos misturadores;
- Verificar a qualidade dos produtos químicos utilizados no processo de coagulação.

LIMITES DE CONTROLE

- Os limites de controle para o processo de coagulação devem ser verificados nos documentos de projeto da unidade de coagulação.

PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

- Realização de ensaios de Jar-Teste;
- Monitoramento do potencial zeta da água coagulada;
- Análises químicas periódicas dos produtos químicos utilizados na coagulação.

PLANO DE EMERGÊNCIA

- Para este PCC, o plano de emergência se relaciona ao protocolo de monitoramento adequado da etapa de coagulação, por meio da avaliação da eficiência de remoção de partículas pelo decantador e a avaliação do potencial zeta da água coagulada para promover os ajustes nas dosagens dos produtos químicos utilizados.



7. EXEMPLOS DE PLANOS DE AÇÃO

7.1 DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO

Os planos de ação se referem aos procedimentos que serão adotados para a implantação das ações de controle identificadas. O desenvolvimento dos planos de ação é feito com base nos critérios utilizados amplamente em sistemas de gestão, que é o método dos 5 W e 1H, baseado na obtenção de respostas para as seguintes perguntas:

What	O que fazer?
Where	Onde fazer?
Who	Quem irá fazer?
When	Quando isto será feito?
Why	Por que será feito?
How	Como será feito?

Assim, para cada medida de controle identificada será necessário elaborar uma tabela que contemple essas medidas e a resposta às seis perguntas acima, conforme ilustrado na **Tabela 20**.

Destaca-se que o mesmo procedimento pode ser desenvolvido para as demais medidas de controle identificadas pelo PSA.



Tabela 20 – Planilha para estruturação de planos de ação para as medidas de controle identificadas

CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA							
Perigo							
Presença de contaminantes químicos acima dos limites estabelecidos para sua classe.							
Medidas de controle							
(1) Monitoramento da qualidade da água do manancial e acompanhamento da evolução da concentração de contaminantes químicos.							
(2) Implantação de unidade complementar de tratamento para assegurar a remoção de compostos químicos específicos, como adsorção em carvão ativado ou oxidação química, por exemplo.							
Monitoramento Operacional							
Medida de controle	O quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Limite crítico	Ação corretiva
(1)	Manter programa de monitoramento de compostos químicos e realizar o registro dos resultados para acompanhamento da evolução histórica.	No manancial.	Supervisor do laboratório.	A partir da próxima coleta de amostra de água do manancial.	Utilizando procedimentos padronizados de coleta e registro dos resultados das análises em um banco de dados.	Valores estabelecidos pela legislação.	Recomendar alteração no processo de tratamento para possibilitar a remoção de compostos químicos.
(2)	Implantação de uma unidade de carvão ativado granular após a etapa de filtração.	Na saída das unidades de filtração.	Engenheiro de processo.	No prazo de seis meses.	Obtendo os parâmetros para projeto da unidade de adsorção e desenvolvendo o seu projeto para posterior aquisição e implantação.	Não aplicável.	Não aplicável.



8. AVALIAÇÃO E REVISÃO DO PSA

A avaliação e revisão do PSA deverão ser feitas periodicamente utilizando-se como base os conceitos de auditoria de sistemas de gestão de qualidade ou ambiental.

Isto irá requerer a capacitação de funcionários da empresa nas atividades de auditoria para possibilitar a condução do processo e a elaboração de relatório final com a indicação das não conformidades encontradas no SAA, em função do que foi proposto no PSA.

As atividades de auditoria consistem, basicamente, em verificar se as ações que foram propostas no PSA foram efetivamente implantadas e se os protocolos estabelecidos estão sendo cumpridos.

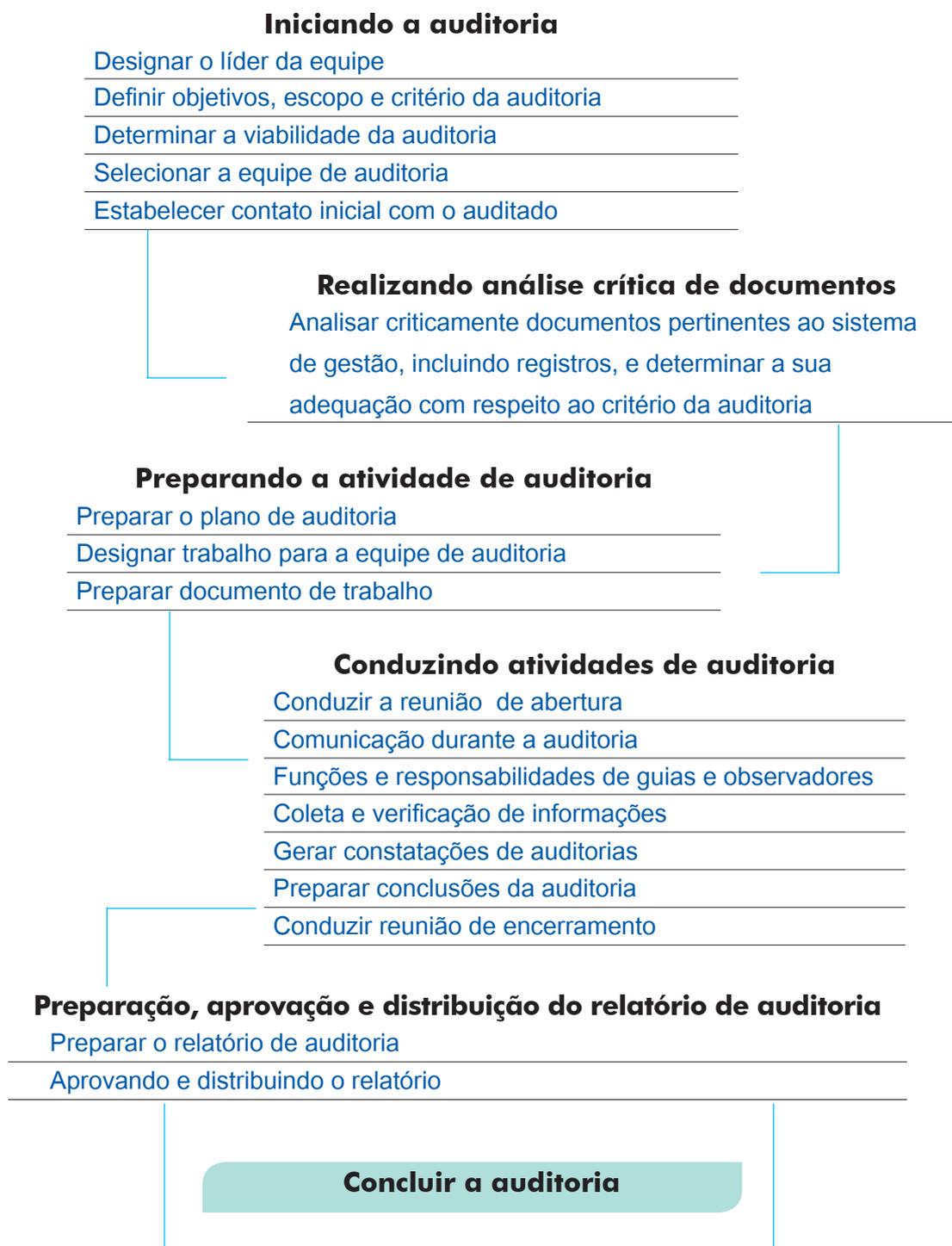
Para isto deverão ser realizadas avaliações em campo e entrevistas com os funcionários responsáveis por atividades relacionadas ao PSA.

A indicação de não conformidades só poderá ser feita mediante a obtenção de evidências de auditoria que possam ser rastreáveis. Na **Figura 11** é apresentada de forma resumida o processo de condução de uma auditoria de sistemas, que pode ser o PSA.

Com base nos resultados da auditoria do PSA são realizadas as intervenções necessárias para o seu aprimoramento e proposição de novas ações para a melhoria do controle da qualidade da água disponibilizada para a população.



Figura 11 – Diagrama com a indicação das etapas necessárias para a realização de auditorias do PSA





9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste **Guia Prático** foram apresentados os conceitos fundamentais para o desenvolvimento e a implantação de **Planos de Segurança da Água**, assim como a sua aplicação, valendo-se de exemplos práticos.

Procurou-se usar uma linguagem adequada para a compreensão de todos os conceitos apresentados, visando facilitar a sua utilização por profissionais com diferentes níveis de capacitação, mas sem que fosse perdido o rigor técnico necessário para o atendimento das exigências impostas para a elaboração do PSA.

Deve ser destacado que o desenvolvimento de um PSA não segue um modelo rígido e pode ser adaptado para qualquer tipo de Sistema de Abastecimento de Água e ser aperfeiçoado ao longo do tempo.

O PSA é dinâmico e tem como objetivo o aprimoramento contínuo das ações necessárias para garantir a qualidade da água para abastecimento público. Por esta razão, a capacitação contínua e a necessidade de acompanhamento da evolução de normas, processos e procedimentos relacionados à água de abastecimento é fundamental.

Um aspecto relevante do PSA é a sua interdisciplinaridade, propiciando a todos os profissionais envolvidos uma visão global de um sistema de abastecimento de água e a relevância da sua atividade ou função para assegurar a qualidade da água que será distribuída para a população.

Por fim, é necessário que o PSA esteja interconectado com os diversos planos e programas associados à gestão de recursos hídricos e do uso e ocupação do solo, considerando-se o contexto da Bacia Hidrográfica como base territorial para o seu desenvolvimento, de maneira análoga às metas de saúde de âmbito local e regional existentes nos programas de saúde pública.

Com isto, espera-se que este Guia Prático possa servir de base para que os responsáveis pela operação de sistemas de abastecimento de água desenvolvam Planos de Segurança da Água que sejam efetivos para o atendimento das suas necessidades e que garantam a qualidade da água que será distribuída à população.



10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Anvisa); ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE (OPAS) e ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). CODEX ALIMENTARIUS – Higiene dos alimentos – Textos Básicos. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR – 14900 Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – Segurança de Alimentos. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Sistemas de gestão de segurança de alimentos - Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos. NBR ISO 22000. Segunda edição. 2019. Bartram, J.; Corrales, L.; Davison, A.; Deere, D.; Drury, D.; Gordon, B.; Howard, G.; Rinehold, A.; Stevens, M. Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organization. Geneva, 2009.

BARTRAM, J. CORRALES, L. DAVISON, A. DEERE, D. DRURY, D. GORDON, B. HOWARD, G. RINEHOLD, A. STEVENS, M. Water safety plan manual: step by step risk management for drinking water suppliers. World Health Organization. Geneva, 2009.

CHEMICAL ABSTRACT SERVICE (CAS). Data base counter. Disponível em: <http://www.cas.org/content/counter>, acesso em 23/02/2016. Conselho de Ministros do Meio Ambiente do Canadá (Canadian Council of Ministers of the Environment). From Source to tap: Guidance on Multi-barrier approach to safe drinking water. 2004.



COMITÊS PCJ (A). Deliberação dos Comitês PCJ nº 307/2018, de 14/12/2018, que aprova a Revisão da Política de Recuperação, Conservação e Proteção dos Mananciais no âmbito da área de atuação dos Comitês PCJ – Política de Mananciais PCJ e dá outras providências. Disponível em https://drive.google.com/file/d/1-i_twdfLNjht11-UB6hLILqOY1HT4D9_/view. Acesso em 23/11/2019.

COMITÊS PCJ (B). Deliberação dos Comitês PCJ nº 309/2018, de 14/12/2018, que aprova a Política de Saúde Ambiental no âmbito da área de atuação dos Comitês PCJ, que dispõe sobre as ações de Saúde Ambiental nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação de recursos financeiros das Cobranças PCJ e demais fundos financeiros. Disponível em <https://drive.google.com/file/d/1XD-jMadQOq-WSCvliMAwICooSXkYmGRC8/view>. Acesso em 23/11/2019.

CONSELHO DE REGULAÇÃO DE ÁGUAS (CRA). Manual para o desenvolvimento de Planos de Segurança da Água em Moçambique. Moçambique, 2015. Disponível em http://www.cra.org.mz/Manual%20PSA_CRA_AdP.pdf. Acesso em julho de 2019.

DAMIKOUKAA, I.; KATSIRIB, A.; TZIAC, C. Application of HACCP principles in drinking water treatment. Desalination. v.210, p. 138-145, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916407001749> acesso em: Julho de 2019.

HAMILTON, PAUL D., GALE, PAUL, POLLARD, & SIMON J.T. A commentary on recent water safety initiatives in the context of water utility risk management. Environment International, (2006). 32: 958-966.

MIERZWA, JOSÉ CARLOS. Desafios para o tratamento de água de abastecimento e o potencial de aplicação dos processos de ultrafiltração. Tese (Livro Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. 123 p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/3/tde-01082017-113514/pt-br.php> acesso em: Julho de 2019.



MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS) Plano de Segurança da Água – Garantindo qualidade e promovendo a saúde – Um olhar do SUS. Brasília, 2012. Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf acesso em Julho de 2019.

SOUZA, A.F.S. Diretrizes para implantação de sistemas de reúso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – Estudo de caso Residencial Valville I. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2008.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Code of Federal Regulation – 40 CFR – Chapter I (7-1-03 Edition). Part 141 – National Primary Drinking Water Regulations. 2003.

VIEIRA, J.M.P., MORAIS C.M. “Planos de Segurança da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento”. IRAR, Lisboa, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Water Safety Plans – Managing drinking-water quality from catchment to consumer. Water, Sanitation and Health Protection and the Human Environment. Geneva, 2005. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42890/WHO_SDE_WSH_05.06_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em julho de 2019



11. GLOSSÁRIO

Ação corretiva:	Qualquer procedimento adotado quando os resultados do monitoramento no ponto de controle crítico estiverem fora dos padrões estabelecidos.
Alta administração:	Pessoa ou grupo de pessoas que, efetivamente, tomam as decisões referentes ao destino da empresa.
Análise de perigos:	Processo que avalia informações sobre um agente de natureza física, química ou biológica com potencial de causar efeitos adversos à saúde.
Auditoria:	Exame sistemático das atividades associadas a um sistema para verificar se elas estão sendo desenvolvidas conforme determinado previamente.
Árvore de Decisão:	Sequência lógica de perguntas e respostas que auxiliam a identificação de PCC.
Barreiras múltiplas:	Elementos do sistema de abastecimento público que asseguram a qualidade final da água.
Contaminação:	Presença de substâncias ou agentes estranhos ao meio, de origem biológica, química ou física, que comprometem a qualidade da água para uso potável.
Controlar:	Execução de ações que assegurem o cumprimento de critérios estabelecidos no PSA.
Desvio:	Não cumprimento de um limite crítico pré-estabelecido.
Diagrama de fluxo:	Representação esquemática e sequência de etapas ou operações realizadas em um sistema de abastecimento de água.
ETA:	Estação de Tratamento de Água.
Gestão de risco:	Conjunto de atividades coordenadas que tem como objetivo minimizar a ocorrência ou severidade de um perigo.



HACCP/ APPCC:	Hazard Analysis and Critical Control Point (Análise de Perigos e Pontos de Controle Críticos - APPCC, em português). Metodologia de análise e prevenção de riscos desenvolvida para a indústria de alimentos.
Incidente:	Desvio das condições operacionais normais, sem a ocorrência de efeitos adversos ao sistema.
Limite crítico:	Critério que separa o aceitável do não aceitável.
Medida de controle:	Ações estratégicas que visam eliminar ou reduzir incertezas e eventos indesejáveis associados ao Sistema de Abastecimento de Água.
Monitoramento operacional:	Sequência planejada de observações ou medições que permite verificar possíveis variações nos parâmetros estabelecidos para um ponto de controle crítico.
Perigo:	Presença de agente biológico, químico, físico ou qualquer condição apresentada pela água, que possa causar efeitos adversos à saúde.
Plano de contingência:	Documento que contém as medidas a serem adotadas na ocorrência de um evento adverso no sistema de abastecimento, sem a necessidade de interrupção do abastecimento de água.
Plano de emergência:	Documento que contém mecanismos de resposta a eventos de ocorrência excepcional que não podem ter as suas consequências restringidas, podendo requerer interrupção no abastecimento.
Ponto de Controle Crítico:	Qualquer etapa do Sistema de Abastecimento de Água em que é necessário aplicar um controle para eliminar um perigo ou reduzir o seu risco à segurança da água a um nível aceitável.
Plano de Segurança da Água:	Metodologia de análise e prevenção de riscos desenvolvida para controle da qualidade de água em um sistema de abastecimento, desde o manancial até o ponto de consumo.
Risco:	Produto da probabilidade de ocorrência de um perigo e a severidade das consequências associadas.



12. ANEXOS

12.1 SUGESTÃO PARA REGISTRO DAS INFORMAÇÕES DO PSA

Ficha auxiliar 1	CONSTITUIÇÃO DA EQUIPE PSA
Ficha auxiliar 2	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
Ficha auxiliar 3	PERIGOS, MEDIDAS DE CONTROLE E AVALIAÇÃO DE RISCOS
Ficha auxiliar 4	PREPARAÇÃO DE UM PLANO DE MELHORIA
Ficha auxiliar 5	MONITORAMENTO OPERACIONAL
Ficha auxiliar 6	PLANO DE CONTINGÊNCIA
Ficha auxiliar 7	LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA VALIDAÇÃO DO PSA



Ficha auxiliar 1

CONSTITUIÇÃO DA EQUIPE PSA

Nome	Telefone	E-mail	Cargo	Responsabilidades



**Ficha
auxiliar 2a**

**DESCRIÇÃO DO SISTEMA
DE ABASTECIMENTO**

Fase do processo	Descrição



**Ficha
auxiliar 2b**

**DESCRIÇÃO DO SISTEMA
DE ABASTECIMENTO.
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO DIAGRAMA DE FLUXO**

Esquema do diagrama de fluxo

Esquema do diagrama de fluxo		
Análise de conformidade	Alterações propostas	Verificado por



Ficha auxiliar 3

PERIGOS, MEDIDAS DE CONTROLE E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Etapa do processo (bacia, de contribuição, ETA etc.)	Perigo (M, F, Q, R)	Medidas de controle existentes	Árvore de Decisão (medidas em vigor para enfrentar um perigo)					Os controles são eficazes?				Controles adicionais necessários?			
			Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	É um PCC?	SIM	NÃO	Um pouco	Notas de validação (base de avaliação para a eficiência da medida de controle)	SIM	NÃO	Se sim, quais os controles propostos (a serem detalhados mais tarde no plano de melhorias)	
Bacia de contribuição/ Fonte															
Bacia de contribuição/ Fonte															
Estação de Tratamento de Água															
Estação de Tratamento de Água															

**Ficha auxiliar 4****PREPARAÇÃO DE UM PLANO DE MELHORIA**

#	Ação específica de melhoria	Perigo	Entidade responsável	Orçamento estimado	Fonte de financiamento	Prazo de execução	Atualização da situação (deixe inicialmente esta coluna em branco)



Ficha auxiliar 5

MONITORAMENTO OPERACIONAL

Etapa do Processo	Medida de controle	Monitorar o quê?	Onde?	Quando?	Como?	Quem?	Limite crítico (ou condição alvo)	Ação corretiva



**Ficha
auxiliar 6**

PLANO DE CONTINGÊNCIA

CAPÍTULO I | **ASPECTOS GERAIS**

1 | Objetivos e abrangência do Plano de Contingência

2 | Índice

3 | Data da última revisão

4 | Informação geral sobre o sistema de abastecimento

a | Designação do sistema de abastecimento

b | Entidade gestora

c | Integrantes da equipe responsável pelo desenvolvimento e manutenção do PSA

d | Telefone e endereço eletrônico dos integrantes da equipe

Capítulo II | **PLANOS DE EMERGÊNCIA**

1 | Ocorrência

2 | Resposta inicial

a | Procedimentos para notificações internas e externas

b | Estabelecimento de um sistema de gestão de emergências





**Ficha
auxiliar 6**

PLANO DE CONTINGÊNCIA

- c| Procedimentos para avaliação preliminar da situação
- d| Procedimentos para estabelecimento de objetivos e prioridades der resposta a incidentes específicos
- e| Procedimentos para a implementação do plano de ação
- f| Procedimentos para a mobilização de recursos

3| Continuidade da resposta

4. Ações de encerramento e acompanhamento

CAPÍTULO III | **ANEXOS DE SUPORTE**

Anexo 1 | Informação sobre o sistema de abastecimento e localização física

- a| Mapas do sistema de abastecimento
- b| Esquemas de funcionamento
- c| Descrição das instalações/layout



**Ficha
auxiliar 6**

PLANO DE CONTINGÊNCIA

Anexo 2 | Notificação

- a) Notificações internas
 - b) Notificações à comunidade
 - c) Notificações a entidades oficiais
-

Anexo 3 | Sistema de gestão da resposta

- a) Generalidades
 - b) Cadeia de comando
 - c) Operações
 - d) Planeamento
 - e) Instruções de segurança
 - f) Plano de evacuação
 - g) Logística
 - h) Finanças
-

Anexo 4 | Documentação de incidentes

Anexo 5 | Formação e simulações em contexto real

Anexo 6 | Análise crítica, revisão do plano e alterações

Anexo 7 | Análise de conformidade

**Ficha
auxiliar 7****LISTA DE VERIFICAÇÃO
PARA VALIDAÇÃO DO PSA**

Parâmetro ou elemento	Verificado	Obs.
Constituição da equipe e atribuição de responsabilidades		
Diagrama de fluxo do sistema		
Identificação de perigos		
Identificação de medidas de controle		
Método para avaliação de PCC		
Locais que definem PCC		
Medidas de controle associadas a cada PCC		
Adequabilidade das medidas de controle aplicadas		
Plano de monitoramento definido		
Conjunto de ações corretivas		
Especificações dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento		
Subprodutos que podem ser formados no processo de tratamento		
Residuais de produtos químicos ao longo do processo		



**Ficha
auxiliar 7****LISTA DE VERIFICAÇÃO
PARA VALIDAÇÃO DO PSA**

Parâmetro ou elemento	Verificado	Obs.
Funcionamento das etapas de tratamento (avarias detectadas, eficiência etc.)		
Formação do staff responsável pela operação do sistema		
Apreciação da idoneidade do laboratório responsável pelas análises laboratoriais		
Planos de manutenção preventiva do sistema		
Plano de calibração dos equipamentos		
Especificações de equipamentos		
Especificações do material utilizado na construção do sistema de abastecimento		
Análise dos registros dos dados do sistema (verificação das medidas de controle)		
Análise das não conformidades ocorridas		
Análise dos desvios dos LC que ocorreram no sistema e das ações corretivas aplicadas		
Verificação da adequabilidade dos planos de emergência		
Auditoria do PSA		
Revisão		



REALIZAÇÃO



Agência das Bacias PCJ



COMITÊS PCJ

ELABORAÇÃO



FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA

ISBN: 978-65-87633-00-8

CRI



9 786587 633008