

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

Andréia May

**O ESGOTAMENTO SANITÁRIO E OS PLANOS DE
SEGURANÇA DA ÁGUA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Rubens Lapolli

Florianópolis, (SC)
Fevereiro/2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

May, Andréia
O esgotamento sanitário e os Planos de Segurança da Água
/ Andréia May ; orientador, Flávio Rubens Lapolli -
Florianópolis, SC, 2014.
119 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Esgotamento sanitário. 3.
Plano de Segurança da Água. I. Lapolli, Flávio Rubens. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

Andréia May

O ESGOTAMENTO SANITÁRIO E OS PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Ambiental”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de fevereiro de 2014.

Prof. William Gerson Matias, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof., Dr. Flávio Rubens Lapolli,
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Antônio Edésio Jungles,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Luiz Abner de Holanda Bezerra,
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Maria Eliza Nagel Hassemer,
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Não foi fácil chegar a este momento. Mas finalmente, com o apoio, compreensão e estímulo de uma série de pessoas, o objetivo maior se concretizou.

Gostaria de agradecer a todos que diretamente ou indiretamente, de perto ou à distância, acompanharam a evolução deste trabalho:

Ao Prof. Flávio Rubens Lapolli, pela orientação e confiança;

Aos membros da banca, pela disponibilidade em avaliar esta dissertação;

Aos professores e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, pela oportunidade;

À CASAN, empresa da qual faço parte, local onde diariamente aplico e adquirei conhecimentos;

Aos meus pais, Valdir e Neli, e também à Daniela, Diogo, Gabriel e Luana, pela torcida e apoio;

Ao Guilherme, meu irmão, pelas dicas e colaboração;

Aos meus amigos e colegas de trabalho, tanto da CASAN quanto da UFSC, parceiros dessa jornada.

Ao Paulo, companheiro de todas as horas, pela paciência, carinho, conselhos...

RESUMO

Este trabalho propõe um método de avaliação sistemática de sistemas de esgotamento sanitário a ser integrada à etapa de avaliação do Plano de Segurança da Água (PSA). O PSA é um instrumento previsto na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e está estruturado em reconhecidas ferramentas de Gerenciamento de Riscos, tendo como objetivo principal a identificação de possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água, organizando e estruturando as suas diferentes unidades visando à garantia da qualidade da água a ser disponibilizada ao consumidor final. Neste contexto o esgotamento sanitário é tratado sob a ótica das soluções fim de tubo, relevando-se apenas às informações inerentes à qualidade do esgoto tratado lançado no corpo hídrico. Entretanto, diante da complexidade do sistema de esgotamento, propõe-se que o mesmo também seja abordado de forma sistemática, realizando-se uma análise minuciosa de todas as suas unidades. Para realização deste trabalho foram analisados os conceitos de Gerenciamento de Riscos e Gerenciamento de Processos alinhados ao PSA, bem como, a importância e a abordagem dada aos serviços de esgotamento sanitário no âmbito da elaboração e implantação de PSA, obtendo-se uma planilha para avaliação de redes coletoras, estações elevatórias e estações de tratamento de esgoto e posterior classificação dos sistemas de esgotamento conforme o atendimento ou não às premissas estabelecidas. Para validar esse instrumento e suas variáveis, conclui-se o trabalho com a aplicação de dados de sistemas de esgotamento sanitário em operação à planilha proposta.

Palavras-chave: Plano de Segurança da Água, Esgotamento Sanitário, Gerenciamento de Riscos, Gerenciamento de Processos.

ABSTRACT

This work presents a method for systematic assessment of sewage systems to be integrated into the evaluation phase of the Water Safety Plan (WSP). The WSP is a tool provided in Portaria n°.2.914/2011 of the Ministério da Saúde and is recognized in structured risk management tools, having as main objective to identify possible deficiencies in the water supply system, organizing and structuring their different units aimed at ensuring the quality of water to be made available to the final consumer. In this context, the sewage is treated from the perspective of end of pipe solutions, is emphasizing only to information related to the quality of the treated sewage released in the water resource. However, given the complexity of the sewage system, it is proposed that the same is also addressed in a systematic way, carrying out a thorough analysis of all its units. For this study, the concepts of Risk and Process Management Management aligned to the WSP as well, given the importance and approach to sewage services in the preparation and implementation of WSP were analyzed, obtaining a worksheet for evaluation of sewerage collecting system, pumping stations and sewage treatment plants and subsequent classification of sewage systems as service to the premises established or not. To validate the instrument and its variables, concludes the work with application data of sewage systems in operation the proposal worksheet.

Keywords: Water Safety Plan, Sewage treatment, Risk Management, Process Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição percentual das demandas de água no país..	23
Figura 2 – Comprometimento na qualidade da água para consumo humano.....	24
Figura 3 - Visão sistêmica sob a perspectiva de risco à saúde.	28
Figura 4 – Quadro de referência para água potável segura proposto pela Carta de Bona.....	29
Figura 5 – Desenvolvimento de articulações institucionais para a disseminação do PSA	32
Figura 6 – Desenvolvimento de articulações para a disseminação do PSA em âmbito local	33
Figura 7 – Processo de Gestão de Riscos.....	38
Figura 8 – Componentes e inter-relações de uma análise de risco... 39	
Figura 9 – Barreiras de proteção em sistemas de abastecimento de água.	40
Figura 10 - Princípio de múltiplas barreiras nos sistemas de abastecimento de água.....	41
Figura 11 – Identificação de pontos críticos de controle.....	45
Figura 12 - Processo da empresa como soma dos processos	48
Figura 13 - Diagrama de Causa e Efeito, de Ishikawa ou Espinha de Peixe.....	49

Figura 14 – Partes constitutivas do sistema convencional de esgotos	52
Figura 15 – Modelo de Sistema de Gestão Ambiental proposto pela NBR ISO 14001.	56
Figura 16 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema 1	69
Figura 17 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema 2	70
Figura 18 – Valo de Oxidação Sistema 1	71
Figura 19 – Estação Elevatória do Sistema 2	71
Figura 20 – Vista geral do Sistema 2	71
Figura 21 – Vista geral de uma Estação Elevatória do Sistema 2.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de Escala de Probabilidade de Ocorrência de Risco	42
Tabela 2 – Exemplo de Escala de Severidade de Consequências.....	43
Tabela 3 – Atendimento e percentuais do serviço de esgotamento sanitário no Brasil por rede coletora, com base na densidade populacional de 2008.....	54
Tabela 4 – Planilha de avaliação do módulo Rede Coletora.....	64
Tabela 5 – Planilha de avaliação do módulo Estação Elevatória.....	65
Tabela 6 – Planilha de avaliação do módulo Estação de Tratamento de Esgoto	66
Tabela 7 – Dimensões para a avaliação da condição dos objetos ou serviços.....	67
Tabela 8 – Faixas de classificação dos sistemas segundo a pontuação alcançada	68
Tabela 9 – Faixas de valores para avaliação dos créditos 6.1 – Conservação de rede coletora, interceptores e emissários e 6.2 – Conservação de poço de visita, de Rede Coletora.....	72
Tabela 10 – Faixas de valores para avaliação do crédito 4.1 – Identificação de interferências ao adequado funcionamento da rede coletora.....	72
Tabela 11 - Planilha de Avaliação do Sistema 1 - Módulo Rede Coletora.....	73

Tabela 12 - Planilha de Avaliação do Sistema 1 - Módulo Estação Elevatória.....	74
Tabela 13 - Planilha de Avaliação do Sistema 1 - Módulo Estação de Tratamento de Esgoto	75
Tabela 14 – Planilha de Avaliação do Sistema 2 – Módulo Rede Coletora	79
Tabela 15 – Planilha de Avaliação do Sistema 2 – Módulo Estação Elevatória.....	80
Tabela 16 – Planilha de Avaliação do Sistema 2 – Módulo Estação de Tratamento de Esgoto	81
Tabela 17 – Classificação final dos Sistemas 1 e 2	85
Tabela 18 – Resultados das análises laboratoriais do Sistema 1	85
Tabela 19 – Resultados das análises laboratoriais do Sistema 2	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPCC - Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle

DNSP - Departamento Nacional de Saúde Pública

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

OMS – Organização Mundial da Saúde

PC – Ponto de Controle

PA – Ponto de Atenção

PCA – Ponto Crítico de Atenção

PCC – Ponto Crítico de Controle

POP – Procedimento Operacional Padrão

PSA – Plano de Segurança da Água

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 OBJETIVOS	22
1.1.1 Objetivo Geral	22
1.1.2 Objetivos Específicos	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 A ÁGUA E O CONSUMO HUMANO	23
2.2 CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA	24
2.3 O PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA)	29
2.4 GERENCIAMENTO DE RISCOS	35
2.4.1 Barreiras Múltiplas.....	40
2.4.2 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)	41
2.4.3 Boas Práticas	46
2.4.4 Norma ISO 24500	46
2.5 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS.....	47
2.6 ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	49
2.6.1 Avaliação de sistemas de esgotamento sanitário	55
3 METODOLOGIA	59
3.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	60

3.1.1 Pesquisa Documental.....	60
3.1.2 Elaboração da Planilha de Avaliação	61
3.1.3 Aplicação da Planilha de Avaliação.....	62
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1 PLANILHA DE AVALIAÇÃO.....	63
4.2 APLICAÇÃO DA PLANILHA DE AVALIAÇÃO.....	68
4.2.1 Características dos sistemas avaliados	69
4.2.2 Detalhamento da Aplicação da Planilha de Avaliação	71
4.2.2.1 Avaliação do Sistema 1	73
4.2.2.2 Avaliação do Sistema 2.....	79
4.2.3 Resultado da Aplicação da Planilha de Avaliação	85
4.2.4 Recomendações sobre a planilha de avaliação	87
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	89
5.1 CONCLUSÕES	89
5.2 RECOMENDAÇÕES.....	91
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE A – Detalhamento dos Critérios e Créditos da Proposta de Planilha de Avaliação de Sistemas de Esgotamento Sanitário.....	99

1 INTRODUÇÃO

O Plano de Segurança da Água (PSA), instrumento previsto na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, constitui-se em uma metodologia para a identificação de possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água, organizando e estruturando as suas diferentes unidades para minimizar a chance de incidentes que venham a comprometer a qualidade da água de consumo humano.

Acompanhando a evolução das exigências referentes à qualidade da água ao longo das últimas décadas, percebemos que a legislação que antes restringia-se à classificação das análises segundo os limites permissíveis estabelecidos para cada parâmetro, atualmente apresenta-se envolvida em uma visão sistêmica do sistema de abastecimento de água, trazendo luz à perspectiva de risco à saúde.

Neste contexto nota-se o PSA plenamente alinhado às técnicas de Gerenciamento de Riscos, princípio este também baseado em etapas de avaliação, identificação, tratamento e monitoramento. Dessa forma, como os sistemas de abastecimento de água são compostos de diferentes processos, incluindo captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, unem-se aqui os conceitos de Gerenciamento de Processos, obtendo-se assim um gerenciamento de riscos por meio de gerenciamento de processos, a fim de atingir-se o objetivo maior de fornecer água tratada de qualidade à população.

Sob esta ótica o esgotamento sanitário posiciona-se somente como um componente da etapa de avaliação do sistema de abastecimento de água, no atual PSA, geralmente dentro do processo captação. Todavia, diante da complexidade dos sistemas de esgotamento sanitário e dos altos riscos que a sua operação traz à integridade da qualidade da água, entende-se a necessidade de aprofundamento dos critérios de avaliação do esgotamento sanitário dentro do PSA, passando este último também a ser abordado de forma sistemática, envolvendo sobretudo a análise minuciosa de estações elevatórias, redes coletoras e estação de tratamento de esgoto. Se o potencial de contaminação das fontes de captação de água é minimizado, a eficiência, o grau de tratamento e os seus consequentes riscos são diminuídos, beneficiando o consumidor final com um produto mais puro e seguro.

Com base no exposto, ressalta-se a importância e relevância do estudo aqui apresentado para a sociedade, para as empresas de saneamento e para os órgãos reguladores pela disponibilização de um

instrumento técnico para análise e controle dos riscos inerentes aos sistemas de esgotamento sanitário.

Desta forma o problema de pesquisa aqui definido foi: como realizar a avaliação sistemática de sistemas de esgotamento sanitário a ser integrada à etapa de avaliação do Plano de Segurança da Água?

Assim sendo, inicia-se este trabalho com a fundamentação teórica acerca dos principais conceitos e características inerentes ao PSA, destacando-se também os fundamentos de gerenciamento de riscos aliado a gerenciamento de processos.

Na sequência, apresenta-se o produto final deste trabalho, uma proposta de planilha de avaliação de sistemas de esgotamento sanitário, contemplando três módulos a serem avaliados. Por fim, utiliza-se a referida planilha para a avaliação de dois sistemas de esgoto em operação em Santa Catarina, classificando cada um dos seus módulos conforme a pontuação obtida. Por meio da pontuação final identificam-se os principais gargalos do sistema de esgotamento podendo-se propor ações específicas para melhorias.

Este trabalho é parte integrante da linha de pesquisa “Gestão e Tratamento de Águas e Efluentes Domésticos, Industriais e Agropecuários” do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor um método de avaliação sistemática de sistemas de esgotamento sanitário em referência à etapa de avaliação do Plano de Segurança da Água (PSA).

1.1.2 Objetivos Específicos

- 1) Propor parâmetros, variáveis e fatores de avaliação sistemática de sistemas de esgotamento sanitário.
- 2) Realizar uma aplicação piloto da planilha de avaliação proposta em um sistema real de esgotamento sanitário para validar o instrumento e suas variáveis.

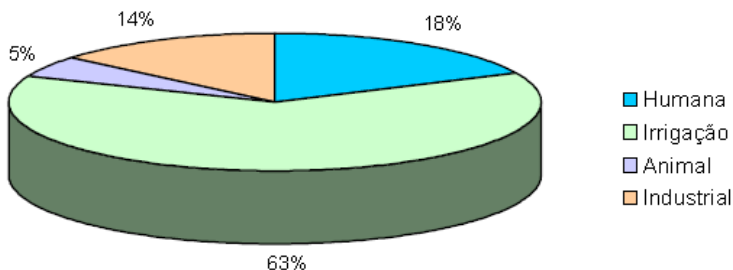
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A ÁGUA E O CONSUMO HUMANO

A água, basicamente uma molécula composta de um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio, unidos por elétrons compartilhados, é a única substância que se transforma naturalmente em um sólido (gelo), um líquido e um gás (vapor de água). Ela cobre cerca de 70% do planeta Terra, totalizando aproximadamente 1,386 milhão de quilômetros cúbicos. Deste montante, apenas 3% é de água doce, sendo 77% no estado sólido. Dos 23% de água não congelada, somente 0,5% está disponível para fornecer a quantidade de água de que toda planta, animal e pessoa na Terra precisa para sobreviver. Soma-se a isso a sua má distribuição geográfica. Mais da metade das fontes de água doce do mundo estão em apenas nove países: Estados Unidos, Canadá, Colômbia, Brasil, República Democrática do Congo, Rússia, Índia, China e Indonésia. (U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 2013).

Recurso indispensável para uma vasta gama de usos, conforme mostrado na Figura 1, quando não gerida e manejada adequadamente a água também pode se tornar um importante meio de propagação de doenças. Segundo a Organização Panamericana de Saúde (2001), a ingestão de água contaminada é responsável por 80% das diarreias agudas ao redor do mundo. A cólera, a febre tifoide, a hepatite A e as parasitoses são algumas das outras doenças relacionadas ao consumo de água com qualidade inapropriada (LIMA, 2010).

Figura 1 – Distribuição percentual das demandas de água no país.



Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (2013).

Apesar de não apresentar uma demanda significativa se comparada com a da irrigação, a disponibilização de água para consumo humano vem sendo limitada pela degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, devido ao lançamento de cargas de esgoto sem tratamento e de escoamento pluvial urbano, e pela concentração de demanda em grandes áreas urbanas (TUCCI et al, 2001). A deficiência dos sistemas de tratamento e os acidentes envolvendo produtos perigosos são outras fontes de comprometimento da qualidade da água para consumo humano, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Comprometimento na qualidade da água para consumo humano.



Fonte: DANIEL, M. (2012).

2.2 CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Considerando o exposto, percebe-se que a garantia de qualidade da água fornecida à população depende do acompanhamento de uma série de variáveis, englobando desde aspectos relacionados a questões operacionais das companhias de saneamento até a realização e controle de ensaios laboratoriais.

Até meados do século XX as investigações sobre a qualidade da água baseavam-se nas características organolépticas, tendo a filtração como a única etapa do tratamento a fim de remover partículas que pudessem conferir à água características que a tornasse inobjeto para os consumidores (FERREIRA FILHO; ALVES; 2006, apud LIMA, 2010).

Segundo Formaggia (2007), a atenção das autoridades brasileiras de saúde volta-se à qualidade da água para consumo humano a partir da década de 1920, com a criação do Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP) e com a reorganização dos serviços de saúde, conforme previsto na “Reforma Carlos Chagas”.

A partir da publicação do primeiro documento especificamente dedicado à qualidade da água para consumo humano, em 1958, pela Organização Mundial da Saúde, estabeleceu-se à nível mundial que a água passaria a ser avaliada em termos microbiológicos, físicos e radioativos, sendo adotada a metodologia de controle de qualidade por meio da comparação das características do produto acabado, avaliadas por programas de coletas de amostras, com valores numéricos de referência estabelecidos em normas específicas (VIEIRA, 2005).

Em 1961, por meio do Decreto nº 49.974, que regulamentou a Lei nº 2.314/1954, o Governo Federal promulgou o Código Nacional de Saúde, passando a estabelecer normas mais abrangentes sobre defesa e proteção à saúde. Este Código incorporou o saneamento e a proteção ambiental entre os novos objetos de abrangência do que hoje se conhece como vigilância sanitária. É nele que possivelmente aparece pela primeira vez o termo “risco” na legislação sanitária brasileira.

Entretanto, foi a partir do Decreto Federal 79.367/1977, cuja fundamentação provém da Lei nº. 6.229/1975, que se atribuiu competência ao Ministério da Saúde para elaborar normas e o padrão de potabilidade de água para consumo humano a serem observados em todo o território nacional. O decreto definiu também as competências do Ministério da Saúde, em articulação com os Estados, Distrito Federal e Territórios, para fiscalizar o cumprimento de suas normas. Cabia ao Ministério, em articulação com outros órgãos e entidades, a elaboração de normas referentes à proteção de mananciais, serviços de abastecimento de água, instalações prediais de água e controle de qualidade de água de sistemas de abastecimento público. O mesmo Decreto nº 79.367/1977 determinou que os órgãos e entidades dos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios, responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento público, deviam adotar

obrigatoriamente as normas e o padrão de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Com base neste Decreto o Ministério da Saúde elaborou e aprovou uma série de normas referentes à água para consumo humano, entre elas, normas e padrão sobre fluoretação de águas de sistemas públicos de abastecimento destinado ao consumo humano, aprovada pela Portaria 635 Bsb, de 26/12/1975, conforme estabelecido na Lei n° 6.050 de 24/05/1974 (que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento) e o Decreto Federal n.º 76.872, de 22/12/1975, que o regulamenta; e a primeira legislação federal brasileira sobre potabilidade de água para consumo humano editada pelo Ministério da Saúde, a Portaria n.º 56/Bsb/1977. Além disso, a Portaria n° 443/Bsb/1978, ainda em vigor, preconizou normas sobre proteção sanitária dos mananciais, serviços de abastecimento público e seu controle de qualidade e instalações prediais.

Em 1986, o Ministério da Saúde criou por meio do Decreto Federal 92.752, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. A iniciativa foi precedida de consulta a todos os Estados da Federação sobre ações relacionadas ao assunto. Na ocasião, somente o Paraná exercia atividades sistemáticas de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (FORMAGGIA, 2007).

Além destas, outras normativas que merecem destaque foram a Portaria n° 36/MS/GM, de 19 de janeiro de 1990 que aprovou normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano e a Portaria MS N.º 1469, de 29 de dezembro de 2000 que estabeleceu os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Um ponto comum entre todas as legislações de qualidade da água para consumo humano apresentadas era o privilegiamento de uma visão pontual, com uma análise individual por parâmetro. Entretanto, a Portaria n° 518/04 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, traz o enfoque de risco à saúde e de avaliação de risco (SOUZA, 2008). O artigo 7° dessa Portaria é o responsável por mostrar que o cumprimento da legislação só é possível com a ação conjunta dos órgãos relacionados diretamente a questão, expondo a necessidade de um novo modelo de gestão:

IV. efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada

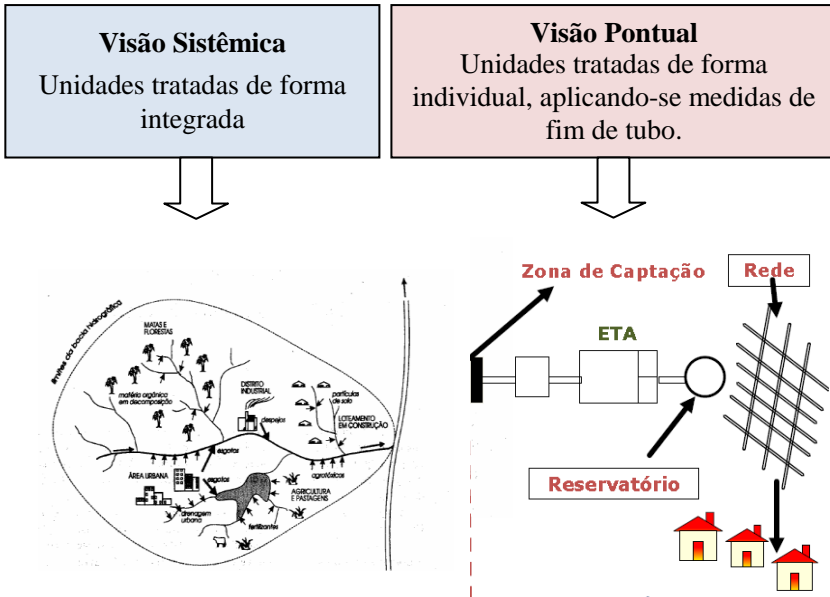
sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

- a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;
- b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;
- c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e
- d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

Em dezembro de 2011, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 2914, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta nova portaria é a quinta versão da norma brasileira de qualidade da água para consumo (RIBEIRO, 2012).

Diante do conhecimento de que as coletas para as análises laboratoriais acontecem simultaneamente à distribuição da água para a população e que, dessa forma, o controle laboratorial, ainda que frequente, e embora indispensável, não constitui garantia de segurança da água para consumo humano, a Portaria nº 2.914 enfoca em ferramentas sistêmicas de avaliação e gerenciamento dos riscos e no controle da captação, do tratamento e da distribuição da água para consumo humano, substituindo definitivamente a abordagem de solução fim de tubo para ações ativas e holísticas de prevenção. Vide Figura 3.

Figura 3 - Visão sistêmica sob a perspectiva de risco à saúde.



Fonte: DANIEL, M. (2012).

Segundo o Art. 13 dessa Portaria compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano manter avaliação sistemática sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base nos seguintes critérios:

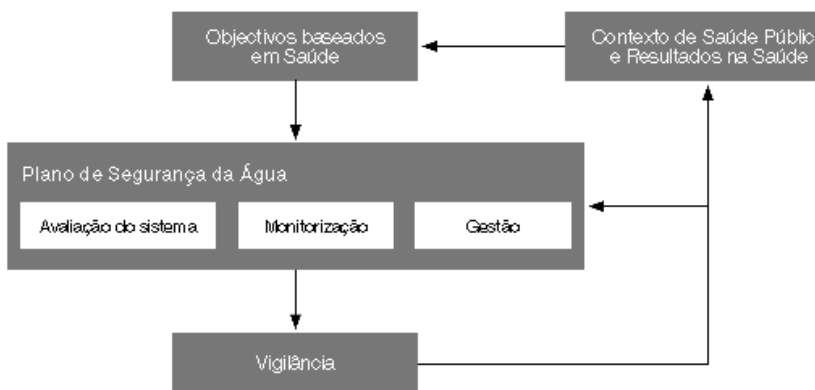
- ocupação da bacia contribuinte ao manancial;
- histórico das características das águas;
- características físicas do sistema;
- práticas operacionais;
- na qualidade da água distribuída, conforme os princípios

dos Planos de Segurança da Água (PSA) recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou definidos em diretrizes vigentes no País.

2.3 O PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA)

Em setembro de 2004 a *International Water Association (IWA)* publicou a *Bonn Charter for Safe Drinking Water* ou em português, Carta de Bona para Água Potável, com o objetivo de promover, a nível mundial, a adoção de metodologias de avaliação e gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água para consumo humano, desde a origem da água bruta até à torneira do consumidor, conforme quadro de referência apontado na Figura 4 (VIEIRA, 2008).

Figura 4 – Quadro de referência para água potável segura proposto pela Carta de Bona



Fonte: VIEIRA (2008)

Os “Objetivos Baseados em Saúde”, primeira etapa do quadro de referência, visam à definição de indicadores para orientar e apontar avanços na concretização de metas de saúde pré-determinadas pelas autoridades competentes, devendo levar em conta as circunstâncias locais, incluindo as condições econômicas, ambientais, sociais, culturais, tecnológicas e institucionais (VIEIRA, 2008). Em âmbito nacional, conforme visto anteriormente e previsto no Decreto nº 79.367/1977, cabe ao Ministério da Saúde a responsabilidade sobre esta etapa, elaborando normas e estabelecendo o padrão de potabilidade a ser observado em todo o país. Atualmente a legislação em vigor é a Portaria nº 2.914/2011.

No que tange à última etapa, “Vigilância”, a mesma Portaria estabelece as competências da União, Estados e Municípios quanto à vigilância da qualidade da água para consumo humano.

A etapa restante diz respeito ao Plano de Segurança da Água (PSA), uma abordagem inspirada em princípios e conceitos de gestão de risco, em especial a abordagem de barreiras múltiplas e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controles (APPCC), como utilizado na indústria alimentar), e que foi desenvolvida para organizar e sistematizar as práticas de gestão aplicada à água potável e garantir a aplicabilidade dessas práticas para a gestão da qualidade da água potável (WHO, 2004).

Vieira (2011) define o PSA como sendo uma metodologia voltada para a avaliação sistemática, minimização de possibilidades de acidentes, planos de contingência para situações imprevistas e utilização mais eficaz de recursos, trazendo benefícios para as entidades legisladoras, gestoras, autoridades responsáveis pela vigilância e com consumidores.

Para o Ministério da Saúde (2012), o Plano de Segurança da Água é uma ferramenta inovadora, pois aborda a gestão de riscos, com o foco no consumidor da água, que deve receber água segura e de qualidade e, assim, proteger sua saúde. O Ministério esclarece também que o PSA constitui-se em um instrumento para a identificação de possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água, organizando e estruturando o sistema para minimizar a chance de incidentes. Além disso, estabelece planos de contingência para responder a falhas no sistema ou a eventos imprevistos, como as severas secas, fortes chuvas ou inundações, que podem ter um impacto na qualidade da água.

De uma maneira geral os planos de segurança da água são compostos das seguintes etapas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012):

- Etapas Preliminares

As Etapas Preliminares envolvem o planejamento das atividades, o levantamento das informações necessárias e a constituição da equipe técnica multidisciplinar de elaboração e implantação do PSA.

- Avaliação do Sistema

A Avaliação do Sistema envolve a descrição do sistema de abastecimento de água, a construção e validação do diagrama de fluxo, a identificação e análise de perigos potenciais e caracterização de riscos e o estabelecimento de medidas de controle dos pontos críticos.

- Monitoramento Operacional

O Monitoramento Operacional tem o objetivo de controlar os riscos e de garantir que as metas de saúde sejam atendidas. Envolve a determinação de medidas de controle dos sistemas de abastecimento de água, a seleção dos parâmetros de monitoramento e o estabelecimento de limites críticos e de ações corretivas.

Vários parâmetros podem ser utilizados no monitoramento operacional, tais como a ocorrência de floração de cianobactérias no manancial superficial de captação de água; a adequada concentração residual de desinfetante na saída da estação de tratamento de água, entre outros. Os indicadores microbiológicos e os parâmetros químicos são pouco utilizados para o monitoramento operacional, devido ao alto custo das análises e ao tempo necessário para processá-las, e não permitem que sejam realizados ajustes operacionais antes do fornecimento da água.

- Planos de Gestão

Os Planos de Gestão possibilitam a verificação constante do PSA e envolvem o estabelecimento de ações em situações de rotina e emergenciais, a organização da documentação da avaliação do sistema, o estabelecimento de comunicação de risco e a validação e verificação periódica do PSA.

- Revisão do PSA

A Revisão do PSA deve considerar os dados coletados no monitoramento, as alterações dos mananciais e das bacias hidrográficas, as alterações no tratamento e na distribuição, a implementação de programas de melhoria e atualização e os perigos e riscos emergentes. O PSA deve ser revisado após desastres e emergências para garantir que estes não se repitam.

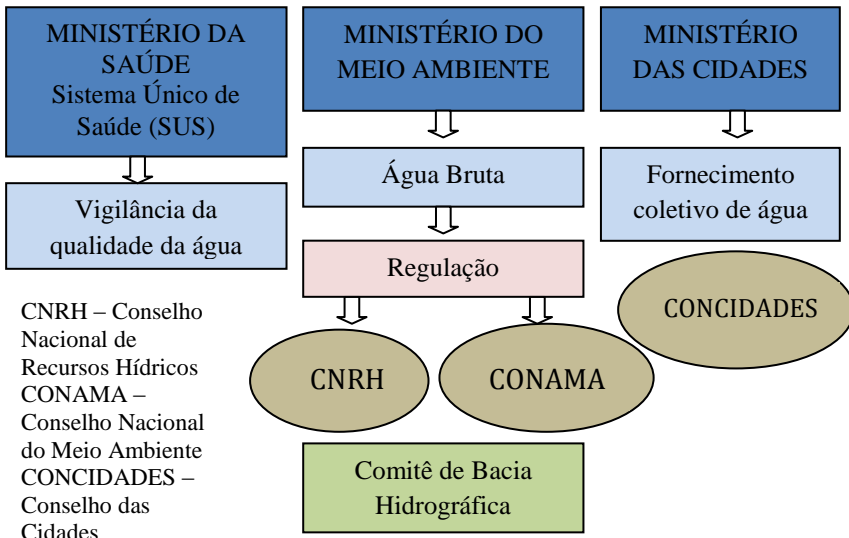
- Validação e Verificação do PSA

Tem como objetivo avaliar o funcionamento do PSA e saber se as metas de saúde estão sendo alcançadas. Para validação do PSA torna-se necessário realizar regularmente a verificação de todos os elementos constantes no plano, sua eficácia e conformidade com os objetivos de segurança da água. A avaliação deve ser periódica, e sugere-se que seja anual, através de auditoria interna e/ou externa.

Tanto nacionalmente quanto internacionalmente diversas estratégias vem sendo aplicadas visando a disseminação das práticas do PSA. Uma dessas iniciativas é a *Bonn Network*, ou Rede de Bona, uma rede de colaboração internacional com a participação de 15 entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água de 13 países diferentes, incluindo a brasileira SABESP, com o objetivo de promoverem as diretrizes básicas do abastecimento de água potável segura, conforme os princípios da Carta de Bona (VIEIRA, 2008).

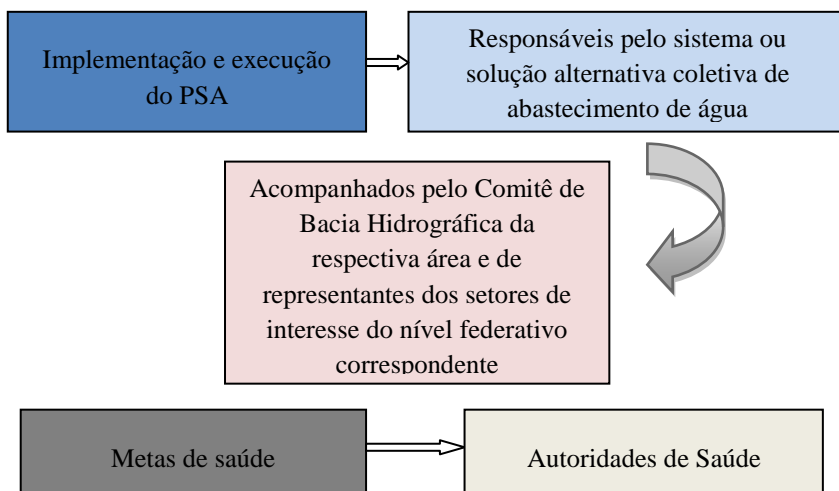
À nível nacional o desenvolvimento de articulações institucionais vem-se firmando como o principal meio para a execução dos PSA, conforme ilustrado nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Desenvolvimento de articulações institucionais para a disseminação do PSA



Fonte: NETTO (2008), adaptado pela autora (2013)

Figura 6 – Desenvolvimento de articulações para a disseminação do PSA em âmbito local



Fonte: NETTO (2008), adaptado pela autora (2013)

Há também a proposta de instituição de um Comitê Nacional de acompanhamento dos Planos de Segurança da Água com representantes da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano – Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas (ANA), Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Ministério das Cidades, Ministério da Integração – Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Secretaria de Defesa Civil e Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde e Fundação Nacional de Saúde (VIGIAGUA, 2013).

Outras formas usadas para disseminação do PSA e que podem ser destacadas são os documentos internacionais, sobretudo os elaborados pela OMS, International Water Association (IWA) e redes de PSA, o portal PSA - www.wsportal.org, as redes de PSA da América Latina, Ásia e África, o Grupo de Especialista da IWA sobre o PSA e as conferências internacionais de água. As Conferências Internacionais de Plano de Segurança da Água tem sido realizadas desde 2008 pela International Water Association (NETTO, 2013).

Por meio dessas diversas ferramentas, gradativamente os Planos de Segurança da Água vem sendo adotados e aplicados com vários graus de sucesso. Em 2003, Islândia e Austrália fizeram uso dos princípios APPCC em sistemas de abastecimento. Entre 2004 e 2006, Uganda, Portugal e China implementaram seus primeiros PSAs e em 2009, Nova Zelândia, Austrália e Reino Unido realizaram auditorias do PSA (VIEIRA, 2011).

A Islândia foi um dos primeiros países a legislar sobre o PSA e essa experiência do país permite a realização de uma avaliação sobre os impactos da implantação do Plano. Segundo Gunnarsdottir et al (2012), os resultados apontam uma significativa diminuição de organismos heterotróficos no sistema de abastecimento de água e 14% de redução nos casos clínicos de diarreia nos locais onde o Plano foi instaurado.

Summerill et al (2010) realizaram um estudo para avaliar a influência que a cultura organizacional e o compromisso com a proteção de saúde pública exercem sobre a implantação do PSA. As principais características apresentadas como barreiras ao Plano foram a má comunicação, inflexibilidade, complacência, a falta de consciência, interesse ou recompensa e coerção. Por sua vez as características culturais favoráveis à implantação do Plano incluíam a camaradagem, a concorrência, líderes proativos, foco na comunidade, mentalidade de serviço ao cliente, transparência, prestação de contas, força de trabalho competente, capacitação, valorização de sucessos e uma cultura de melhoria contínua.

A elaboração do Projeto Piloto Brasil de PSA coube a Universidade Federal de Viçosa (UFV), de Minas Gerais. Entre 2007 e 2010 uma equipe interdisciplinar aplicou a metodologia do Plano de Segurança da Água proposta pela OMS, a validou, a adaptou à realidade brasileira e elaborou um roteiro de orientação para implantação de Planos de Segurança da Água baseado no estudo de caso do município de Viçosa-MG.

Além disso, algumas empresas estaduais e municipais de abastecimento de água também já possuem iniciativas em andamento. A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), por exemplo, vem atuando desde maio/2012 no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira e atualmente encontra-se na etapa de Avaliação do Sistema, atuando na identificação dos perigos na fonte a partir de dados disponíveis das instituições dos diversos setores (agricultura, pecuária, saúde, saneamento, mineração, ambiental, recursos hídricos, rodoviário, educação, defesa civil, entre outros). Em

2011 a Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA), instituiu o programa para implantação do PSA no município de Campinas-SP. Em 2012 a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) instituiu uma comissão interna para o desenvolvimento dos Planos de Segurança da Água e atualmente encontra-se na fase de avaliação de 10 (dez) sistemas de abastecimento. Além dessas, a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (SABESP), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e a Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) também possuem atividades relativas ao PSA em andamento (VIGIAGUA, 2013).

Apesar dos avanços, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA, 2013), destaca os seguintes desafios para a implantação dos PSAs no Brasil:

- Desenvolver o PSA de forma articulada intersetorialmente;
- Universalizar a implementação dos PSA no País;
- Desenvolver o PSA em soluções alternativas de abastecimento de água com engajamento das comunidades;
- Capacitar técnicos com perícia para desenvolvimento de PSA.

2.4 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Conforme visto, o PSA baseia-se em princípios e conceitos de gestão de risco, em especial na abordagem de barreiras múltiplas e APPCC (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2009).

O termo risco é proveniente da palavra *risicu* ou *riscu*, em latim, que significa ousar. No conceito atual a definição de risco envolve a quantificação e qualificação da incerteza, tanto no que diz respeito às “perdas” como aos “ganhos”, com relação ao rumo dos acontecimentos planejados, seja por indivíduos, seja por organizações.

A norma conjunta australiana-neozelandesa AS/NZS 4.360:2004, uma das principais referências internacionais na implementação do processo de gestão de riscos, define risco como sendo a possibilidade de acontecer algo que terá um impacto sobre os objetivos estipulados. Segundo a mesma normativa o risco é medido em termos de uma combinação de consequências de um evento e sua probabilidade, sendo frequentemente especificado em termos desse evento ou circunstância e das consequências que possam ocorrer a partir dele, podendo resultar em impactos positivos ou negativos.

A Norma Brasileira ABNT ISO 31000, de 2009, conceitua risco como sendo o efeito da incerteza nos objetivos, ou seja, o risco pode ser entendido como um desvio em relação ao esperado, devido à deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade.

Independentemente do conceito aplicado, percebe-se que o risco está relacionado com a probabilidade de algo não desejável acontecer em um dado instante. O risco é inerente a qualquer atividade na vida pessoal, profissional ou nas organizações, e pode envolver perdas, bem como oportunidades.

A gestão de riscos pode ser aplicada a toda uma organização, em suas várias áreas e níveis, a qualquer momento, bem como a funções, atividades e projetos específicos. Cada setor específico ou aplicação da gestão de riscos traz consigo necessidades particulares, vários públicos, percepções e critérios.

Segundo a norma AS/NZS 4.360 e conforme demonstrado na Figura 7, os principais elementos do processo de gestão de riscos são:

a) Estabelecimento de metas e do contexto

O estabelecimento do contexto requer um conhecimento aprofundado do ambiente operacional em que funciona. Essa análise permite a definição de parâmetros dentro dos quais os riscos precisam ser gerenciados. A avaliação de risco é realizada dentro do contexto desses parâmetros/metras. A identificação/validação de seus objetivos é, portanto, um primeiro passo crítico no processo de gestão de riscos.

b) Identificando os riscos

A identificação dos riscos com maior probabilidade de impacto em seus resultados, juntamente com suas respectivas fontes e impactos, é importante para a definição das estratégias de tratamento desses riscos, ou seja, tratamento preventivo no caso das fontes e reativo no caso dos impactos.

c) Analisando os riscos

A análise dos riscos envolve a identificação dos controles em vigor e que lidam com os riscos identificados e na avaliação da eficácia desses controles. Com base nesta avaliação, os riscos são analisados em termos de probabilidade e consequência. A Matriz de Risco é um dos principais métodos usados para a determinação do nível de probabilidade e consequência.

d) Avaliando os riscos

A avaliação de risco determina se os riscos são aceitáveis ou inaceitáveis. Esta decisão é feita pela pessoa com a autoridade competente. Um risco que é determinado como aceitável deve ser monitorado e revisado periodicamente para garantir a continuidade da sua classificação como aceitável. Um risco inaceitável deve ser tratado adequadamente.

A Norma Brasileira ISSO 31.010/2012 – Gestão de Riscos – Técnicas para o Processo de Avaliação de Riscos, apresenta ferramentas e técnicas a serem aplicadas no processo de avaliação de riscos.

e) Tratamento dos riscos

O tratamento dos riscos visa reduzir o nível de risco de “riscos inaceitáveis” para um “nível aceitável”. As estratégias de tratamento são direcionadas para:

- i. Evitar o risco de interrupção da atividade que o gera (raramente uma opção na prestação de serviços ao público),
- ii. Reduzir a probabilidade da ocorrência,
- iii. Reduzir as consequências da ocorrência,
- iv. Transferir o risco, e
- v. Manter o risco.

Possíveis opções de tratamento são desenvolvidas de acordo com a estratégia de tratamento selecionada. A seleção das opções de tratamento preferenciais leva em conta fatores como custos e eficácia.

f) Monitoramento e informação sobre a eficácia dos tratamentos dos riscos

O monitoramento e informação sobre a eficácia dos tratamentos dos riscos visa monitorar a eficácia dos tratamentos de risco e identificar e tratar novos riscos que possam surgir.

Figura 7 – Processo de Gestão de Riscos

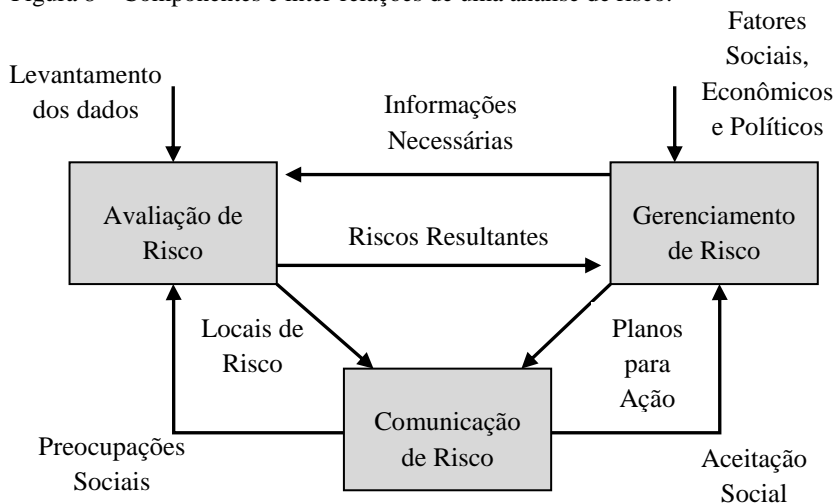


Fonte: ABNT (2009)

Segundo Sors (1982) apud Brilhante e Caldas (2002), o risco ambiental é o que ocorre no meio ambiente, seja ambiente interno - no caso de uma indústria, por exemplo - ou externo. O risco ambiental pode ser classificado de acordo com o tipo de atividade (explosão, descarga contínua); exposição (instantânea, crônica); probabilidade de ocorrência; severidade, reversibilidade, visibilidade, duração e a ubiquidade de seus efeitos. No contexto da gestão governamental, o risco ambiental pode ser também classificado como saúde pública, recursos naturais, desastres naturais, e introdução de novos produtos.

Biksey e Bernhardt (2000) apud Filho (2008) apontam a evolução das abordagens metodológicas ao se conduzir uma avaliação de risco ambiental, destacando a importância do fluxo de informações entre técnicos, políticos e a comunidade. A Figura 8 representa as relações e funções de uma análise integrada de risco.

Figura 8 – Componentes e inter-relações de uma análise de risco.



Fonte: FILHO (2008)

Os riscos à saúde humana estão vinculados à probabilidade da ocorrência de efeitos adversos à saúde relacionada com a exposição humana a agentes físicos, químicos, biológicos ou radiológicos. No caso da água, a exposição principal se dá pela sua ingestão.

Os riscos biológicos advêm da probabilidade da exposição a agentes biológicos (microrganismos: bactérias, fungos, vírus, parasitas, toxinas entre outros). Consideram-se agentes de risco químico as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através de pele ou por ingestão. Os agentes de risco radiológicos são as substâncias que produzem radiação ionizante que, pela natureza da atividade de exposição, podem ter contato ou serem absorvidos pelo organismo (SOUZA, 2008).

No gerenciamento de um sistema de abastecimento de água devem ser considerados os riscos associados ao consumo da água, os quais podem ser coletivos ou individuais, de curto, médio e de longo prazo. Os riscos de curto prazo resultam da contaminação da água causada por elementos químicos ou microbiológicos com efeitos manifestados em poucas horas ou em algumas semanas após a ingestão.

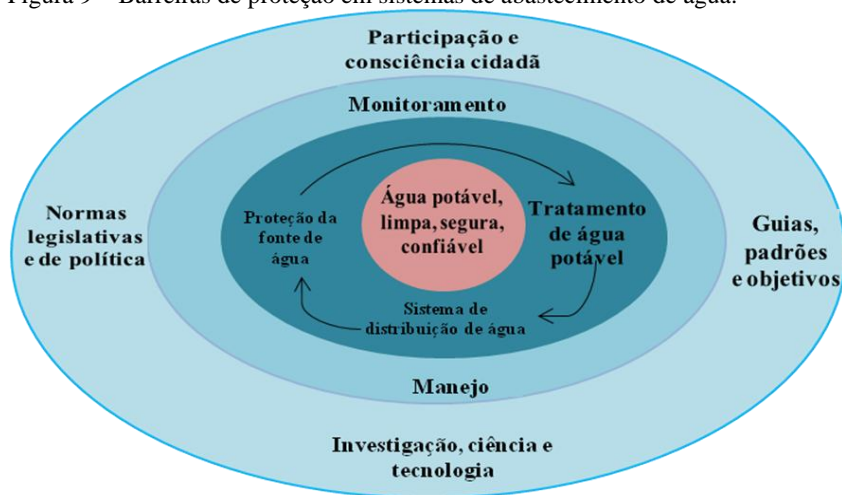
Os riscos de médio e longo prazo são geralmente de origem química e resultam de uma exposição ao longo de meses, anos ou até décadas (SOUZA, 2008).

2.4.1 Barreiras Múltiplas

Uma das estratégias para reduzir riscos de natureza microbiológica ou físico-química associados com o abastecimento de água é a aplicação de barreiras de proteção, ou Barreiras Múltiplas.

O princípio de Barreiras Múltiplas constitui-se de etapas do sistema onde se estabelecem procedimentos para prevenir, reduzir, eliminar ou minimizar a contaminação da água, desde a captação até a distribuição (BRASIL, 2011). O manejo do uso dos solos da bacia hidrográfica (proteção de fontes de água); a seleção da melhor fonte possível (qualidade, quantidade, continuidade); o manejo adequado de esgotos, de águas residuais e resíduos sólidos; o tratamento de água; e usuários com boas práticas higiênicas e de uso dos sistemas são algumas das barreiras de proteção que podem ser aplicadas em SAA, conforme Figura 9.

Figura 9 – Barreiras de proteção em sistemas de abastecimento de água.

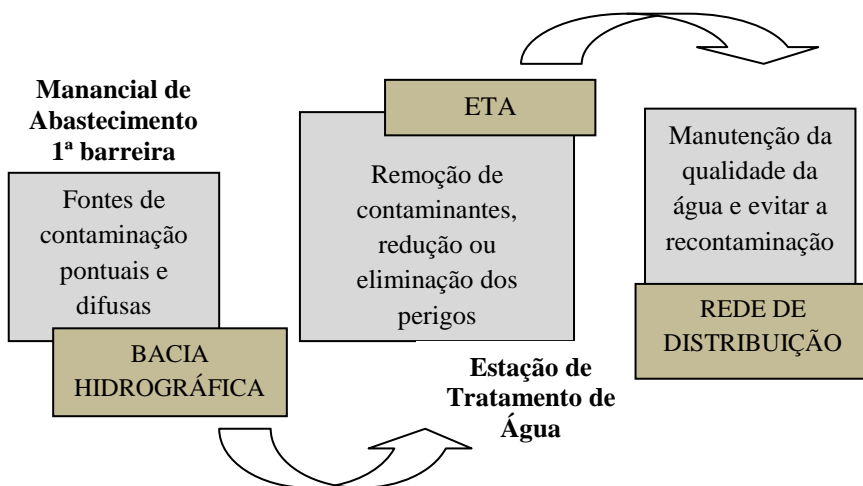


Fonte: CGVAM (2011), adaptado pela autora (2013)

As barreiras de proteção devem ser implementadas aos riscos que permanecem classificados como inaceitáveis mesmo após todas as medidas de tratamento terem sido adotadas.

As barreiras múltiplas iniciam-se pela proteção da bacia e manancial, continuam pelas boas práticas de tratamento da água e persistem por meio da adequada distribuição da água, como ilustra a Figura 10.

Figura 10 - Princípio de múltiplas barreiras nos sistemas de abastecimento de água.



Fonte: LIRA (2012).

2.4.2 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é outro princípio adotado no PSA. A APPCC baseia-se em um enfoque sistemático para identificar perigos, ou seja, o potencial de causar um efeito adverso à saúde (dano), e estimar os riscos que podem afetar a inocuidade da água, a fim de estabelecer as medidas para controlá-los (WHO, 1998).

Devido a sua origem, a qual remonta à indústria química dos anos 50, particularmente na Grã-Bretanha, e à segurança dos alimentos para as primeiras viagens espaciais, nos Estados Unidos, nos anos 60,

um APPCC está fundamentalmente dirigido à prevenção dos riscos sanitários veiculados pelos alimentos. Sua concepção reside em identificar e controlar Pontos Críticos de Controle (PCC) que representem riscos de veiculação de doenças através de cada etapa de preparo do alimento (SOUZA, 2008).

Baseando-se nos princípios de APPCC, a norma ABNT NBR 14.900/02 descreve os elementos de um sistema de gestão da segurança de alimentos. Aplicando-se o mesmo fundamento aos sistemas de abastecimento de água, pode-se definir um PCC como a etapa do processo onde é essencial a aplicação de métodos de controle para prevenir, eliminar ou reduzir a um nível aceitável um perigo à segurança da água potável (SOUZA, 2008).

Segundo Vieira (2005), para avaliar os riscos associados a cada perigo, deve-se estabelecer uma escala de probabilidade de ocorrência, e as consequências para a saúde da população abastecida, através de uma escala de severidade das consequências. Vide Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Exemplo de Escala de Probabilidade de Ocorrência de Risco

Probabilidade de Ocorrência	Descrição	Peso
Quase certa	Espera-se que ocorra uma vez ao dia	5
Muito provável	Vai acontecer provavelmente uma vez por semana	4
Provável	Vai ocorrer provavelmente uma vez por mês	3
Pouco provável	Pode ocorrer uma vez por ano	2
Raro	Ocorrência e situações excepcionais (1 vez em 10 anos)	1

Fonte: Vieira (2005)

Tabela 2 – Exemplo de Escala de Severidade de Consequências

Probabilidade de Ocorrência	Descrição	Peso
Catastrófica	Letal para uma parte significativa da população ($\geq 10\%$)	5
Grande	Letal para uma parte significativa da população ($< 10\%$)	4
Moderada	Nocivo para uma parte significativa da população ($\geq 10\%$)	3
Pequena	Nocivo para uma parte significativa da população ($< 10\%$)	2
Insignificante	Sem qualquer impacto detectável	1

Fonte: Vieira (2005)

Com os valores numéricos obtidos após a aplicação das duas escalas vistas, faz-se uma Matriz de Classificação dos Riscos, na qual a linha corresponde aos valores da escala da probabilidade de ocorrência e a coluna, os valores da escala de severidade das consequências.

Os PCC devem ser representados nos fluxogramas dos processos e subprocessos e para facilitar a sua identificação usualmente se utilizam as árvores decisórias, como a apresentada na Figura 11 (SOUZA, 2008).

Além dos PCC, outros três tipos de pontos podem ser apresentados nos diagramas decisórios (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012):

- PC – Ponto de Controle

Pontos ao longo do sistema de abastecimento de água onde há um ou mais perigos que podem ser monitorados, de forma sistemática e contínua, sendo possível estabelecer limites críticos, de modo a prevenir, eliminar ou reduzir o perigo a um nível tolerável.

- PCC – Ponto Crítico de Controle

Pontos ao longo do sistema de abastecimento de água onde há um ou mais perigos que ofereçam risco à saúde. Podem ser monitorados de forma sistemática e contínua, com estabelecimento de limites críticos e respectivas medidas de controle, mas não existem barreiras que previnam, eliminem ou reduzam o perigo a um risco de nível tolerável.

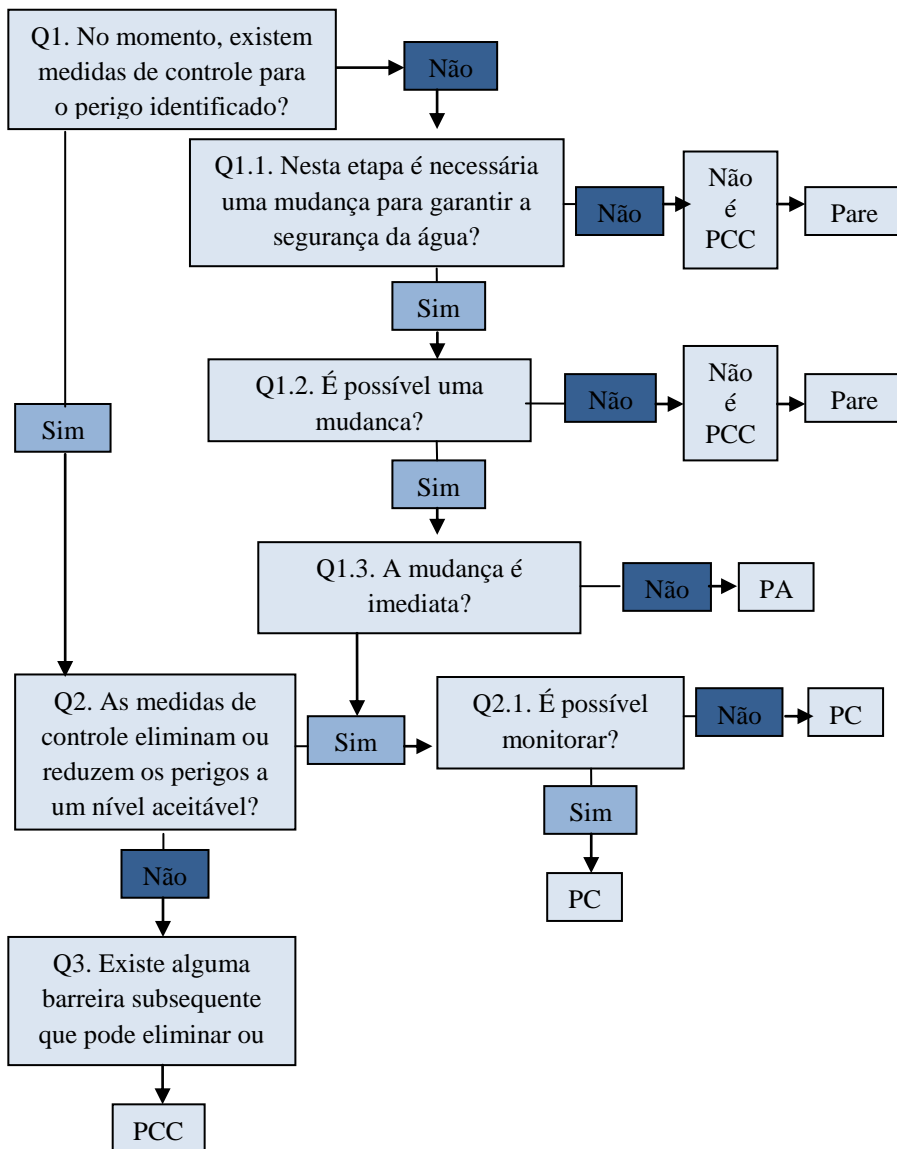
- PCA – Ponto Crítico de Atenção

Pontos ao longo do sistema de abastecimento de água onde há um ou mais perigos que ofereçam risco à saúde, que não são passíveis de monitoramento por meio de limites críticos, mas é possível estabelecer intervenções físicas e medidas de controle direcionadas a prevenir, reduzir ou eliminar o perigo a um nível tolerável (AS/NZS, 2004).

- PA – Ponto de Atenção

Pontos ao longo do sistema de abastecimento de água onde há um ou mais perigos que ofereçam risco à saúde, em que as medidas de controle não podem ser realizadas de imediato ou são de difícil implementação.

Figura 11 – Identificação de pontos críticos de controle.



2.4.3 Boas Práticas

As Boas Práticas representam um conceito corrente na área de saúde e em atividades industriais e compreendem um conjunto de recomendações quanto aos procedimentos que mais bem se ajustam aos objetivos pretendidos. Entretanto, vale destacar que tais recomendações não serão obedecidas se não estiverem acompanhadas de um adequado suporte físico (as características físicas do sistema ou da solução alternativa), técnico, humano, financeiro, organizacional, político-institucional e legal, inclusive quanto a regulamentos no nível local (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

As Boas Práticas ou Melhores Práticas são medidas de controle que possibilitam a eficácia de cada uma das barreiras, com o objetivo de prevenir riscos. São procedimentos adotados nas fases de concepção, projeto, construção e, sobretudo, na operação e manutenção de um sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que minimizem os riscos à saúde humana (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2009).

2.4.4 Norma ISO 24500

A norma ISO 24500 também está diretamente relacionada aos princípios do PSA. A norma oferece as orientações para a gestão e avaliação dos serviços de água potável e a qualidade desses serviços. Estabelece os principais objetivos e as possíveis ações que a empresa deve adotar para alcançar os mesmos. São objetivos das empresas:

- a) Proteção da saúde pública
- b) Manutenção dos serviços em situação normal ou de emergência
- c) Sustentabilidade da empresa
- d) Promoção do desenvolvimento sustentável da comunidade
- e) Proteção do meio ambiente

Outro aspecto importante é o uso de indicadores de desempenho, que são usados para medir a eficácia da empresa em atender aos objetivos estabelecidos na norma (LIMA, 2010).

2.5 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS

Gerenciamento de Processos é a definição, análise e melhoria contínua dos processos, com o objetivo de atender as necessidades e expectativas dos clientes. Por sua vez, Processo pode ser entendido como uma série de tarefas logicamente inter-relacionadas que quando executadas produzem resultados esperados. (GAV, 2013).

Para o programa GesPública do Governo Federal (2010), que busca a melhoria da gestão pública, um processo pode ser conceituado como um “conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em serviços/produtos (saídas), sendo realizado para agregar valor”.

Outra importante definição de processo é apresentada pela SEGES (2011): “conjunto integrado e sincrônico de insumos, infraestruturas, regras e transformações, que adiciona valor às pessoas que fazem uso dos produtos e/ou serviços gerados”. Nesta definição são destacados conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, como a necessidade de termos uma visão integrada e sincrônica, que avalie e controle todo o sistema de águas com o já bem descrito, mas que inclua também o sistema de esgotamento sanitário como um todo, avaliando e monitorando sua infraestrutura completa.

O gerenciamento de um negócio por processo necessita que as medidas, as métricas e os indicadores de desempenho estejam disponíveis, atualizados e sendo permanentemente monitorados. É necessário compreender o que e como medir. Ainda são poucas as organizações que adotam o gerenciamento por processos, e no setor de saneamento estas são ainda mais raras. Muitas delas são gerenciadas funcionalmente, somente olhando para indicadores financeiros, outras tem implantado programas de qualidade e tentado inferir desempenho somente com base em variações estatísticas; são ações válidas, mas incompletas (ABPMP, 2011).

Utilizando-se dos conceitos do Guia BPM CBOK (ABPMP, 2011), temos que o gerenciamento de desempenho de processo é:

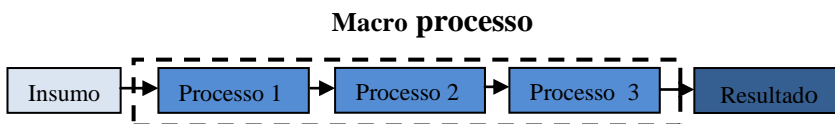
Monitoramento formal e planejado da execução de processos e o acompanhamento do desempenho com o objetivo de apurar a eficiência e eficácia dos processos. A informação é usada para comparar o desempenho real com as metas dos processos e tomar decisões a respeito de melhorar ou descontinuar processos existentes e/ou introduzir

novos processos a fim de conectar os objetivos estratégicos da organização ao foco do cliente e partes interessadas.

O gerenciamento de processos de negócios (BPM – *Business Process Management*) permite que os gestores coloquem os dados de gerenciamento de desempenho dentro da estrutura normal de trabalho.

Desta forma será possível ter um novo olhar para as informações de desempenho que estão disponíveis, a visão baseada no contexto. Nesta visão a atividade antecessora e predecessora são mostradas e as causas dos problemas podem ser encontradas mais facilmente, considerando o fluxo do processo (ABPMP, 2011) A visão do macro processo como a soma dos processos que o compõem pode ser visualizada na Figura 12.

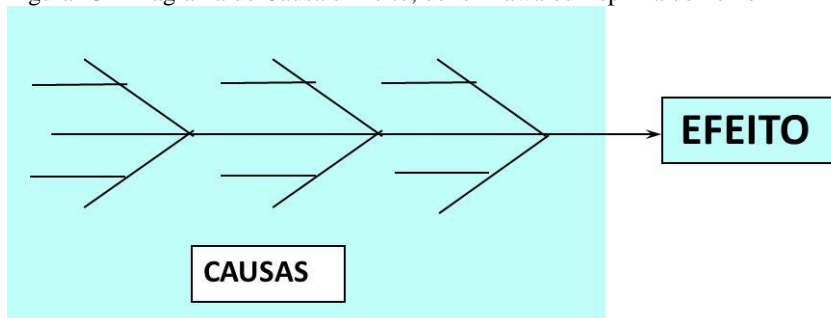
Figura 12 - Processo da empresa como soma dos processos



Fonte: May (2013)

A visão do BPM pode ser expressa visualmente por umas das chamadas Sete Ferramentas Clássicas da Qualidade, o Diagrama de Ishikawa. O Diagrama de Causa e Efeito, de Ishikawa ou Espinha de Peixe é uma ferramenta utilizada na qualidade para apresentar a relação existente entre o problema a ser solucionado (efeito) e os fatores (causas) do processo que podem influenciar na ocorrência do problema. Ela foi desenvolvida em 1943 por Ishikawa na Universidade de Tóquio com objetivo de explicar para o grupo de engenheiros da Kawasaki Steel como vários fatores podem ser ordenados e relacionados, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Diagrama de Causa e Efeito, de Ishikawa ou Espinha de Peixe



Fonte: May (2013)

2.6 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, o sistema de esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Os esgotos domésticos, principais constituintes do esgoto sanitário, contém aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos. É devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar os esgotos (VON SPERLING, 2005).

As características dos esgotos variam quantitativa e qualitativamente de acordo com a utilização da água. Os esgotos industriais são de difícil caracterização, em vista da grande amplitude de utilização da água para fins industriais, sendo que cada processo gera um efluente de características diferentes. Já nos esgotos domésticos pode-se caracterizar os esgotos de comunidades providas de costumes semelhantes, em vista da similaridade dos despejos (BRASIL, 2006).

Segundo Von Sperling (2005) as principais características dos esgotos sanitários podem ser subdivididas em físicas, químicas e biológicas:

- a) Físicas: temperatura, odor, cor, turbidez;
- b) Químicas: sólidos totais, Nitrogênio Total (N), Fósforo (P), Potencial Hidrogeniônico (pH), alcalinidade, cloretos, óleos

e graxas e matéria orgânica, este último determinado por meio da análise dos parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio e Carbono Orgânico Total (COT);

c) Biológicas: microrganismos, tais como bactérias, fungos, protozoários, vírus, algas, helmintos e outros. Devido a sua presença em grande quantidade nas fezes humanas e de animais de sangue quente, a sua resistência similar a maioria das bactérias patogênicas intestinais e à facilidade de execução dos procedimentos laboratoriais, as bactérias do grupo coliforme, principalmente as da espécie *Escherichia coli*, são usadas como indicadores de contaminação fecal.

As principais razões para tratamento dos esgotos são (BRASIL, 2006):

- Razão de saúde pública: Reduzir o número de organismos patogênicos presentes nos esgotos, possibilitando o seu retorno ao meio ambiente sem o risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

- Razão ecológica: Evitar a degradação ambiental, protegendo a vida vegetal e animal.

- Razão econômica: Reduzir o custo do tratamento da água e a indisponibilidade desse recurso para diversos usos, dentre eles o consumo humano, industrial, comercial, assim como para as comunidades.

- Razão estética: Evitar prejuízos ao lazer e ao turismo, pelo mau aspecto, cheiro, presença de lixo e animais transmissores de doenças.

- Razão legal: Evitar a depreciação dos patrimônios, pois os proprietários de áreas a jusante dos lançamentos de esgotos têm direitos legais ao uso da água em seu estado natural.

As soluções coletivas para remoção e destino do esgoto doméstico são denominadas de sistemas de esgotos sanitários (SES) os quais podem ser do tipo unitário, separador absoluto ou misto. O sistema separador absoluto, tipo adotado no Brasil, visa à separação completa

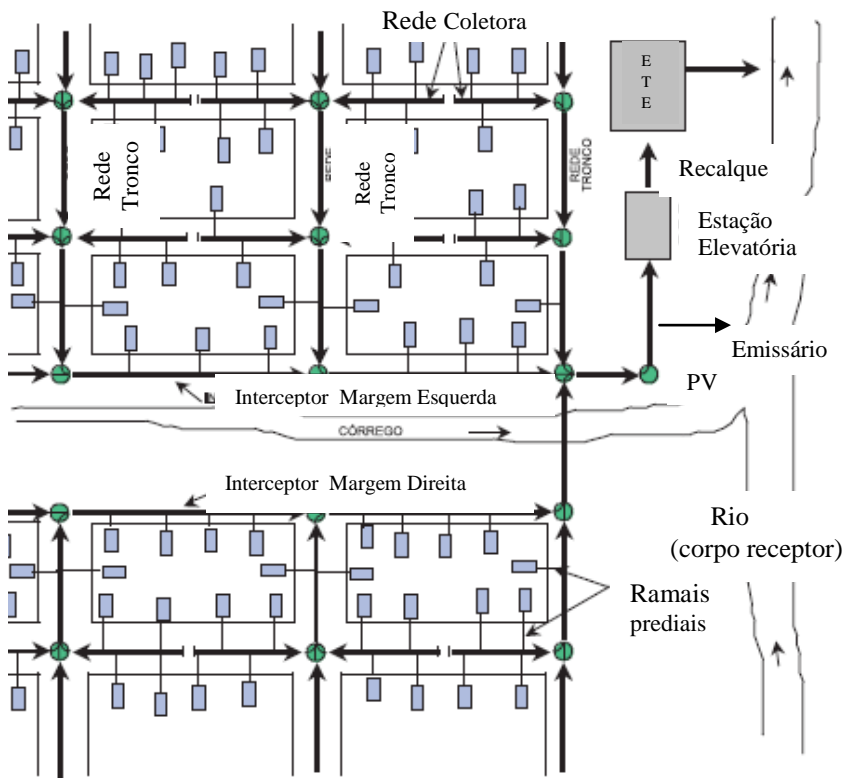
entre o esgoto doméstico e o esgoto pluvial, buscando assim uma redução de custos na implantação dos sistemas, uma vez que as águas pluviais não oferecem o mesmo perigo que o esgoto doméstico, podendo ser encaminhadas aos corpos receptores (rios, lagos, etc.) sem tratamento, este projetado apenas para o esgoto doméstico.

As principais partes constitutivas do sistema de esgoto, conforme expostas na Figura 14, são (BRASIL, 2006):

- a) ramal predial: são os ramais que transportam os esgotos das casas até a rede pública de coleta;
- b) coletor de esgoto: recebem os esgotos das casas e outras edificações, transportando-os aos coletores tronco;
- c) coletor tronco: tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores;
- d) interceptor: os interceptores correm nos fundos de vale margeando cursos d'água ou canais. São responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados na sub-bacia, evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água. Geralmente possuem diâmetros maiores que o coletor tronco, em função de maior vazão;
- e) emissário: são similares aos interceptores, diferenciando apenas por não receber contribuição ao longo do percurso;
- f) poços de visita (PV): são câmaras cuja finalidade é permitir a inspeção e limpeza da rede.
- g) elevatória: quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade.
- h) Estação de Tratamento de Esgotos (ETE): a finalidade da ETE é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam a causar uma deterioração da qualidade dos cursos d'água. Um sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento.
- i) disposição final: após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados no solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, especialmente organismos patogênicos e metais pesados. As

tubulações que transportam estes esgotos são também denominadas de emissário.

Figura 14 – Partes constitutivas do sistema convencional de esgotos



Fonte: BRASIL (2006)

Os processos de tratamento de esgotos dividem-se em operações e processos unitários, e a integração destes compõe os sistemas de tratamento. O tratamento dos esgotos é usualmente classificado através dos seguintes níveis: preliminar, primário, secundário e, eventualmente, terciário.

O tratamento preliminar, normalmente composto por gradeamento, desarenador e medição de vazão, objetiva a remoção dos sólidos grosseiros e areia.

O tratamento primário, caracterizado pela decantação primária, visa à remoção de sólidos sedimentáveis em suspensão e dos sólidos flutuantes.

O tratamento secundário busca a remoção de DBO em suspensão (matéria orgânica em suspensão fina, não removida no tratamento primário) e DBO solúvel (matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos). Nessa etapa do tratamento a remoção da matéria orgânica ocorre por meio de reações bioquímicas, realizadas por microrganismos, tais como bactérias, protozoários, fungos, etc. O contato efetivo entre esses organismos e o material orgânico contido nos esgotos propicia a conversão da matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos), seja de forma aeróbia ou anaeróbia. São exemplos de tipos de tratamento secundário comumente aplicados no Brasil: lagoas de estabilização, lodos ativados, valos de oxidação, reator UASB.

A remoção de nitrogênio (N) e fósforo (P) pode ser um objetivo explícito do tratamento dos esgotos, dependendo do impacto causado nos corpos receptores, entretanto, não há consenso se a remoção de N e P é considerada um tratamento em nível terciário. Quando sua remoção ocorre na etapa biológica do tratamento dos esgotos, usualmente se diz que o tratamento é secundário, com remoção de N e/ou P. Quando há necessidade específica de uma etapa posterior, configura-se mais claramente o nível terciário de tratamento (VON SPERLING, 2005).

Apesar de praticamente já ter alcançado a universalização dos serviços de saneamento básico na questão da água, uma vez que dos 5.564 municípios existentes em 2008, 5.531, ou seja, 99,4%, contavam, ainda que parcialmente, com serviço de abastecimento de água por rede pública de distribuição, a situação brasileira em relação aos esgotos ainda é precária, pois somente 3.069 municípios, correspondentes a apenas 55,0% do total, contam com rede coletora de esgotos, conforme mostra a Tabela 3. Destaque-se também que muitas empresas de saneamento e municípios brasileiros apresentam elevados índices de coleta e baixíssimos índices de tratamento (IBGE, 2008).

Tabela 3 – Atendimento e percentuais do serviço de esgotamento sanitário no Brasil por rede coletora, com base na densidade populacional de 2008.

População (mil habitantes)	Densidade Demográfica (habitantes por km ²)	Total	Número de municípios			Porcentagem de municípios	
			Com serviço esgotamento sanitário por rede coletora	Sem serviço esgotamento sanitário por rede coletora	Total (%)	Com serviço esgotamento sanitário por rede coletora	Sem serviço esgotamento sanitário por rede coletora
Até 50	Até 80	4.511	2.259	2.252	81,1	73,6	90,3
	Superior a 80	487	330	157	8,8	10,8	6,3
Acima de 50 e até 100	Até 80	148	106	42	2,7	3,5	1,7
	Superior a 80	165	138	27	3,0	4,5	1,1
Subtotal até 100 mil		5.311	2.833	2.478	95,5	92,3	99,3
Acima de 100 e até 300	Até 80	39	32	7	0,7	1,0	0,3
	Superior a 80	135	126	9	2,4	4,1	0,4
Acima de 300 e até 500	-	43	42	1	0,8	1,4	0,0
Acima de 500 e até 1000	-	22	22	0	0,4	0,7	0,0
Acima de 1000	-	14	14	0	0,3	0,5	0,0
Subtotal acima de 100 mil		253	236	17	4,5	7,7	0,7
Total		5.564	3.069	2.495	100,0	100,0	100,0

Fonte: IBGE (2008)

2.6.1 Avaliação de sistemas de esgotamento sanitário

A não existência ou a deficiência no tratamento de efluentes sanitários é um dos principais fatores de comprometimento da qualidade da água para consumo humano, conforme já visto neste trabalho. Sob esse aspecto, um importante ponto a ser levado em consideração ao falar-se de segurança da água sob a perspectiva do esgotamento sanitário é a deterioração que os sistemas de saneamento básico sofrem ao longo do tempo.

Segundo Bonassi (2005), as companhias de saneamento básico do Brasil avaliam e conceituam as condições de saneamento básico de forma empírica, baseando exclusivamente na experiência de profissionais que trabalham na área. Dessa forma, torna-se necessária a definição de um sistema de parâmetros, com embasamento teórico e científico, aliado às leis de saneamento básico vigentes no Brasil, visando diminuir a divergência de opiniões entre os profissionais.

Diante disso, algumas companhias de saneamento já vêm aplicando metodologias consolidadas para a avaliação de seus sistemas de esgotos.

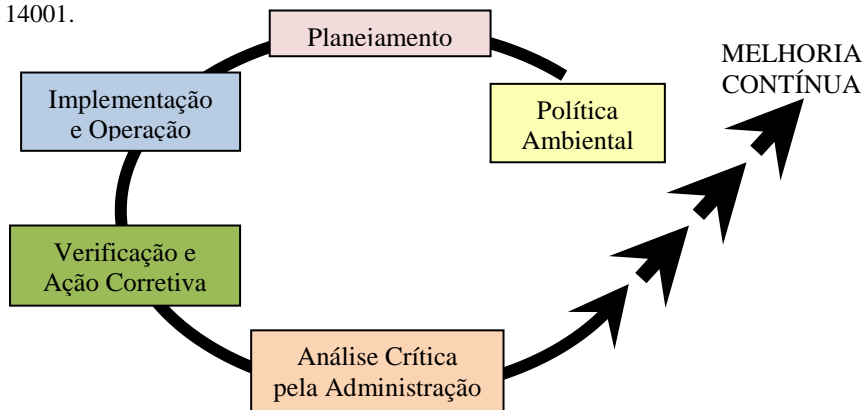
Conforme Rocha (2013), a *Auditoria Housekeeping*, baseada no Programa 5S, de origem japonesa, vem sendo utilizada pela SABESP visando eliminar problemas que podem acarretar acidentes ou paralisações na operação do sistema, aumentar a produtividade e satisfação dos clientes por meio da disponibilidade dos equipamentos em operação, e minimizar os custos operacionais com manutenção corretiva tanto em estações de tratamento de água quanto em sistemas de esgoto. Sendo representados pelos cinco sentidos: *Seiri* (organização), *Seiton* (ordenação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (asseio) e *Shitsuke* (disciplina), a *Auditoria Housekeeping* prevê a realização de uma análise inicial para levantar e identificar os fatores de avaliação. Esses fatores de avaliação são perguntas pertinentes à unidade operacional com relação ao atendimento às condicionantes das licenças ambientais, exigências físicas, requisitos de segurança, liberação e otimização do espaço físico, minimização de desperdícios e outros, com a finalidade de melhoria das condições da infraestrutura da estação. O acompanhamento do processo é realizado trimestralmente, por meio do levantamento na própria estação. As não-conformidades levantadas, bem como a ação corretiva correspondente, são apontadas no relatório de auditoria e, se na auditoria de acompanhamento verificar-se que a ação corretiva não foi

suficiente, registra-se uma ocorrência no sistema eletrônico de gerenciamento de não-conformidades, denominado de *DocAction*. Para evidenciar as conformidades e ações associadas ou melhorias realizadas, opcionalmente, pode ser realizado um relatório fotográfico. O cálculo para o índice percentual de *housekeeping* é feito por meio da divisão da média das notas das auditorias pela nota máxima e, para atingir um nível satisfatório de atendimento, este índice deve estar acima de 60% (ROCHA, 2013).

Segundo Lissenden (1999) apud Ramos (2013), a estrutura de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) expressa na NBR ISO 14001 possibilita à empresa equilibrar as demandas de cliente e, ao mesmo tempo, melhorar a eficácia interna, reduzir as perdas e se adaptar aos regulamentos sobre o meio ambiente. De acordo com Ferreira (1999), o modelo de SGA proposto é semelhante ao *Ciclo PDCA* (*Plan, Do Check, Action*), isto é, “Planejar, Fazer, Controlar e Agir”, comumente aplicados para gerenciamento de sistemas de qualidade, envolvendo o diagnóstico da situação atual para definição da política ambiental e planejamento de ações.

O enfoque do Sistema de Gestão Ambiental pressupõe como metas mínimas a serem atingidas o atendimento aos padrões ambientais exigidos pela legislação ambiental, de forma estruturada e planejada pela organização, reduzindo conflitos existentes com órgãos ambientais de controle (Figura 15).

Figura 15 – Modelo de Sistema de Gestão Ambiental proposto pela NBR ISO 14001.



Fonte: ABNT (1996)

Ramos (2013) realizou estudo de caso na ETE Vila dos Remédios, no município de Salesópolis, São Paulo, com o objetivo de desenvolver as linhas iniciais para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental baseado na Norma NBR ISO 14001, em estações de tratamento de esgotos. A ETE Remédios, com vazão de fim de plano de 4L/s, é constituída por uma lagoa facultativa e uma área de infiltração. A implantação do SGA iniciou-se com a definição da política ambiental. O monitoramento, correção e não-conformidades do SGA incluíram procedimentos de monitoramento e medição, não-conformidade e ação corretiva e preventiva, registros e auditorias.

Bonassi (2005) utilizou o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para propor uma metodologia para avaliar sistemas de saneamento básico já implementados. Esta avaliação foi feita através de um *check-list* (lista de verificação), que nada mais é do que uma planilha a ser preenchida com diversas informações relacionadas a sistemas de saneamento básico, na qual a pessoa que está preenchendo atribui um conceito em relação às condições de saneamento básico que a região em estudo apresenta. Este *check-list* é realizado com base em diversos parâmetros, tendo sido estruturado sob seis pontos de vista, chamados de critérios. São eles: Questão Técnica, Questão Ambiental, Questão Social, Questão Patológica, Questão Econômico-Financeira e Questão de Balneabilidade. Cada critério é dividido em subcritérios, chamados de créditos. O crédito lida com situações objetivas, podendo ser um fator numérico ou um fator constatado.

3 METODOLOGIA

De acordo com Marconi e Lakatos (2010), “Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo -conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”. Portanto, o embasamento teórico e metodológico existe para dar sustentação ao trabalho científico.

Segundo Gil (1999), estudos de natureza exploratória, como o presente trabalho, visam proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores, envolvendo levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram (ou tem) experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Possui ainda a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores.

Dessa forma, reconhecendo-se a fundamental importância do tratamento de esgotos sanitários para a preservação da qualidade dos recursos hídricos, constata-se a necessidade de avaliar os impactos ambientais provocados por esses tipos de sistemas, seja devido à natureza dos processos de tratamento envolvidos ou pela elevada carga orgânica dos esgotos e subprodutos gerados.

De modo geral, os impactos ambientais gerados em sistemas de esgotamento sanitário podem ser classificados em positivos e negativos. Os positivos são resultantes do próprio objetivo dos sistemas, ou seja, remoção ou redução das substâncias nocivas ao ambiente e à saúde. Por outro lado, todo sistema apresenta impactos negativos, muitas vezes oriundos de falhas no processo de tratamento ou mesmo de interrupções ocasionais, como a contaminação do solo e corpos d’água por subprodutos do tratamento, geração de gases combustíveis explosivos, atração de vetores, saúde ocupacional dos operadores e geração de maus odores (LA ROVERE, 2002).

De acordo com DAMATO e MACUCO (2002):

Em geral, nas obras de saneamento básico, pela própria natureza da intervenção prevista, os impactos ambientais esperados sobre a população são predominantemente positivos. Trazem melhoria nas condições de saúde pública a

diversas parcelas da população, principalmente na parcela de menor poder aquisitivo, muitas vezes afastadas dos benefícios do saneamento básico, sem condições de recorrer a meios próprios para o afastamento de esgoto.

Um fator importante a ser considerado é que o bom desempenho operacional de qualquer sistema de tratamento, seja ele isolado ou combinado com outros sistemas, só poderá ser alcançado se o projeto da estação de tratamento for bem concebido, bem implantado e, também, que a referida estação seja corretamente operada (CRUZ e LIMA, 2007).

De acordo com Metcalf e Eddy (2002), novas considerações devem estar presentes ao se operar e projetar estações de tratamento de esgotos: (a) necessidade de otimização de desempenho das estações; (b) programas que visem manutenção e controle operacional; (c) confiabilidade de processos de tratamento e seleção de parâmetros adequados de projeto; (d) controle de odor; (e) estratégias de controle de processo; (f) expansão da capacidade de tratamento e (g) eficiência energética nos processos de tratamentos de esgotos.

Assim sendo, a partir deste capítulo iremos apresentar a metodologia utilizada para desenvolver este trabalho, suas etapas, a proposta de planilha de avaliação para sistemas de esgotamento sanitário e a aplicação da mesma com o lançamento de dados de dois sistemas de esgotamento em operação.

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

A fim de identificar e avaliar de forma precisa os principais problemas de um sistema de esgotamento sanitário e traçar planos de trabalho para a execução das melhorias, a elaboração deste trabalho seguiu as etapas descritas na sequência.

3.1.1 Pesquisa Documental

A pesquisa documental foi contemplada neste estudo, por meio de materiais que de acordo com Gil (2002), “[...] não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados”.

A pesquisa documental baseou-se na consulta a referências nacionais e internacionais, englobando normativas, artigos e trabalhos acadêmicos referentes ao PSA e aos sistemas de esgotamento sanitário. Além desses, utilizou-se também materiais oriundos de apresentações técnicas sobre o tema e estudos acerca de modelos já implementados.

Infelizmente a literatura nacional é bastante precária no que se refere ao estudo dos problemas operacionais e de manutenção de sistemas de esgotamento. Poucos são os artigos que tratam sobre esta questão e a maioria destes limita-se a estudos relativos ao tratamento, deixando os demais componentes dos sistemas em segundo plano. De acordo com Sampaio e Gonçalves (1999), as poucas informações existentes fazem com que os profissionais que atuam nesse setor tenham constantemente que recorrer às informações obtidas na experiência internacional, que, muitas vezes, guardam pouca similaridade com a realidade brasileira.

3.1.2 Elaboração da Planilha de Avaliação

Concluída a pesquisa documental passou-se à elaboração da planilha de avaliação de sistemas de esgotamento sanitário, levando em consideração aspectos relativos à manutenção dos sistemas, atendimento à legislação, adequação das instalações e equipamentos e segurança do trabalho, entre outros.

Em relação à manutenção, os sistemas de esgotamento requerem o estabelecimento de uma estrutura organizacional treinada e equipada para minimizar as causas das indisponibilidades de operação no âmbito do processo produtivo, garantindo o pleno funcionamento da ETE e demais unidades (METCALF e EDDY, 2002).

Segundo Da-Hin et al. (2008) apud Bolzani (2011), do ponto de vista dos equipamentos pode-se caracterizar resumidamente o funcionamento de uma ETE como um conjunto de instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas, que proporcionam os meios necessários para a operação de tratamento de esgotos. As falhas verificadas nos equipamentos costumam ser variadas, mas de forma genérica, pode-se identificá-las como vibração excessiva, elevação da temperatura, ruídos anormais, corrosão e sujeira.

Registre-se também a necessidade de garantir condições adequadas de segurança e bem-estar para os operadores. O operador de uma ETE é o principal responsável pela conservação dos equipamentos,

operando-os de acordo com os procedimentos determinados pelos fabricantes, identificando anormalidades em seu funcionamento e comunicando-as aos responsáveis pelo setor de manutenção. Portanto, para desempenhar essa função, é preciso ter conhecimentos básicos acerca do manuseio correto e do funcionamento dos equipamentos, bem como do sistema de tratamento de esgoto como um todo. Conforme relatado na dissertação de mestrado de Bolzani (2011), em 2005, por exemplo, a SANEPAR, realizou entrevistas com os operadores das ETEs e relacionou as principais causas prováveis que levam a ocorrência de problemas operacionais nas ETEs a fim de definir as respectivas medidas de prevenção e controle.

Dessa forma, a partir da revisão bibliográfica, de consulta à legislação vigente, sobretudo às normas NBR 9649 – Projeto de redes de esgoto, NBR 12207 – Projeto de interceptores de esgoto sanitário, NBR 12208 – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário, NBR 12209 – Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário, e de rotineiras trocas de informações com profissionais com ampla experiência no assunto e que atuam na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), local de trabalho da autora, foi estruturado o presente método de avaliação.

Além da planilha de avaliação foi elaborado também o detalhamento dos principais objetivos dos Critérios e Créditos, além de outras considerações relevantes para o processo de avaliação (Apêndice A).

3.1.3 Aplicação da Planilha de Avaliação

A aplicação da planilha de avaliação foi feita por meio da atribuição de pontuação às unidades de dois sistemas reais de esgotamento sanitário, seguindo as premissas estabelecidas neste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados da aplicação da pesquisa estruturada no Capítulo 3.

4.1 PLANILHA DE AVALIAÇÃO

A elaboração da planilha de avaliação baseou-se nas principais unidades de um sistema de esgoto: Rede Coletora, Estação Elevatória e Estação de Tratamento, constituindo-se assim os Módulos da planilha. Por sua vez, cada Módulo foi dividido em Critérios, os quais tem a função de relacionar os itens a serem avaliados, os Créditos, conforme os diversos pontos de interesse da avaliação e características específicas exigidas e/ou desejáveis em cada um dos módulos. Em alguns casos os mesmos Critérios e Créditos estão presentes em mais de um Módulo, dependendo das necessidades inerentes às partes do sistema. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam a versão final da planilha de avaliação proposta.

Tabela 4 – Planilha de avaliação do módulo Rede Coletora

REDE COLETORA								
Pontuação Máxima: 76 pontos								
Item	Critérios	Presença			Condição			Total
		Não (0 pts)	Sim (1 pts)	Não se aplica	Insatisfatório (0 - 2 pontos)	Atende Parcialmente (3 - 6 pontos)	Satisfatório (7 - 10 pontos)	
1	Medição de vazão							
1.1	Existência de medidor da vazão em locais operacionalmente estratégicos							0
2	Cadastro							
2.1	Existência de cadastro atualizado							0
3	Sistema supervisorio							
3.1	Existência de sistema supervisorio para pontos operacionalmente estratégicos							0
4	Fiscalização							
4.1	Identificação de interferências ao adequado funcionamento.							0
5	Procedimento Operacional Padrão (POP)							
5.1	Existência e aplicação de POP para as atividades relacionadas à rede coletora							0
6	Conservação							
6.1	Rede coletora, interceptores e emissários							0
6.2	Poços de visita							0
7	Licenciamento Ambiental							
7.1	Licença Ambiental Prévia (LAP), de Instalação (LAI) ou de Operação (LAO)							0

Tabela 5 – Planilha de avaliação do módulo Estação Elevatória

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA								
Pontuação Máxima: 163 pontos								
Item	Critérios	Presença			Condição			Total
		Não (0 pts)	Sim (1 pts)	Não se aplica	Insatisfatório (0 - 2 pontos)	Atende Parcialmente (3 - 6 pontos)	Satisfatório (7 - 10 pontos)	
1	Medição de vazão							
1.1	Existência de medidor da vazão de entrada							0
2	Remoção de sólidos grosseiros							
2.1	Existência de equipamento para remoção de sólidos grosseiros							0
3	Tempo médio de detenção do efluente							
3.1	Tempo médio de detenção do efluente inferior a 30min.							0
4	Ventilação							
4.1	Existência de janelas, portas, exaustores ou outros meios de ventilação							0
5	Iluminação							
5.1	Iluminação natural por meio de janelas ou outras aberturas							0
5.2	Iluminação elétrica nos recintos de operação							0
6	Conjunto motor-bomba							
6.1	Conjunto motor-bomba							0
7	Procedimento Operacional Padrão (POP)							
7.1	Existência e aplicação de POP para as atividades da estação elevatória							0
8	Conservação							
8.1	Estrutura							0
8.2	Instalações							0
8.3	Equipamentos							0
8.4	Ordenação e limpeza							0
9	Proteção							
9.1	Cerca, muro, portão							0
9.2	Identificação e sinalização							0
10	Automação							
10.1	Automação							0
11	Sistema supervisório							
11.1	Sistema supervisório							0
12	Licenciamento ambiental							
12.1	Licença Ambiental Prévia (LAP), de Instalação (LAI) ou de Operação (LAO)							0

Tabela 6 – Planilha de avaliação do módulo Estação de Tratamento de Esgoto

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO								
Pontuação Máxima: 338 pontos								
Item	Critérios	Presença			Condição			Total
		Não (1-1pt)	Sim (1-1pt)	Não se aplica	Insatisfatório (1-2 pontos)	Atende Parcialmente (3-5 pontos)	Satisfatório (7-10 pontos)	
1	Controle de qualidade							
1.1	Realização de análises físico-químicas e bacteriológicas seguindo a legislação						0	
2	Procedimento Operacional Padrão (POP)							
2.1	Existência e aplicação de POP para as atividades da ETE						0	
3	Dados operacionais							
3.1	Registro de dados operacionais e/ou ocorrências em formulários de controle						0	
3.2	Existência de dados técnicos à disposição na estação						0	
3.3	Manual de operação da estação						0	
4	Conservação							
4.1	Estrutura						0	
4.2	Instalações						0	
4.3	Equipamentos						0	
4.4	Ordenação e limpeza						0	
5	Outorga para o lançamento do esgoto tratado							
5.1	Existência de outorga para o lançamento do esgoto tratado						0	
6	Segurança							
6.1	Equipamento de Proteção Coletiva (EPC)						0	
6.2	Equipamento de Proteção Individual (EPI)						0	
6.3	Existência de Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)						0	
7	Condições de trabalho							
7.1	Existência de iluminação						0	
7.2	Condições de trabalho para o manuseio de produtos						0	
7.3	Condições de trabalho para a movimentação de materiais e equipamentos						0	
8	Equipamentos							
8.1	Equipamentos eletromecânicos com reserva						0	
8.2	Equipamentos de laboratório						0	
8.3	Equipamentos de telecomunicação						0	
9	Automação							
9.1	Automação						0	
10	Sistema supervisório							
10.1	Sistema supervisório						0	
11	Treinamento							
11.1	Escolaridade adequada ao desempenho da função						0	
11.2	Existência de equipe adequadamente dimensionada						0	
11.3	Realização periódica de treinamento e capacitação						0	
12	Produtos Químicos						0	
12.1	Realização de análise de produtos químicos						0	
12.2	Controle do estoque						0	
12.3	Controle do armazenamento						0	
13	Desempenho Operacional das Unidades							
13.1	Tratamento Preliminar						0	
13.2	Tratamento Primário						0	
13.3	Tratamento Secundário						0	
13.4	Tratamento Terciário						0	
13.5	Desinfecção						0	
13.6	Tratamento do Lodo						0	
14	Licenciamento ambiental							
14.1	Licença Ambiental Prévia (LAP), de Instalação (LAI) ou de Operação (LAO)						0	

Cada um dos créditos é avaliado sob dois aspectos distintos:

a) Presença - existência ou não do objeto ou serviço especificado e;

b) Condição - análise e pontuação conforme a condição operacional do objeto ou serviço.

A pontuação máxima de cada crédito é de 11 pontos: 0 ou 1 ponto conforme a existência ou não do objeto/serviço especificado e 0 a 10 pontos de acordo com a condição do mesmo.

As dimensões a serem consideradas para a avaliação da condição do objeto ou serviço são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Dimensões para a avaliação da condição dos objetos ou serviços

Dimensão dos créditos	Pontos	Descrição
Insatisfatório	0	Inexistência de práticas para atendimento às exigências do crédito.
	2	Ações iniciais de práticas para atender às exigências do crédito.
Atende parcialmente	3	Existência de práticas para atender algumas exigências do crédito.
	6	Existência de práticas para atender as principais exigências do crédito.
Satisfatório	7	Existência de práticas para atender a maioria das exigências do crédito.
	10	Existências de práticas para atender a todas as exigências do crédito.

Como não há diferenciação de pesos entre os Critérios e Créditos, a própria quantidade de Critérios e Créditos dita a relevância de cada módulo frente ao sistema de esgotamento sanitário.

Para definir com coerência as faixas de pontuação para classificação dos sistemas, foram realizadas simulações, fixando arbitrariamente as informações de alguns sistemas fictícios e variando-se a pontuação referente à Presença e Condição em cada um dos módulos. Após a execução de 19 (dezenove) simulações obteve-se as faixas de classificação apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Faixas de classificação dos sistemas segundo a pontuação alcançada

Módulo	Pontuação Máxima	Classificação Final		
		Insatisfatório	Atende Parcialmente	Satisfatório
Rede coletora	76	0 - 19	20 - 49	≥ 50
Estação elevatória	163	0 - 39	40 - 104	≥ 105
Estação de tratamento	338	0 - 84	85 - 219	≥ 220
Soma Final	577	0 - 142	143 - 372	≥ 372

Em suma, o método de avaliação consiste em definir o sistema de esgotamento sanitário do qual se deseja verificar as condições de saneamento básico, coletar as informações e lançá-las na planilha de avaliação. Ao final é realizado o somatório total da pontuação dos três módulos, obtendo-se a classificação do sistema: Insatisfatório, Atende Parcialmente ou Satisfatório.

4.2 APLICAÇÃO DA PLANILHA DE AVALIAÇÃO

Este item tem como propósito atribuir pontos aos créditos citados no Apêndice A e também validar a planilha de avaliação proposta neste trabalho. Para tal, serão lançados dados reais, de dois sistemas de esgotamento sanitário em operação em Santa Catarina, aqui identificados como Sistema 1 e Sistema 2. Os dados foram coletados nas empresas responsáveis pela operação dos sistemas e também em pesquisas de campo, com o intuito de aferir a coerência do *check-list*, constatar a acessibilidade das informações e verificar se o resultado final, que é um conceito correlacionado com a pontuação final, exprime a realidade do sistema analisado.

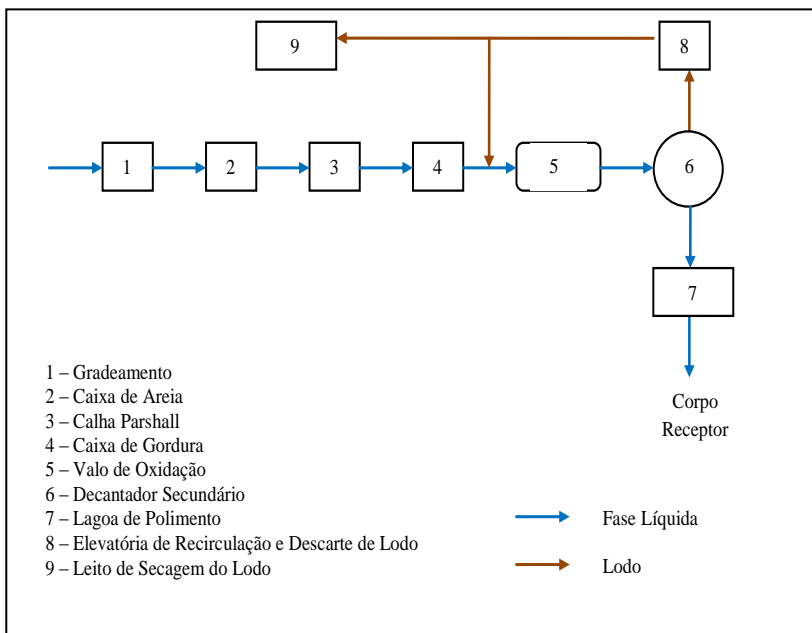
Foram escolhidos sistemas de esgotamento sanitário localizados em regiões de características geográficas semelhantes, a fim de evitar que condições climáticas diferenciadas interferissem na análise dos dados. Buscaram-se também sistemas com tipos de tratamento e portes variados, visando verificar se a planilha se mostra adequada para diferentes situações.

4.2.1 Características dos sistemas avaliados

O Sistema 1 foi projetado para atender uma população de 12.000 habitantes em sete bacias de esgotamento, com uma vazão média de 32 L/s. O sistema possui 10 estações elevatórias e aproximadamente 17.500m de rede coletora. O tratamento do esgoto é do tipo Lodos Ativados – Valo de Oxidação e processa biologicamente o esgoto coletado, sem a adição de produtos químicos. Sua implantação foi em 1997.

De forma simplificada, a Figura 16 mostra o fluxograma da ETE do Sistema 1.

Figura 16 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema 1



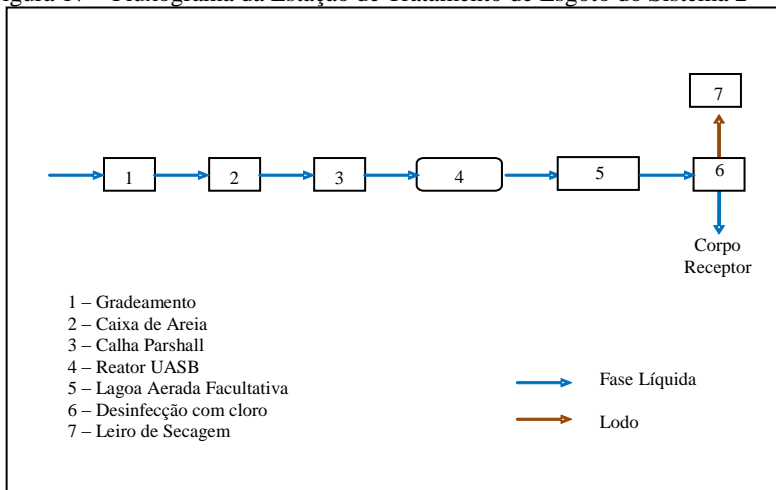
O esgoto bruto chega à estação de tratamento onde é encaminhado para o gradeamento e caixa de areia. Nessas unidades ocorre a retenção de resíduos grosseiros e da areia presentes no esgoto. Após a caixa de areia, o esgoto passa por uma calha Parshall para medição de vazão. Em seguida passa pela caixa de gordura e após é encaminhado ao valo de oxidação, onde o efluente é aerado por um

conjunto de dois aeradores que funcionam ininterruptamente. Na sequência o efluente é encaminhado ao decantador secundário, onde ocorre a separação entre a fase sólida (lodo) e a fase líquida (esgoto tratado). A fase líquida é direcionada para uma lagoa de polimento, enquanto que o lodo retorna continuamente para o valo de oxidação.

Os resíduos grosseiros e a areia retirada do canal de gradeamento e desarenador são armazenados numa caixa coberta até seu enchimento, para posterior coleta e encaminhamento ao aterro sanitário. Quando identificado um excesso de lodo no valo de oxidação, procede-se o seu descarte para o leito de secagem, via elevatória de recirculação de lodo. No leito de secagem o lodo é desidratado para posterior retirada e encaminhamento para o aterro sanitário.

O Sistema 2 possui 273 ligações prediais, três estações elevatórias, aproximadamente 6,2km de rede coletora e 73 poços de visita. Os efluentes coletados são encaminhados para uma ETE com capacidade de 4L/s. A ETE conta com as seguintes etapas de tratamento, conforme demonstrado na Figura 17: gradeamento, caixa de areia, calha Parshall, reator anaeróbio manta de lodo tipo UASB, lagoa aerada facultativa e sistema de desinfecção com cloro.

Figura 17 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema 2



4.2.2 Detalhamento da Aplicação da Planilha de Avaliação

Os dados que serão utilizados para a avaliação dos dois sistemas de esgotamento sanitário foram coletados nas empresas responsáveis pela operação dos sistemas e também em visitas técnicas realizadas no mês de novembro/2013. Todo o processo foi devidamente registrado por meio de fotografias, porém devido a motivos éticos e em respeito à empresa que gentilmente permitiu o acesso às suas instalações, serão divulgadas apenas algumas figuras. As figuras 18, 19, 20 e 21 mostram detalhes dos sistemas de esgotamento.



Figura 18 – Valo de Oxidação Sistema 1
Fonte: A autora (2013)



Figura 19 – Estação Elevatória do Sistema 1
Fonte: A autora (2013)



Figura 20 – Vista geral do Sistema 2
Fonte: A autora (2013)



Figura 21 – Vista geral de uma Estação Elevatória do Sistema 2
Fonte: A autora (2013)

Em relação à valoração dos créditos 4.1 – Identificação de interferências ao adequado funcionamento, 6.1 – Conservação de rede coletora, interceptores e emissários e 6.2 – Conservação de poço de visita, do módulo Rede Coletora, foram propostas as seguintes faixas de avaliação, conforme mostradas nas Tabelas 9 e 10:

Tabela 9 – Faixas de valores para avaliação dos créditos 6.1 – Conservação de rede coletora, interceptores e emissários e 6.2 – Conservação de poço de visita, de Rede Coletora

Serviço/km	Pontuação
0,0 – <1,0	10
1,0 – <4,0	7
>4,0	0

Tabela 10 – Faixas de valores para avaliação do crédito 4.1 – Identificação de interferências ao adequado funcionamento da rede coletora

Fiscalização/km	Pontuação
0,0 – <1,0	0
1,0 – <4,0	7
>4,0	10

Para o estabelecimento das faixas de avaliação utilizou-se como referência os valores do indicador Extravasamentos de Esgotos por Extensão de Rede (IN082) do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), considerando-se que os extravasamentos refletem diretamente o estado de conservação e manutenção da rede coletora, interceptores, emissários e poços de visita. Analisando-se os dados da base desagregada da Região Sul no ano de 2011, verificou-se que naquele ano as companhias estaduais de saneamento da região sul tiveram em média quatro ocorrências de vazamento de esgoto por quilômetro de rede, tendo sido este valor adotado como critério inicial para a definição das faixas de avaliação dos critérios 6.1 e 6.2.

Assumindo-se a premissa de que quanto mais efetivas as ações de fiscalização menor será o número de vazamentos detectados e de interferências ao adequado funcionamento da rede coletora, obtiveram-se as faixas de avaliação expressas no item “b”, ou seja, se pelo menos quatro ações fiscalizatórias tivessem sido realizadas, possivelmente quatro extravasamentos poderiam ter sido evitados.

Após apresentados os devidos esclarecimentos sobre as faixas de classificação, segue-se com o detalhamento da avaliação do Sistema 1 e do Sistema 2, e suas respectivas justificativas e pontuações.

4.2.2.1 Avaliação do Sistema 1

As Tabelas 11, 12 e 13 apresentam a pontuação e as considerações mais relevantes em relação ao processo de avaliação do Sistema 1.

Tabela 11 - Planilha de Avaliação do Sistema 1 - Módulo Rede Coletora

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
1.1	0	0	Não foi identificada medição de vazão em quaisquer pontos da rede coletora.
2.1	1	6	A última atualização do cadastro foi em 2003 e não vem sendo adotadas práticas para a constante atualização.
3.1	0	0	Não há sistema supervisorio.
4.1	1	10	Até outubro de 2013 foram realizadas 167 fiscalizações na rede coletora, interceptores e emissários, resultando em 9,5fis/km.
5.1	1	2	Há procedimentos padrões, porém eles não estão disponibilizados de forma formal, sendo os conhecimentos repassados verbalmente entre os funcionários.
6.1	NA	7	A avaliação da condição da rede coletora foi realizada sob o histórico de verificações de vazamentos em 2013 (até outubro), ou seja, 36.
6.2	NA	7	A avaliação da condição dos poços de visita foi realizada sob o histórico de serviços realizados de reparos em 2013 (até outubro), ou seja, 44.
7.1	1	NA	Licenciamento ambiental vigente.
Pontos	4	32	36

Tabela 12 - Planilha de Avaliação do Sistema 1 - Módulo Estação Elevatória

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
1.1	0	0	As estações elevatórias não possuem medição de vazão.
2.1	0	0	As estações elevatórias não possuem estrutura para remoção de sólidos grosseiros.
3.1	1	NA	O tempo de detenção nas elevatórias é inferior a 30min.
4.1	1	10	As elevatórias são à céu aberto.
5.1	1	10	As elevatórias são à céu aberto.
5.2	1	5	A maioria das elevatórias não possui iluminação elétrica. Algumas dispõem apenas da iluminação pública.
6.1	1	6	Não há motores reservas para todas as unidades e os existentes não estão prontos para operação imediata, sendo encontrados apenas nos almoxarifados.
7.1	1	2	Há procedimentos padrões, porém eles não estão disponibilizados de forma formal, sendo os conhecimentos repassados verbalmente entre os funcionários.
8.1	NA	8	A estrutura de 1 elevatória está bastante deteriorada o que prejudica as condições de segurança, embora não esteja comprometendo o desempenho operacional.
8.2	NA	7	A instalação de 1 elevatória aparenta improvisação e falta de manutenção o que prejudica as condições de segurança e pode comprometer o seu desempenho operacional.
8.3	NA	9	Em apenas 1 elevatória os equipamentos estavam deteriorados devido à oxidação.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
8.4	NA	9	Em apenas 1 elevatória a ordenação não foi considerada adequada, apresentando materiais inapropriadamente dispostos.
9.1	1	9	A maioria das elevatórias são de pequeno porte e localizadas nos passeios, não havendo cercamento. Entretanto os quadros de comando e os equipamentos estão devidamente isolados e/ou cadeados, evitando a manipulação por terceiros. Em 1 elevatória o cercamento está sendo finalizado.
9.2	1	9	Apenas 1 elevatória não possuía identificação e sinalização.
10.1	0	0	Não há nenhuma elevatória automatizada.
11.1	0	0	Não há sistema supervisório.
12.1	1	NA	Licenciamento ambiental vigente.
Pontos	9	84	93

Tabela 13 - Planilha de Avaliação do Sistema 1 - Módulo Estação de Tratamento de Esgoto

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
1.1	1	NA	A frequência das análises respeitam a legislação vigente, conforme comprovado em relatórios específicos de controle.
2.1	1	6	Há POPs para operação da ETE porém não estavam disponíveis no local.
3.1	1	6	Há registro de dados em formulários específicos mas os mesmos não são usados para a tomada de decisão.
3.2	0	0	Não há dados técnicos da estação à disposição no local.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
3.3	1	6	Há manual de operação da ETE, mas o mesmo não estava disponível no local.
4.1	NA	5	A condição estrutural do decantador secundário está comprometida devido à erosão do solo, prejudicando o seu desempenho operacional.
4.2	NA	6	Há instalações improvisadas, embora sejam temporárias.
4.3	NA	9	Os equipamentos estão em bom estado de conservação, apenas com poucos vestígios de oxidação, o que não está comprometendo o seu desempenho.
4.4	NA	6	Há materiais dispostos de forma inapropriada em vários pontos da ETE.
5.1	1	NA	Apesar de previsto no Decreto Estadual 4.778/2006, ainda não está sendo concedida a outorga para lançamento de efluentes.
6.1	1	8	Há equipamentos de proteção coletiva disponíveis, porém não há guarda-corpo em alguns locais vulneráveis.
6.2	1	9	Há EPIs disponíveis para todos os funcionários, porém o uso nem sempre é frequente.
6.3	1	6	Há PPRA para a ETE, porém não está disponível na ETE e nem todos os funcionários a conhecem.
7.1	1	6	Não há iluminação em todas as unidades, o que inviabiliza a operação em alguns momentos do dia.
7.2	NA	10	As condições para manuseio de produtos químicos é adequada, havendo EPIs e instrumentos específicos para esse fim.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
7.3	NA	10	As condições para movimentação de materiais e equipamentos é adequada, havendo rampas e instrumentos específicos para esse fim.
8.1	1	6	Não há reservas para todos os equipamentos eletromecânicos e os existentes não estão prontos para operação imediata, sendo encontrados apenas nos almoxarifados.
8.2	1	10	Não há equipamentos laboratoriais na ETE pois as análises são realizadas em um laboratório central.
8.3	1	10	A unidade possui computador conectado à Internet e telefone.
9.1	0	0	Não há nenhum equipamento ou unidade automatizada.
10.1	1	9	O sistema supervisorio está em fase final de implantação.
11.1	1	10	Todos os operadores possuem grau de instrução pertinente às atividades a serem desenvolvidas.
11.2	1	6	Não há operador reserva para período de férias do funcionário titular.
11.3	1	10	Os operadores periodicamente participam de capacitações afins a suas atividades.
12.1	1	8	Os produtos químicos são analisados porém os laudos não estão disponíveis na ETE.
12.2	1	10	O estoque de produtos químicos é controlado por meio de formulários e a solicitação de compras é realizada baseada nesse registro.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
12.3	1	6	Apesar da ETE não requer grandes quantidades de produtos químicos, o seu estoque nem sempre é realizado de forma adequada, desrespeitando-se afastamentos mínimos de paredes e do chão.
13.1	1	6	O gradeamento, a calha Parshall e a caixa de areia funcionam adequadamente, porém há indícios de problemas de funcionamento da caixa de gordura em etapas posteriores do tratamento.
13.2	1	10	A ETE não dispõe de tratamento primário.
13.3	1	8	O valo de oxidação tem desempenho adequado, porém a localização de alguns aeradores pode não proporcionar a devida aeração em todos os pontos do tanque.
13.4	1	2	A lagoa de polimento apresentava grande quantidade de algas e lodo flotado, os quais estavam sendo lançados no corpo receptor.
13.5	1	10	A ETE não realiza a desinfecção do efluente final.
13.6	1	5	Alguns leitos de secagem apresentavam excesso de água, evidenciando problemas no sistema de drenagem e também manchas esbranquiçadas, denotando a presença de gordura.
14.1	1	NA	Licenciamento ambiental vigente.
Pontos	26	219	245

4.2.2.2 Avaliação do Sistema 2

As Tabelas 14, 15 e 16 apresentam a pontuação e as considerações mais relevantes em relação ao processo de avaliação do Sistema 2.

Tabela 14 – Planilha de Avaliação do Sistema 2 – Módulo Rede Coletora

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
1.1	0	0	Não foi identificada medição de vazão em quaisquer pontos da rede coletora.
2.1	1	10	O cadastro está sendo atualizado. A última versão disponível era de 2002.
3.1	0	0	Não há sistema supervisorio.
4.1	0	0	Até outubro de 2013 não foram realizadas atividades de fiscalização.
5.1	1	2	Há procedimentos padrões, porém eles não estão disponibilizados de forma formal, sendo os conhecimentos repassados verbalmente entre os funcionários.
6.1	NA	10	A avaliação da condição da rede coletora foi realizada sob o histórico de verificações de vazamentos em 2013 (até outubro), ou seja, 1.
6.2	NA	7	A avaliação da condição dos poços de visita foi realizada sob o histórico de reparos realizados em 2013 (até outubro), ou seja, 10.
7.1	1	NA	Licenciamento ambiental vigente.
Pontos	3	29	32

Tabela 15 – Planilha de Avaliação do Sistema 2 – Módulo Estação Elevatória

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
1.1	0	0	As estações elevatórias não possuem medição de vazão.
2.1	0	0	As estações elevatórias não possuem estrutura para remoção de sólidos grosseiros.
3.1	1	NA	O tempo de detenção nas elevatórias é inferior a 30min.
4.1	1	10	As elevatórias são à céu aberto.
5.1	1	10	As elevatórias são à céu aberto.
5.2	1	5	A maioria das elevatórias não possui iluminação elétrica. Algumas dispõem apenas da iluminação pública.
6.1	1	6	Não há motores reservas para todas as unidades e os existentes não estão prontos para operação imediata, sendo encontrados apenas nos almoxarifados.
7.1	1	2	Há procedimentos padrões, porém eles não estão disponibilizados de forma formal, sendo os conhecimentos repassados verbalmente entre os funcionários.
8.1	NA	10	A estrutura das elevatórias está em bom estado.
8.2	NA	10	A instalação das elevatórias está em bom estado.
8.3	NA	10	Os equipamentos das elevatórias estão em bom estado.
8.4	NA	9	Em apenas 1 elevatória havia materiais inapropriadamente dispostos.
9.1	1	10	As elevatórias estão devidamente cercadas.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
9.2	1	10	As elevatórias estão devidamente identificadas e sinalizadas.
10.1	0	0	Não há nenhuma elevatória automatizada.
11.1	0	0	Não há sistema supervisorio.
12.1	1	NA	Licenciamento ambiental vigente.
Pontos	9	92	101

Tabela 16 – Planilha de Avaliação do Sistema 2 – Módulo Estação de Tratamento de Esgoto

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
1.1	1	NA	A frequência das análises respeita a legislação vigente, conforme comprovado em relatórios específicos de controle.
2.1	1	6	Há POPs para operação da ETE, porém não estavam disponíveis no local.
3.1	1	6	Há registro de dados em formulários específicos, mas os mesmos não são usados para a tomada de decisão.
3.2	0	0	Não há dados técnicos da estação à disposição no local.
3.3	1	6	Há manual de operação da ETE, mas o mesmo não estava disponível no local.
4.1	NA	9	A estrutura da ETE está em bom estado, necessitando apenas de pequenas adequações em pontos específicos.
4.2	NA	9	As instalações estão em bom estado, necessitando apenas de pequenas adequações em pontos específicos.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
4.3	NA	9	Os equipamentos estão em bom estado de conservação, apenas com poucos vestígios de oxidação, o que não está comprometendo o seu desempenho.
4.4	NA	9	Há alguns materiais dispostos em locais inapropriados porém todos são rotineiramente usados para a operação e manutenção do sistema, não havendo maiores prejuízos devido a sua localização.
5.1	1	NA	Apesar de previsto no Decreto Estadual 4.778/2006, ainda não está sendo concedida a outorga para lançamento de efluentes.
6.1	1	8	Há equipamentos de proteção coletiva disponíveis, porém não há guarda-corpo em alguns lugares vulneráveis.
6.2	1	9	Há EPIs disponíveis para todos os funcionários, porém o uso nem sempre é frequente.
6.3	1	6	Há PPRA para a ETE, porém não está disponível na ETE e nem todos os funcionários a conhecem.
7.1	1	9	Há iluminação apropriada em todas as unidades da ETE, observando a necessidade de reparo em apenas 1 ponto.
7.2	NA	9	As condições para manuseio de produtos químicos é adequada, porém a declividade do terreno dificulta um pouco o processo.
7.3	NA	9	As condições para movimentação de materiais e equipamentos é adequada, porém a declividade do terreno dificulta um pouco o processo.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
8.1	1	6	Não há reservas para todos os equipamentos eletromecânicos e os existentes não estão prontos para operação imediata, sendo encontrados apenas nos almoxarifados.
8.2	1	10	Não há equipamentos laboratoriais na ETE pois as análises são realizadas em um laboratório central.
8.3	1	8	Devido ao porte da estação não há necessidade de operador em tempo integral na estação. A visita é feita algumas vezes por dia e se há necessidade de contato imediato o contato é feito por celular. No escritório há computador conectado à Internet e telefone fixo.
9.1	0	0	Não há nenhum equipamento ou unidade automatizada.
10.1	0	0	Não há sistema supervisorio.
11.1	1	10	Todos os operadores possuem grau de instrução pertinente às atividades a serem desenvolvidas.
11.2	1	6	Não há operador reserva para período de férias do funcionário titular.
11.3	1	10	Os operadores periodicamente participam de capacitações afins a suas atividades.
12.1	1	8	Os produtos químicos são analisados porém os laudos não estão disponíveis na ETE ou no escritório.
12.2	1	10	O estoque de produtos químicos é controlado por meio de formulários e a solicitação de compras é realizada baseada nesse registro.

Crédito	Pontuação		Justificativa da Pontuação
	Presença	Condição	
12.3	1	5	Apesar da ETE não requerer grandes quantidades de produtos químicos, o seu estoque nem sempre é realizado de forma adequada, desrespeitando-se afastamentos mínimos de paredes e do chão e critérios de ventilação.
13.1	1	10	O gradeamento, a calha Parshall e a caixa de areia funcionam adequadamente.
13.2	1	10	O reator UASB atende ao desempenho operacional esperado.
13.3	1	6	A lagoa aerada apresentava uma coloração levemente esverdeada, indicando presença de algas, podendo ser indício de problemas na aeração.
13.4	1	10	A ETE não dispõe de tratamento terciário.
13.5	1	8	O tanque da desinfecção final necessita de pequenos reparos, mas não há comprometimento do desempenho funcional.
13.6	1	10	O leito de secagem atende ao desempenho operacional esperado.
14.1	1	NA	Licenciamento ambiental vigente.
Pontos	25	231	256

4.2.3 Resultado da Aplicação da Planilha de Avaliação

Após efetuarem-se as somas parciais (soma de cada módulo) e a soma final do sistema de esgotamento, os sistemas avaliados obtiveram as seguintes classificações, por módulo, conforme mostrado na Tabela 17.

Tabela 17 – Classificação final dos Sistemas 1 e 2

Módulo	Sistema 1		Sistema 2	
	Pontuação	Classificação	Pontuação	Classificação
Rede coletora	36	Atende parcialmente	32	Atende parcialmente
Estação elevatória	93	Atende parcialmente	101	Atende parcialmente
Estação de tratamento	245	Satisfatório	256	Satisfatório
Soma Final	374	Satisfatório	389	Satisfatório

Por fim, convém verificar se os resultados obtidos exprimem com coerência as atuais condições dos sistemas avaliados. Para tanto buscou-se junto às empresas operadoras os resultados médios de 2012 e 2013, este último considerando dados médios entre os meses de janeiro e outubro, das análises laboratoriais dos sistemas. Os dados para o Sistema 1 são apresentados na Tabela 18 e os do Sistema 2 na Tabela 19.

Tabela 18 – Resultados das análises laboratoriais do Sistema 1

Ano	DADOS DE ENTRADA DA ETE							DADOS DE SAÍDA DA ETE						
	E. coli	DBO	O&G	Surfact.	P Total	Sulfeto	SSd	E. coli	DBO	O&G	Surfact.	P Total	Sulfeto	SSd
	NMP/100 mL	mg/L	mg/L	mg/L	mgP/L	mgS/L	mL/L	NMP/100 mL	mg/L	mg/L	mg/L	mgP/L	mgS/L	mL/L
2012	4,4E+07	220,28	53,2	6,5	4,7	0,689	1,3	3,1E+05	33,3	21,3	2,1	2,4	0,034	0,2
2013	2,9E+08	167,3	24,0	13,9	6,2	0,274	1,6	2,4E+05	16,7	6,7	1,0	1,8	0,021	0,1

Tabela 19 – Resultados das análises laboratoriais do Sistema 2

Ano	DADOS DE ENTRADA DA ETE							DADOS DE SAÍDA DA ETE						
	E. coli NMP/100 mL	DBO mg/L	O&G mg/L	Surfact. mg/L	P Total mgP/L	Sulfeto mgS/L	ssd mL/L	E. coli NMP/100 mL	DBO mg/L	O&G mg/L	Surfact. mg/L	P Total mgP/L	Sulfeto mgS/L	ssd mL/L
2012	6,0E+07	214,40	130,9	6,7	6,4	0,343	18,6	2,9E+04	17,15	27,8	1,7	3,1	0,069	4,3
2013	5,7E+07	293,4	33,9	9,7	7,8	0,217	2,7	4,9E+04	24,6	20,8	0,9	4,2	0,029	0,6

Analisando os dados das referidas tabelas conforme as exigências da Resolução CONAMA nº 430/2011 e Lei 14.675/2009 do Estado de Santa Catarina, constata-se que tanto o valor de saída quanto a eficiência de remoção da DBO₅ do Sistema 1 estão dentro dos padrões previstos legalmente. Da mesma forma ocorre com Óleos e Graxas, Sulfeto e Sólidos Sedimentáveis. Em 2012, entretanto, a remoção de fósforo não teve o mesmo desempenho.

Em relação ao Sistema 2, verifica-se que tanto o valor de saída quanto a eficiência de remoção da DBO₅ estão dentro do previsto legalmente. Da mesma forma ocorre com Óleos e Graxas e Sulfeto. Todavia, os valores de Sólidos Sedimentáveis em 2012 e a remoção de fósforo em 2012 e 2013 ficou fora dos limites legais.

Sendo que tanto a pontuação na planilha de avaliação quanto o comportamento dos resultados das análises laboratoriais dos dois sistemas foram semelhantes, verifica-se que a classificação obtida por meio da planilha de avaliação condiz com a realidade, ou seja, os dois sistemas atendem a maioria das exigências operacionais, conforme mostrado na Tabela 17 e comprovado pelos resultados laboratoriais.

Convém destacar que os resultados laboratoriais refletem uma situação passada e que a proposição de planos de ações baseadas apenas nesses indicadores tende a não eliminar as causas que levaram aos resultados indesejáveis, propiciando a perpetuação dos mesmos, ao contrário do modelo proposto que sinaliza claramente o que poderá acontecer com os resultados futuros se a situação demonstrada não for solucionada o mais rapidamente possível. Outro grande risco envolvido na análise focada somente nos resultados atuais e em uma visão de curto prazo, é a possibilidade dos gerentes priorizarem investimentos no local equivocados.

Analisando-se ainda as classificações da Tabela 17, nota-se que a rede coletora e as estações elevatórias dos dois sistemas atendem parcialmente às exigências estabelecidas, ou seja, percebe-se grandes possibilidades de melhorias, daí a importância dessas unidades também

serem inseridas nos processos de avaliação de sistemas de esgotamento sanitário.

4.2.4 Recomendações sobre a planilha de avaliação

- A avaliação deve ser realizada periodicamente, preferencialmente em períodos não superiores a 1 (um) ano, a fim de garantir a atualização das informações e a possibilidade de melhoria contínua do sistema.
- A avaliação pode ser aplicada por bacia hidrográfica, município ou localidade, devendo-se apenas ter o cuidado para que os dados disponibilizados e avaliados digam respeito à área a ser estudada.
- No caso de sistemas integrados de tratamento, devem ser considerados na avaliação todos os trechos de rede e elevatórias que contribuem à estação de tratamento.
- A coluna “Não se aplica” tem valor 1. Sempre que ela for assinalada deve-se atribuir nota 10 à coluna Condição do respectivo objeto ou serviço.
- Deve ser atribuída nota zero na coluna Condição sempre que a opção “Não” for assinalada.
- Para a realização da visita em campo sugere-se a participação do operador do sistema ou de alguém que o represente a fim de obterem-se informações precisas sobre a operação e a manutenção.
- Antes da visita, se possível, informar-se sobre os principais dados operacionais e de projeto.
- No caso de mais que uma elevatória ou quaisquer outras unidades, sugere-se que seja feita a avaliação individual de cada uma delas e depois calcule-se a pontuação média. Há também a opção de se fazer uma avaliação geral, tendo como referência todos os dados coletados, podendo-se, inclusive, considerar pesos diferenciados para cada unidade, conforme o avaliador julgar pertinente.
- Se o avaliador julgar pertinente pode ser realizada consulta à população ou outros órgãos para averiguação de informações de interesse.
- A planilha de avaliação deve ser revista periodicamente, preferencialmente por equipe multidisciplinar.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um método de avaliação sistemática de sistemas de esgotamento sanitário para ser integrado à etapa de avaliação do Plano de Segurança da Água (PSA).

O primeiro objetivo específico foi analisar os conceitos de Gerenciamento de Riscos e Gerenciamento de Processos alinhados ao PSA. Estas análises foram desenvolvidas em pesquisas e conceitos de autores consagrados, o que permitiu à autora obter a fundamentação necessária para compreender e entender os problemas relacionados ao tema da dissertação. No gerenciamento de risco destacam-se os enfoques ativos de prevenção em substituição às medidas puramente corretivas adotadas até então. Já no gerenciamento de processos podemos destacar a importância da inter-relação e o funcionamento sistêmico de todos os processos que compõem a cadeia do sistema de esgotamento sanitário, o que nos levou a percepção da necessidade de controle e avaliação de todas as etapas do sistema e não somente dos indicadores de resultados finais.

A análise da importância e da abordagem dada aos serviços de esgotamento sanitário no âmbito da elaboração e implantação de PSA foi desenvolvida com base na prática vivenciada pela autora durante suas atividades profissionais como técnica e engenheira na área de saneamento. Esta experiência prática foi complementada pelos estudos desenvolvidos nas disciplinas do Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental da UFSC. Também, no desenvolvimento deste trabalho podem ser destacadas as seguintes conclusões em relação a etapa de avaliação dos sistemas do PSA:

- A avaliação sistemática das unidades propicia uma visão holística, permitindo a tomada de decisões de forma integrada, em menor espaço de tempo e com base em horizontes mais amplos de planejamento, favorecendo a criação de uma cultura pró-ativa e não apenas reativa, com reflexos que poderão vir a ser sentidos até mesmo na gestão orçamentária das empresas;

- Há uma real oportunidade de aproveitamento das visitas de avaliação dos sistemas para a atualização dos registros acerca do patrimônio operacional das empresas;
 - Possibilidade de maior integração entre os diferentes setores das empresas, sobretudo em função da composição das equipes que responsáveis pela realização das visitas de avaliação, e com as especificidades de cada sistema,
 - A falta de uma equipe exclusivamente dedicada ao PSA pode dificultar o bom funcionamento do plano, devido ao acúmulo de demandas, daí a importância da elaboração de cronogramas adequados a essa realidade;
 - A construção dos princípios internos da avaliação de barreiras de proteção por equipe multidisciplinar possibilita uma ampla análise dos sistemas, englobando os diferentes aspectos e exigências técnicas;
 - A ênfase a um programa de ação contínua colabora para que o PSA não seja entendido apenas como mais um documento, mas sim como um novo olhar de gestão dos sistemas, permitindo inclusive o aperfeiçoamento e atualização de padrões operacionais;
 - Os resultados preliminares das visitas mostram que a grande maioria dos problemas apontados são de fácil resolução e baixo custo, fruto, sobretudo, da falta de comunicação e articulação entre os diferentes setores e da ineficiência na aplicação de alguns procedimentos padrões;
- e
- Possibilidade de adequação em tempo hábil às exigências das agências reguladoras e demais órgãos de fiscalização.

Além disso, conclui-se que a planilha de avaliação proposta atendeu aos objetivos estabelecidos, mostrando-se adequada para a avaliação sistemática de sistemas de esgotamento sanitário e comprovando a importância da avaliação não só da estação de tratamento de esgoto, mas também de suas demais unidades.

Diante da classificação final dos dois sistemas de esgotamento sanitário avaliados, nota-se que a rede coletora e as estações elevatórias são os pontos que prioritariamente estão necessitando de melhorias a fim de diminuir as condições de riscos na operação dos sistemas, como extravasamentos ou paralisações.

5.2 RECOMENDAÇÕES

O trabalho desenvolvido não é conclusivo, sugerindo-se a continuidade do mesmo através de uma abordagem mais ampla sobre as etapas de Monitoramento Operacional, Planos de Gestão, Revisão e, Validação e Verificação do PSA, buscando também o enfoque sob a perspectiva dos demais atores do processo, como Comitês de Bacias Hidrográficas, Agências Reguladoras, entre outros. Recomenda-se também a continuidade dos estudos para aperfeiçoamento da planilha de avaliação de sistemas de esgotamento sanitário e da inserção de indicadores específicos para o diagnóstico e acompanhamento dos sistemas.

Recomenda-se também a realização de estudos voltados para a elaboração de planos de emergência e contingência, focando na identificação e análise de perigos potenciais e no estabelecimento de medidas de controle dos pontos críticos.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PSA não pode ser encarado como a solução de todos os problemas dos sistemas, sob o risco de sobrecarregamento e consequente ineficácia no cumprimento dos objetivos do programa, mas sim como uma ferramenta de apoio à gestão.

A completa efetivação do PSA, conforme expresso na legislação vigente, apenas será obtida perante a articulação de diferentes órgãos e setores, cada um colaborando segundo suas atribuições e contribuindo para o objetivo comum do projeto, ou seja, a qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ABPMP - Association of Business Process Management Professionals. Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio - Corpo Comum de Conhecimento (CBOK) - versão 2.0. 2009.

ABPMP - Association of Business Process Management Professionals. Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio - Corpo Comum de Conhecimento (BPM CBOK) - versão 3. 2011.

ANA - Agência Nacional de Águas. Apresenta legislações, informações hídricas e notícias. Disponível em <www.ana.gov.br>. Acesso em: 9 jun. 2013

AS/NZS. Risk Management Standard AS/NZS 4360, 3rd ed. Standards Australia and Standards New Zealand, 2004 (ISBN: 0- 7337-5904-1).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR 9649 – Projeto de redes de esgoto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR 12207 – Projeto de interceptores de esgoto sanitário.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR 12208 – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR 12209 – Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental – especificações e diretrizes para uso. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – NBR ISO 31000 - .Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes. 2009.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria MS nº 2.914. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 14 dez. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria MS nº 518. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 25 mar. 2004.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979; 8.036, de 11 de maio de 1990; 8.666, de 21 de junho de 1993; 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/111445.htm. Acesso em 2 de outubro de 2013.

BRILHANTE, Ogenis Magno; CALDAS, Luiz Querino de A. Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental – Rio de Janeiro - Editora Fiocruz, 2002.

BONASSI, R. R. Proposta de metodologia para avaliação de sistemas de saneamento básico em Florianópolis / SC. Florianópolis, 2005.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

BOLZANI, H. R. O efeito da manutenção e das condições operacionais no desempenho de estações de tratamento de esgoto. Maringá, 2011.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

CGVAM – COORDENADORIA GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL. Introdução aos Planos de Segurança da Água: Considerações de saúde. 2011.

CRUZ, E. P.; LIMA, M. G. S. Estabilidade e Eficiência Operacional do Sistema Combinado de Reatores UASB/Filtro Anaeróbio, Tratando Águas Residuárias Domésticas In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007.

Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

DAMATO, M.; MACUCO, P. Proposta metodológica para avaliação e mitigação de impactos ambientais decorrentes da implantação de obras de saneamento básico. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. 28., 2002. Cancún. Anais. Cancún. Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

DANIEL, Mariely. Plano de Segurança da Água: Garantindo a Qualidade e Promovendo a Saúde – Um olhar do SUS. Brasília. 2012. 44 slides. Apresentação em Power Point.

FILHO, R. W. R. Hormônios estrógenos no rio do Monjolinho, São Carlos – SP: Uma avaliação da problemática dos desreguladores endócrinos ambientais. 2008. 162f.

FORMAGGIA, Denise M. E. Uma breve história do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano do Estado de São Paulo. FalaSEVISA, São Paulo, n. 1, set. 2007. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/artigo_sevisa_01.pdf Acesso em: 10 jun. 2013.

GAV – GRUPO DE ENGENHARIA E ANÁLISE DE VALOR. Gerenciamento de Processos. Disponível em: http://www.lgti.ufsc.br/posgraduacao/legenda/gpa/GP_basico_cochaba_mba.pdf

GESPÚBLICA. Guia de Gestão de Processos. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: http://www.gespublica.gov.br/ferramentas/anexos/guia_de_gestao_de_processos.pdf (Acessado em 19/11/2010)

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUNNARSDOTTIR, M. J.; GARDARSSON, S. M.; ELLIOTT, M.; SIGMUNDSDOTTIR, G.; BARTRAM, J. Benefits of Water Safety Plans: Microbiology, Compliance, and Public Health. Environmental Science & Technology. 2012.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008.

LA ROVERE, E. L.; Manual de auditoria ambiental de estações de tratamento de esgotos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 152 p.

LIMA, Marcos Antônio de. Estratégias para Elaboração de um Plano de Segurança da Água para Abastecimento Humano do Município do Natal/RN. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

LIRA, Osman de Oliveira. PNQA – Plano Nacional de Qualidade da Água. João Pessoa. 2012. 35 slides. Apresentação em Power Point.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, EVA Maria. Fundamentos de metodologia científica. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MAY, P. R. Gerenciamento da Qualidade - Apostila da disciplina do curso de Gestão da Produção Industrial do SENAI São José/SC. São José, 2013.

METCALF, L.; EDDY, H. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano de Segurança da Água: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde – Um olhar do SUS. Brasília, 2012.

NETTO, G. Plano de Segurança da Água no Brasil. I Congresso dos Engenheiros de Língua Portuguesa. 2012. 23 slides. Apresentação em Power Point.

NETTO, G. Planos de Segurança da Água no cenário internacional e nacional. IV Seminário Internacional de Engenharia de Segurança Pública. 2013. 33 slides. Apresentação em Power Point.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. Água e saúde. 2001. Disponível em: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/agua.pdf. Acesso em: 9 jun 2013

RAMOS, A.G. Sistema de gestão ambiental em estações de tratamento de esgoto. O caso da ETE Remédios. 2013. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/guaracho.pdf>. Acesso em: 19/10/2013.

RIBEIRO, Maria Cláudia Martins. Nova portaria de potabilidade de água: Busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade da água distribuída no Brasil. Revista DAE, São Paulo, n. 189, maio/agosto 2012. Disponível em: http://revistadae.com.br/downloads/Revista_DAE_Edicao_189.pdf. Acesso em: 10 jun. 2013.

ROCHA, J. A. Aplicação de auditoria Housekeeping. Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente. São Paulo. 2013. 14 slides. Apresentação em Power Point.

SAMPAIO, A. O.; GONÇALVES, M. C. Custos operacionais de estações de tratamento de esgoto por lodos ativados: estudo de caso ETE - Barueri. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

SEGES. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ Secretaria de Gestão. Gestão de Processos no Departamento de Programas de Gestão. 2011.

SOUZA, Roseane Maria Garcia Lopes de. Princípios e métodos utilizados em segurança da água para consumo humano. São Paulo, 2008.

SUMMERILL, C.; POLLARD, S. J.T.; SMITH, J. A. The role of organizational culture and leadership in water safety plan implementation for improved risk management. *Science of the Total Environment*. 2010.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar de M. *Gestão da Água no Brasil*. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Civil. Relatório de Implantação do Plano de Segurança da Água – Projeto Piloto Brasil – PSA/UFV – Município de Viçosa – Minas Gerais, Brasil. 2009.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. The USGS Water Science School. Disponível em: <www.usgs.gov>. Acesso em: 9 jun. 2013.

VIEIRA, J. M. Cooperação Internacional na Implementação de Planos de Segurança da Água. O caso da Rede de Bona. *Água&Resíduo*. Maio a agosto/2008.

VIEIRA, J. M. Planos de Segurança da Água. Água segura para todos. São Paulo. 2011. 62 slides. Apresentação em Power Point.

VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, C. Plano de segurança da água para consumo humano em sistemas públicos de abastecimento. Portugal: IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Universidade do Minho, 2005.

VIGIAGUA. Avanços no cenário nacional relacionados aos Planos de Segurança da Água. Reunião Anual do VIGIAGUA. Brasília. 2013. 45 slides. Apresentação em Power Point.

WHO (2004) *Guidelines for Drinking-water Quality, Volume 1: Recommendations*.

WHO. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Geneva: WHO. Second Edition. 1998.

APÊNDICE A – Detalhamento dos Critérios e Créditos da Proposta de Planilha de Avaliação de Sistemas de Esgotamento Sanitário

1 MÓDULO I – REDE COLETORA

Neste módulo devem ser avaliados os ramais, a rede coletora, incluindo coletores-tronco, interceptores e emissários.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 1 – Medição de Vazão		
Crédito 1.1 – Existência de medição de vazão em locais operacionalmente estratégicos	Verificar se há monitoramento de vazão na rede coletora e se essas informações são usadas para a operação e para a proposição de melhorias operacionais das unidades.	A medição de vazão na rede coletora não é obrigatória, mas constitui-se em uma importante ferramenta para a melhoria contínua do sistema, auxiliando na determinação de Vazão Mínima Noturna e de águas de infiltração, por exemplo.
Critério 2 - Cadastro		
Crédito 2.1 – Existência de cadastro atualizado	Verificar a existência de documento que contenha informações técnicas acerca de redes implantadas e em operação, incluindo dados sobre diâmetros, extensões, tipos de materiais das tubulações, bem como dos equipamentos de controle e proteção.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação da existência dos seguintes itens: - Cadastro de rede. - Metodologia para atualização contínua do cadastro. - Utilização das informações pelos usuários. - Georreferenciamento.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 3 – Sistema Supervisório		
Crédito 3.1 – Existência de sistema supervisório em locais operacionalmente estratégicos	Verificar se existe algum tipo de software destinado a proporcionar a supervisão das unidades através de telas devidamente configuradas.	O sistema supervisório não é um item obrigatório nas redes coletoras, porém a sua implantação em pontos estratégicos, sobretudo em válvulas e em locais de medição de vazão, agrega respostas mais rápidas na manutenção e na operação. Caso exista sistema supervisório deve-se averiguar se a quantidade de pontos supervisionados é representativa e se as informações são devidamente monitoradas pelos responsáveis.
Critério 4 - Fiscalização		
Crédito 4.1 – Identificação de interferências ao adequado funcionamento	Verificar a existência de práticas para a identificação de atividades e/ou ocorrências que podem interferir no adequado funcionamento da rede coletora.	As atividades e/ou ocorrências relacionadas a fraudes ou mau uso da rede coletora, como ligações de águas pluviais e descarte de materiais inservíveis nos poços de visita devem ser consideradas na avaliação. Devem-se buscar evidências de que a fiscalização é uma prática realizada de forma contínua, como a existência de registros específicos sobre essas atividades.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 5 – Procedimento Operacional Padrão (POP)		
Crédito 5.1 – Existência e aplicação de POP	Verificar a existência de Procedimento Operacional Padrão (POP) e se os mesmos são devidamente aplicados durante as atividades.	Deve-se verificar a existência de POP, seja em formato digital ou impresso, e se há facilidade para acesso ao mesmo, e, principalmente, se todas as pessoas diretamente afetadas tem conhecimento sobre os procedimentos. Se o avaliador julgar necessário sugere-se que solicite a execução de um POP a fim de checar a sua adequação e o domínio dos envolvidos.
Critério 6 - Conservação		
Crédito 6.1 – Rede coletora, interceptores e emissários	Verificar o estado de conservação da rede coletora a fim de prevenir vazamentos e/ou prejuízos ao seu adequado funcionamento.	Durante a avaliação sugere- se a visita a trechos visíveis da rede coletora e também a pontos de interesse, como sifões invertidos. Consideram-se condições insatisfatórias da rede a ocorrência de rupturas, obstruções por incrustação, trechos com recobrimento fora do padrão, intersecção com a rede de água, principalmente quando em cota superior a esta última. Registros acerca de consertos podem ser utilizados como parâmetro para a determinação do estado de conservação.

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 6.2 – Poço de visita	Verificar o estado de conservação dos poços de visita a fim de determinar se os mesmos atendem às necessidades de operação e manutenção da rede coletora.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência de tampas. - Ocorrência de rebaixamento excessivo em relação ao nível do solo. - Evidências, relatos e/ou registros de extravasamentos.
Critério 7 – Licenciamento Ambiental		
Crédito 7.1 – Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) ou Licença Ambiental de Operação (LAO)	Verificar se o sistema cumpre a legislação vigente acerca de licenciamento ambiental.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência do licenciamento ambiental. - Validade do licenciamento. - Atendimento a possíveis condicionantes relatadas no licenciamento. Licenças em processo de renovação devem ser consideradas desde que apresentadas evidências de acompanhamento do processo.

MÓDULO II – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

	Objetivo	Considerações
Critério 1 – Medição de Vazão		
Crédito 1.1 – Existência de medidor da vazão de entrada	Verificar se há monitoramento da vazão de entrada das elevatórias e se essas informações são usadas para a operação e para a proposição de melhorias operacionais das unidades.	A medição da vazão afluyente é uma das recomendações constantes na NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. O ponto de medição deve ser localizado à jusante do sistema de remoção de sólidos grosseiros.
Critério 2 – Remoção de sólidos grosseiros		
Crédito 2.1 – Existência de equipamento para remoção de sólido grosseiro	Verificar a existência de mecanismos para a remoção de sólidos grosseiros a fim de não comprometer o desempenho do conjunto motor-bomba.	A grade (limpeza manual ou mecânica), o cesto, o triturador ou a peneira ou mecanismos similares e com desempenhos operacionais equivalentes a estes podem ser adotados para a remoção de sólidos grosseiros. Durante a avaliação deve-se verificar se as recomendações da NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário estão sendo atendidas. Averiguar se os sólidos removidos estão tendo destinação final adequada.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 3 – Tempo médio de detenção do efluente		
Crédito 3.1 – Tempo médio de detenção do efluente inferior a 30min.	Verificar se o tempo de detenção do efluente é inferior a 30 minutos, seguindo as recomendações da NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário.	Caso o tempo de detenção for superior a 30 minutos recomenda--se a averiguação das dimensões do tanque de sucção e das vazões afluentes.
Critério 4 - Ventilação		
Crédito 4.1 – Existência de janelas, portas, exaustores ou outros meios de ventilação	Verificar se há ventilação da estação elevatória a fim de evitar a concentração de gases que possam causar explosão, intoxicação ou desconforto.	A ventilação das estações elevatórias é uma das recomendações constantes na NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. Janelas, portas, exaustores ou outros meios equivalentes a estes devem ser considerados.
Critério 5 – Iluminação		
Crédito 5.1 – Iluminação natural por meio de janelas ou outras aberturas	Verificar se há iluminação natural das estações elevatórias conforme recomendação da NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário.	Janelas e outras aberturas que permitam a iluminação natural do ambiente devem ser consideradas.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 6 – Conjunto motor-bomba		
Crédito 6.1 – Conjunto motor-bomba	Verificar o atendimento das recomendações expressas na NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário a fim de garantir o adequado funcionamento das estações elevatórias.	<p>Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existência de conjunto motor-bomba reserva com capacidade para recalcar a vazão máxima. - Verificar se os equipamentos em operação são compatíveis com as necessidades do sistema, checando parâmetros de vazão e potência. <p>A critério do avaliador podem ser considerados motores em reserva fria, ou seja, armazenados em outro local e não nas instalações da estação elevatória. O equipamento reserva deve ter características idênticas ao que está sendo substituído (ponto de trabalho, pressão, vazão).</p>
Critério 7 – Procedimento Operacional Padrão (POP)		
Crédito 7.1 – Existência e aplicação de POP	Verificar a existência de Procedimento Operacional Padrão (POP) e se os mesmos são devidamente aplicados durante as atividades.	Deve-se verificar a existência de POP, seja em formato digital ou impresso, e se há facilidade para acesso ao mesmo, e, principalmente, se todas as pessoas diretamente afetadas tem conhecimento sobre os procedimentos. Se o avaliador julgar necessário sugere-se que solicite a execução de um POP a fim de checar a sua adequação e o domínio dos envolvidos.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 8 - Conservação		
Crédito 8.1 – Estrutura	Verificar o estado de conservação da estrutura das estações elevatórias a fim de determinar se não há prejuízos ao desempenho operacional ou a exposição a situações de risco.	Averiguar a existência de rachaduras, fissuras ou outras ocorrências que possam comprometer a estrutura da unidade.
Crédito 8.2 – Instalações	Verificar o estado de conservação das instalações das estações elevatórias a fim de determinar se não há prejuízos ao desempenho operacional ou a exposição a situações de risco.	Averiguar o estado do sistema elétrico e das instalações da elevatória. Verificar se existe equipamento reserva e soluções de emergência, como gerador, extravasor, etc.
Crédito 8.3 – Equipamentos	Verificar o estado de conservação dos equipamentos das estações elevatórias a fim de determinar se não há prejuízos ao desempenho operacional ou a exposição a situações de risco.	Avaliar o estado de conservação dos equipamentos e averiguar se há necessidade de manutenção corretiva - ruídos, vazamentos, riscos de acidente e/ou comprometimento no seu desempenho.
Crédito 8.4 – Ordenação e limpeza	Verificar a ordenação e limpeza da estrutura, instalações, equipamentos e terreno da estação elevatória a fim de evitar transtornos na operação e manutenção da unidade.	Durante a avaliação recomenda-se averiguar: <ul style="list-style-type: none"> - Existência de odores incômodos e de tratamento desses gases. - Sinalização, identificação e pintura. - Limpeza da área e dos equipamentos. - Depósito de materiais inservíveis à operação e/o manutenção da unidade.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 9 - Proteção		
Crédito 9.1 – Cerca, muro, portão	Verificar a existência de cerca, muro, portão ou meio equivalente que impeça o acesso de pessoas não autorizadas às instalações da estação elevatória.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência de cadeados, sobretudo nos quadros de comando. - Estado de conservação da cerca, muro ou portão. No caso de estação elevatória em passeio não é necessário o cercamento, porém os transeuntes não podem ter acesso ao quadro de comando ou demais instalações.
Crédito 9.2 – Identificação e sinalização	Verificar se a estação elevatória está devidamente identificada e sinalizada. Devem ser aceitas identificações e sinalizações por meio de placas ou de pinturas na unidade.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência de informações sobre a proibição de acesso a pessoas não autorizadas. - Existência de identificação da unidade. - Existência de logotipo ou de meio equivalente de identificação da empresa responsável. - Localização dos avisos em ponto de fácil visualização.
Critério 10 - Automação		
Crédito 10.1 – Automação	Verificar se existe algum tipo de automação ou operação assistida na estação elevatória.	A automação não é um item obrigatório das estações elevatórias, porém a sua implantação agrega respostas mais rápidas na manutenção e na operação das unidades.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 11 – Sistema supervisório		
Crédito 11.1 – Sistema supervisório	Verificar se existe algum tipo de software destinado a proporcionar a supervisão das unidades através de telas devidamente configuradas.	O sistema supervisório não é um item obrigatório nas redes estações elevatórias, porém a sua implantação agrega respostas mais rápidas na manutenção e na operação. Caso exista sistema supervisório deve-se averiguar se as informações são devidamente monitoradas pelos responsáveis.
Critério 12 – Licenciamento ambiental		
Crédito 12.1 – Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) ou Licença Ambiental de Operação (LAO)	Verificar se o sistema cumpre a legislação vigente acerca de licenciamento ambiental.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência do licenciamento ambiental. - Validade do licenciamento. - Atendimento a possíveis condicionantes relatadas no licenciamento. Licenças em processo de renovação devem ser consideradas desde que apresentadas evidências de acompanhamento do processo.

MÓDULO III – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 1 – Controle de Qualidade		
Crédito 1.1 – Realização de análises físico-químicas e bacteriológicas seguindo a legislação	Verificar se a frequência e as condições de realização dos ensaios físico-químicos e bacteriológicos atendem às exigências da legislação vigente.	Averiguar a existência de registros das análises laboratoriais. A critério do avaliador podem ser aceitas as análises, sobretudo as bacteriológicas, que por questões logísticas e de negócio sejam realizadas em outra unidade ou por empresa terceirizada.
Critério 2 – Procedimento Operacional Padrão (POP)		
Crédito 2.1 – Existência e aplicação de POP	Verificar a existência de Procedimento Operacional Padrão (POP) e se os mesmos são devidamente aplicados durante as atividades.	Deve-se verificar a existência de POP para as atividades operacionais, análises de controle de qualidade, preparo e dosagem de produtos químicos e outros que sejam relevantes para o pleno funcionamento da estação de tratamento. O POP pode estar em formato digital ou impresso. Deve estar disponível de forma fácil a todas as pessoas diretamente afetadas. Se o avaliador julgar necessário sugere-se que solicite a execução de um POP a fim de checar a sua adequação e o domínio dos envolvidos.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 3 – Dados operacionais		
Crédito 3.1 – Registro de dados operacionais e/ou ocorrências em formulários de controle	Verificar o processo de gestão das principais variáveis operacionais e o correto registro dos dados, a fim de assegurar a adequada operação e manutenção do sistema e a elaboração de indicadores de desempenho que retratem a realidade da unidade.	<p>Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existência de formulários padronizados e devidamente preenchidos, admitindo-se relatório padrão criado pela própria unidade. - Existência de métodos de arquivamento de registros passados. <p>De forma não exaustiva as principais variáveis a serem observadas são: vazão, número de horas trabalhadas, registros de análises e consumos, anotações por turno, volumes, lavagens, descargas, rodízio de bombas, queda ou falta de energia, troca de cilindros, recebimento de produtos, saída de materiais, necessidade de reposição de materiais, manutenção em equipamentos, anomalias, visitas, etc.</p>
Crédito 3.2 – Existência de dados técnicos à disposição na estação	Verificar a existência de dados técnicos à disposição na estação de tratamento a fim de assegurar a adequada operação e manutenção da unidade.	De forma não exaustiva os principais dados a serem observados são: dimensões das unidades operacionais, capacidades de projeto e atuais, vazões limítrofes, etc. Averiguar a existência de croqui ou mapa que indique o macrofluxo do sistema. Considera-se croqui desenho sem escala com existência de dados técnicos.

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 3.3 – Manual de operação da estação	Verificar a existência de manual de operação a fim de assegurar a adequada operação e manutenção da unidade.	Averiguar a existência de manual de operação e a data da última atualização do mesmo. Verificar se essas informações estão adequadamente expostas, são de conhecimento dos operadores e se são utilizadas para tomada de decisões e para a definição de procedimentos operacionais.
Critério 4 - Conservação		
Crédito 4.1 – Estrutura	Verificar o estado de conservação da estrutura da estação de tratamento a fim de determinar se não há prejuízos ao desempenho operacional ou a exposição a situações de risco.	Averiguar a existência de rachaduras, fissuras ou outras ocorrências que possam comprometer a estrutura da unidade.
Crédito 4.2 – Instalações	Verificar o estado de conservação das instalações da estação de tratamento a fim de determinar se não há prejuízos ao desempenho operacional ou a exposição a situações de risco.	Averiguar o estado do sistema elétrico e das demais instalações da estação de tratamento.
Crédito 4.3 – Equipamentos	Verificar o estado de conservação dos equipamentos da estação de tratamento a fim de determinar se não há prejuízos ao desempenho operacional ou a exposição a situações de risco.	Avaliar o estado de conservação dos equipamentos e averiguar se há necessidade de manutenção corretiva - ruídos, vazamentos, riscos de acidente e/ou comprometimento no seu desempenho.

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 4.4 – Ordenação e limpeza	Verificar a ordenação e limpeza da estrutura, instalações, equipamentos e terreno da estação de tratamento a fim de evitar transtornos na operação e manutenção da unidade.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos itens abaixo: - Existência de odores incômodos e de medidas para o tratamento desses gases. - Sinalização, identificação e pintura. - Limpeza da área e dos equipamentos. Depósito materiais
Critério 5 – Outorga para o lançamento do esgoto tratado		
Crédito 5.1 – Existência de outorga para o lançamento do esgoto tratado	Verificar o cumprimento da legislação ambiental no que tange à outorga para o lançamento do esgoto tratado.	Averiguar a existência de outorga para lançamento dos efluentes, seu prazo de vigência e se a atual operação da ETE respeita a vazão e critérios outorgados.
Critério 6 – Segurança		
Crédito 6.1 – Equipamento de Proteção Coletiva (EPC)	Verificar a existência de EPC's e se os mesmos são adequados, visando a garantir a segurança durante a execução das atividades.	De forma não exaustiva, são itens a serem observados: guarda-corpo, gaiola em escada, extintores de incêndio, passarelas, etc..
Crédito 6.2 – Equipamento de Proteção Individual (EPI)	Verificar a existência de EPI's e se os mesmos são adequados, visando a garantir a segurança durante a execução das atividades.	Averiguar a existência de EPI's para todos os operadores, se os funcionários fazem uso dos mesmos e se os equipamentos existentes são adequados para o tipo de atividade a ser desenvolvida.

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 6.3 – Existência de Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)	Verificar a existência de PPRA a fim de garantir a preservação da saúde e integridade dos trabalhadores frente aos riscos do ambiente de trabalho e o cumprimento da Norma Regulamentadora 09/1994 do Ministério do Trabalho e Emprego.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência de mapa de risco geral e setorizado. - Data da atualização/revisão. - Facilidade de visualização e compreensão e conhecimento do PPRA por parte das pessoas diretamente afetadas.
Critério 7 – Condições de Trabalho		
Crédito 7.1 – Existência de iluminação	Verificar se a iluminação existente, tanto a natural quanto a elétrica satisfazem às necessidades da manutenção e operação do sistema.	Averiguar condições de iluminação interna e externa e se há meios alternativos de iluminação no caso de falta de energia do sistema principal.
Crédito 7.2 – Condições de trabalho para o manuseio de produtos	Verificar se existem equipamentos e instalações adequadas para o manuseio de produtos.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Estado das tinas de dosagem de produtos químicos. - Condição da embalagem dos produtos, evitando derramamento.
Crédito 7.3 – Condições de trabalho para a movimentação de materiais e equipamentos	Verificar se existem equipamentos e instalações adequadas para a movimentação de materiais e equipamentos.	Exemplos de equipamentos, de forma não exaustiva: montacarga, talha, guinchos, esteiras. Averiguar o estado de uso das instalações e se a localização do estoque fica em local apropriado às atividades.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 8 - Equipamentos		
Crédito 8.1 – Equipamentos eletromecânicos com reserva	Verificar a existência de reserva para os equipamentos da estação de tratamento a fim de assegurar a continuidade das atividades.	Averiguar a existência de equipamentos reserva, tais como conjunto motor-bomba, aeradores, dosadores, etc. A critério do avaliador podem ser aceitos equipamentos em reserva fria, ou seja, armazenados em outro local e não nas instalações da estação de tratamento. O equipamento reserva deve ter características idênticas ao que está sendo substituído (potência, pressão, vazão, etc).
Crédito 8.2 – Equipamentos de laboratório	Verificar a existência e a adequação dos equipamentos de laboratório a fim de assegurar a continuidade do controle de qualidade e operacional.	Averiguar se os equipamentos estão devidamente calibrados e se há domínio da sua utilização pelas pessoas diretamente relacionadas.
Crédito 8.3 – Equipamentos de telecomunicação	Verificar a existência de meios de comunicação da estação de tratamento com demais setores de interesse.	Averiguar a existência de rádio, telefone fixo, telefone celular (propriedade da empresa), computador ou outros meios que entenda-se necessário para a comunicação entre a ETE e os setores de interesse.

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 9 - Automação		
Crédito 9.1 – Automação	Verificar se existe algum tipo de automação ou operação assistida na estação de tratamento.	A automação não é um item obrigatório das estações de tratamento, porém a sua implantação agrega respostas mais rápidas na manutenção e na operação das unidades.
Critério 10 – Sistema supervisorío		
Crédito 10.1 – Sistema supervisorío	Verificar se existe algum tipo de software destinado a proporcionar a supervisão das unidades através de telas devidamente configuradas. Deve-se averiguar se as informações são devidamente monitoradas.	O sistema supervisorío não é um item obrigatório nas estações de tratamento, porém a sua implantação agrega respostas mais rápidas na manutenção e na operação.
Critério 11 – Treinamento		
Crédito 11.1 – Escolaridade adequada ao desempenho da função	Verificar se o grau de instrução do operador e/ou gestor condiz com as atividades a serem realizadas.	Averiguar o domínio do operador e/ou gestor nas principais tarefas dentro do processo de tratamento (controle de dosagem, técnica de análise, controle de consumo, preenchimento de formulários, uso de EPI's, conhecimento dos principais parâmetros operacionais, medições de vazão, etc).

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 11.2 – Existência de equipe adequadamente dimensionada	Verificar se a quantidade de operadores é adequada ao tempo de funcionamento da estação de tratamento.	Averiguar se há operadores reserva no caso de necessidade de substituição do titular, seja por motivo de férias, doença, etc. Verificar se há um responsável técnico pelo sistema, inclusive com anotação de responsabilidade técnica no referido órgão de classe. Aceita-se operação volante desde que a rotatividade esteja adequada às características operacionais do sistema.
Crédito 11.3 – Realização periódica de treinamento e capacitação	Avaliar o domínio do operador nas principais tarefas dentro do processo de tratamento e do gestor para a proposição de melhorias contínuas.	Consultar os operadores e o gestor sobre os últimos treinamentos realizados. Sugere-se a realização de treinamentos anuais sobre os principais aspectos inerentes à estação.
Critério 12 – Produtos Químicos		
Crédito 12.1 – Realização de análises de produtos químicos	Verificar se os produtos químicos usados no tratamento são adequados às necessidades da ETE e se atendem às especificações técnicas exigidas.	Consultar laudos sobre os produtos a fim de avaliar a periodicidade das análises, a qualidade dos produtos e os procedimentos adotados na ocorrência de recebimento de produtos fora dos padrões exigidos. No caso de utilização de produtos fora dos padrões, sugere-se a análise dos laudos de qualidade e dos formulários de controle do período impactado para avaliar possíveis interferências ocorridas no tratamento.

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 12.2 – Controle do estoque	Verificar a existência de controle do estoque de produtos químicos a fim de assegurar a continuidade da operação dentro do grau de eficiência desejado.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Familiarização dos operadores e/ou responsáveis com o controle de estoque. - Controle de consumo.
Crédito 12.3 – Controle do armazenamento	Verificar se o armazenamento de produtos é controlado e realizado de forma a atender a legislação vigente, garantindo a segurança dos manuseadores e o perfeito estado do produto ao ser utilizado.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Armazenamento e utilização segundo a ordem cronológica de recebimento do produto. - Identificação dos lotes. - Integridade das sacas por meio de depósito sobre estrado de madeira e com afastamento das paredes, com pilhas que permitam condições adequadas de utilização dos produtos. - Existências de tinas e meios de contenção para o armazenamento de produtos em estado líquido. À critério do avaliador podem ser aceitos produtos armazenados em outros locais avulsos a ETE desde que não ocorra prejuízo na dosagem de produtos e que o transporte e logística de transferência seja facilitado

	Objetivo Geral	Considerações
Critério 13 – Desempenho Operacional das Unidades		
Crédito 13.1 – Tratamento preliminar	Verificar o estado de funcionamento das unidades do tratamento preliminar buscando evidências técnicas do seu adequado desempenho operacional.	De forma não exaustiva, consideram-se unidades de tratamento preliminar: grade, caixa de areia, calha Parshall, caixa de gordura, tanque de equalização, etc.
Crédito 13.2 – Tratamento primário	Verificar o estado de funcionamento das unidades do tratamento primário buscando evidências técnicas do seu adequado desempenho operacional.	De forma não exaustiva, consideram-se unidades de tratamento primário: decantador primário, lagoa anaeróbia.
Crédito 13.3 – Tratamento secundário	Verificar o estado de funcionamento das unidades do tratamento secundário buscando evidências técnicas do seu adequado desempenho operacional.	Dentre outros, considera-se tratamento secundário: lodos ativados/valos de oxidação, lagoa de estabilização, filtro biológico, lagoa facultativa, lagoa aerada, lagoa estritamente aeróbia, decantador secundário.
Crédito 13.4 – Tratamento terciário	Verificar o estado de funcionamento das unidades do tratamento terciário buscando evidências técnicas do seu adequado desempenho operacional.	De forma não exaustiva, consideram-se unidades de tratamento terciário: lagoa de polimento, lagoa de maturação.

	Objetivo Geral	Considerações
Crédito 13.5 – Desinfecção	Verificar o estado de funcionamento das unidades de desinfecção buscando evidências técnicas do seu adequado desempenho operacional.	De forma não exaustiva, consideram-se unidades de desinfecção: cloração, radiação ultravioleta, ozonificação. Averiguar se a dosagem de produtos é feita com a frequência exigida e de forma adequada.
Crédito 13.6 – Tratamento do lodo	Verificar se há destinação final adequada ao lodo e demais resíduos gerados no processo de tratamento.	De forma não exaustiva, consideram-se unidades de tratamento do lodo: leito de secagem, digestor anaeróbio, centrífuga, filtro-prensa. Aceita-se descarte em aterro sanitário.
Critério 14 – Licenciamento ambiental		
Crédito 14.1 – Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) ou Licença Ambiental de Operação (LAO)	Verificar se o sistema cumpre a legislação vigente acerca de licenciamento ambiental.	Durante a avaliação recomenda-se a averiguação dos seguintes itens: - Existência do licenciamento ambiental. - Validade do licenciamento. - Atendimento a possíveis condicionantes relatadas no licenciamento. Licenças em processo de renovação devem ser consideradas desde que apresentadas evidências de acompanhamento do processo.