

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DO RISCO AO
EFLUENTE EM ESTAÇÕES CONVENCIONAIS
DE TRATAMENTO DE ÁGUA: IDENTIFICAÇÃO
E CARACTERIZAÇÃO DE PERIGOS

Debora Nery de Souza

Belo Horizonte

2017

**APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DO RISCO AO
EFLUENTE EM ESTAÇÕES CONVENCIONAIS DE
TRATAMENTO DE ÁGUA: IDENTIFICAÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO DE PERIGOS**

Debora Nery de Souza

Debora Nery de Souza

**APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DO RISCO AO
EFLUENTE EM ESTAÇÕES CONVENCIONAIS DE
TRATAMENTO DE ÁGUA: IDENTIFICAÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO DE PERIGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Saneamento

Linha de pesquisa: Qualidade e tratamento de água para consumo humano

Orientador: Marcelo Libânio

Coorientador: Veber Afonso Figueiredo Costa

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Engenharia

Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Avenida Antônio Carlos, 6627 - 4º andar - 31270-901 - Belo Horizonte - BRASIL

Telefax: 55 (31) 3409-1882 - posgrad@desa.ufmg.br

<http://www.smarh.eng.ufmg.br>

FOLHA DE APROVAÇÃO

“APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DO RISCO AO EFLUENTE EM ESTAÇÕES
CONVENCIONAIS DE TRATAMENTO DE ÁGUA: IDENTIFICAÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO DE PERIGOS”

DEBORA NERY DE SOUZA

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:

Prof. MARCELO LIBÂNIO - Orientador

Prof. VEBER AFONSO FIGUEIREDO COSTA - Coorientador

Prof. WALTER LUCIO DE PÁDUA
Profª PAULA DIAS BEVILÁQUA

Aprovada pelo Colegiado do PG SMARH

Prof. Nilo de Oliveira Nascimento
Coordenador

Belo Horizonte, 02 de junho de 2017.

Versão Final aprovada por

Prof. Marcelo Libânio
Orientador

S729a

Souza, Débora Nery de.

Aplicação de avaliação do risco ao efluente em estações convencionais de tratamento de água [manuscrito]: identificação e caracterização de perigos / Débora Nery de Souza. - 2017. 136 f., enc.: il.

Orientador: Marcelo Libânio.

Coorientador: Veber Afonso Figueiredo Costa.

Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 98-136.

Bibliografia: f. 93-97.

1. Engenharia sanitária - Teses. 2. Saneamento - Teses. 3. Avaliação de riscos - Teses. 4. Efluente - Qualidade - Teses. I. Libânio, Marcelo, 1960-. II. Costa, Veber Afonso Figueiredo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 628(043)

*Aos meus pais, Edla Nery Mota e João Airto Mangueira de Souza;
Aos meus irmãos, Rodney Guiot de Souza e Bárbara Nery de Souza;
Aos meus professores e amigos que sempre me apoiaram;
E a Deus, principalmente.*

“Primeiro foi necessário civilizar o homem em relação ao próprio homem. Agora é necessário civilizar o homem em relação à natureza e aos animais”.

Victor Hugo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que está sempre comigo, iluminando o meu caminho e me guiando. Apoiando, dando forças e ajudando a retornar ao caminho certo quando deste me afastar.

À minha família que sempre apoiou, investiu e acreditou em mim. Minha mãe e meu pai com seus conselhos e histórias pertinentes. Minha irmã com sua confiança e apoio. Meu irmão e minha cunhada pela confiança e incentivo. Meus tios Edmilson Mota e Mauro Shibuya que mesmo distantes sempre me incentivaram, apoiaram e motivaram. À tia Meire e à Bruninha, por terem acreditado em mim, me acolhido, incentivado e apoiado desde o início desta jornada.

Ao professor Marcelo Libânio que acreditou em minha capacidade e não me deixou estagnar, sempre levantando questionamentos e instigando na busca pelo conhecimento. Orientando e ensinando a todo instante.

Ao professor Veber Afonso Figueiredo Costa, que me auxiliou, ensinou e orientou durante o aprendizado e desenvolvimento da pesquisa.

À professora Mariângela Dutra de Oliveira que muito auxiliou na obtenção das informações que permitiram a realização desta pesquisa, me apoiou desde o início.

Às minhas amigas/irmãs Isa, Lulys e Dri por todo apoio, ajuda e companheirismo. Por aguentarem meus momentos de desespero e alegrias e por me darem forças para continuar e terminar o mestrado. Que nossa amizade cresça cada vez mais.

Aos amigos Belinazir e Marcus Vinícius por suas conversas e conselhos pertinentes e motivadores.

Às meninas que moraram comigo, por todo o apoio, paciência, ajuda, incentivo e companheirismo durante esses anos.

A todos da turma 2015 do mestrado que de forma direta ou indireta fizeram/fazem parte da minha formação acadêmica e pessoal.

A todo o corpo docente do Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, bem como à instituição em si e a todos os funcionários de suporte técnico e servidores públicos, pelos ensinamentos, apoio e a ajuda na realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo que intermediou a aquisição dos dados necessários à pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo incentivo e financiamento dos projetos de pesquisa e pela bolsa concedida.

RESUMO

Fornecer à população água com qualidade e nível insignificante de risco é objetivo de uma estação de tratamento de água - ETA. Sendo assim, faz-se necessário que as estações de tratamento exerçam controle sobre a qualidade da água de abastecimento, seguindo as diretrizes da legislação vigente. Para tal, a Organização Mundial da Saúde - OMS introduziu conceitos e ressalta a importância da realização da Análise do Risco durante todo o processo de tratamento de água, da captação ao consumo. Neste estudo são abordadas as vertentes de risco, referentes ao potencial de descumprimento aos limites estabelecidos na normativa vigente e ao atendimento ao plano mínimo de amostragem. São utilizados como indicadores a turbidez, cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli*, os quais são avaliados a partir do efluente de 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2016. A metodologia proposta por este estudo baseou-se nas diretrizes apresentadas no *Manual de Procedimentos e Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano* e no *Guia de Qualidade da Água Potável* da OMS. Os índices de cumprimento ao plano mínimo de amostragem das estações em estudo variaram de 321,9% para coliformes totais e percentual nulo para turbidez e cloro residual livre. Nenhuma das estações amostradas apresentou total cumprimento ao plano mínimo de amostragem concomitantemente para os parâmetros turbidez, cloro residual livre e coliformes totais. Em relação ao atendimento aos padrões de potabilidade exigidos pela normatização vigente o resultado foi semelhante, nenhuma das estações apresentou total atendimento aos padrões normatizados para os quatro parâmetros simultaneamente. Destacando-se o parâmetro turbidez, que após a mudança de seu valor máximo permitido de 1,0 para 0,5 uT pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, o efluente não atendeu aos padrões de potabilidade em 10 das 12 estações em estudo. Dentre as estações avaliadas, quatro apresentaram risco caracterizado como *Baixo*, sete apresentaram risco *Médio* e uma, a ETA 06, apresentou risco *Alto*.

Palavras chave: Avaliação do Risco; Análise do Risco; Identificação de Perigos; Caracterização de Perigos; Estações Convencionais de Tratamento de Água.

ABSTRACT

Providing people with quality water and insignificant level of risk is the aim of a water treatment plant - WTP. Therefore, it is necessary that treatment plants exercise control over the quality of the water supply, following the current legislation guidelines. With this purpose, World Health Organization (WHO) proposed concepts and highlighted the importance of risk assessment throughout the water treatment process. In this study, risk aspects as related to the potential of noncompliance with the limits established in the current norm and compliance with the minimum sampling plan, are considered. Turbidity, free residual chlorine, total coliforms and *E. coli* are used as indicators, and are evaluated in WTP effluent in *Espírito Santo*, from January 2009 to December 2016. The methodology proposed by this study was based on the guidelines presented in the *Manual of Procedures and Surveillance in Environmental Health Related to Water Quality for Human Consumption* and in WHO's Guide to Drinking Water Quality. Compliance rates of the minimum sampling plan of the WTP's being studied varied from 321.9% for total coliforms and null values for turbidity and free residual chlorine. None of the stations presented simultaneous compliance for turbidity parameters, free residue and total coliforms. Similar results were obtained for the standards of potability required by current regulations: none of the companies presented total compliance for all four criteria simultaneously. Highlighting the turbidity parameter, whose maximum value was changed from 1.0 to 0.5 uT by Ordinance No. 2914/2011, adequacy to the potability standards was not verified in 10 of the 12 stations. Among the Risk analysis, four WTP's presented risk *Low*, seven presented risk *Medium* and one, WTP 06, presented risk *High*.

Keywords: Risk Assessment; Risk Analysis; Hazards Identification; Characterization of Hazards; Conventional Water Treatment Stations.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xiv
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	19
3.2 PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO.....	22
3.3 ANÁLISE DO RISCO.....	25
3.3.1 <i>Avaliação do Risco</i>	28
3.3.2 <i>Gerenciamento do risco</i>	30
3.3.3 <i>Comunicação do risco</i>	31
3.4 AVALIAÇÃO DO RISCO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	31
3.5 PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA.....	34
3.6 INDICADORES DE EXISTÊNCIA DE RISCO.....	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 UNIVERSO AMOSTRAL	40
4.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO PRELIMINAR.....	42
4.3 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PERIGOS	43
4.3.1 <i>Identificação de perigos</i>	43
4.3.2 <i>Caracterização do risco</i>	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS	48
5.2 PLANO MÍNIMO DE AMOSTRAGEM.....	55
5.3 QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO	62
5.3.1 <i>Turbidez</i>	62
5.3.2 <i>Cloro Residual Livre</i>	80
5.3.3 <i>Parâmetros microbiológicos</i>	84
5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS	86
6 CONCLUSÕES.....	91
7 RECOMENDAÇÕES.....	92
REFERÊNCIAS	93

APÊNDICE A	98
APÊNDICE B.....	111
APÊNDICE C	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Evolução da cobertura mundial de acesso a água tratada, em porcentagem, de 1990 a 2015, em algumas regiões do Planeta.....	199
Figura 3.2 - Índices de atendimento total de abastecimento de água no Brasil e demais regiões no ano de 2015.	20
Figura 3.3 - Síntese das etapas inseridas na Análise do Risco.	277
Figura 3.4 - Caracterização do risco em relação a sua magnitude e incertezas.....	333
Figura 3.5 - Resumo das etapas base da elaboração e revisão constante de um PSA.....	36
Figura 5.1 - Quantidade de dados de turbidez da água tratada excluídos de cada estação e seus respectivos percentuais.	53
Figura 5.2 - Dados de turbidez da água tratada das 12 estações amostradas.	63
Figura 5.3 - Percentual de dados atendendo aos padrões e metas de turbidez da água tratada, 2009 a 2016, (a) ETA 01 a ETA 04, (b) ETA 05 a ETA 08 e (c) ETA 09 a ETA 12.	64
Figura 5.4 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 01 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	66
Figura 5.5 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 02 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	67
Figura 5.6 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 03 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	68
Figura 5.7 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 04 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	69
Figura 5.8 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 05 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	70
Figura 5.9 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 06 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	71
Figura 5.10 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 08 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	72
Figura 5.11 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 07 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	73
Figura 5.12 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 09 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	74
Figura 5.13 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 10 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	75
Figura 5.14 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 11 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	76
Figura 5.15 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 12 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.	77

Figura 5.16 - Percentual de dados atendendo aos padrões e metas de cloro residual livre da água tratada, 2009 a 2016, (a) ETA 01 a ETA 04, (b) ETA 05 a ETA 08 e (c) ETA 09 a ETA12. 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Comparação de padrões de potabilidade do Brasil, Estados Unidos, Canadá e OMS para a água tratada, na saída do tratamento.	23
Tabela 3.2 - Plano mínimo de amostragem na saída do tratamento com sistema de captação em manancial superficial.	24
Tabela 3.3 - Padrões e metas de potabilidade para tratamento do tipo convencional visando à saúde da população.	39
Tabela 4.1 - Relação das 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo, municípios sede, respectivos mananciais e tipo de captação dos sistemas de tratamento integrantes do universo amostral.	41
Tabela 4.2 - Definições das categorias de frequência de ocorrência utilizadas no cálculo do Risco.	45
Tabela 4.3 - Definições das categorias de severidade utilizadas no cálculo do Risco.	45
Tabela 4.4 - Critérios de classificação da severidade de cada parâmetro analisado.	46
Tabela 4.5 - Matriz de classificação do risco.	46
Tabela 4.6 - Pesos para a ponderação do risco de cada parâmetro.	47
Tabela 4.7 - Caracterização da magnitude total do risco.	47
Tabela 5.1 - Caracterização geral dos bancos de dados referente ao parâmetro turbidez.	48
Tabela 5.2 - Sumário da análise preliminar dos dados de turbidez da água bruta das 12 estações de tratamento.	50
Tabela 5.3 - Sumário da análise preliminar de todos os dados disponíveis de turbidez da água tratada.	51
Tabela 5.4 - Sumário da análise preliminar dos dados de turbidez da água tratada das 12 estações em estudo, sem a presença de valores considerados inconsistentes.	52
Tabela 5.5 - Estatística descritiva dos dados de cloro residual livre das 12 estações em estudo, sem a presença de valores considerados inconsistentes.	54
Tabela 5.6 - Número de dados de monitoramento de coliformes totais e <i>E. coli</i> da água tratada das 12 estações de tratamento de água disponibilizados.	54
Tabela 5.7 - Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade do efluente das 12 estações de tratamento de água amostradas.	55
Tabela 5.8 - Número de meses que cada estação de tratamento apresentou atendimento ao plano mínimo de amostragem para a turbidez.	56
Tabela 5.9 - Índice anual de atendimento ao plano mínimo de amostragem da turbidez para as 12 estações de tratamento de água amostradas.	57
Tabela 5.10 - Número de meses que cada estação de tratamento apresentou atendimento ao plano mínimo de amostragem para o cloro residual livre.	58
Tabela 5.11 - Índice anual de atendimento ao plano mínimo de amostragem do cloro residual livre para as 12 estações de tratamento de água amostradas.	59
Tabela 5.12 - Número de meses nos quais cada estação de tratamento de água apresentou IC nulo durante o período de amostragem.	60

Tabela 5.13 - Índice anual de atendimento ao plano mínimo de amostragem de coliformes totais e <i>E. coli</i> para as 12 estações de tratamento de água amostradas.....	61
Tabela 5.14 - Índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de turbidez para as estações em estudo.....	78
Tabela 5.15 - Índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de cloro residual livre para as estações em estudo.	83
Tabela 5.16 - Número de amostras de coliformes totais e <i>E. coli</i> com resultado positivo.....	84
Tabela 5.17 - Índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de coliformes totais para as estações em estudo.	86
Tabela 5.18 - Caracterização do risco através dos critérios de ocorrência e severidade para cada estação de tratamento amostrada.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

§ – Parágrafo

% – Porcentagem

1Q – Primeiro Quartil

3Q – Terceiro Quartil

a.C. – Antes de Cristo

ANA – Agência Nacional de Águas

AIQ – Amplitude Interquartis

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento

CRC – Cloro Residual Combinado

CRL – Cloro Residual Livre

CT – Coliformes Totais

EC (ou *E. coli*) – *Escherichia coli*

ETA – Estação de Tratamento de Água

Ex. – Exemplo

h – Hora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Índice de Coleta

ICRL – Índice de atendimento ao padrão de cloro residual livre

ICT – Índice de atendimento ao padrão de coliformes totais

IEC – Índice de atendimento ao padrão de *Escherichia coli*

IT – Índice de atendimento ao padrão de turbidez

L – Litro

log – Logarítmo

Máx. – Máximo

mg – Miligrama

mL – Mililitro

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

pH – Potencial Hidrogeniônico

PSA – Plano de Segurança da Água

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

spp. – Espécies

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

T (ou turb) – Turbidez

UNICEF – *United Nations Children's Fund*

USEPA – *United States Environmental Protection Agency*

uT – Unidade de Turbidez

VMD – Valor Máximo Desejado

VMP – Valor Máximo Permitido

WHO – *World Health Organization*

1 INTRODUÇÃO

Garantir a oferta de água para toda a população caracteriza o cumprimento de uma necessidade básica (ANA, 2010). No entanto, não basta fornecer água visando apenas a quantidade, a qualidade da água para abastecimento também deve ser priorizada. Dessa forma, fornecer à população água com qualidade e com nível insignificante de risco à saúde humana é o principal objetivo de uma estação de tratamento de água- ETA. Porém, cumprir esse objetivo tem se tornado mais difícil com as diversas formas de contaminação e impactos ambientais advindos das ações antrópicas.

As estações de tratamento são consideradas a barreira final na produção de água de qualidade e segura para o consumo humano (OLIVEIRA, 2014). Faz-se necessário que nas estações de tratamento exerça-se o controle sobre a qualidade da água de abastecimento, seguindo as diretrizes da normativa vigente por meio da adequação aos padrões de potabilidade. Sendo assim, considera-se necessária a avaliação sistemática do sistema de abastecimento sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, do histórico das características das águas, das características físicas do sistema, das práticas operacionais e da qualidade da água distribuída.

O risco representa a probabilidade de uma pessoa ser prejudicada ou sofrer efeitos adversos à saúde ao ser exposta a um perigo, ou seja, no caso do abastecimento de água, o risco constitui a probabilidade da água distribuída para o abastecimento produzir efeitos indesejáveis à saúde humana, devido à presença de perigos. Já o perigo é uma característica qualitativa inerente a um agente ou situação que possa causar efeitos adversos à saúde humana. Em relação ao abastecimento de água, a presença de contaminantes, o não cumprimento dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação ou o não atendimento aos padrões estéticos caracterizam situações de perigo (HEALTH & SAFETY AUTHORITY, 2017; SPIESMAN; SPEIGHT, 2014).

Sendo assim, a avaliação dos sistemas de tratamento de água em termos de qualidade da água e das potenciais limitações de atendimento aos limites de parâmetros preconizados pelas normativas, tendo como base os preceitos da metodologia de Avaliação do Risco, deve ser realizada, com o intuito de conhecer a situação atual das estações e propor medidas de controle, a fim de evitar ou minimizar possíveis situações de risco, como agravos à saúde por

contaminação de patógenos e vulnerabilidade do sistema (CARMO; BEVILACQUA; BASTOS, 2008; SPIESMAN; SPEIGHT, 2014).

Visando proteger a saúde da população, as legislações têm se tornado mais restritivas e criteriosas quanto aos parâmetros de qualidade da água. A Portaria 2914 (BRASIL, 2011) confirmou essa tendência ao estabelecer para o parâmetro turbidez (parâmetro estético e indicador de presença de microrganismos patogênicos) metas progressivas ao longo de quatro anos, para que as estações de tratamento de água pudessem se adequar.

Na tentativa de mitigar ou até evitar situações de risco à população, os conceitos e premissas da Análise e Avaliação do Risco vêm sendo aplicados no âmbito do tratamento de água para abastecimento humano. Como observado por Spiesman e Speight (2014), muitos pesquisadores dão destaque ao risco microbiológico ligado à saúde pública e desconsideram as demais vertentes do risco preconizadas pela Organização Mundial da Saúde – OMS, referentes ao potencial de descumprimento dos limites estabelecidos na legislação e ao atendimento do plano mínimo de amostragem estabelecido na Portaria 2914/2011. Dessa forma, a aplicação de conceitos e premissas da Análise e Avaliação do Risco ganha importância para melhor avaliação e aproveitamento dos resultados de monitoramento das estações de tratamento, além de permitir a exploração das demais vertentes de risco supracitadas, com a utilização de indicadores, principalmente a turbidez (parâmetro de monitoramento obrigatório em sistemas de abastecimento de água), para uma resposta mais rápida acerca da situação de risco nesses sistemas.

Embora a importância da realização da Análise do Risco durante todo o processo de tratamento de água seja ressaltada pela OMS e esteja de forma implícita na normatização vigente, existem apenas diretrizes de como proceder com a identificação de perigos e classificação do risco. Dessa forma, este trabalho visa contribuir como uma sugestão de abordagem e critérios a serem utilizados para facilitar a classificação do risco.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Diante do exposto, a presente pesquisa visa identificar e caracterizar os perigos do efluente de 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo com base no padrão de potabilidade brasileiro referente a turbidez, cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli*.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os perigos inerentes ao efluente, em termos de descumprimento ao plano mínimo de amostragem e aos padrões legislativos preconizados pelas portarias 518 e 2914, no que diz respeito aos parâmetros de turbidez, cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli*;
- Propor critérios de classificação da severidade para os parâmetros turbidez, cloro residual livre e coliformes totais, a serem utilizados como ferramenta na Avaliação do Risco;
- Classificar as estações de tratamento de água amostradas a partir da caracterização e escala de riscos utilizada.

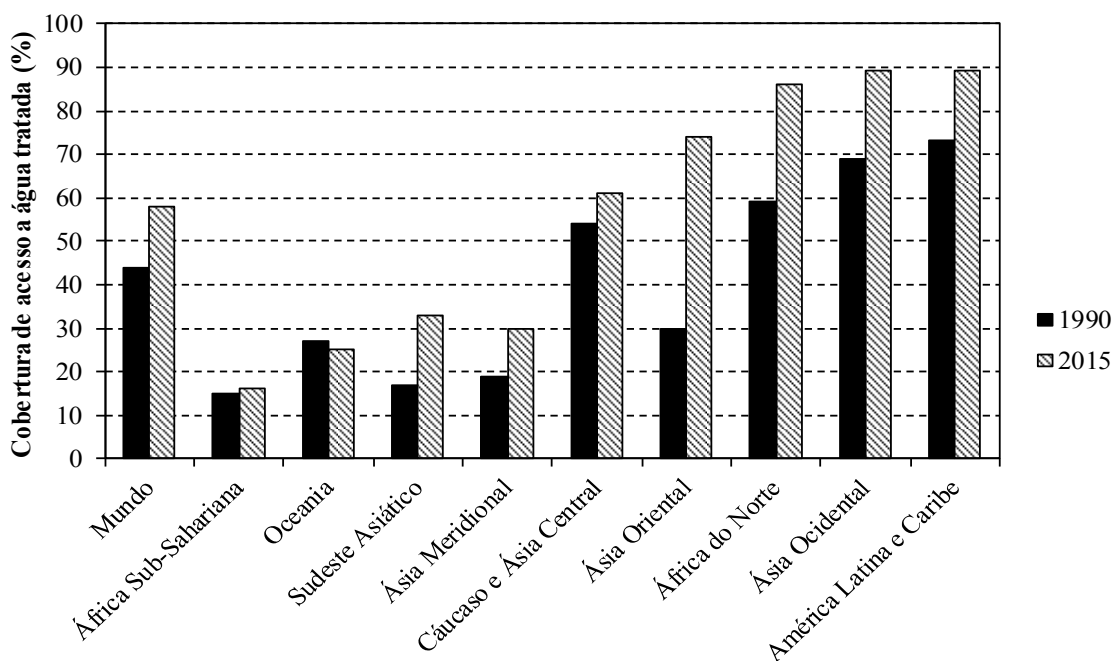
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Abastecimento de água

O abastecimento de água é um serviço necessário ao ser humano, inserindo-se no conceito de saneamento básico estabelecido pela OMS, entendido como o controle de todos os fatores do meio físico que prejudiquem ou possam prejudicar o bem estar físico, mental ou social do ser humano.

De acordo com a WHO/UNICEF (2015), desde 1990 a cobertura de água tratada nas regiões em desenvolvimento vem aumentando, principalmente após o ano 2000, quando 192 países, membros da Organização das Nações Unidas – ONU, assinaram a *Declaração do Milênio*, contendo oito metas a serem atingidas até 2015, entre elas *reduzir da mortalidade infantil e garantir a sustentabilidade ambiental*, ambas diretamente associadas ao saneamento básico e acesso a água potável. Apesar do progresso alcançado em 2015 (Figura 3.1), com aumento de 44% para 58% de cobertura de acesso a água potável no mundo, regiões como a Oceania apresentaram um retrocesso de 2%, uma vez que a distribuição de água potável nem sempre consegue acompanhar o crescimento demográfico de forma eficiente. Por outro lado, a Ásia Oriental, a África do Norte e o Sudeste Asiático tiveram aumentos de 44%, 27% e 16%, respectivamente, na cobertura de acesso a água tratada.

Figura 3.1 - Evolução da cobertura mundial de acesso a água tratada, em porcentagem, de 1990 a 2015, em algumas regiões do Planeta.

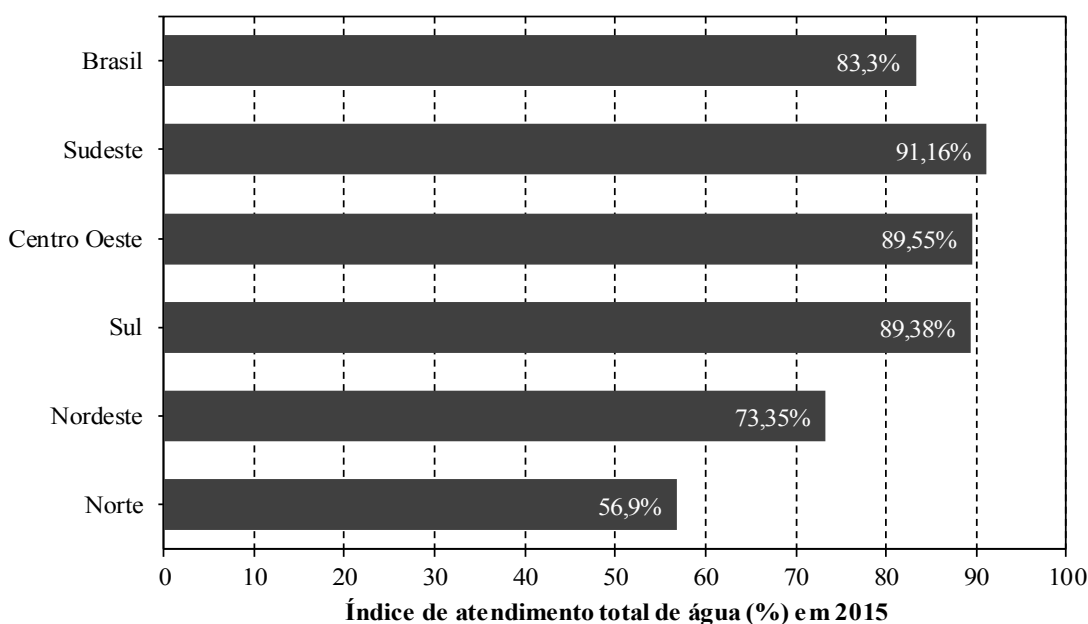


Fonte: Adaptado de WHO/UNICEF (2015).

Vale salientar que a porcentagem de cobertura de acesso a água tratada de regiões como Austrália e América do Norte não consta na Figura 3.1. No entanto, de acordo com os mesmos autores, essa porcentagem é de 100% e 99% respectivamente, com base no ano de 2015.

A garantia de oferta de água para toda a região brasileira deve ser priorizada, uma vez que trata-se de atendimento à necessidade básica da população, além de ser estratégica ao desenvolvimento do país (ANA, 2010). Contudo, de acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS para o ano de 2015 (Figura 3.2), somente 83,30% da população total do Brasil é atendida pelo abastecimento de água, sendo a Região Sudeste a que apresenta maior percentual (91,16%), enquanto a Região Norte conta com um índice de atendimento de apenas 56,90%.

Figura 3.2 - Índices de atendimento total de abastecimento de água no Brasil e demais regiões no ano de 2015.



Fonte: Adaptado de SNIS (2016).

No Brasil, em 87,2% dos municípios distribui-se água tratada. Não obstante, em 6,2% dos municípios brasileiros, a água distribuída é apenas parcialmente tratada, enquanto que em 6,6% não há nenhum tipo tratamento (IBGE, 2008).

Além da garantia de oferta de água para toda a população, deve-se assegurar as boas condições e segurança dessa água. Para tal, o tratamento da água de forma geral consiste na

remoção de partículas, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias possivelmente prejudiciais à saúde humana e que possam estar presentes na água bruta.

Das diversas técnicas de potabilização de água existentes, as mais utilizadas no Brasil são o tratamento convencional (ou de ciclo completo) e a filtração direta, sendo também empregadas, em um menor número de estações de tratamento de água, tecnologias como a filtração lenta e a filtração em membrana (HELLER; PÁDUA, 2006).

O tratamento convencional abrange três etapas:

- I. Clarificação, constituída pela coagulação, floculação e sedimentação, com a finalidade de remover os sólidos suspensos e parte dos sólidos dissolvidos;
- II. Filtração, com o intuito de remover partículas e reter parte dos microrganismos;
- III. Desinfecção, que visa a inativação de microrganismos patogênicos ainda presentes na água após as demais etapas de tratamento.

Ressalta-se que como as etapas do tratamento convencional são dispostas em série, o desempenho de uma influencia diretamente as subsequentes, devendo então o sistema ser avaliado como um todo e não em etapas separadamente (HELLER; PÁDUA, 2006).

Na filtração direta a etapa de sedimentação não se faz presente. A água bruta é coagulada, podendo ser encaminhada para uma unidade especificamente construída para a floculação para depois seguir para a unidade de filtração, ou encaminhada diretamente aos filtros rápidos (responsáveis por remover os sólidos e reter parte dos microrganismos), seguindo para a etapa de desinfecção.

A escolha da tecnologia mais adequada para a potabilização das águas de um manancial, conforme Libânio (2010), deve pautar-se nos seguintes fatores:

- Características da água bruta;
- Custos de implantação, manutenção e operação;
- Manuseio e confiabilidade dos equipamentos;
- Flexibilidade operacional, localização geográfica e características da comunidade; e
- Disposição final do lodo.

Além disso, a tecnologia escolhida deve ser capaz de adequar a água bruta aos atuais padrões de potabilidade, de forma que o efluente da estação não cause danos à saúde humana.

3.2 Padrões de potabilidade da água para o consumo humano

A normatização brasileira baseia-se nos guias e diretrizes de normas estrangeiras, principalmente na Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – USEPA e na OMS, a qual é a dirigente e autoridade de coordenação em saúde internacional dentro da ONU desde abril de 1948 (WHO, 2016).

A primeira publicação da OMS em relação à qualidade da água para consumo humano intitulava-se *Padrões Internacionais para Água Potável*, de 1958. Seus guias de qualidade da água potável vieram posteriormente, em 1983-1984, com edições subsequentes em 1993-1997, 2004 e 2011, estabelecendo diretrizes para a qualidade da água e a proteção da saúde pública. Esses guias trazem orientações em seus textos sobre a gestão dos riscos que possam comprometer a segurança da água potável, assim como diretrizes para o estabelecimento de padrões e indicadores de qualidade da água (WHO, 2011).

A USEPA, por sua vez, foi estabelecida em 02 de dezembro de 1970 com a missão de proteger a saúde humana e o meio ambiente, definindo padrões de potabilidade em função dos riscos associados à saúde e fornecendo ao público informações, orientações e assistência.

No Brasil, a primeira legislação estabelecendo padrões de potabilidade foi a Portaria 56 de 1977, a qual incluía valores máximos desejáveis (VMD) e valores máximos permitidos (VMP) para os parâmetros físicos e químicos. Em 1986 o Ministério da Saúde implementou o Programa Nacional de Vigilância de Qualidade de Água para Consumo Humano, culminando, em 1990, na Portaria 36, que estabeleceu o envio periódico de relatórios contendo dados sobre a qualidade da água distribuída e extinguiu o critério de VMD para quatro características físicas e organolépticas e 41 componentes químico-orgânicos e inorgânicos (BRASIL, 2007).

Em 2000 a Portaria 36 de 1990, passou por um processo de revisão, originando a Portaria 1469, que incorporou os conceitos e orientações contidos na segunda edição do guia da OMS, publicado em 1993-1997. Com a criação, em 2003, da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a Portaria 1469/2000 foi revogada, uma vez que alguns prazos para adequações estavam vencendo, e substituída pela Portaria 518 de 2004, que manteve o número e os valores máximos de cada parâmetro inalterados. Um dos avanços mais significativos da Portaria

1469, corroborado pela Portaria 518 em relação as anteriores foi a inserção do plano mínimo de amostragem como uma ferramenta para a Avaliação do Risco, contemplando um número mínimo de amostras em relação ao ponto de amostragem e/ou magnitude da população abastecida (BRASIL, 2007; LIBÂNIO, 2010).

Por sua vez, a Portaria 518 foi revogada em 2011, e substituída pela Portaria 2914. Esta dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano, além dos padrões de potabilidade, baseando-se nas edições existentes dos guias da OMS. A Tabela 3.1 apresenta um resumo comparativo de alguns parâmetros inseridos nos padrões de potabilidade propostos para o Brasil, Estados Unidos, Canadá e pela OMS para a água tratada, na saída do tratamento.

Tabela 3.1 - Comparação de padrões de potabilidade do Brasil, Estados Unidos, Canadá e OMS para a água tratada, na saída do tratamento.

Parâmetros	Brasil (Portaria 518 de 2004)	Brasil (Portaria 2914 de 2011)	Estados Unidos (USEPA, 2009)	Canadá (Health Canada, 2014)	OMS (WHO, 2011)
Turbidez da água filtrada	1,0 uT	Máx. de 1,0 uT 25% < 0,5 uT em 2013 50% < 0,5 uT em 2014 75% < 0,5 uT em 2015 95% < 0,5 uT em 2016	Máx. de 1,0 uT 95% < 0,3 uT	Máx. de 1,0 uT 95% < 0,3 uT	5,0 uT
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL	95% das amostras ausentes (> 40 amostras) Uma amostra positiva (≤ 40 amostras)	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL
Cloro Residual Livre	0,2 mg.L ⁻¹ Máximo de 5 mg.L ⁻¹ (a)	0,2 mg.L ⁻¹ Máximo de 5 mg.L ⁻¹ (a)	4 mg.L ⁻¹	- (b)	5 mg.L ⁻¹
<i>E. coli</i>	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL	Ausência	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL
pH	6,0 a 9,5	6,0 a 9,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	- (c)

(a) O valor máximo permitido para cloro residual livre é de 5 mg.L⁻¹, no entanto, a normatização recomenda um teor máximo de 2,0 mg.L⁻¹ em qualquer ponto do sistema de abastecimento.

(b) Não há valor padrão. As concentrações de cloro livre na maioria dos sistemas de distribuição de água potável canadenses variam de 0,04 a 2,0 mg.L⁻¹ (HEALTH CANADÁ, 2014).

(c) Não apresenta risco à saúde nos níveis usualmente encontrados na água potável.

Fonte: Adaptado de Melo (2014).

Como pode ser observado, a legislação brasileira vem se adequando aos princípios e diretrizes estabelecidos pela OMS e pela USEPA, tornando-se mais restritiva e criteriosa quanto aos parâmetros de qualidade da água, principalmente em relação ao padrão de turbidez. Além dos padrões de potabilidade, as portarias 518/2004 e 2914/2011 estabelecem planos mínimos de amostragem dos parâmetros de qualidade da água para a saída do tratamento, rede de distribuição e água bruta, e tornam obrigatório o cumprimento desse plano em seus artigos 18 e 41, respectivamente.

A Tabela 3.2 apresenta o número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água de abastecimento na saída do tratamento com sistema de captação em mananciais superficiais. É importante salientar que o plano mínimo de amostragem é o mesmo para as portarias 518/2004 e 2914/2011, e que ambas modificam esse plano mínimo para o sistema de distribuição (reservatórios e redes), em função da população abastecida, aumentando o número mínimo de amostras à medida que a população abastecida pelo sistema cresce.

Tabela 3.2 - Plano mínimo de amostragem na saída do tratamento com sistema de captação em manancial superficial.

Parâmetro	Saída do Tratamento	
	Nº de Amostras	Frequência
Turbidez	1	A cada 2h
Coliformes Totais	2	Semanais
Cloro Residual Livre	1	A cada 2h
<i>E. coli</i>	2	Semanais

Fonte: Adaptado de Portaria 518/2004 e Portaria 2914/2011.

A não observação dos parâmetros e diretrizes contidos na normatização pode culminar na distribuição de água contaminada, como ocorreu em *Milwaukee* no ano de 1993, com um surto de criptosporidiose, o qual se estima ter acometido cerca de 407 mil pessoas (FOX; LYTLE, 1996). Buscando evitar e/ou mitigar situações como essa, os conceitos e premissas da Análise do Risco vêm sendo aplicados no âmbito da potabilidade da água para abastecimento humano em todo o mundo (HRUDEY *et al.*, 2012; SPIESMAN; SPEIGHT, 2014; WHO, 2011).

3.3 **Análise do risco**

De acordo com Covello e Mumpower (1985), a ideia de risco existe há muito tempo. Há cerca de 3200 a.C. o grupo *Asipu*, que viveu no vale dos rios Tigre e Eufrates, já praticava Análise do Risco de forma simplificada. Quando uma decisão importante precisava ser tomada a respeito de uma aventura arriscada, um arranjo de casamento ou um local adequado para uma construção, esse grupo procedia com uma Análise do Risco. A apuração das dimensões do problema era o primeiro passo dessa análise, seguida pela identificação de possíveis soluções alternativas e avaliação dos prováveis resultados de cada alternativa (lucro ou perda, sucesso ou fracasso) para posterior tomada de decisão. Os melhores resultados eram considerados sinais divinos.

A Análise do Risco moderna tem seus fundamentos nas teorias de probabilidade e em métodos científicos de identificação da causa e efeitos à saúde por meio de ativos perigosos (COVELLO; MUMPOWER, 1985). De acordo com Moreno (2009), o conceito científico de risco surgiu no século XVII, baseado em jogos de azar, representando a probabilidade de um evento ocorrer ou não, combinada com a magnitude de ganhos e perdas.

A qualidade ambiental, assim como os riscos, tornou-se uma preocupação da sociedade moderna devido aos potenciais impactos advindos do crescente desenvolvimento tecnológico, alterações do estilo de vida da sociedade e ao aumento da percepção quanto aos perigos à segurança e à saúde (ARAÚJO *et al.*, 2001). Dessa forma, o conceito de risco engloba a existência de uma exposição associada a um determinado efeito, dando liberdade a uma ampla gama de definições em relação ao risco ambiental, em função das características de cada pesquisa e objetos de cada atividade. De modo geral, o risco pode ser definido como a junção da probabilidade de ocorrer um evento ou interseção de eventos, e os efeitos advindos dessa ocorrência (CARVALHO; LEITE, 2013).

É importante salientar a diferença existente entre o risco e o perigo. Embora muitas vezes usados como sinônimos, no meio científico os mesmos são termos conceitualmente distintos, ainda que interligados (CARMO, 2005; RAZZOLINI; NARDOCCI, 2006; RODRIGUES, 2014). De acordo com *Health & Safety Authority* (2017), o perigo é uma fonte potencial de dano ou efeito adverso para a saúde, enquanto que o risco é a probabilidade de uma pessoa (ou pessoas) ser(em) prejudicada(s) ou sofrer(em) efeitos adversos à saúde se exposta(s) a um perigo, ou seja, a probabilidade de um evento tornar-se realidade.

No que se refere ao abastecimento de água, Spiesman e Speight (2014) relatam o risco como a probabilidade da água para abastecimento produzir efeitos indesejáveis à saúde humana, seja pela presença de contaminantes não regulamentados, pelo não cumprimento aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação ou pelo não atendimento aos padrões estéticos. O perigo, por outro lado, é entendido como uma propriedade inerente de um agente (químico, biológico ou físico), uma característica qualitativa, que, em condições de exposição (risco), pode causar efeitos adversos à saúde da população. Dessa forma, situações que possam introduzir perigos também podem ser analisadas como uma situação de risco. Por exemplo, a água para consumo humano que contenha agentes patogênicos caracteriza um perigo, enquanto seu fornecimento à população traz um risco (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009; CARMO; BEVILACQUA; BASTOS, 2008).

Além da diferença existente entre risco e perigo, há uma gama de tipologias/adjetivos de risco, dificultando assim a compreensão do conceito e a definição das ações de gerenciamento. Conforme Mancuso e Santos (2003), de forma geral, pode-se dividir os riscos em:

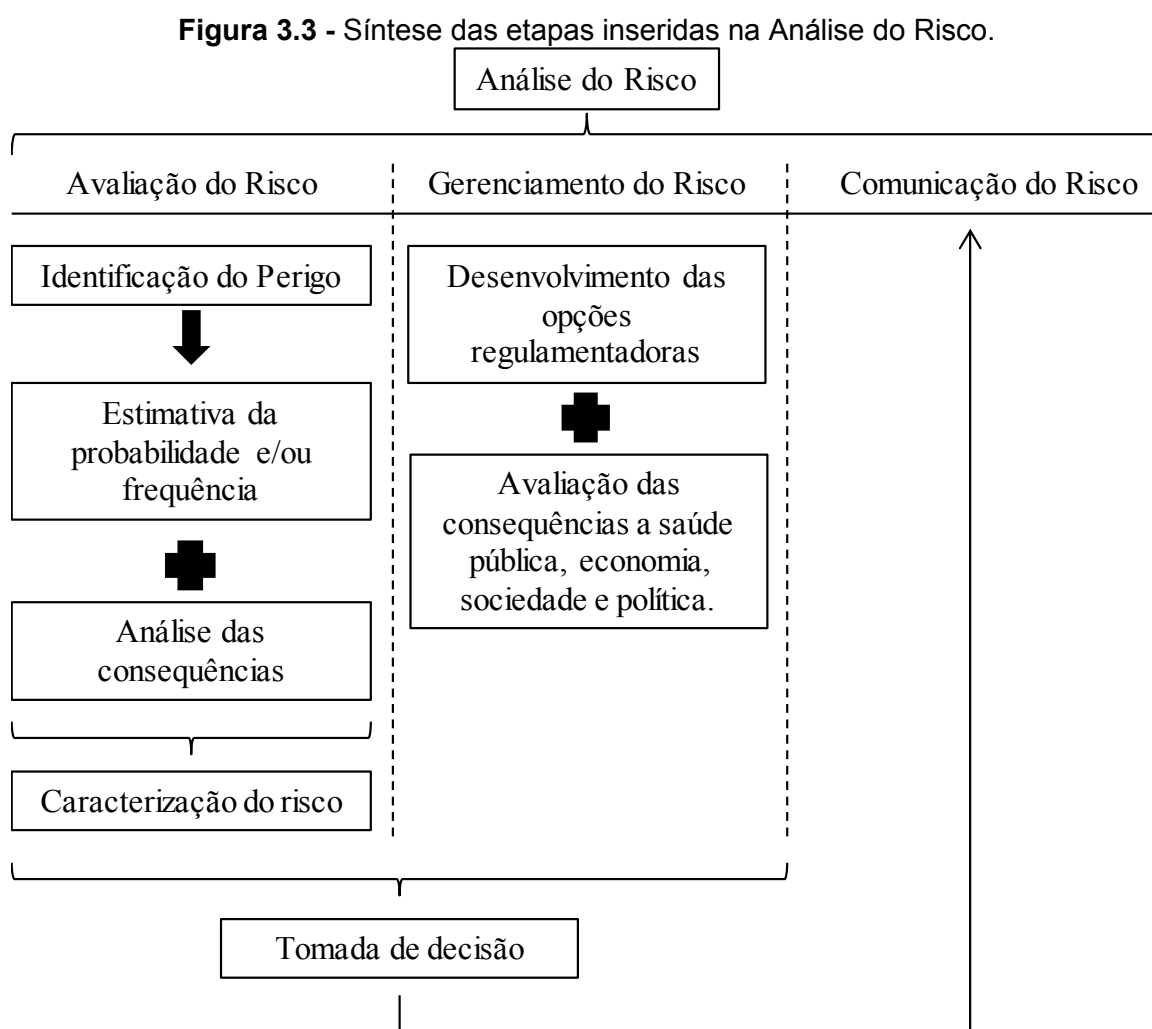
- I. Riscos objetivos: aqueles que podem ser estimados com base nos cálculos estatísticos, como, por exemplo, riscos epidemiológicos, riscos industriais e riscos nucleares; e
- II. Riscos subjetivos, avaliados qualitativamente, com base em julgamentos intuitivos, como, por exemplo, risco social, risco cultural e risco político.

A nomeação dos tipos de risco refere-se à fonte geradora do risco (ex.: tecnológicos, industriais) ou ao sujeito exposto a ele (ex.: saúde humana). Para se caracterizar o risco, faz-se necessária a existência simultânea de uma fonte (perigo) e a exposição de um sujeito (MANCUSO; SANTOS, 2003).

A Análise do Risco, conforme Vieira (2005), pode ser definida como uma metodologia (instrumento de gestão) que avalia, determina e gerencia a probabilidade de ocorrência de eventos, fatos ou resultados indesejáveis. É caracterizada como uma metodologia flexível, capaz de ser adaptada e aplicada a diversas áreas do conhecimento, tendo em vista os diversos desfechos/eventos que se quer prevenir ou controlar. Em geral, a Análise do Risco compreende três procedimentos normalmente sequenciais e integrados (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009; HASS; ROSE; GERBA, 1999):

- I. Avaliação do Risco: abrange o conhecimento e descrição de fatores, agentes ou situações que podem determinar a ocorrência de eventos indesejáveis;
- II. Gerenciamento do Risco: envolve o estabelecimento de medidas e intervenções corretivas ou preventivas, de modo a minimizar ou evitar os impactos relacionados aos eventos indesejáveis; e
- III. Comunicação do Risco: etapa relativa à informação da população. É uma ferramenta importante e indispensável, pois facilita e torna possível a participação da população nas decisões a serem tomadas.

A Figura 3.3 demonstra, esquematicamente, as etapas usualmente inseridas na Análise do Risco.



Fonte: Adaptado de Moreno (2009).

3.3.1 Avaliação do Risco

De acordo com Godfrey e Howard (2005) existem três tipos de Avaliação do Risco:

- I. Avaliação qualitativa do risco, a qual caracteriza o risco avaliando a ocorrência e o impacto que o perigo ou situação de perigo pode causar à saúde humana (BANGSGAARD, 2010; GODFREY; HOWARD, 2005). Sua utilização, de acordo com Moreno (2009), é recomendada, por exemplo, no caso de sistemas de distribuição de água com pouca informação sobre a vulnerabilidade ou perigos. Dentre as vantagens existentes da utilização desse tipo de avaliação, conforme explicitado por Stroe (2011), tem-se o fato da abordagem qualitativa ser de fácil compreensão, sem a necessidade de quantificar a ocorrência/frequência das situações de perigo. No entanto, segundo a mesma autora, os resultados obtidos por meio desse tipo de Avaliação do Risco são subjetivos, uma vez que eles dependem da perspectiva do avaliador e da qualidade da equipe participante da avaliação.
- II. Avaliação semi-quantitativa do risco, que fornece estimativas do risco, associando, por exemplo, a avaliação de partes individuais do sistema de abastecimento de água com métodos de caracterização e classificação do risco. A subjetividade persiste neste tipo de Avaliação do Risco, principalmente na adoção de escalas. No entanto, os cálculos utilizados são de simples entendimento e implementação, e o processo permite maior racionalidade à decisão a ser tomada (GODFREY; HOWARD, 2005; MORENO, 2009; VIEIRA, 2005). Este método foi utilizado por Shams *et al.* (2016) na caracterização do risco físico na rede de distribuição de água de dez zonas da cidade de *Daca, Bangladesh*, encontrando risco variando em *Médio* para cinco zonas, *Alto* em quatro zonas e *Muito Alto* para uma zona. Os autores consideraram como situações de perigo, cenários como a existência de vazamento na rede, as características das áreas em estudo (industriais e/ou residenciais) e a vulnerabilidade a inundações.
- III. Avaliação quantitativa do risco, a qual analisa numericamente o efeito do perigo ou situação de perigo à saúde humana. Por ser normalmente baseada em modelagem matemática, trata-se de um método mais complexo. No abastecimento de água, este tipo de Avaliação do Risco é muito utilizado em relação ao risco microbiológico (BANGSGAARD, 2010; BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009; MORENO, 2009). Stroe (2011) aponta como vantagem desse tipo de avaliação o fato de basear-se em métodos objetivos. Contudo, os cálculos utilizados são comumente mais complexos, lidando com séries históricas. Man *et al.* (2014) avaliaram os riscos

desinfecção por exposição à água de inundação urbana na Holanda, contendo *Campylobacter jejuni*, *Giardia* spp., *Cryptosporidium*, norovírus e enterovírus. Para tal, utilizaram a avaliação quantitativa de risco microbiano por meio de cálculos do volume ingerido e da dose-resposta. O risco anual de infecção foi calculado para comparar inundações de diferentes sistemas de drenagem urbana, de tal forma que frequência de exposição de uma vez a cada 10 anos de inundações provenientes de esgotos combinados resultou em um risco anual de infecção de 8%. Assemelhando-se ao risco de infecção de inundações provenientes de escoamento superficial com frequência de 2,3 vezes por ano.

De forma geral, a Avaliação do Risco pode ser considerada como um conjunto de métodos que identificam, avaliam e caracterizam, quantitativa e/ou qualitativamente, os potenciais efeitos adversos à saúde devido à exposição de indivíduos a fatores de risco. Ela tem se apresentado como uma ferramenta útil no auxílio e orientação de processos decisórios para o controle e a prevenção de situações de exposição ou perigo à população. Usualmente, a Avaliação do Risco pressupõe quatro etapas fundamentais, que podem ser adaptadas dependendo das características ou objeto de estudo do risco (BEVILACQUA *et al.*, 2002; MANCUSO; SANTOS, 2003; MORENO, 2009):

I. Identificação do perigo

É a primeira etapa para a elaboração de uma Avaliação do Risco e posterior Análise do Risco. Consiste na identificação do agente envolvido e no levantamento de suas propriedades para a definição de seus efeitos à saúde humana, além do entendimento quanto à origem do perigo e como este pode ser introduzido no sistema (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009; CARMO, 2005; MANCUSO; SANTOS, 2003).

Nesta etapa, procura-se identificar a existência ou não de perigo ou situações de perigo. Considera-se perigo, no caso do abastecimento de água, qualquer condição ambiental ou relacionada ao abastecimento que possa alterar as características da água e torná-la imprópria ao consumo humano. Assim, falhas na representatividade das amostras coletadas (não cumprimento ao plano mínimo de amostragem estabelecido pela normatização brasileira vigente) e descumprimento aos limites dos padrões de qualidade normatizados podem ser considerados situações de perigo, assim como a descarga de efluente doméstico bruto ou de

agroindústria no manancial, falhas no tratamento e rupturas na rede de abastecimento (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009; CARMO, 2005; VIEIRA, 2005).

II. Estimativa da probabilidade e/ou frequência

Uma vez identificado o perigo, faz-se necessária a estimativa da quantidade de vezes que o evento ocorreu. Essa frequência de ocorrência pode variar de *quase certo* (uma vez por dia), *provável* (uma vez por semana), *moderadamente provável* (uma vez por mês), *improvável* (duas vezes por ano) a *raro* (uma vez a cada 5 anos), de acordo com as definições propostas pela OMS (WHO, 2011).

III. Análise das consequências

Após a estimativa da frequência de ocorrência, faz-se necessária uma análise quantitativa e/ou qualitativa do grau de severidade das consequências dos cenários identificados. Essa severidade pode variar entre *catastrófico* (impacto na saúde pública), *alto* (impacto regular), *moderado* (impacto estético), *baixo* (impacto de conformidade) e *insignificante* (não há impacto ou não detectável) (BASSANESI, 2014; WHO, 2011). Para a caracterização dessa severidade, o agente perigoso presente na água é quantificado e confrontado com a normatização existente para os padrões de qualidade da água.

IV. Caracterização do risco.

Uma situação de risco é definida como o conjunto formado pelo perigo identificado, suas causas e os seus possíveis efeitos à saúde humana. Dessa forma, esta etapa integra os resultados obtidos nas etapas anteriores, podendo gerar informações de caráter quantitativo e/ou qualitativo, com o intuito de subsidiar as estratégias de gerenciamento do risco. Esta etapa pode ser realizada em vários graus de detalhamento, dependendo do risco, finalidade da análise, informações obtidas, dados e recursos disponíveis (BASSANESI, 2014; BRASIL, 2012; CARMO, 2005).

3.3.2 Gerenciamento do risco

No gerenciamento do risco são realizadas avaliações das alternativas e medidas corretivas ou preventivas existentes. A escolha das medidas a serem aplicadas, assim como suas diretrizes, também são estabelecidas nesta etapa. Dessa forma, seu objetivo principal é a definição de

medidas que resultem em adequados níveis de proteção ao ser humano e ao meio ambiente (MANCUSO; SANTOS, 2003; MORENO, 2009).

3.3.3 Comunicação do risco

A comunicação do risco surgiu inicialmente como uma ferramenta de resolução de conflitos existente entre os especialistas e a população como um todo. Ela é mais complexa do que apenas apresentar didaticamente dados técnicos ou divulgar números para a população leiga. A consciência da percepção da população que recebe a informação do risco, assim como de outros fatores que possam afetar o processo de comunicação, exige que esta etapa baseie-se em um conjunto de técnicas específicas para que seja bem sucedida (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009; MANCUSO; SANTOS, 2003; MORENO, 2009).

3.4 Avaliação do Risco em estações de tratamento de água

A qualidade da água para abastecimento pode ser comprometida em qualquer momento, desde a captação até o consumidor final. Por isso, é importante levar em consideração as características da água bruta na escolha da tecnologia de tratamento a ser utilizada (LIBÂNIO, 2010; SADIQ; RODRIGUEZ, 2005).

Quando os sistemas de abastecimento de água não são projetados, construídos e/ou operados adequadamente, podem apresentar situações de perigo e risco (LECHEVALLIER; AU, 2004; TSUTIYA, 2006). Alguns exemplos de perigos que podem existir no sistema de abastecimento de água são:

- No manancial de captação: existência de fontes poluidoras (lançamento de efluente doméstico, industrial, resíduos de fertilizantes e agrotóxicos), variações bruscas na qualidade da água bruta, entre outros (BRASIL, 2006a; VIEIRA, 2005).
- Na estação de tratamento: processos de tratamento inadequados ou insuficientes, variação de vazões superando os limites de projeto, controle operacional ineficiente, erros na dosagem dos produtos químicos, falhas de projeto ou deficiências nas instalações e/ou equipamentos e controle inadequado da qualidade da água em relação ao atendimento ao plano mínimo de amostragem (BRASIL, 2006a; LECHEVALLIER; AU, 2004; VIEIRA, 2005).
- Na rede de distribuição: existência de conexões indevidas de dispositivos de descarga com redes de esgotos e de drenagem pluvial, rupturas devido à diferença de pressão

levando a possíveis infiltrações, e acúmulo de sedimentos e matéria orgânica na rede de distribuição (BRASIL, 2006a; LECHEVALLIER; AU, 2004; VIEIRA, 2005).

Hunter e Fewtrell (2001) e Razzolini e Nardocci (2006) apresentam em seus estudos a importância da qualidade da água em relação ao risco à saúde populacional. No primeiro estudo destaca-se a relação entre a gastroenterite de banhistas ao longo do litoral do Reino Unido com o indicador fecal (a bactéria *Streptococcus*); o segundo apresentou as etapas de Avaliação do Risco microbiológico e sua aplicação em relação à qualidade da água de abastecimento e de recreação, destacando a importância da utilização da Avaliação do Risco.

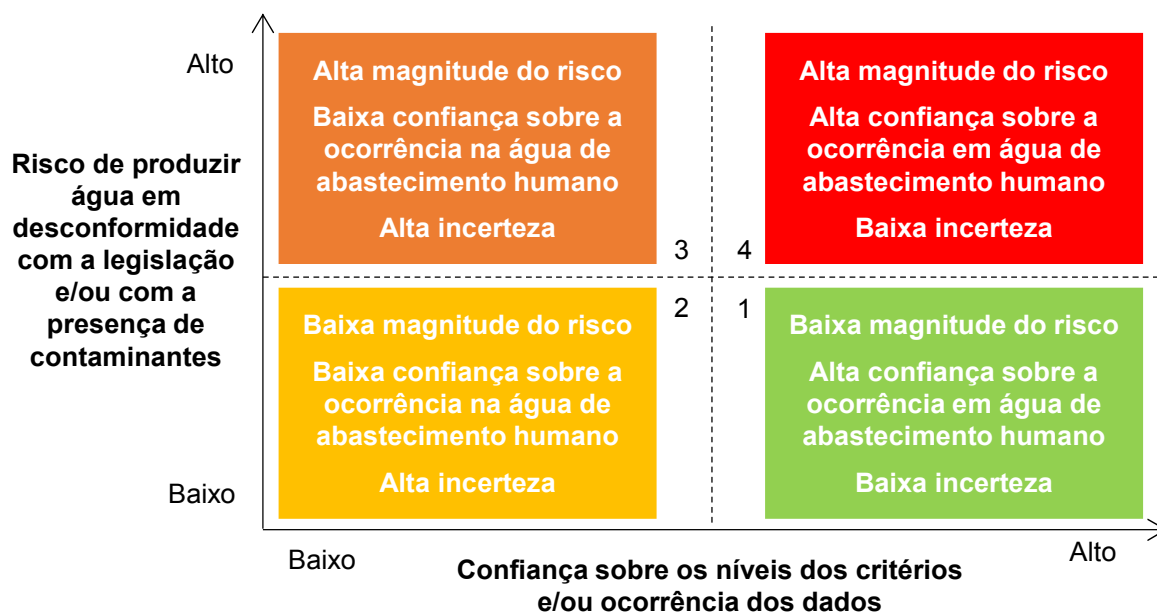
Já Leal (2005) e Viana (2011) focaram seus estudos no risco à saúde associados à presença de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* na água bruta e na água tratada. Os estudos foram realizados na cidade de Divinópolis em Minas Gerais e na ETA da Universidade Federal de Viçosa, respectivamente. Leal (2005) observou forte relação entre o parâmetro turbidez e a ocorrência de cistos de *Giardia* em amostras de água bruta do subsistema Itapecirica e obteve para *Giardia* risco superior ao limite de um caso de infecção por dez mil pessoas. O mesmo observou Viana (2011), que obteve estimativas de risco elevadas, com níveis superiores aos tidos como aceitáveis. Gofti-Laroche *et al.* (2003) também direcionaram seus estudos nos referidos protozoários, avaliando o risco de se adquirir doenças digestivas agudas ao ingerir água potável contendo os mesmos. O estudo foi realizado nos Alpes franceses (*Isère e Saboia*), com o intuito de aumentar a consciência de que esses protozoários podem desempenhar papel significativo na quantidade de doenças infecciosas transmitidas através de água contaminada, concluindo que a presença de cistos de *Giardia* estavam relacionados com o aumento do risco de doenças digestivas agudas. Quanto aos oocistos de *Cryptosporidium*, os dados obtidos foram demasiadamente escassos para a análise.

Apesar dos estudos citados, a metodologia de Avaliação do Risco dos sistemas de abastecimento de água ainda não está consolidada, existindo apenas diretrizes (CARMO; BEVILACQUA; BASTOS, 2008). Spiesman e Speight (2014) realizaram estudo em duas estações de tratamento de água no Estado da Virgínia. Foram selecionados 43 parâmetros, abrangendo contaminantes microbiológicos, orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, fármacos, entre outros. A caracterização do risco foi realizada qualitativamente, levando em consideração a magnitude do risco e suas incertezas (Figura 3.4), assim como apresentaram Hrudehy *et al.* (2012) no relatório sobre o gerenciamento das incertezas na provisão de água

potável segura. A magnitude do risco foi definida como a relação entre a ocorrência da situação de perigo e a consequência desse perigo à saúde da população.

Na Figura 3.4, a confiança é inversamente proporcional às incertezas relacionadas à ocorrência dos dados (existência de dados faltantes) e à acurácia dos métodos de detecção dos mesmos.

Figura 3.4 - Caracterização do risco em relação a sua magnitude e incertezas.



Fonte: Adaptado de Hrudey *et al.* (2012) e Spiesman e Speight (2014) – Tradução Livre.

A OMS, por sua vez, em seu *Guia de Qualidade da Água Potável* (WHO, 2011), considera o risco como o produto entre a frequência de ocorrência do parâmetro na água para abastecimento humano e sua severidade. A organização atribui valores de 1 a 5 às categorias de frequência de ocorrência (*raro, improvável, moderadamente provável, provável e quase certo* respectivamente) e de severidade (*insignificante, baixo, moderado, alto e catastrófico* respectivamente). A magnitude do risco é caracterizada como *Baixo* (risco < 6), *Médio* (risco entre 6 e 9), *Alto* (risco entre 10 e 15) ou *Muito Alto* (risco > 15).

Já Carmo, Bevilacqua e Bastos (2008) realizaram Avaliação do Risco em um município de médio porte do Zona da Mata Mineira, utilizando metodologia baseada nas diretrizes propostas por Brasil (2006a), no manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. A categorização do grau de risco (*Baixo, Médio ou Alto*) levou em consideração a adequabilidade do tratamento da água, o estado de conservação da rede de distribuição, a evolução da qualidade bacteriológica

(coliformes totais e *E. coli*) e a evolução dos demais parâmetros avaliados (turbidez e cloro residual livre). Em conjunto, o grau de risco foi categorizado em relação à melhoria da situação avaliada (*Baixo*), à manutenção da mesma situação (*Médio*) e à piora da situação (*Alto*).

3.5 Plano de Segurança da Água

A OMS inseriu as diretrizes e conceitos da Análise do Risco aplicada ao abastecimento de água para o consumo humano nos denominados Planos de Segurança da Água – PSA. Pesquisas relacionadas à Análise do Risco e à rede de distribuição de água potável passaram então a possuir enfoque principal no PSA (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009).

Com o intuito de garantir a segurança da qualidade da água para abastecimento humano, o conceito de PSA foi estabelecido pela OMS como instrumento de gestão que fornece subsídios para a proteção do sistema de abastecimento e controle de seus processos, garantindo água sem riscos à saúde pública e aceitável aos consumidores (WHO, 2011). O PSA é, então, um instrumento que identifica e prioriza os perigos e riscos existentes em um sistema de abastecimento de água, desde o manancial de captação ao consumidor (BASTOS; BEVILACQUA; MIERZWA, 2009).

No Brasil, a Portaria 2914/2011 (artigo 13, inciso IV) introduziu a necessidade de seguir os princípios do PSA, recomendado pela OMS, para a avaliação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água sob a perspectiva do risco.

De maneira geral, o PSA é um instrumento de caráter preventivo cujos objetivos são (BRASIL, 2012):

- Prevenir ou minimizar a contaminação da água bruta;
- Eliminar os contaminantes porventura existentes na água mediante processos de tratamento adequados;
- Prevenir a contaminação/recontaminação no sistema de distribuição da água; e
- Auxiliar na identificação e priorização de perigos e riscos existentes no sistema de abastecimento de água em todas as suas etapas, desde o manancial até o consumidor.

Seus objetivos são aplicáveis a todos os tipos de sistemas de abastecimento de água, inclusive às soluções alternativas. O PSA deve ser elaborado e aplicado pelos responsáveis dos sistemas ou soluções alternativas, e acompanhados pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e representantes do setor de saúde federativo correspondente (BRASIL, 2012; GRADVOHL, 2012).

Os planos de segurança da água devem abranger três elementos fundamentais (BRASIL, 2012; LIBÂNIO, 2010):

- I. Avaliação do sistema: consiste na descrição do sistema de abastecimento, da fonte ao consumidor, com o intuito de determinar a capacidade do mesmo em distribuir água com qualidade e em acordo com os padrões de potabilidade vigentes;
- II. Monitoramento operacional: consiste na identificação dos pontos críticos de perigo e risco, estabelecendo as medidas de controle necessárias, além da seleção dos parâmetros a serem monitorados e estabelecimento dos limites críticos e ações corretivas, com o intuito de controlar os riscos existentes e garantir o cumprimento das metas de qualidade da água; e
- III. Planos de gerenciamento: propõem e descrevem ações para situações rotineiras e emergenciais, contemplando a validação e verificação periódica do plano, assim como a organização de documentação da avaliação do sistema e o estabelecimento de comunicação do risco, caso se faça necessário.

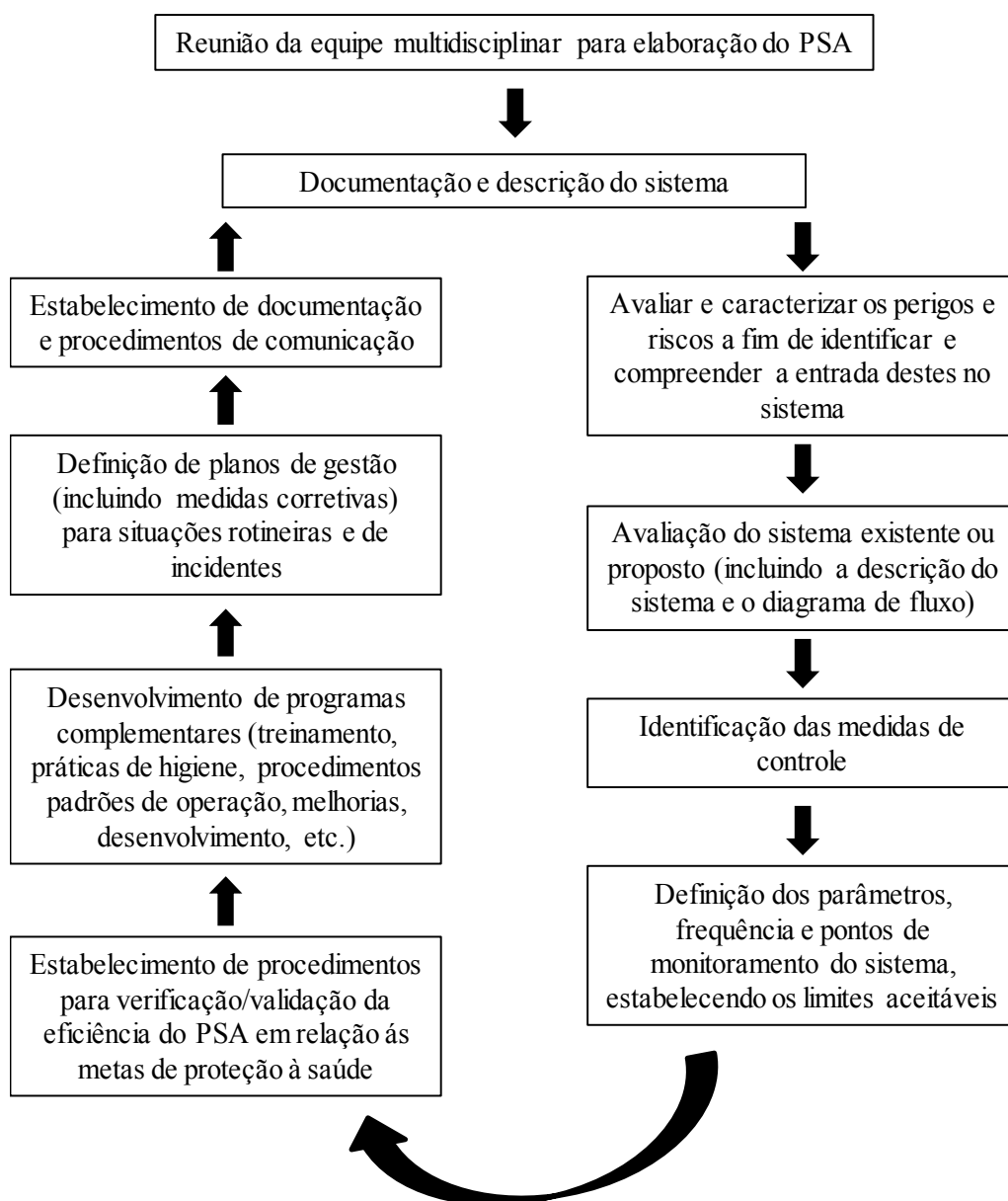
Pode-se observar que os elementos fundamentais de um PSA englobam a identificação de perigos, classificação do risco e propostas de melhoria, etapas essas inseridas no processo de Avaliação do Risco.

A importância da elaboração e implementação de um PSA encontra-se no fato de possibilitar a identificação de perigos e riscos, levando à otimização de investimentos, redução dos custos do tratamento da água, qualificação dos profissionais e melhoria na atuação inter-setorial, além de garantir que a qualidade da água distribuída atenda aos padrões legislativos vigentes, trazendo maior segurança e confiabilidade por parte da população abastecida (BRASIL, 2012).

Na Figura 3.5 apresenta-se um padrão base das etapas de desenvolvimento e revisão de um PSA. No entanto essas etapas podem sofrer alterações, a fim de se adequarem às práticas existentes no sistema de abastecimento de água e ao modo como ele está organizado.

É importante destacar que para que um PSA cumpra seu papel, o mesmo deve incorporar os perigos e problemas novos que venham a surgir com o tempo. Por isso, é essencial que o plano seja revisto periodicamente. Além dessas revisões periódicas, o PSA deve ser avaliado após cada situação emergencial ou imprevista, com o propósito de garantir que essas situações não se tornem recorrentes e determinar se as medidas de controle foram suficientes ou se devem ser aprimoradas (WHO, 2011).

Figura 3.5 - Resumo das etapas base da elaboração e revisão constante de um PSA.



Fonte: Adaptado de WHO (2011) – Tradução Livre.

3.6 Indicadores de existência de risco

Os indicadores, por meio das características da água (físicas, químicas e biológicas), são capazes de descrever a qualidade da mesma, sendo selecionados de acordo com as peculiaridades da estação de tratamento de água para consumo humano, visando indicar o risco à saúde da população. Podem ser considerados indicadores sentinelas e/ou auxiliares (JANUÁRIO, 2013).

Indicadores sentinelas possibilitam a identificação precoce de situações de risco em relação à água de abastecimento humano, servindo para sinalizar preventivamente irregularidades na água distribuída para que medidas de mitigação e controle possam ser aplicadas. São considerados indicadores sentinelas o cloro residual livre (CRL) e a turbidez. Os demais parâmetros, como o cloro residual combinado (CRC), coliformes totais (CT) e *E. coli* podem ser considerados como indicadores auxiliares, fornecendo informações adicionais sobre possíveis situações de risco e eventuais falhas na desinfecção. Os indicadores sentinelas e auxiliares mais utilizados são o cloro residual livre, a turbidez, coliformes totais e *E. coli* (BRASIL, 2006b; CARMO, 2005; CARMO; BEVILACQUA; BASTOS, 2008; GRADVHOL, 2012; JANUÁRIO, 2013).

Em uma estação de tratamento de água, o monitoramento das concentrações de cloro residual livre proporciona rápida indicação da eficiência da desinfecção, devendo ser observada, conforme recomendação da Portaria 2914, artigo 34, uma concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg.L⁻¹ em todo o sistema de distribuição (reservatório e rede). A manutenção do cloro residual livre na rede de distribuição tem por objetivo prevenir possíveis contaminações da água tratada ao longo do sistema de distribuição ou recrescimento microbiológico. Além disso, a normatização define como valor máximo permitido a concentração de 5 mg.L⁻¹. Concentrações superiores de cloro residual livre são consideradas prejudiciais à saúde (anexo VII da portaria 2914 e Tabela 3 da Portaria 518) (BRASIL, 2011; HELLER; PÁDUA, 2006; JANUÁRIO, 2013).

A turbidez, por sua vez, é um parâmetro de qualidade da água potável que representa o grau de interferência da passagem da luz através da água, em função da presença de partículas suspensas e coloidais. No tratamento de água para consumo humano é considerada indicador de remoção de partículas em suspensão. Além de ser um parâmetro de fácil monitoramento e constar como indicador de potabilidade de monitoramento obrigatório nos sistemas de tratamento de água no Brasil, a turbidez constitui indicador de remoção de protozoários e

outros patogênicos, sinalizando êxito das etapas de clarificação na remoção física e da desinfecção, e assume, assim, a função de indicador sanitário e não apenas estético (BRASIL, 2006b; CARMO, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2004; VON SPERLING, 2014).

Por tratar-se não apenas de parâmetro de aceitabilidade (estético), a normatização brasileira, com o intuito de assegurar eficiência de remoção de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium*, prevê como meta a obtenção de efluente filtrado com turbidez inferior a 0,5 uT e nunca superiores a 5 uT (Artigo 12, §2º da Portaria 518 e Artigo 30, §1º e §2º da Portaria 2914).

Protozoários como *Giardia* e *Cryptosporidium* são causadores de infecção intestinal, possuem alta resistência à cloração (desinfetantes oxidantes) e são removidos nas estações de tratamento de água, predominantemente, nas etapas de decantação e filtração. Por isso, a turbidez é um indicador da remoção desses protozoários (VIANA, 2011; WHO, 2011). As infecções por *Giardia* são mais comuns do que por *Cryptosporidium*, e os sintomas podem ser mais duradouros. No entanto, oocistos de *Cryptosporidium* são menores que os cistos de *Giardia* e, portanto, mais difíceis de serem removidos pelos processos físicos (WHO 2001). Dessa forma, o padrão de potabilidade de turbidez para a garantia de remoção de oocistos de *Cryptosporidium* adotado pelos Estados Unidos (USEPA, 2006), Canadá (HEALTH CANADA, 2014), Nova Zelândia (MINISTRY OF HEALTH, 2008) e Brasil (Artigo 31, §2º da Portaria 2914) é de 0,3 uT.

Na água pré-desinfecção, a turbidez influencia a eficiência da desinfecção, uma vez que a existência de partículas em suspensão, por meio do efeito-escudo, pode dificultar a ação do desinfetante nos microrganismos (CARMO, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2004). Seu emprego como balizador da eficiência do tratamento de água para abastecimento humano também vem sendo adotado por muitos pesquisadores, de tal forma que alguns países, como Estados Unidos (USEPA, 2006), Canadá (HEALTH CANADA, 2014), Nova Zelândia (MINISTRY OF HEALTH, 2008) e Brasil (BRASIL, 2011), a utilizam como padrão de potabilidade visando à saúde da população, conforme apresentado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Padrões e metas de potabilidade para tratamento do tipo convencional visando à saúde da população.

Oocistos de <i>Cryptosporidium</i>		Turbidez
Estados Unidos USEPA (2006)	3 log de remoção	≤ 0,3 uT (95% das amostras) máximo de 1,0 uT
Canadá HEALTH CANADA (2014)	3 log de remoção	≤ 0,3 uT (95% das amostras) máximo de 1,0 uT
Nova Zelândia MINISTRY OF HEALTH (2008)	3 log de remoção	≤ 0,3 uT (95% das amostras) ≤ 0,5uT (5% das amostras) Apenas 1 amostra, máximo de 1,0 uT
Brasil Portaria 518/2004	Com vista a assegurar adequada eficiência de remoção	≤ 0,5 uT (95% das amostras) máximo de 1,0 uT
Portaria 2914/2011	Média aritmética de concentração ≥ 3,0 oocistos.L ⁻¹ nos pontos de captação	≤ 0,3 uT (95% das amostras) máximo de 1,0 uT

Fonte: Adaptado de Viana (2011).

Os coliformes totais são bactérias ambientais, presentes no solo e vegetação, e de origem fecal. Eles apresentam-se em grande quantidade nas fezes de animais e são de fácil identificação, sendo bastante utilizados como indicadores de contaminação. Contudo, a ocorrência de bactérias não fecais neste grupo não permite afirmar se a contaminação é de origem estritamente fecal (BARROS *et al.*, 1995; LIBÂNIO, 2010).

Já a *E. coli* é uma bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes, sendo considerada indicador mais específico de contaminação fecal recente e de possível presença de organismos patogênicos, principalmente pelo fato que, de cerca de 10⁶ a 10⁸ de coliformes termotolerantes por 100 mL presentes no efluente doméstico, a maioria é do tipo *E. coli* (BRASIL, 2006c). Dessa forma, a normatização brasileira prevê o monitoramento obrigatório de coliformes totais em águas para abastecimento humano, e em caso de confirmação da sua presença, faz-se análise de *E. coli* para confirmação de possível presença de patógenos.

Sendo assim, a utilização desses indicadores sentinelas (cloro residual livre e turbidez) e auxiliares (coliformes totais e *E. coli*) para a avaliação do risco é de suma importância e relevância.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 *Universo amostral*

O estado do Espírito Santo possui índice de atendimento total de abastecimento de água de 82,19%, em relação à população, e trata-se de um dos quatro estados brasileiros (Espírito Santo, Rio de Janeiro, Pernambuco e Paraíba) que são atendidos, em sua maior parte, por mananciais superficiais (ANA, 2010; SNIS, 2016). Dos 78 municípios existentes no Espírito Santo, 52 são abastecidos por sistemas operados pela Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN, totalizando 88 estações de tratamento de água (CESAN, 2014), e o restante por empresa privada, prefeituras municipais, serviços autônomos de água e esgoto. As 12 estações de tratamento amostradas apresentam tecnologia de tratamento do tipo convencional, com período de monitoramento entre janeiro de 2009 a dezembro de 2016.

Na Tabela 4.1 é apresentada a relação das 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo, acompanhadas de seus respectivos tipos de captação, vazão de projeto e vazão média afluente. Essas estações estão distribuídas nas regiões norte e sul do estado do Espírito Santo.

De acordo com a Tabela 4.1 pode-se observar que as estações denominadas ETA 04, ETA 08, ETA 09 e ETA 12 estão operando acima da capacidade de instalação, enquanto que a ETA 07 está operando no limite, o que pode acarretar degradação da qualidade da água efluente.

Tabela 4.1 - Relação das 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo, municípios sede, respectivos mananciais e tipo de captação dos sistemas de tratamento integrantes do universo amostral.

Denominação	Tipo de captação	Vazão de projeto (L.s ⁻¹)	Vazão média afluyente (L.s ⁻¹)
ETA 01	Tomada Direta	3300	2757
ETA 02	Tomada Direta	395	231
ETA 03	Reservatório de acumulação	200	125
ETA 04	Tomada Direta	20	27
	Tomada Direta		
ETA 05	Tomada Direta	113	82
ETA 06	Tomada Direta	52	40
ETA 07	Tomada Direta	40	40
	Tomada Direta		
	Barragem de acumulação		
ETA 08	Tomada Direta	25	40
ETA 09	Tomada Direta	53	76
ETA 10	Tomada Direta	96	59
	Barragem de nível		
ETA 11	Barragem de acumulação	440	355
ETA 12	Tomada Direta	26	37
	Tomada Direta		

4.2 Tratamento estatístico preliminar

Foram obtidos dados de monitoramento referentes aos parâmetros turbidez (T), cloro residual livre (CRL), coliformes totais (CT) e *E. coli* (EC). Tais dados foram disponibilizados em forma de planilhas, contendo as médias diárias dos dados de turbidez e concentrações de cloro residual livre, e apresentando os parâmetros coliformes totais e *E. coli*, com frequência média de oito monitoramentos mensais, como variáveis qualitativas (*Presente* ou *Ausente*).

O monitoramento do parâmetro turbidez é prática rotineira na maioria das estações de tratamento de água no Brasil, assim como do cloro residual livre, principalmente por ser previsto monitoramento a cada duas horas destes parâmetros no marco legislativo. Isso posto, subentende-se a existência de extensos bancos de dados de turbidez e cloro residual livre da água tratada, ocasionalmente explorados (VIANA, 2011).

Buscou-se então caracterizar estatisticamente os dados de turbidez e cloro residual livre da água tratada que integram os bancos de dados que fundamentam esta pesquisa. Coliformes totais e *E. coli*, por apresentarem-se de forma qualitativa (*Presente* ou *Ausente*), apenas foram quantificadas quanto ao número de dados disponibilizados.

Os bancos de dados disponibilizados apresentaram grandes variações em termos de período e frequência de monitoramento para o parâmetro turbidez da água filtrada, acarretando elevado número de dados faltantes. Essa situação também foi observada por Viana (2011), ao receber os bancos de dados referentes ao monitoramento do parâmetro turbidez em cada etapa do tratamento (água bruta, decantada e filtrada) de 30 estações do estado de Minas Gerais, nove estações de São Paulo, três do Paraná, uma do Amazonas e uma do Mato Grosso do Sul. Por esse motivo, assim como proposto por Carmo (2005), adotou-se os dados de turbidez da água tratada. O ponto de amostragem dos quatro parâmetros avaliados neste estudo foi a saída do tratamento/entrada do sistema de distribuição.

A turbidez efluente foi avaliada em destaque, pois, embora seja um parâmetro de aceitação segundo a normatização brasileira, valores elevados da mesma devem ser entendidos como situação de perigo, principalmente quando houver ocorrência de coliformes totais e *E. coli*. A turbidez é considerada, também, indicador de remoção de protozoários e outros patogênicos, tanto pelas normativas e diretrizes brasileiras como pela canadense, estadunidense e pela OMS (BRASIL, 2011; CARMO, 2005; MELO, 2014; TEIXEIRA *et al.*, 2004).

O cloro residual livre, assim como a turbidez da água pós-filtração, foi avaliado por servir como indicador complementar não microbiológico da qualidade da água tratada (CARMO, 2005; MELO, 2014). Por fim, os coliformes totais e a *E. coli*, foram avaliados por constituírem os indicadores clássicos utilizados na avaliação da eficiência do tratamento da água (CARMO, 2005).

Inicialmente foi verificada a existência de valores inconsistentes e faltantes. Em seguida, verificou-se a existência de *outliers*, a partir da técnica de amplitude interquartis – AIQ, que consiste na diferença entre o 3º e 1º quartil (3Q e 1Q, respectivamente). É considerado *outlier* todo valor superior à soma do terceiro quartil com 1,5 vezes o valor da amplitude interquartis ($3Q + 1,5 \times AIQ$), e todo valor inferior à diferença do primeiro quartil com 1,5 vezes o valor da amplitude interquartis ($1Q - 1,5 \times AIQ$) (NAGHETTINI; PINTO, 2007). Embora tenha-se identificado a existência de *outliers* pela técnica da AIQ, observou-se que dados apontados pela técnica como *outliers*, na realidade, são factíveis de ocorrer. Dessa forma, para efeitos deste estudo optou-se por preservar tais *outliers*, sendo descartados apenas os valores de turbidez negativa e nula (considerados inconsistentes). Ressalta-se que os valores de turbidez muito reduzidos, tais como 0,01 uT, ainda que destoantes da realidade, foram mantidos.

Posteriormente os dados de monitoramento foram caracterizados por meio de estatística descritiva: número de dados, média aritmética, mediana, valores máximo e mínimo, quartis inferior e superior, percentis 10 e 90%, variância, desvio padrão, coeficiente de assimetria e coeficiente de variação. Em seguida, gráficos foram elaborados para auxiliar a visualização do comportamento das amostras.

4.3 Identificação e classificação de perigos

Para proceder com a identificação e classificação de perigos, a metodologia empregada neste estudo baseou-se nas diretrizes apresentadas no *Manual de Procedimentos e Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano* (BRASIL, 2006a) e no *Guia de Qualidade da Água Potável* (WHO, 2011). Tal metodologia foi dividida em duas etapas: (i) identificação de perigos e (ii) caracterização do risco.

4.3.1 Identificação de perigos

Na primeira etapa, foram avaliados os aspectos referentes ao atendimento ao plano mínimo de amostragem expresso na norma brasileira e aos padrões de potabilidade exigidos pelas normativas (Portaria 518/2004 e Portaria 2914/2011). A avaliação em relação ao

cumprimento do plano mínimo de amostragem é relevante e caracteriza-se como situação de perigo quando se considera a definição proposta por Hass, Rose e Gerba (1999), na qual o mesmo denota uma característica própria de uma substância ou situação. Sendo assim, o não cumprimento ao plano de amostragem estabelecido pela normatização, na medida em que compromete o monitoramento (situação), caracteriza-se como um perigo e pode ocultar outras situações de perigo relacionadas à potabilidade da água (CARMO, 2005).

Para a referida avaliação, primeiramente foi calculado o índice de coleta (IC), expresso na Equação 4.1. Posteriormente foram calculados os índices de atendimento aos padrões de qualidade para cada parâmetro: coliformes totais (ICT), *E. coli* (IEC), turbidez (IT) e cloro residual livre (ICRL), conforme as equações a seguir:

$$IC(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de amostras coletadas}}{\text{N}^\circ \text{ de amostras a coletar segundo o plano mínimo de amostragem}} \times 100 \quad (4.1)$$

$$ICT(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de amostras com ausência de coliformes}}{\text{N}^\circ \text{ de amostras coletadas}} \times 100 \quad (4.2)$$

$$IEC(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de amostras com ausência de } E. coli}{\text{N}^\circ \text{ de amostras coletadas}} \times 100 \quad (4.3)$$

$$IT(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de amostras de acordo com o padrão de turbidez}}{\text{N}^\circ \text{ de amostras coletadas}} \times 100 \quad (4.4)$$

$$ICRL(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de amostras de acordo com o padrão de CRL}}{\text{N}^\circ \text{ de amostras coletadas}} \times 100 \quad (4.5)$$

Os índices IC, ICT, IEC e ICRL mínimos exigidos são de 100%, enquanto que o mínimo para o IT é de 100% para os dados obtidos entre o período de 2009 e 2012 (de acordo com a Portaria 518), e com meta progressiva anual de 25, 50, 75 e 95% para os dados obtidos a partir de 2013 (de acordo com a Portaria 2914). Inicialmente, os parâmetros foram avaliados mensalmente e, posteriormente, os dados foram agregados por ano para a elaboração de seus respectivos índices.

4.3.2 Caracterização do risco

Na segunda etapa, para a classificação dos perigos identificados e caracterização do risco, optou-se por seguir as diretrizes do *Guia de Qualidade da Água Potável* (WHO, 2011), que otimizam essa etapa e diminuem a subjetividade inerente a mesma. De acordo com o método

adotado, a magnitude do risco é calculada pelo produto da frequência de ocorrência com a severidade do perigo. Os valores das categorias de severidade e frequência de ocorrência, de acordo com suas definições, são apresentados na Tabela 4.2 e na Tabela 4.3.

Tabela 4.2 - Definições das categorias de frequência de ocorrência utilizadas no cálculo do Risco.

Frequência de ocorrência			
Item	Classificação	Definição (monitoramentos anuais)	Definição (monitoramento mensal)
Quase certo	5	Uma vez por dia	Uma vez por dia
Provável	4	Uma vez por semana	Três vezes por semana
Moderadamente Provável	3	Uma vez por mês	Uma vez por semana
Improvável	2	Duas vezes por ano	Duas vezes por mês
Raro	1	Uma vez a cada 5 anos	Uma vez por mês

Fonte: Adaptado de WHO (2011) - Tradução livre.

Tabela 4.3 - Definições das categorias de severidade utilizadas no cálculo do Risco.

Severidade		
Item	Classificação	Definição
Catastrófico	5	Impacto na saúde pública
Alto	4	Impacto regular
Moderado	3	Impacto estético
Baixo	2	Impacto de conformidade
Insignificante	1	Não há impacto ou não detectável

Fonte: WHO (2011) - Tradução livre.

Para a classificação da severidade foram atribuídos critérios norteadores baseados nas normativas e pesquisas existentes sobre a qualidade da água, tais como Bastos *et al.*(2004), Brasil (2004), Brasil (2011), *Health Canada* (2014), Hunter e Fewtrell (2001), LeChevallier e Au (2004), *Ministry of Health* (2008), USEPA (2009) e WHO (2011). Tais critérios são descritos na Tabela 4.4 e levam em consideração as incertezas contidas na definição de um valor máximo permitido, o monitoramento dos dados, o conhecimento existente sobre como o parâmetro afeta o ser humano e a existência de estudos sobre esse parâmetro.

Tais critérios adotados se justificam pelo fato de que valores de turbidez acima de 5 uT, de acordo com o Anexo X da Portaria 2914 e o artigo 12, § 2º, da Portaria 518, não são permitidos com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium*.

Tabela 4.4 - Critérios de classificação da severidade de cada parâmetro analisado.

Parâmetro	Severidade				
	1	2	3	4	5
Turbidez	Quando em conformidade	≤ 2,4 uT	De 2,5 a 4,9 uT	≥ 5 uT	≥ 5 uT e apenas se houver <i>E. coli</i> positivo
Cloro Residual Livre	Quando em conformidade	De 2,1 a 3,4 mg.L ⁻¹	De 3,5 a 4,9 mg.L ⁻¹	≥ 5 e/ou ≤ 0,2 mg.L ⁻¹	≤ 0,2 mg.L ⁻¹ e CT e/ou <i>E. coli</i> positivo
Coliformes Totais	Quando não detectado ou em conformidade	-	-	Quando positivo para CT e negativo para <i>E. coli</i>	Quando positivo para CT e <i>E. coli</i>

Quanto aos valores referentes a cloro residual livre, o teor máximo recomendado em qualquer ponto do sistema de abastecimento é de 2 mg.L⁻¹, ao passo que o valor máximo de cloro residual livre enquanto substância química que representa risco à saúde é de 5 mg.L⁻¹ (Anexo VII da Portaria 2914 e artigo 14, Tabela 03, da Portaria 518). Já concentrações abaixo de 0,2 mg.L⁻¹ não são capazes de garantir a qualidade da água em caso de (re)contaminação na rede de abastecimento (HELLER; PÁDUA, 2006; JANUÁRIO, 2013).

Já a presença de coliformes totais na água tratada indica ineficiência do processo de tratamento, mas não necessariamente a presença de patógenos. Dessa forma, a análise de *E. coli* é realizada para a confirmação de possível presença de patógenos, aumentando assim a classificação da severidade do risco quando presente.

A pontuação do risco é então calculada para cada parâmetro por meio do produto entre a frequência de ocorrência e a severidade do perigo, dando origem à matriz de classificação do risco apresentada na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Matriz de classificação do risco.

Probabilidade	Severidade				
	Insignificante	Baixo	Moderado	Alto	Catastrófico
Quase certo	5	10	15	20	25
Provável	4	8	12	16	20
Moderadamente Provável	3	6	9	12	15
Improvável	2	4	6	8	10
Raro	1	2	3	4	5

Fonte: WHO (2011) - Tradução livre.

Em seguida, a classificação total da ETA foi calculada por meio da média ponderada da pontuação do risco de cada parâmetro analisado, posto que os parâmetros interferem na

estação de tratamento de forma diferenciada, ocasionando impactos de maior ou menor intensidade (GRADVOHL, 2012). Os pesos para essa ponderação (Tabela 4.6) foram estimados com base em estudos desenvolvidos pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2001; 2008; 2011) e na pesquisa amostral realizada por Gradvohl (2012) junto a profissionais da área de Engenharia Sanitária e Saneamento de diversas áreas de atuação e em vários estados do Brasil (Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais e Santa Catarina) e do Distrito Federal. A pesquisa foi realizada no decorrer do mês de janeiro de 2012, junto a 22 técnicos da área de saneamento. Nela, os pesos foram utilizados para o cálculo do risco em 15 sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza. Já a caracterização da magnitude total do risco é descrita na Tabela 4.7.

Tabela 4.6 - Pesos para a ponderação do risco de cada parâmetro.

Parâmetros	Pesos
Turbidez	0,110
Cloro Residual Livre	0,346
Coliformes Totais	0,544

Fonte: Adaptado de Gradvohl (2012)

Tabela 4.7 - Caracterização da magnitude total do risco.

Pontuação do Risco	<6	6 - 9	10 – 15	>15
Classificação do Risco	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Fonte: WHO (2011) - Tradução livre.

Por fim, a caracterização final do risco permite inferir algumas das ações necessárias caso haja situações de risco na estação, auxiliando assim na tomada de decisões referentes à otimização da estação de tratamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Levantamento e caracterização dos dados

Os bancos de dados disponibilizados, de forma genérica, continham registros de valores de turbidez (bruta, decantada, filtrada e tratada) e concentrações de cloro residual livre, além de dados qualitativos (*Presente e Ausente*) de coliformes totais e *E. coli*.

Sem pormenorizar, pode ser observado na Tabela 5.1 que todas as estações de tratamento de água que compõem o universo amostral desta pesquisa possuem dados de turbidez da água bruta e da água tratada. No entanto, apenas cinco das 12 estações apresentaram algum dado de turbidez referente à água filtrada, cujo padrão e plano mínimo de amostragem estão previstos na normatização vigente. Dessas cinco estações, duas (ETA 08 e ETA 09) exibiram apenas um dado diário de monitoramento de turbidez da água filtrada no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, enquanto que, para a ETA 10 constam apenas cinco dados de monitoramento no mesmo período.

Tabela 5.1 - Caracterização geral dos bancos de dados referente ao parâmetro turbidez.

ETA	Turbidez da água			
	Bruta	Decantada	Filtrada	Tratada
01	√	√	-	√
02	√	-	-	√
03	√	-	√	√
04	√	√	-	√
05	√	√	-	√
06	√	-	-	√
07	√	-	-	√
08	√	√	√	√
09	√	√	√	√
10	√	√	√	√
11	√	√	√	√
12	√	√	-	√

√: dados presentes no banco de dados;-:dados ausentes no banco de dados

Praticamente todos os conjuntos de dados de turbidez integrantes do universo amostral que fundamenta esta pesquisa apresentaram algum tipo de deficiência (falta de dados / interrupção da amostragem) ou inconsistência. Dessa forma, devido ao escasso número de dados para o parâmetro turbidez da água filtrada, como afirmado no capítulo de material e métodos,

adotou-se os valores de turbidez da água tratada (pós-desinfecção) para proceder com as análises e discussões.

Na Tabela 5.2 apresenta-se um sumário da análise preliminar dos dados de turbidez da água bruta das 12 estações de tratamento de água. Percebe-se a elevada variabilidade dos dados de turbidez da água captada para cada ETA, com coeficientes de variação (relação entre o desvio padrão e a média aritmética) de 0,49 a 2,27. Essa elevada variabilidade dos dados de turbidez da água bruta é característica de mananciais superficiais, principalmente na ausência de barramentos (VIANA, 2011). Dessa forma a água bruta afluente à ETA 03 apresentou o menor desvio padrão e menor coeficiente de variação, uma vez que é proveniente de um reservatório de acumulação.

A Tabela 5.3 exibe sumário da análise preliminar dos dados de turbidez da água tratada, englobando todos os dados originalmente disponibilizados. Esses dados apresentaram elevada variabilidade, com desvios padrão de 0,22 a 1,56 e coeficientes de variação de 0,47 a 3,24 destacando-se valores muito reduzidos (-0,05 uT e nulo) e muito elevados (48 uT e 55,3 uT). Esses valores muito reduzidos indicam falta de calibração, ou calibração inadequada, do equipamento utilizado para a realização da análise, enquanto que valores muito elevados de turbidez na água tratada são passíveis de ocorrer em situações de elevada precipitação, por exemplo, quando partículas são carregadas e o filtro da estação de tratamento não consegue detê-los.

Já na Tabela 5.4 é apresentada um sumário da análise preliminar dos dados que foram utilizados nas análises referentes a turbidez da água tratada, sem a presença dos dados considerados inconsistentes. De maneira geral, para todas as séries, o percentual de dados excluídos foi reduzido (Figura 5.1), variando de 0,03% (um dado de turbidez) na ETA 03 e 0,76% (18 dados de turbidez) na ETA 05. Após a exclusão dos valores considerados inconsistentes, os desvios padrão dos dados das estações (Tabela 5.4) variaram entre 0,21 e 1,56, enquanto os coeficientes de variação apresentaram valores de 0,47 a 3,23. Essa considerável variabilidade dos dados é um indicativo de instabilidade no processo de tratamento, com valores de turbidez variando de 0,01 a 55,30 uT.

Tabela 5.2 - Sumário da análise preliminar dos dados de turbidez da água bruta das 12 estações de tratamento.

Estatística	Turbidez da água bruta												
	ETA01	ETA02	ETA03	ETA04	ETA05	ETA06	ETA07	ETA08	ETA09	ETA10	ETA11	ETA12	TOTAL
Número de dados	2088	2004	2154	2189	2150	1351	2023	1726	2182	2150	2150	2125	24292
Mínimo	1,60	2,00	1,16	2,85	3,88	2,70	1,50	0,54	0,24	0,71	0,18	3,91	0,18
Média	54,46	56,10	4,02	24,08	69,79	11,54	17,73	21,74	47,34	22,62	11,66	55,14	33,79
Máximo	454,33	538,08	23,56	615,30	2850,00	278,50	239,30	777,72	3930,00	583,00	264,44	827,00	3930,00
Mediana	40,59	38,64	3,62	10,36	20,92	7,96	13,40	9,70	28,00	13,00	6,14	32,00	15,70
Desvio Padrão	50,05	54,41	1,96	44,58	153,91	15,29	15,63	43,81	107,57	36,59	18,46	70,88	70,59
10° Percentil	18,38	19,98	2,30	5,52	7,03	4,57	7,75	5,88	12,00	4,90	3,40	15,00	4,47
1° Quartil	25,56	26,47	2,79	6,97	10,00	5,88	9,41	7,30	18,00	7,50	4,26	22,27	7,45
3° Quartil	60,46	63,61	4,89	18,23	62,27	10,89	19,88	15,40	41,00	22,00	10,51	55,00	34,22
90° Percentil	104,97	110,04	5,71	52,24	179,55	18,90	31,98	42,31	82,00	46,91	22,68	120,00	70,00
Coefficiente de Assimetria	3,25	3,47	3,57	5,24	8,99	8,88	4,88	7,52	23,03	7,26	5,67	3,83	17,37
Coefficiente de Variação	0,92	0,97	0,49	1,85	2,21	1,32	0,88	2,02	2,27	1,62	1,58	1,29	2,09

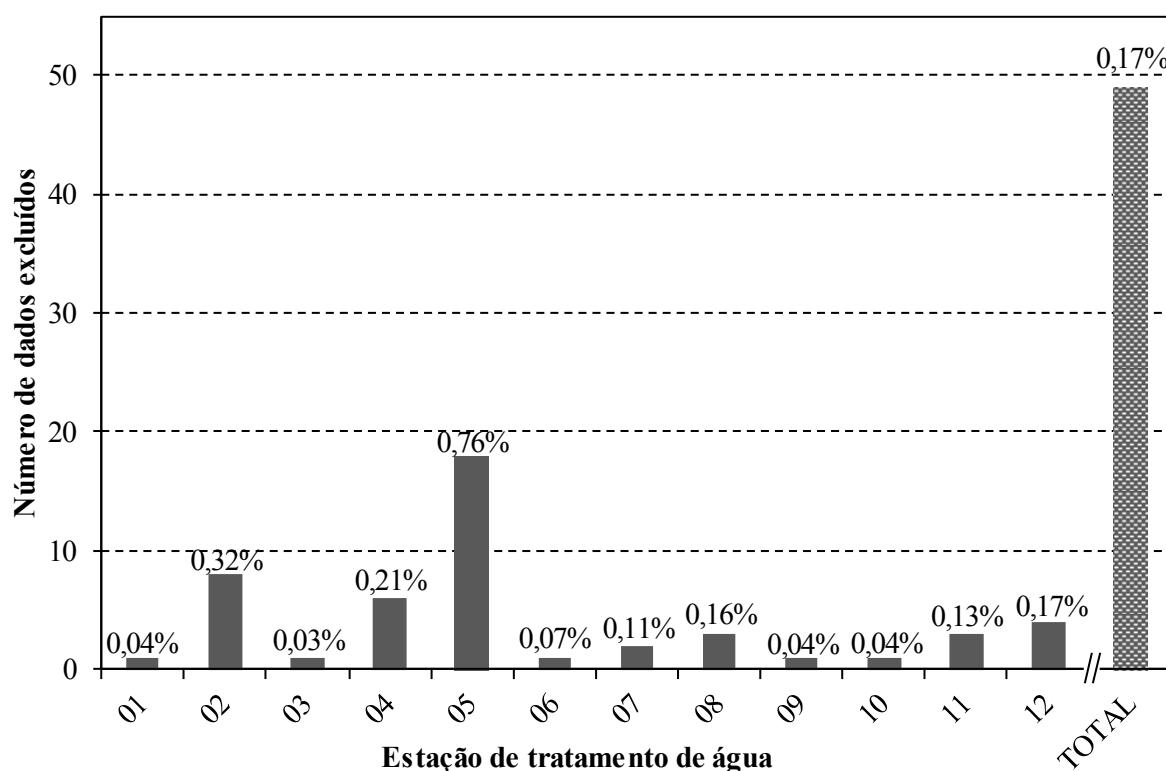
Tabela 5.3 - Sumário da análise preliminar de todos os dados disponíveis de turbidez da água tratada.

Estatística	Turbidez da água tratada (valores inconsistentes presentes)												
	ETA01	ETA02	ETA03	ETA04	ETA05	ETA06	ETA07	ETA08	ETA09	ETA10	ETA11	ETA12	TOTAL
Número de dados	2813	2471	2887	2922	2361	1507	1835	1915	2373	2336	2345	2309	28074
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05
Média	0,71	0,80	0,42	0,48	0,77	0,61	0,66	0,66	0,38	0,43	0,40	0,66	0,58
Máximo	7,36	16,50	3,23	55,30	12,44	48,00	18,02	7,12	21,00	24,70	6,62	7,61	55,30
Mediana	0,67	0,58	0,37	0,24	0,59	0,54	0,42	0,58	0,27	0,28	0,29	0,40	0,42
Desvio Padrão	0,34	1,00	0,22	1,56	0,65	1,29	1,28	0,52	0,69	0,99	0,41	0,74	0,90
10° Percentil	0,46	0,13	0,26	0,10	0,33	0,16	0,07	0,28	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
1° Quartil	0,56	0,34	0,30	0,17	0,43	0,41	0,20	0,42	0,19	0,20	0,12	0,19	0,25
3° Quartil	0,80	0,84	0,50	0,34	0,88	0,67	0,76	0,77	0,38	0,40	0,51	0,88	0,68
90° Percentil	0,97	1,52	0,66	0,64	1,35	0,86	1,00	1,00	0,73	0,70	0,81	1,47	1,00
Coefficiente de Assimetria	6,24	4,97	3,20	22,18	5,14	33,07	6,98	6,09	20,93	14,54	4,26	3,12	21,96
Coefficiente de Variação	0,47	1,25	0,51	3,24	0,85	2,11	1,93	0,78	1,79	2,30	1,03	1,13	1,56

Tabela 5.4 - Sumário da análise preliminar dos dados de turbidez da água tratada das 12 estações em estudo, sem a presença de valores considerados inconsistentes.

Estatística	Turbidez da água tratada (valores inconsistentes ausentes)												
	ETA01	ETA02	ETA03	ETA04	ETA05	ETA06	ETA07	ETA08	ETA09	ETA10	ETA11	ETA12	TOTAL
Número de dados	2812	2463	2886	2916	2343	1506	1833	1912	2372	2335	2342	2305	28008
Mínimo	0,03	0,02	0,02	0,10	0,04	0,09	0,02	0,01	0,07	0,02	0,01	0,07	0,01
Média	0,71	0,81	0,42	0,48	0,77	0,61	0,66	0,66	0,38	0,43	0,40	0,66	0,57
Máximo	7,36	16,50	3,23	55,30	12,44	48,00	18,02	7,12	21,00	24,70	6,62	7,61	16,50
Mediana	0,67	0,58	0,37	0,24	0,59	0,54	0,42	0,58	0,27	0,28	0,29	0,40	0,42
Desvio Padrão	0,34	1,00	0,21	1,56	0,65	1,29	1,28	0,52	0,69	0,99	0,41	0,74	0,66
10° Percentil	0,46	0,13	0,26	0,10	0,34	0,16	0,07	0,28	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
1° Quartil	0,56	0,34	0,30	0,17	0,44	0,41	0,20	0,42	0,19	0,20	0,12	0,19	0,25
3° Quartil	0,80	0,84	0,50	0,34	0,88	0,67	0,76	0,77	0,38	0,40	0,51	0,88	0,68
90° Percentil	0,97	1,53	0,66	0,65	1,36	0,86	1,00	1,00	0,73	0,70	0,82	1,48	1,00
Coefficiente de Assimetria	6,25	4,97	3,20	22,16	5,19	33,07	6,98	6,11	20,93	14,54	4,27	3,12	6,63
Coefficiente de Variação	0,47	1,24	0,51	3,23	0,84	2,11	1,93	0,78	1,79	2,30	1,03	1,13	1,17

Figura 5.1 - Quantidade de dados de turbidez da água tratada excluídos de cada estação e seus respectivos percentuais.



Em relação ao parâmetro cloro residual livre (CRL), foram considerados inconsistentes apenas oito dados no total (um da ETA 05, um da ETA 06, dois dados da ETA 11 e quatro dados da ETA 12). Todos variando entre 13,1 e 23,0 mg.L⁻¹. Dessa forma, na Tabela 5.5 observa-se o sumário da análise preliminar dos dados de cloro residual livre, cuja pequena variabilidade pode ser notada por meio dos valores de desvio padrão (variando de 0,14 a 0,66) e coeficiente de variação (de 0,08 a 0,31). Esse resultado já era previsto, uma vez que a dose de cloro aplicada na estação de tratamento é calculada para obedecer a normatização brasileira, que recomenda teor de cloro residual livre variando de 0,2 mg.L⁻¹ (mínimo a estar presente em qualquer ponto do sistema de abastecimento) a 2 mg.L⁻¹.

Os dados de monitoramento de coliformes totais (CT) e *E. coli* (EC) da água tratada foram apresentados de forma qualitativa, por meio dos marcadores *Presente* ou *Ausente*. Seu monitoramento foi realizado de forma simultânea, apresentando a mesma quantidade de dados (Tabela 5.6) para cada ETA e a mesma frequência de monitoramento (em torno de oito coletas mensais).

Tabela 5.5 - Estatística descritiva dos dados de cloro residual livre das 12 estações em estudo, sem a presença de valores considerados inconsistentes.

Estatística	Cloro residual livre (valores inconsistentes ausentes)												
	ETA01	ETA02	ETA03	ETA04	ETA05	ETA06	ETA07	ETA08	ETA09	ETA10	ETA11	ETA12	TOTAL
Número de dados	2811	2470	2887	2921	2359	2342	2306	1919	2381	2372	2330	2302	29400
Mínimo	0,00	0,94	0,00	0,11	0,00	0,90	0,20	0,19	0,80	0,10	0,00	0,00	0,00
Média	1,70	1,80	1,21	1,18	1,46	2,12	1,33	1,27	1,25	1,10	1,47	1,49	1,45
Máximo	2,52	5,00	2,93	4,00	2,92	6,70	3,70	7,55	5,15	2,20	2,73	3,00	7,55
Mediana	1,69	1,80	1,23	1,18	1,50	2,00	1,24	1,24	1,28	1,10	1,46	1,50	1,40
Desvio Padrão	0,14	0,21	0,17	0,17	0,29	0,66	0,34	0,34	0,20	0,15	0,21	0,18	0,40
10° Percentil	1,55	1,54	1,03	1,00	1,04	1,19	1,00	1,07	1,00	1,00	1,30	1,20	1,00
1° Quartil	1,62	1,66	1,18	1,07	1,30	1,90	1,00	1,15	1,10	1,00	1,36	1,50	1,20
3° Quartil	1,77	1,94	1,29	1,27	1,63	2,30	1,58	1,33	1,39	1,20	1,50	1,50	1,65
90° Percentil	1,84	2,03	1,35	1,36	1,78	3,00	1,75	1,43	1,47	1,30	1,65	1,59	1,90
Coefficiente de Assimetria	-0,57	1,37	-2,05	1,42	-0,06	1,40	1,09	12,66	3,21	1,25	1,24	1,51	2,40
Coefficiente de Variação	0,08	0,12	0,14	0,14	0,20	0,31	0,25	0,27	0,16	0,14	0,14	0,12	0,28

Tabela 5.6 - Número de dados de monitoramento de coliformes totais e *E. coli* da água tratada das 12 estações de tratamento de água disponibilizados.

	ETA01	ETA02	ETA03	ETA04	ETA05	ETA06	ETA07	ETA08	ETA09	ETA10	ETA11	ETA12	TOTAL
Coliformes totais	2331	816	809	768	802	790	798	779	782	780	792	770	11017
<i>Escherichia coli</i>	2331	816	809	768	802	790	798	779	782	780	792	770	11017

5.2 Plano mínimo de amostragem

A verificação quanto ao atendimento ao plano mínimo de amostragem expresso na normatização brasileira (Portaria 518 e Portaria 2914) foi realizada por meio do cálculo dos índices de coleta mensal (APÊNDICE A) e anual. Utilizou-se a frequência de monitoramento dos dados como um todo, sem a exclusão dos valores inconsistentes, e adotando para a turbidez e o cloro residual livre, como exposto no capítulo de material e métodos, uma amostra com frequência mínima diária, já que os dados disponibilizados desses parâmetros referem-se à média diária. A adoção da média diária como frequência mínima de monitoramento impacta na Avaliação do Risco por superestimar o cumprimento ao plano mínimo de amostragem, uma vez que a frequência mínima horária pode não ter sido atendida no dia, mas mesmo assim uma média diária dos dados de turbidez e cloro residual livre pôde ter sido calculada. O correto seria adotar a frequência horária, mas por falta de informações necessárias, adotou-se a frequência diária, sem perdas expressivas para a avaliação efetuada a *posteriori*. A frequência mínima de monitoramento desses parâmetros adotados para a análise quanto ao cumprimento do plano mínimo de amostragem está presente na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade do efluente das 12 estações de tratamento de água amostradas.

Parâmetros	Número de amostras	Frequência mínima
Turbidez	1	diária
Cloro residual livre	1	diária
Coliformes totais	2	semanal
<i>E. coli</i>	2	semanal

A Tabela 5.8 contém o número de meses em que cada estação de tratamento de água atendeu ao plano mínimo de amostragem para o parâmetro turbidez, e a quantidade total de meses avaliados. Nela é possível observar que o atendimento ao plano mínimo de amostragem da turbidez, representado pelo índice de coleta (IC), variou entre 53% e 100% dos meses analisados neste estudo, sendo a ETA 06 a que apresentou menor atendimento ao plano em relação à quantidade de meses avaliados, em contraste com a ETA 04, que atendeu ao plano mínimo de amostragem para a turbidez em sua totalidade.

O cumprimento ao plano mínimo de amostragem se faz relevante uma vez que o tamanho da amostra e a frequência das coletas influenciam nas inferências quanto à qualidade da água tratada, realizadas através da análise dos dados. Tal como afirma Brasil (2006b), pequena quantidade de dados acarreta estimadores com grande variância e, conseqüentemente, maior

incerteza, dessa forma, pouco confiáveis, podendo ocultar situações de perigo relacionadas à qualidade da água.

Tabela 5.8 - Número de meses que cada estação de tratamento apresentou atendimento ao plano mínimo de amostragem para a turbidez.

Estação de tratamento	Número de meses com IC de 100% (Turbidez)	Total de meses analisados
ETA 01	89	96
ETA 02	80	96
ETA 03	94	96
ETA 04	96	96
ETA 05	69	72
ETA 06	38	72
ETA 07	48	72
ETA 08	54	72
ETA 09	68	72
ETA 10	66	72
ETA 11	69	72
ETA 12	65	72
TOTAL	836	960

Complementando as informações da Tabela 5.9, o ano que apresentou o menor índice de coleta para a turbidez, em relação às 12 estações que compõem o universo amostral desta pesquisa, foi 2011, com índice anual de atendimento de 87,15%, sendo também o ano de publicação da Portaria 2914. Já os anos com maior índice de atendimento foram 2015 e 2016, com IC de 100% e 97,75%, respectivamente. Embora esses índices tenham sido elevados, é importante ressaltar que eles englobam apenas ETA 01, ETA 02, ETA 03 e ETA 04, uma vez que a totalidade dos dados referentes a esses anos não foi disponibilizada em tempo hábil para a realização desta pesquisa. Sendo assim, o ano que apresentou o maior índice de atendimento ao plano mínimo de amostragem para a turbidez, em relação às 12 estações em concomitância, foi o ano de 2014, com IC de 95,78%. Esse maior índice de atendimento pode ter se dado ao fato de serem os anos de transição para os valores de turbidez normatizados a serem adotados e por representarem anos de seca, elevando assim a necessidade de monitoramento da qualidade e quantidade da água para abastecimento público.

Tabela 5.9 - Índice anual de atendimento ao plano mínimo de amostragem da turbidez para as 12 estações de tratamento de água amostradas.

ETA	IC de Turbidez							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
01	100%	99,73%	98,36%	74,86%	100%	99,73%	100%	97,54%
	A	NA	NA	NA	A	NA	A	NA
02	100%	91,51%	91,51%	66,67%	33,42%	100%	100%	93,44%
	A	NA	NA	NA	NA	A	A	NA
03	100%	100%	98,36%	100%	92,05%	100%	100%	100%
	A	A	NA	A	NA	A	A	A
04	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	A	A	A	A	A	A	A	A
05	100%	100%	100%	100%	93,42%	99,73%	-	-
	A	A	A	A	NA	NA	-	-
06	26,00%	75,34%	0,00%	97,27%	80,00%	82,19%	-	-
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
07	100%	25,48%	74,25%	92,08%	88,22%	69,04%	-	-
	A	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
08	66,58%	100%	83,29%	25,14%	98,90%	98,90%	-	-
	NA	A	NA	NA	NA	NA	-	-
09	100%	99,45%	100%	99,73%	98,36%	100%	-	-
	A	NA	A	NA	NA	A	-	-
10	89,59%	99,73%	100%	99,73%	100%	100%	-	-
	NA	NA	A	NA	A	A	-	-
11	100%	100%	91,51%	99,73%	98,36%	100%	-	-
	A	A	NA	NA	NA	A	-	-
12	83,01%	99,73%	100%	99,45%	100%	99,73%	-	-
	NA	NA	A	NA	A	NA	-	-
TOTAL	88,77%	91,62%	87,15%	90,66%	90,23%	95,78%	100%	97,75%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	A	NA

A: Atende; NA: Não atende; - Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade.

Em relação ao parâmetro cloro residual livre, como pode ser observado na Tabela 5.10 e na Tabela 5.11, a estação de tratamento de água que apresentou maior índice de coleta foi a ETA 04, atendendo ao plano mínimo de amostragem para cloro residual livre em sua totalidade. Em contraste, a ETA 08, atendeu ao plano mínimo de amostragem apenas no ano de 2010.

Tabela 5.10 - Número de meses que cada estação de tratamento apresentou atendimento ao plano mínimo de amostragem para o cloro residual livre.

Estação de tratamento	Quantidade de meses com IC de 100% (Cloro Residual Livre)	Total de meses analisados
ETA 01	87	96
ETA 02	79	96
ETA 03	94	96
ETA 04	96	96
ETA 05	69	72
ETA 06	69	72
ETA 07	67	72
ETA 08	55	72
ETA 09	71	72
ETA 10	68	72
ETA 11	68	72
ETA 12	64	72
TOTAL	887	960

O ano com maior atendimento ao plano de amostragem para o cloro residual livre foi 2015 (Tabela 5.11), seguido por 2010, com IC de 100% e 98,95%, respectivamente. No entanto, assim como observado em relação ao parâmetro turbidez, o ano 2015 engloba apenas as ETA 01, ETA 02, ETA 03 e ETA 04. Dessa forma, o maior índice de atendimento ao plano mínimo de amostragem para a cloro residual livre, em relação as 12 estações em concomitância, se manifestou no ano de 2010, com IC de 98,95%.

Mensalmente, o atendimento aos planos mínimos de amostragem para turbidez e cloro residual livre variou de nulo a 100% (ver APÊNDICE A). Dados faltantes são passíveis de ocorrer, uma vez que equipamentos de análise e coleta são susceptíveis a danos e quebra, por exemplo. Todavia, conforme normatização brasileira (Portaria 518 e Portaria 2914), a amostragem deve obedecer a alguns requisitos, dentre eles a distribuição uniforme das coletas ao longo do período. Isso posto, a existência de meses com IC nulo viola o requisito de uniformidade de frequência da coleta.

Tabela 5.11 - Índice anual de atendimento ao plano mínimo de amostragem do cloro residual livre para as 12 estações de tratamento de água amostradas.

ETA	IC de Cloro Residual Livre							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
01	100% A	99,73% NA	98,08% NA	74,86% NA	99,73% NA	99,73% NA	100% A	97,54% NA
02	100% A	91,51% NA	91,51% NA	66,67% NA	33,42% NA	100% A	100% A	93,17% NA
03	100% A	100% A	98,36% NA	100% A	92,05% NA	100% A	100% A	100% A
04	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A
05	100% A	100% A	100% A	100% A	93,42% NA	99,73% NA	-	-
06	99,73% NA	100% A	100% A	99,73% NA	91,78% NA	100% A	-	-
07	100% A	99,73% NA	100% A	92,08% NA	100% A	86,30% NA	-	-
08	66,58% NA	100% A	83,29% NA	25,15% NA	99,73% NA	99,45% NA	-	-
09	100% A	100% A	100% A	99,73% NA	100% A	100% A	-	-
10	99,45% NA	99,73% NA	100% A	99,73% NA	100% A	100% A	-	-
11	100% A	96,99% NA	91,51% NA	99,73% NA	98,36% NA	100% A	-	-
12	83,01% NA	99,73% NA	100% A	99,45% NA	100% A	99,73% NA	-	-
TOTAL	95,73% NA	98,95% NA	96,89% NA	88,11% NA	92,37% NA	98,79% NA	100% A	97,68% NA

A: Atende; NA: Não atende; - Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade.

Na Tabela 5.12 observa-se o número de meses nos quais cada uma das doze estações de tratamento em estudo apresentou IC nulo para turbidez e cloro residual livre e o total de meses analisados para cada uma delas. O parâmetro que apresentou maior número de meses com IC nulo foi a turbidez, caracterizado por 8% dos meses analisados, enquanto o cloro residual livre apresentou IC nulo em 4% dos meses em questão. Apenas quatro estações (ETA 03, ETA 04, ETA 05 e ETA 09) não apresentaram IC nulo no período amostrado para os dois parâmetros em concomitância.

Tabela 5.12 - Número de meses nos quais cada estação de tratamento de água apresentou IC nulo durante o período de amostragem.

Estação de tratamento	Número de meses com IC nulo		Total de meses analisados
	Turbidez	CRL	
ETA 01	3	3	96
ETA 02	14	14	96
ETA 03	0	0	96
ETA 04	0	0	96
ETA 05	0	0	72
ETA 06	27	1	72
ETA 07	14	2	72
ETA 08	15	15	72
ETA 09	0	0	72
ETA 10	1	0	72
ETA 11	1	1	72
ETA 12	2	2	72
TOTAL	77	38	960

A ETA 06 se mostrou como a estação com maior ocorrência de IC de turbidez nulo, em 27 dos 72 meses analisados, seguida da ETA 08, com 15 meses (Tabela 5.12). A ETA 08, por sua vez, apresentou a maior ocorrência de IC de cloro residual livre nulo, em 15 dos 72 meses analisados.

Como pode ser constatado na Tabela 5.13, o atendimento aos planos mínimos de amostragem para os parâmetros coliformes totais e *E. coli* apresentou índices de coleta acima dos 100%, indicando maior quantidade de amostras/frequência de amostragem do que a estabelecida na legislação e demonstrando maior rigor quanto ao cumprimento deste plano.

Apesar do maior rigor supracitado, a ocorrência do atendimento ao plano mínimo desses parâmetros variou entre 78% e 100% dos meses avaliados para cada estação, tendo-se a ETA 12 como a que menos atendeu ao plano nos meses amostrados, enquanto a ETA 01 apresentou atendimento total. Ademais, diferentemente do observado em relação aos demais parâmetros em estudo (turbidez e cloro residual livre), nenhuma das estações apresentou, em algum momento, IC nulo (ver APÊNDICE A).

Tabela 5.13 - Índice anual de atendimento ao plano mínimo de amostragem de coliformes totais e *E. coli* para as 12 estações de tratamento de água amostradas.

ETA	IC para Coliformes Totais e <i>E. coli</i>							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
01	321,88% A	321,88% A	316,67% A	319,79% A	301,04% A	321,88% A	279,17% A	245,83% A
02	108,33% A	108,33% A	108,33% A	108,33% A	107,29% A	102,50% A	102,08% A	94,79% NA
03	109,38% A	109,38% A	106,25% A	108,33% A	104,17% A	108,33% A	100% A	96,88% NA
04	105,21% A	107,29% A	106,25% A	106,25% A	102,08% A	106,25% A	98,96% NA	-
05	105,21% A	105,21% A	106,25% A	107,29% A	103,13% A	105,21% A	100% A	103,13% A
06	103,13% A	105,21% A	103,13% A	106,25% A	104,17% A	104,17% A	96,88% NA	100% A
07	105,21% A	105,21% A	105,21% A	106,25% A	104,17% A	103,13% A	100% A	102,08% A
08	100% A	103,13% A	102,08% A	104,17% A	102,08% A	105,21% A	94,79% NA	100% A
09	100% A	103,13% A	103,13% A	105,21% A	103,13% A	101,04% A	96,88% NA	102,08% A
10	102,08% A	103,13% A	104,17% A	105,21% A	103,13% A	102,08% A	94,79% NA	97,92% NA
11	105,21% A	101,04% A	103,13% A	106,25% A	104,17% A	106,25% A	97,92% NA	101,04% A
12	105,21% A	104,17% A	100,00% A	98,96% NA	103,13% A	100,00% A	92,71% NA	97,92% NA
TOTAL	122,57% A	122,57% A	122,05% A	123,09% A	120,14% A	123,00% A	112,85% A	109,11% A

A: Atende; NA: Não atende; - Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade.

O ano que exibiu maior IC para coliformes totais e *E. coli* foi 2012 com 123,09%, apesar de ser um dos três anos (2012, 2015 e 2016) em que se pode observar a ocorrência de IC inferior a 100%. Isso foi possível pelo fato de as estações que cumpriram o plano de amostragem nesse ano terem realizado mais amostragens do que o exigido, mascarando assim o IC de 98,96% da ETA 12, por exemplo. Seguindo o mesmo raciocínio, tem-se o ano 2016, seguido de 2015, como os que apresentaram menor IC, 109,11% e 112,85%, respectivamente. Ambos com IC total acima de 100%, apesar de no ano de 2016 quatro de 11 estações analisadas terem

apresentado IC variando de 94,79% a 97,92%, e no caso de 2015, sete das 12 estações terem apresentado IC entre 92,71% e 98,96%. Daí a importância em se analisar o atendimento a esses planos de forma mensal, ou até semanal, uma vez que é a frequência mínima de coleta proposta na norma brasileira para os parâmetros coliformes totais e *E. coli*.

De forma geral, embora a ETA 04 tenha atendido ao plano mínimo de amostragem em sua totalidade para os parâmetros de turbidez e cloro residual livre, o mesmo não ocorreu em relação aos parâmetros de coliformes totais e *E. coli*. Por consequência, a estação que apresentou maior número de meses atendendo ao IC dos três parâmetros em estudo (turbidez, cloro residual livre e coliformes totais) foi a ETA 05, seguida da ETA 04, enquanto que a ETA 06 apresentou maior número de meses com descumprimento ao IC.

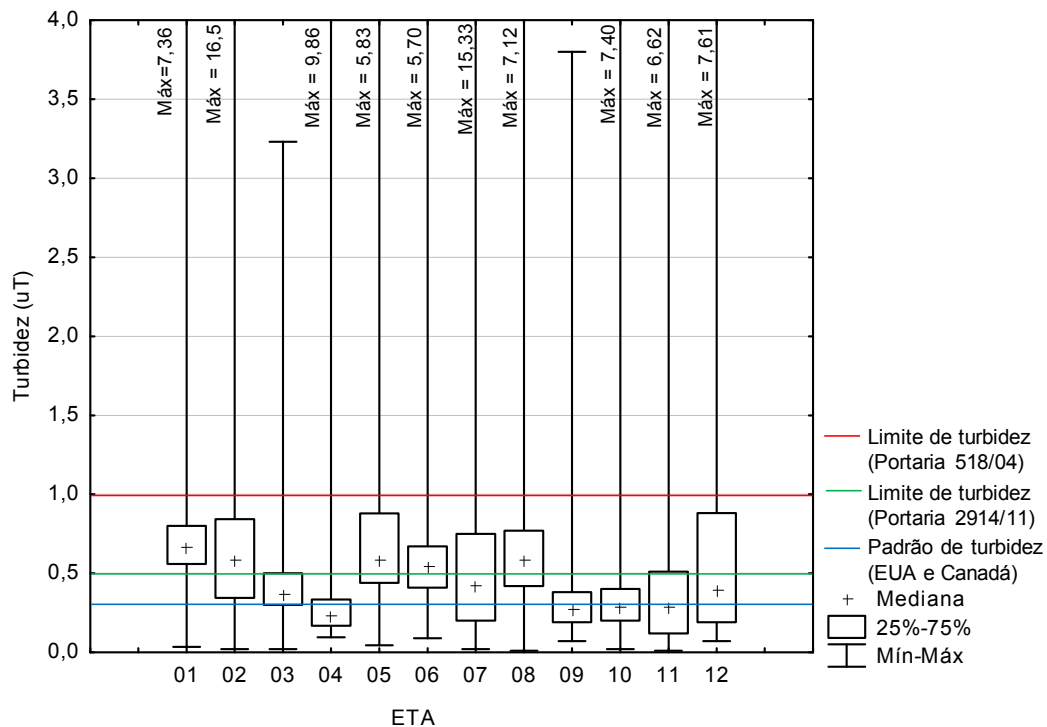
Entretanto, ainda considerando o atendimento aos planos mínimos de amostragem para os três parâmetros, a ETA 11 apresentou melhores resultados em relação a ETA 03, uma vez que seus índices de coleta foram mais elevados, embora tenha apresentado IC nulo para turbidez e cloro residual livre em março de 2011 (Tabela 5.12 e APÊNDICE A). Seguindo esse mesmo raciocínio, a estação de tratamento de água que apresentou melhores resultados foi a ETA 05, seguida da ETA 04, em contraste com a ETA 08 e ETA 06 com menores IC.

5.3 Qualidade da água para abastecimento público

5.3.1 Turbidez

Em relação ao parâmetro turbidez, realizou-se análise minuciosa no que tange ao cumprimento aos padrões de potabilidade estabelecidos pela normatização brasileira e em relação às metas de remoção de cistos e oocistos de protozoários. A Figura 5.2 mostra a distribuição dos dados de turbidez da água tratada das 12 estações em estudo. Nela é possível observar que mais de 75% dos dados de turbidez de cada uma das 12 estações tiveram valores abaixo de 1,0 uT. No entanto, apenas a ETA 03 e a ETA 09 não apresentaram ocorrência de valores de turbidez acima de 5,0 uT, considerado pelas normativas brasileiras o valor máximo, na rede de distribuição, de aceitação para o consumo humano.

Figura 5.2 - Dados de turbidez da água tratada das 12 estações amostradas.

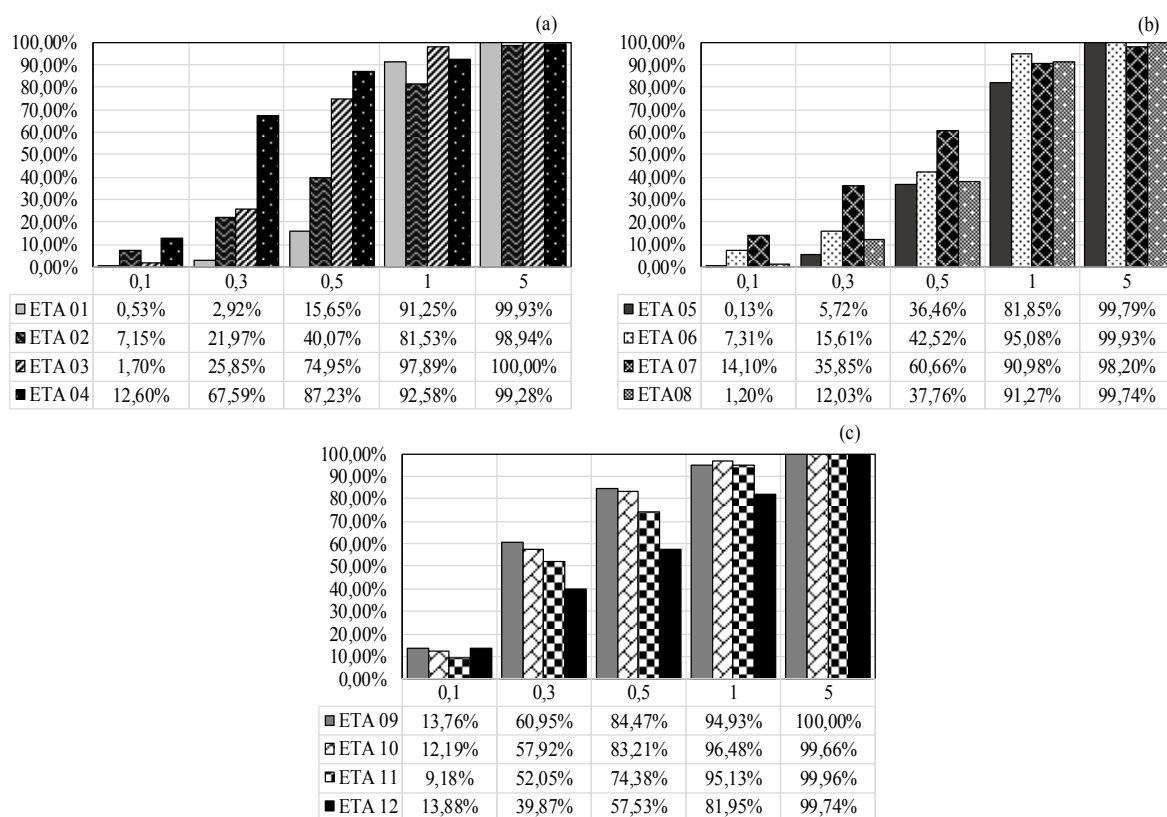


Melo (2014) observou situações parecidas ao analisar a turbidez da água tratada em três estações com tratamento do tipo convencional, obtendo como valores máximos de turbidez da água tratada 3,48 uT, 1,17 uT e 10,6 uT.

Ainda com base na Figura 5.2, tem-se que a mediana dos dados de turbidez das estações de tratamento variou entre 0,24 uT (ETA 04) e 0,59 uT (ETA 05). Em relação aos padrões e metas estabelecidos pela normatização brasileira, é possível observar que a estação com maior quantidade dados atendendo à meta de 0,3 uT é a ETA 04.

A Figura 5.3 apresenta o percentual de dados de turbidez por estação que atende aos padrões e metas estabelecidas pela normatização. Em relação ao valor de 5,0 uT, apenas a ETA 03 e ETA 09 apresentaram total atendimento, indicando que os demais padrões e metas não foram atendidos em sua totalidade para nenhuma das estações como um todo. O percentual de atendimento a essa meta variou de 98,20 % (ETA 07) a 100%.

Figura 5.3 - Percentual de dados atendendo aos padrões e metas de turbidez da água tratada, 2009 a 2016, (a) ETA 01 a ETA 04, (b) ETA 05 a ETA 08 e (c) ETA 09 a ETA 12.



O atendimento ao padrão de 1,0 uT obteve percentual variando de 81,53% (ETA 02) a 97,89% (ETA 03). Dessa forma, a estação com maior percentual de atendimento para as metas de 5,0 uT e 1,0 uT simultaneamente é a ETA 03 (Figura 5.3). No entanto, a ETA 04 foi a estação que apresentou maior quantidade de dados atendendo aos padrões mais restritivos de turbidez de 0,5 uT e 0,3 uT, com percentual de atendimento de 87,23% e 67,59%, respectivamente, enquanto a ETA 01 conta com os menores percentuais de dados atendendo aos limites de remoção de protozoários 0,5 e 0,3 uT (15,65% e 2,92% respectivamente). De forma geral, todas as estações apresentaram valores de turbidez, durante o período amostrado, que atendessem as metas e padrões estabelecidos, não havendo percentual nulo.

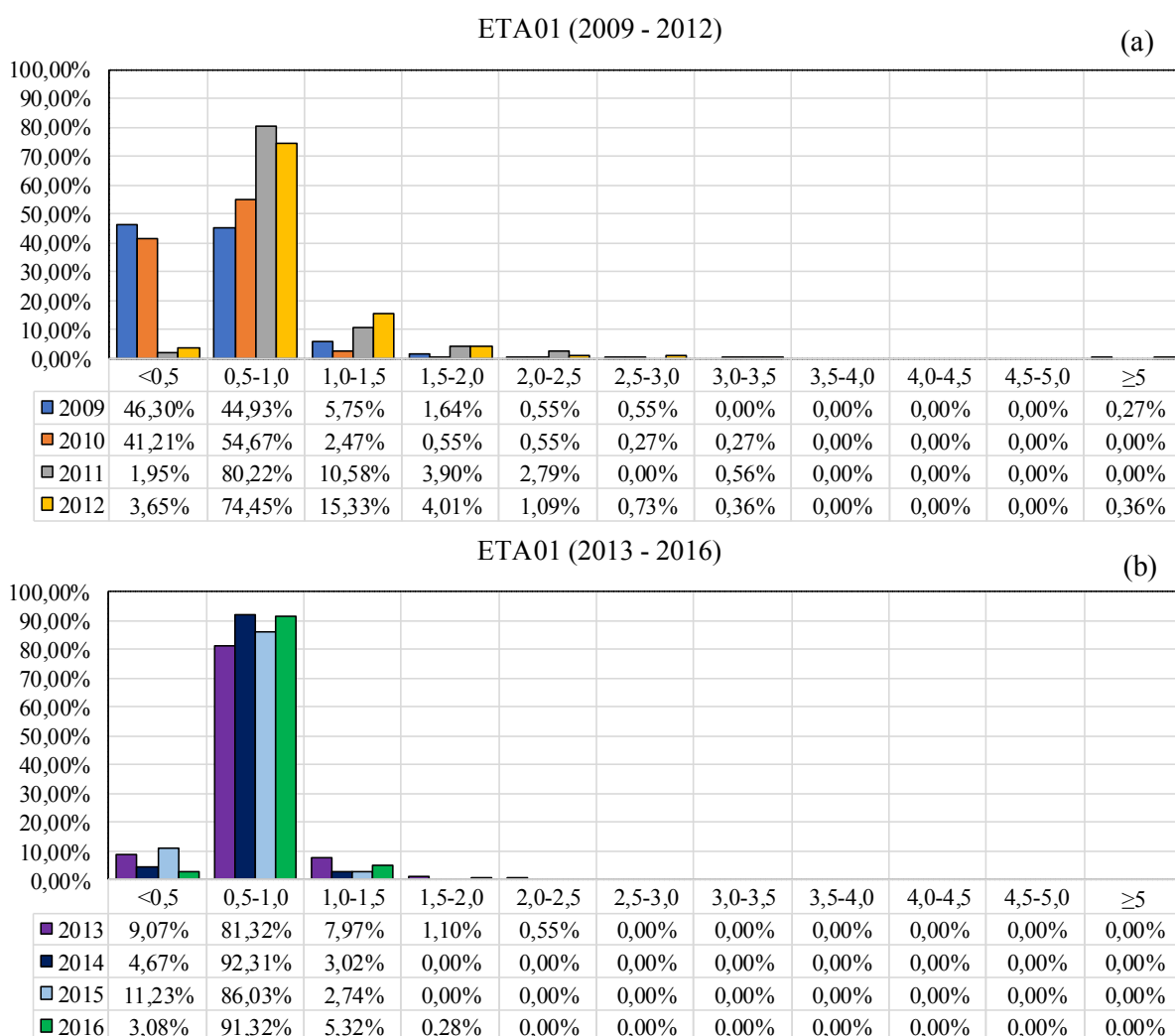
Essa variedade nos valores de turbidez da água tratada também foi encontrada em estudos realizados na África do Sul. Momba *et al.* (2008), ao realizarem estudo detalhado em 181 estações de tratamento de água de pequeno porte da África do Sul, demonstraram que 44% das estações analisadas apresentaram turbidez da água tratada inferior a 1,0 uT, ao passo que 38% dessas estações entre 1,0 uT e 5 uT. Por outro lado, Makungo *et al.* (2011), ao avaliarem a performance da estação de tratamento de água *Mutshedzi*, na África do Sul, durante os

meses de julho a dezembro de 2009, observaram a ocorrência de valores de turbidez variando entre 1,0 uT e 2,1 uT, com média igual a 1,6 uT.

Com a mencionada implementação da Portaria 2914 em substituição à Portaria 518, na Figura 5.4 a Figura 5.15 tem-se a distribuição anual dos valores de turbidez das 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo. Já no APÊNDICE B são apresentados os índices mensais de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez das estações.

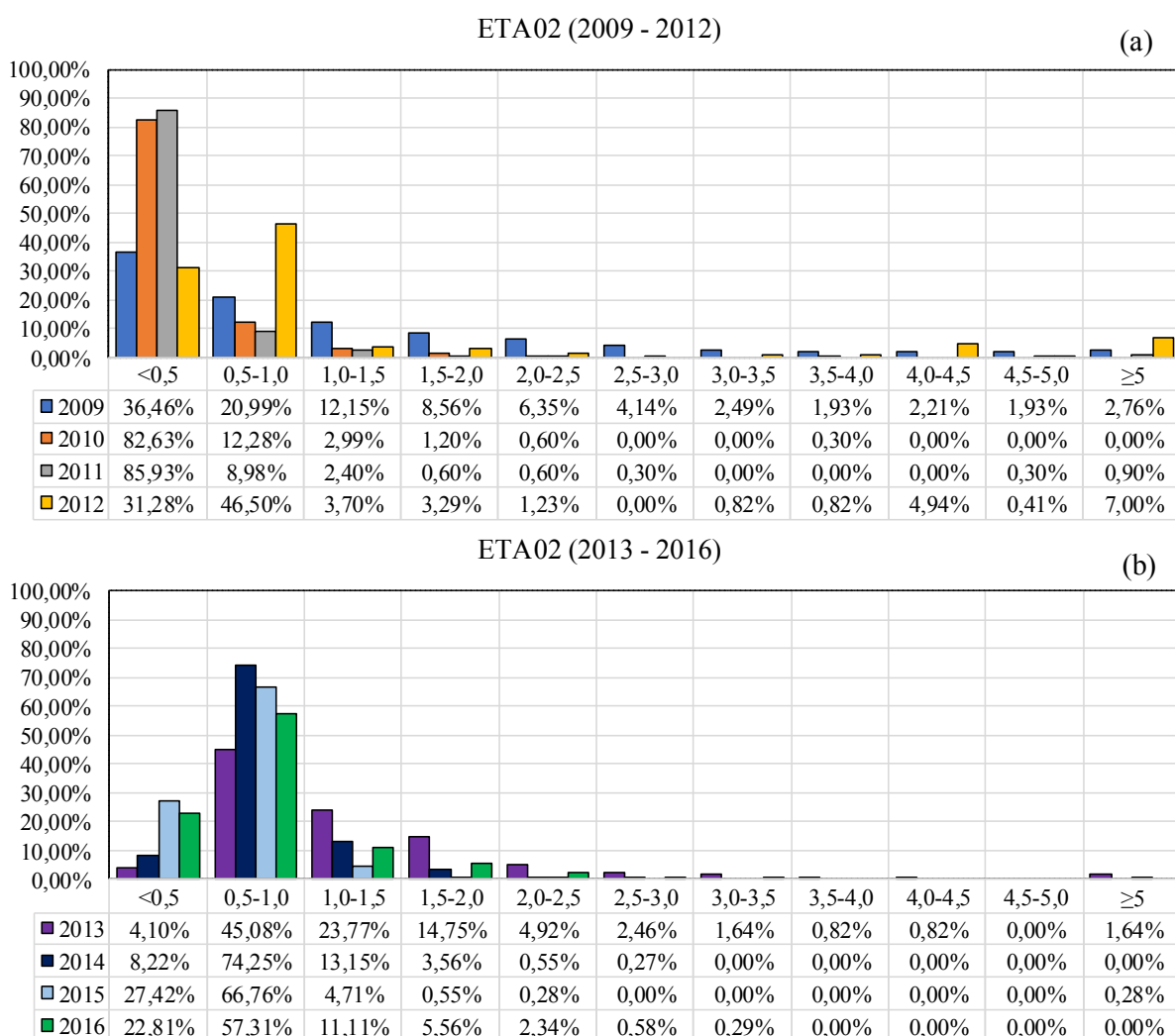
Na Figura 5.4 observa-se a distribuição dos dados de turbidez da ETA 01. Cerca de 91% de seus dados estão distribuídos abaixo do valor de 1,0 uT, com turbidez total variando de 0,03 a 7,36 uT. O ano com maior número de dados abaixo do limite de 1,0 uT foi 2016, com 94,40%, no entanto, neste mesmo ano, apenas 3,08% constam com turbidez abaixo de 0,5 uT. Já 2009 apresentou maior quantidade de dados em conformidade aos padrões de 0,5 uT e 0,3 uT. Após a alteração do padrão de turbidez de 1,0 uT para 0,5 uT (iniciado no final de 2012), a ETA 01 não obteve atendimento aos padrões estabelecidos em nenhum dos meses amostrados (ver APÊNDICE C). Esses dados demonstram a dificuldade que a ETA 01 tem em cumprir com o valor de turbidez proposto pela norma, explicitando a necessidade de melhorias na estação, principalmente quanto a remoção de partículas sólidas.

Figura 5.4 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 01 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



Os dados anuais de turbidez efluente da ETA 02 presentes na Figura 5.5, apresentam variação de 0,02 uT a 16,5 uT. Apesar dessa variabilidade, somente os anos de 2009 e 2013 não constam com 75% dos dados com valores inferiores a 1,0 uT. Além disso, apenas os anos de 2010, 2014 e 2016 não obtiveram valores acima de 5 uT. A meta de 0,3 uT, recomendada nas normas brasileiras para quando for encontrada concentrações de oocistos de *Cryptosporidium* maiores que 3,0 oocistos.mL⁻¹ nos pontos de captação, não apresentou índice de atendimento total. Embora uma menor quantidade de dados tenha atendido ao padrão de 1,0 uT, a ETA 02 mostrou-se com valores de turbidez efluente menores que o da ETA 01.

Figura 5.5 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 02 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.

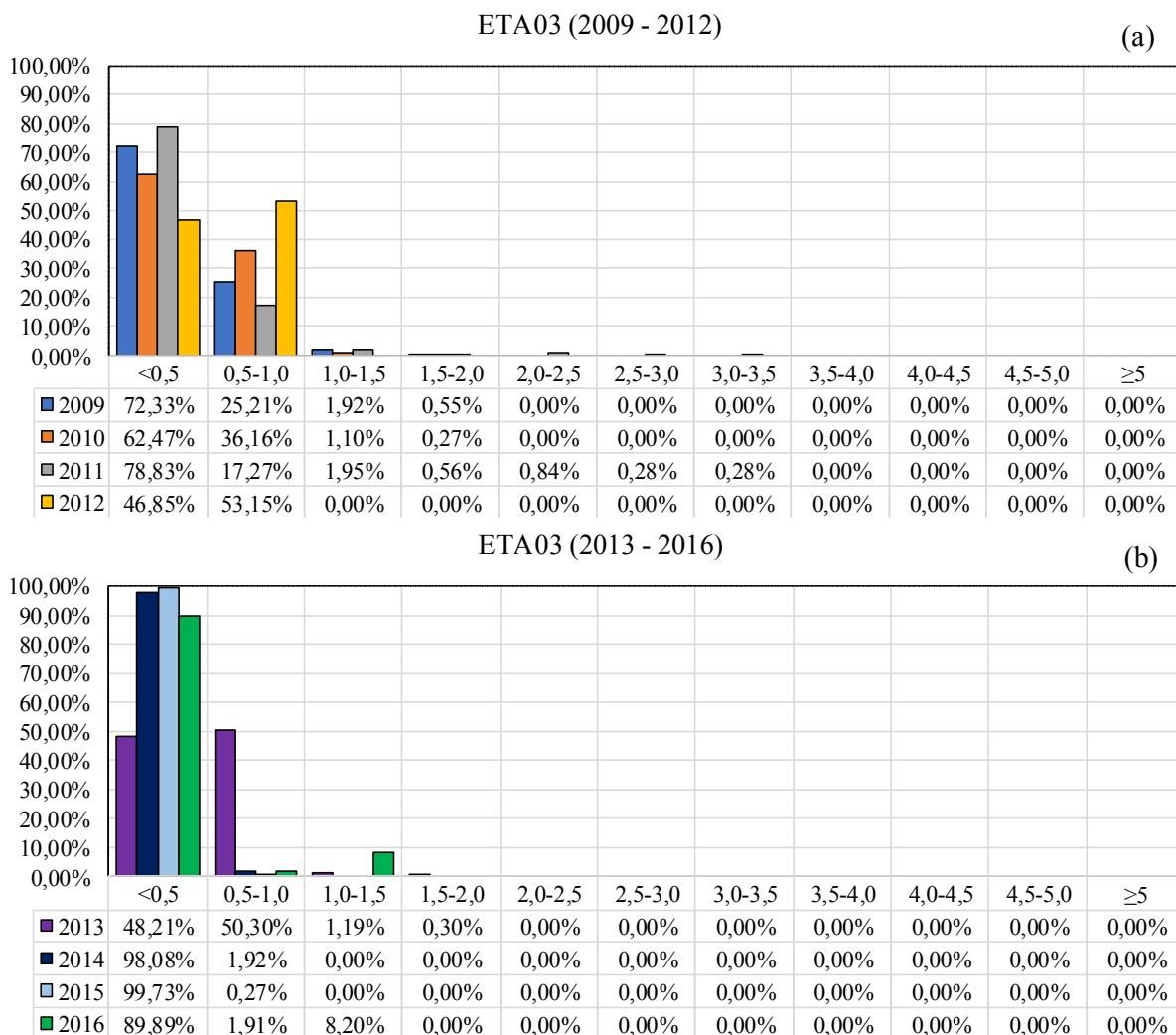


Observa-se na Figura 5.5 que a meta de 0,5 uT não foi atendida em nenhum dos anos em estudo com porcentagem de 95% (estabelecido na Portaria 2914 como meta a partir de 2016), no entanto em 2010 e 2011 o atendimento a esse valor foi em torno dos 83%. A diminuição na porcentagem de atendimento ao valor de turbidez de 0,5 uT demonstra falha no tratamento da água para abastecimento da ETA 02, principalmente quanto à remoção de partículas.

Os dados de turbidez da ETA 03, representados na Figura 5.6 exibiram valores de turbidez variando de 0,02 uT a 3,23 uT. Cerca de 98% dos seus dados possuem valor inferior a 1,0 uT. Mesmo com a alteração do padrão de turbidez para valores mais restritivos, os anos de 2014, 2015 e 2016 dessa estação apresentaram mais de 75% dos seus dados em conformidade com as normas brasileiras, sendo que em 2016 essa porcentagem de atendimento deveria ser de 95% (de acordo com a Portaria 2914). Tais valores em relação à turbidez da água tratada já eram previstos para essa estação, uma vez que a água bruta advém, exclusivamente, de

reservatório de acumulação, diferentemente das demais estações em estudo, favorecendo a afluência de água bruta de baixa turbidez. Além de localizar-se próxima a uma área de reserva biológica do estado e de ter passado por reformas para a sua recuperação em 2004 e 2005.

Figura 5.6 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 03 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.

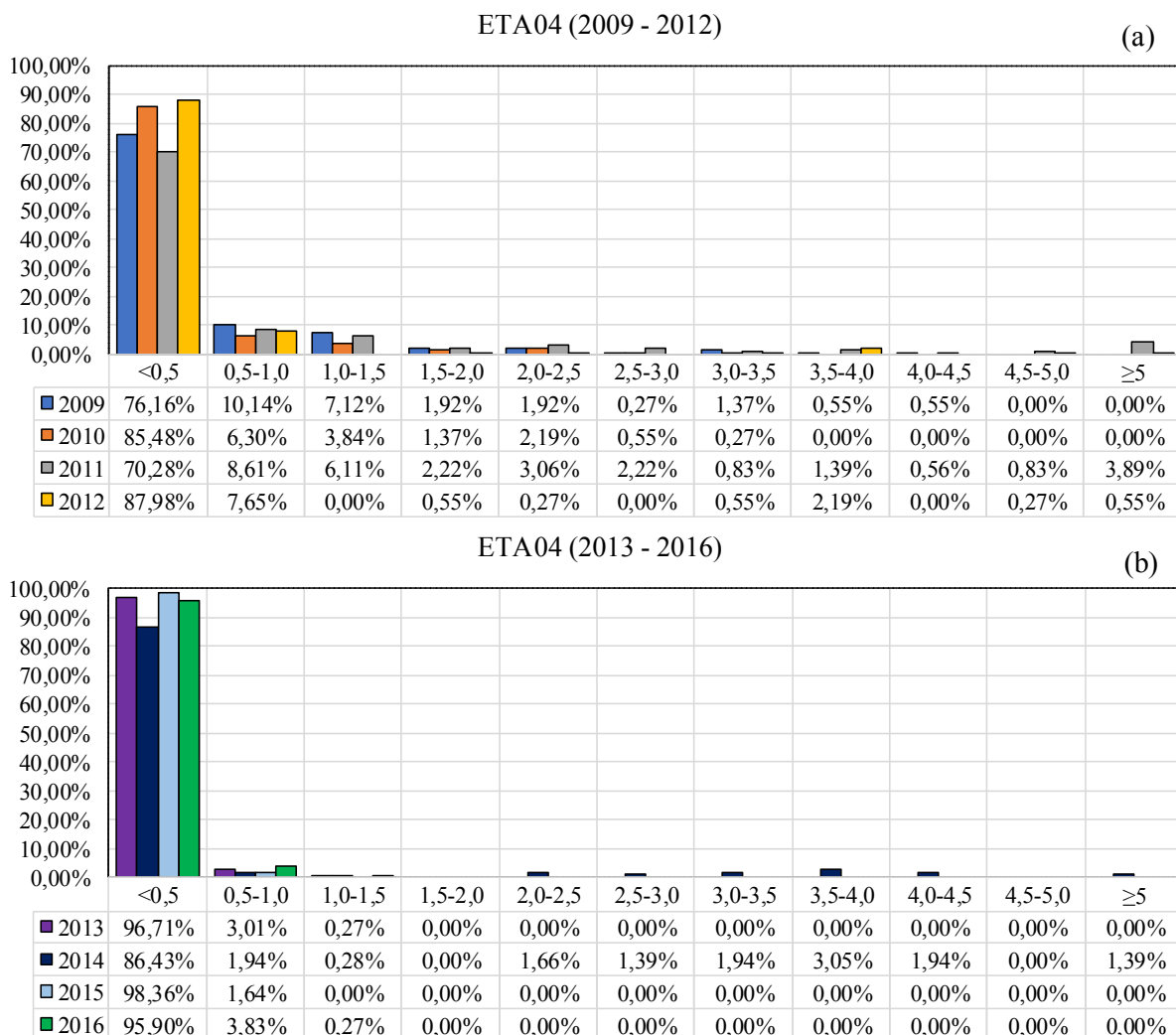


Apesar de observar na Figura 5.6 porcentagens de atendimento ao valor de turbidez de 0,5 uT em torno dos 89% durante os anos de 2014 a 2016 para a ETA 03, a estação apresentou uma diminuição no percentual de atendimento de 99,73% para 89,89% (2015 e 2016 respectivamente), sendo que o estado vinha passando por um período de seca muito grande desde 2012.

Na Figura 5.7 mostra-se o histograma de frequência dos valores de turbidez da ETA 04. Dentre as 12 estações em estudo, essa é a que manifestou maior quantidade de dados de turbidez atendendo aos padrões mais restritivos de 0,5 uT e 0,3 uT, principalmente durante os

anos de 2012 a 2016, uma vez que passou por obras de ampliação em 2013. Ainda assim, seus dados demonstram que, apesar de estar operando com vazão acima da capacidade de instalação, a ETA 04 manteve uma eficiência no tratamento da água.

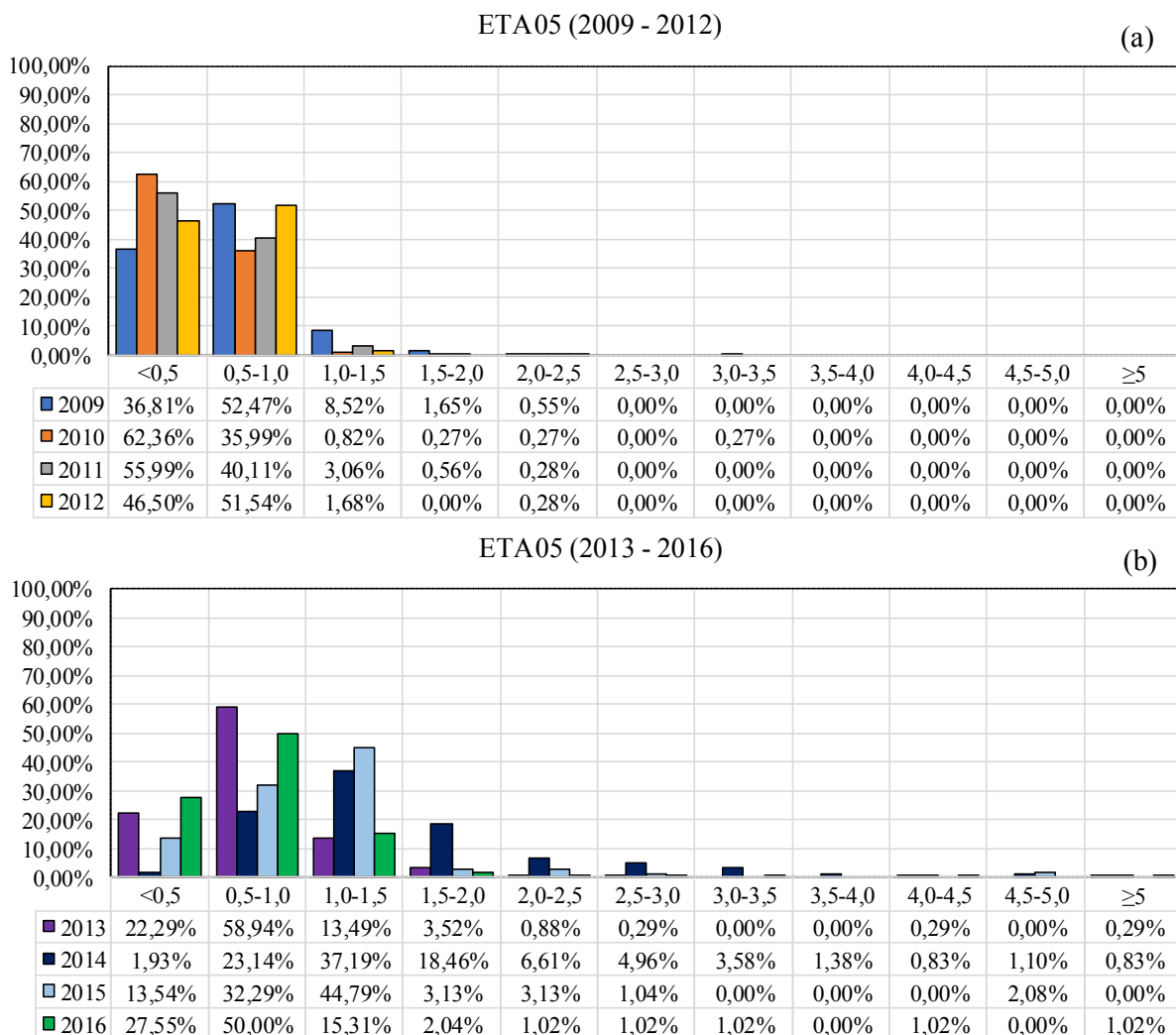
Figura 5.7 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 04 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



A ETA 05 possui, de acordo com a Figura 5.8, valores de turbidez acima de 1,0 uT em cerca de 75% dos dados provenientes do ano de 2014, enquanto nos demais anos o cenário é invertido, apresentando 80% dos seus dados ou mais em conformidade com o limite de 1,0 uT. Isso pode indicar uma falha na eficiência do processo de tratamento da água durante esse período (2014). Além disso, nos anos de 2013 a 2016 apenas cerca de 25% dos dados para cada ano apresentaram turbidez em conformidade com o padrão estabelecido de 0,5 uT. Essa estação passou por reformas visando a melhoria do decantador e floculadores, inauguradas em janeiro de 2009, tanto que nos anos seguintes (2010, 2011 e 2012) a quantidade de dados de

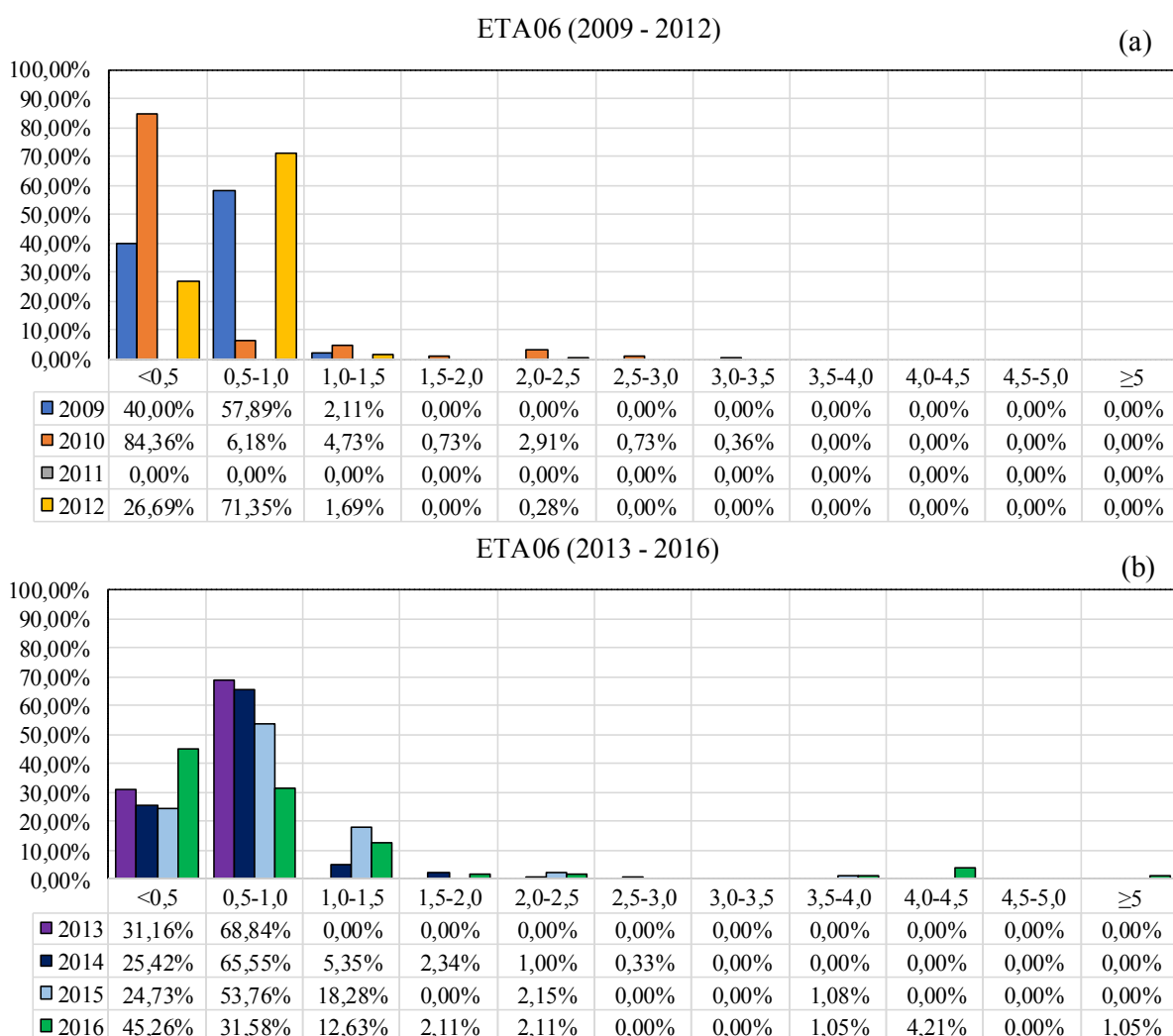
turbidez com concentrações inferiores a 0,5 uT foram maiores, 62,36%, 55,99% e 46,5% respectivamente.

Figura 5.8 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 05 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



Cerca de 95% dos dados de turbidez da água tratada proveniente da ETA 06, como consta na Figura 5.9, manifestaram valores inferiores a 1,0 uT, sendo que no ano de 2011 não houve amostragem. Além disso, no ano de 2010, a maioria das ocorrências de turbidez (73%) apresentaram valores inferiores a 0,3 uT. Assim como ocorrido em relação a ETA 01, ETA 02 e ETA 05, todas com captação do tipo tomada direta, com a mudança dos padrões de potabilidade, a maioria dos dados de turbidez passou a não atender a normatização, demonstrando a necessidade de uma otimização do sistema de tratamento.

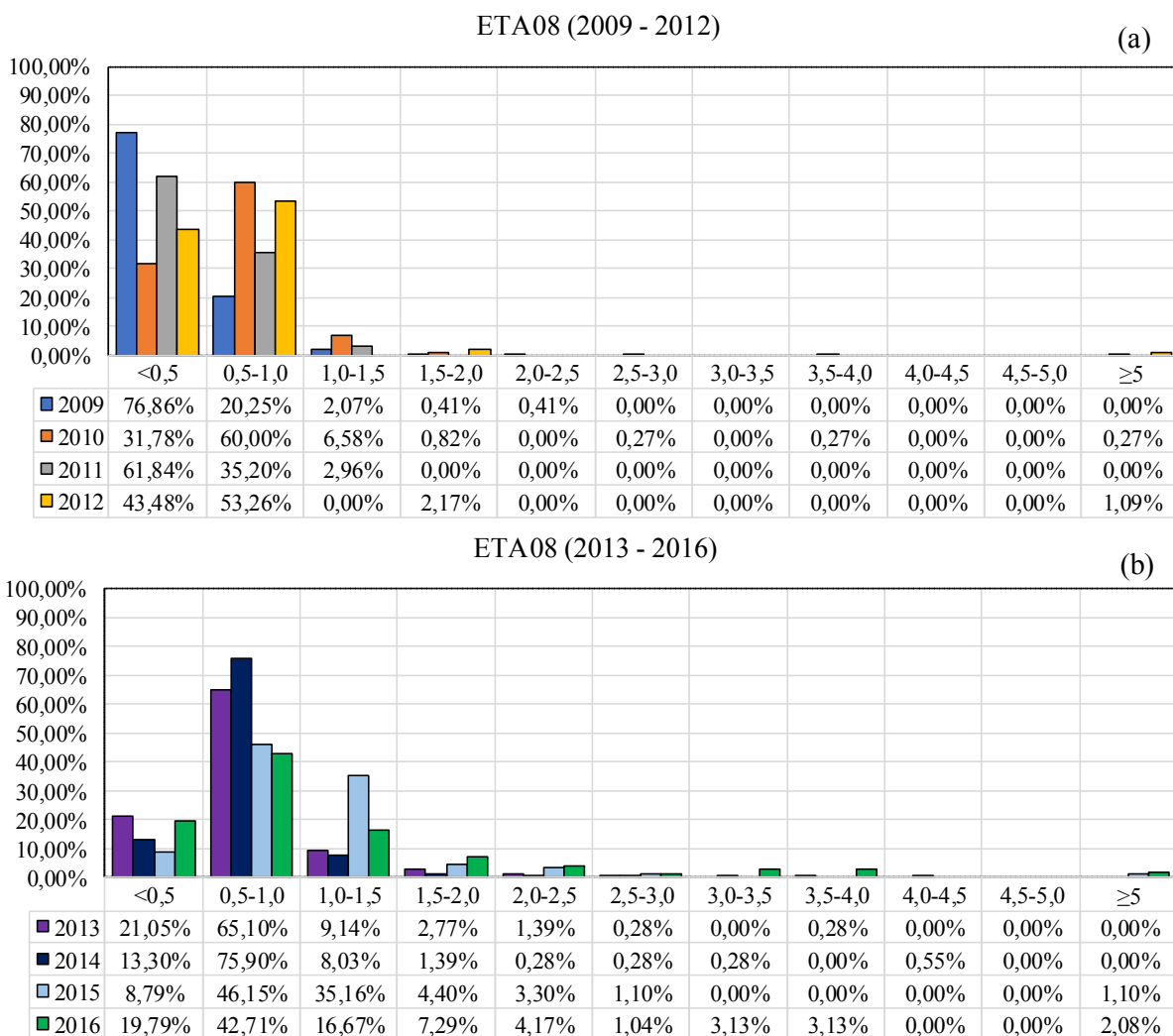
Figura 5.9 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 06 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



Ainda em relação a ETA 06, observa-se na Figura 5.9 que em 2010 teve-se atendimento de 84,36% dos valores de turbidez abaixo de 0,5 uT, no entanto, após esse ano, a porcentagem de atendimento decaiu, chegando a atingir 24,73% em 2015. Essa diminuição quanto a presença de valores de turbidez abaixo de 0,5 uT pode ter ocorrido por alguns fatores, entre eles falha no sistema de tratamento da água, falha na manutenção dos filtros, ou até mesmo na manutenção do aparelho medidor de turbidez utilizado.

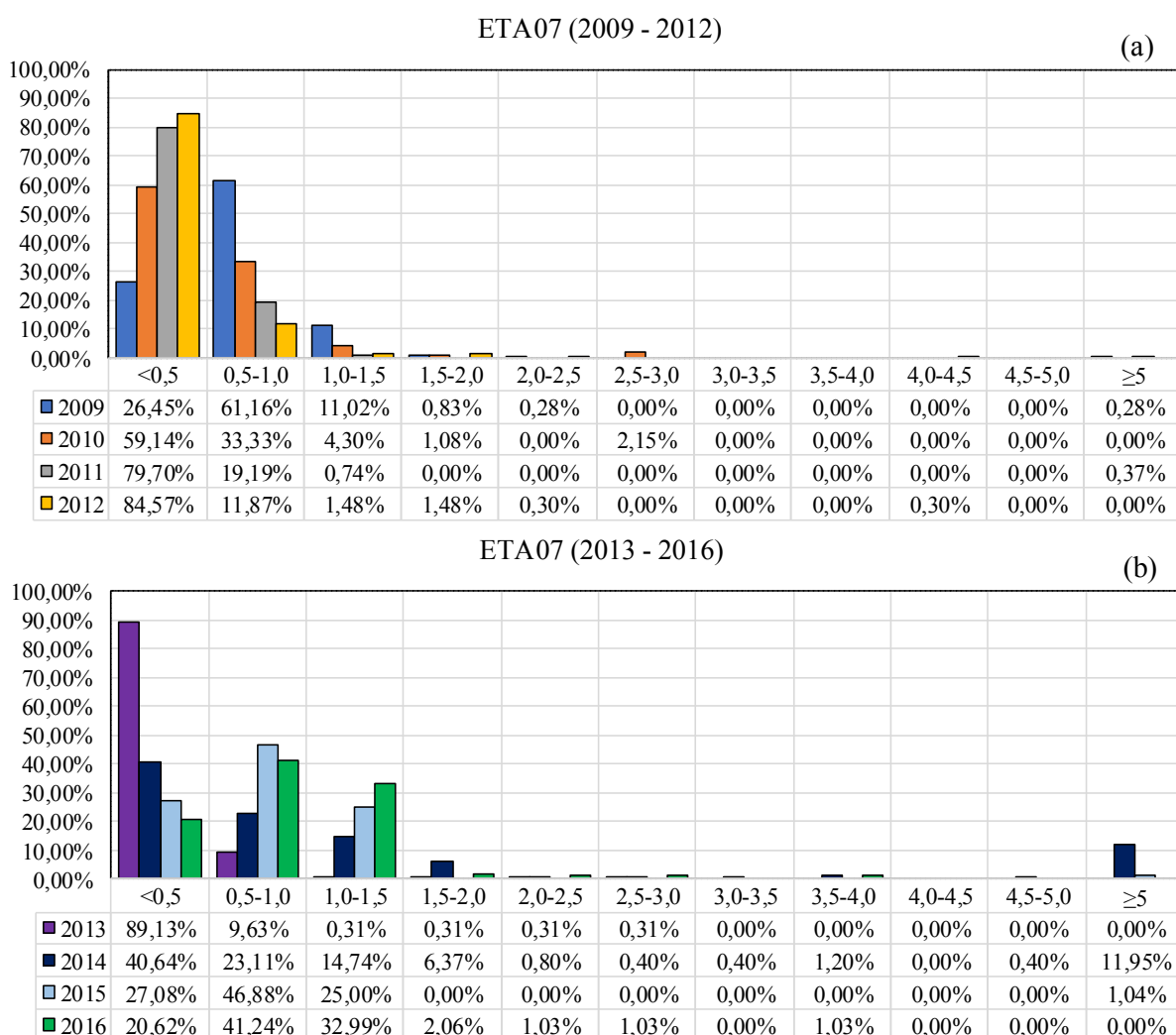
O mesmo foi observado em relação à ETA 08, como ilustra a Figura 5.10. Além de mostrar um aumento na mediana anual dos dados de turbidez, situação já esperada, uma vez que opera com vazão na ordem de 15 L.s⁻¹ acima da capacidade de instalação. Este manancial sofre com fatores de degradação tais como lançamento de efluentes e resíduos domésticos e industriais, retirada da mata ciliar e extração de areia.

Figura 5.10 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 08 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



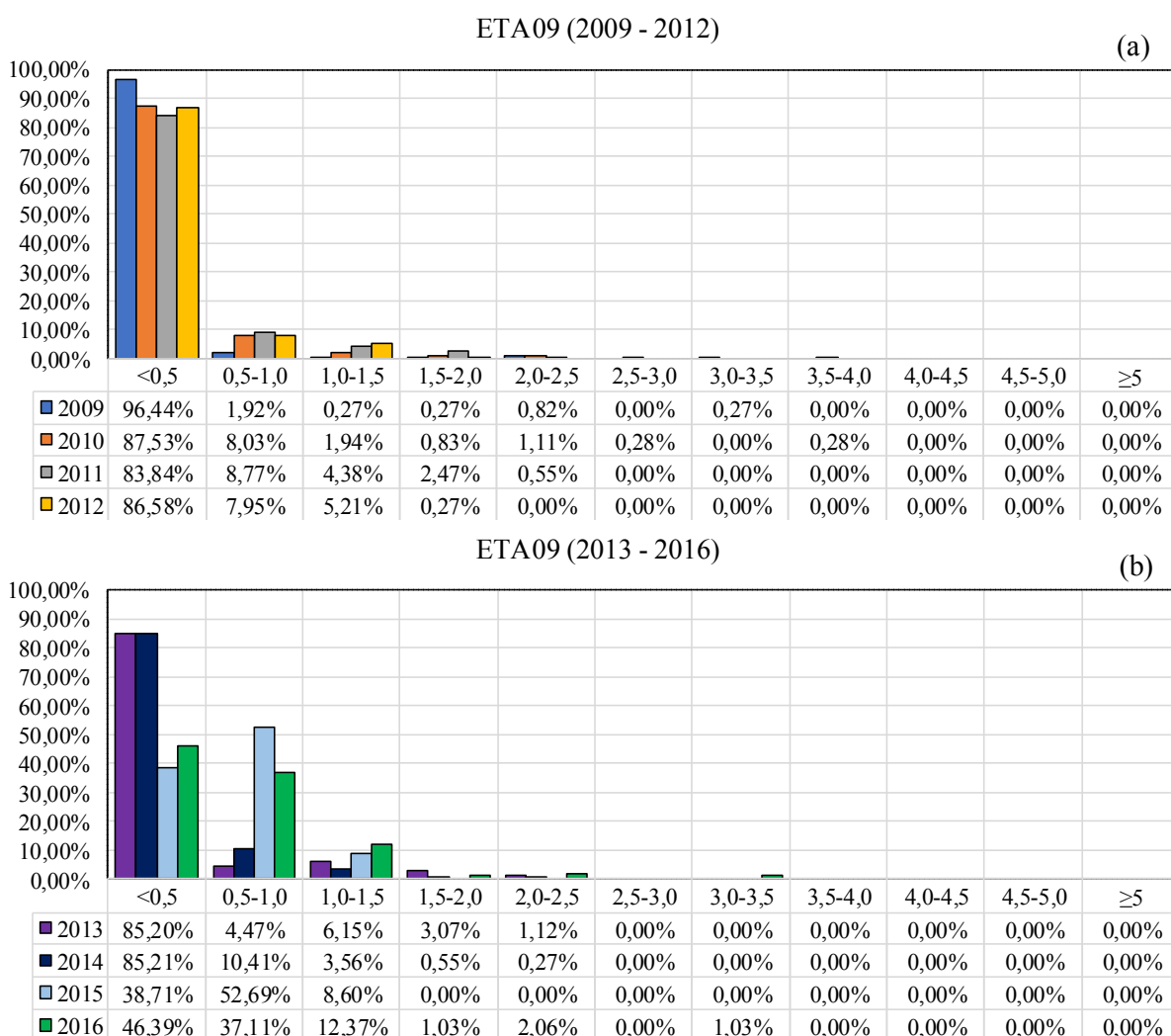
Nos histogramas de frequência da Figura 5.11, representando a ETA 07, tem-se que os anos 2012 e 2013 foram os que apresentaram maior percentual de atendimento aos padrões e metas de 0,5 uT e 0,3 uT. No entanto, observa-se um aumento de turbidez ao longo dos anos de 2014 a 2016, com percentual de atendimento ao limite de 0,5 uT decaindo de 41,67% a 22,22%. Indicando a necessidade de otimizar a estação. Esse aumento dos valores de turbidez ocorreu na época de seca da região.

Figura 5.11 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 07 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



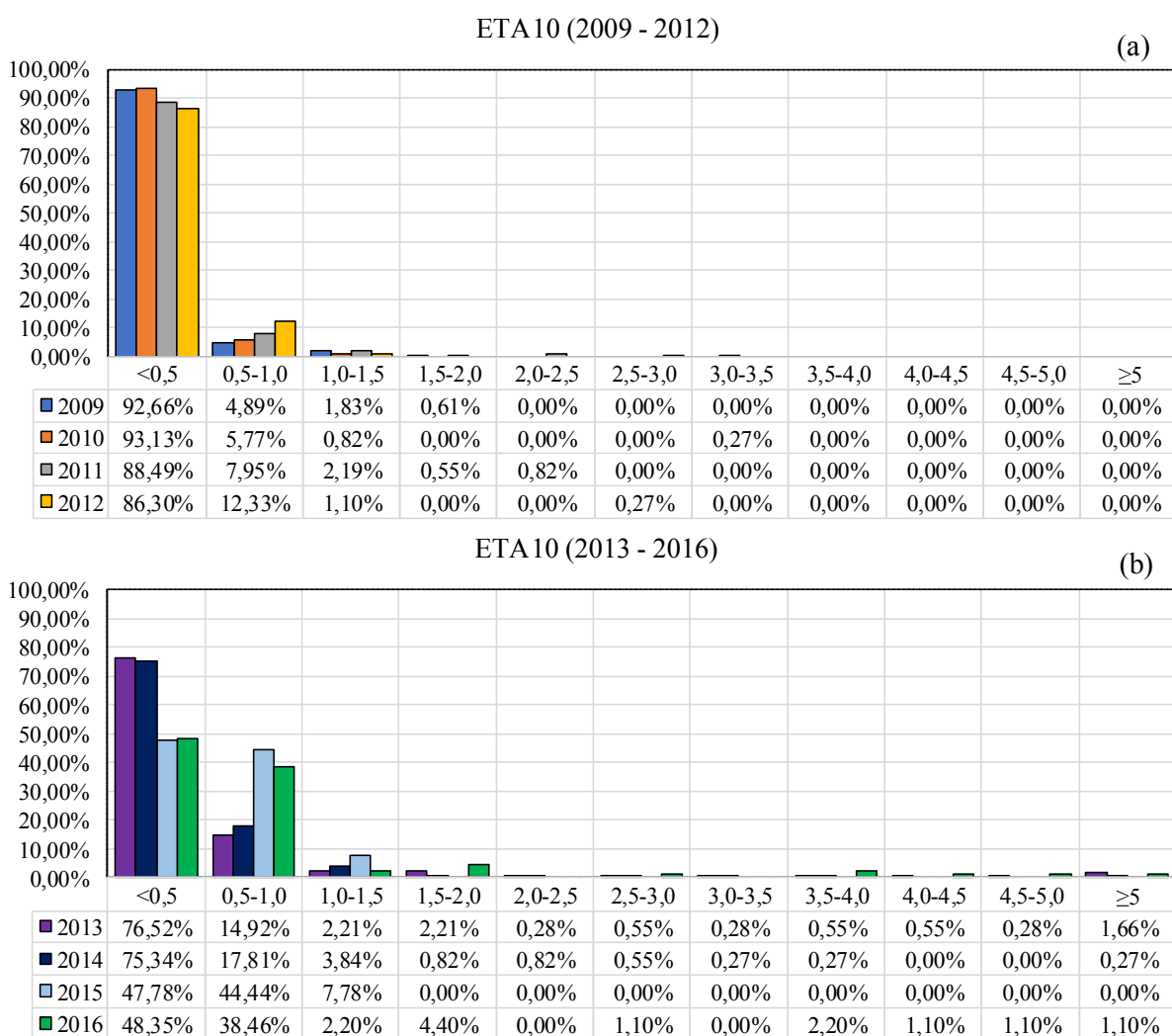
A ETA 09, representada na Figura 5.12, apresentou, entre as 12 estações, o maior percentual de atendimento à meta de 0,3 uT, cerca de 92% no ano de 2009. No entanto, nos anos de 2015 e 2016 observou-se um aumento em relação aos valores de turbidez, diminuindo o percentual de atendimento ao padrão de 0,5 uT para 38,71% e 46,39% respectivamente. Vale ressaltar que os dados de turbidez dos referidos anos (2015 e 2016) não foram disponibilizados em sua totalidade, podendo essa distribuição estar equivocada quanto a realidade. No entanto, já em 2014, o percentual de valores de turbidez menores que 0,5 uT veio diminuindo, evidenciando a ocorrência de falhas no processo de tratamento de água para abastecimento humano na ETA 09.

Figura 5.12 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 09 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



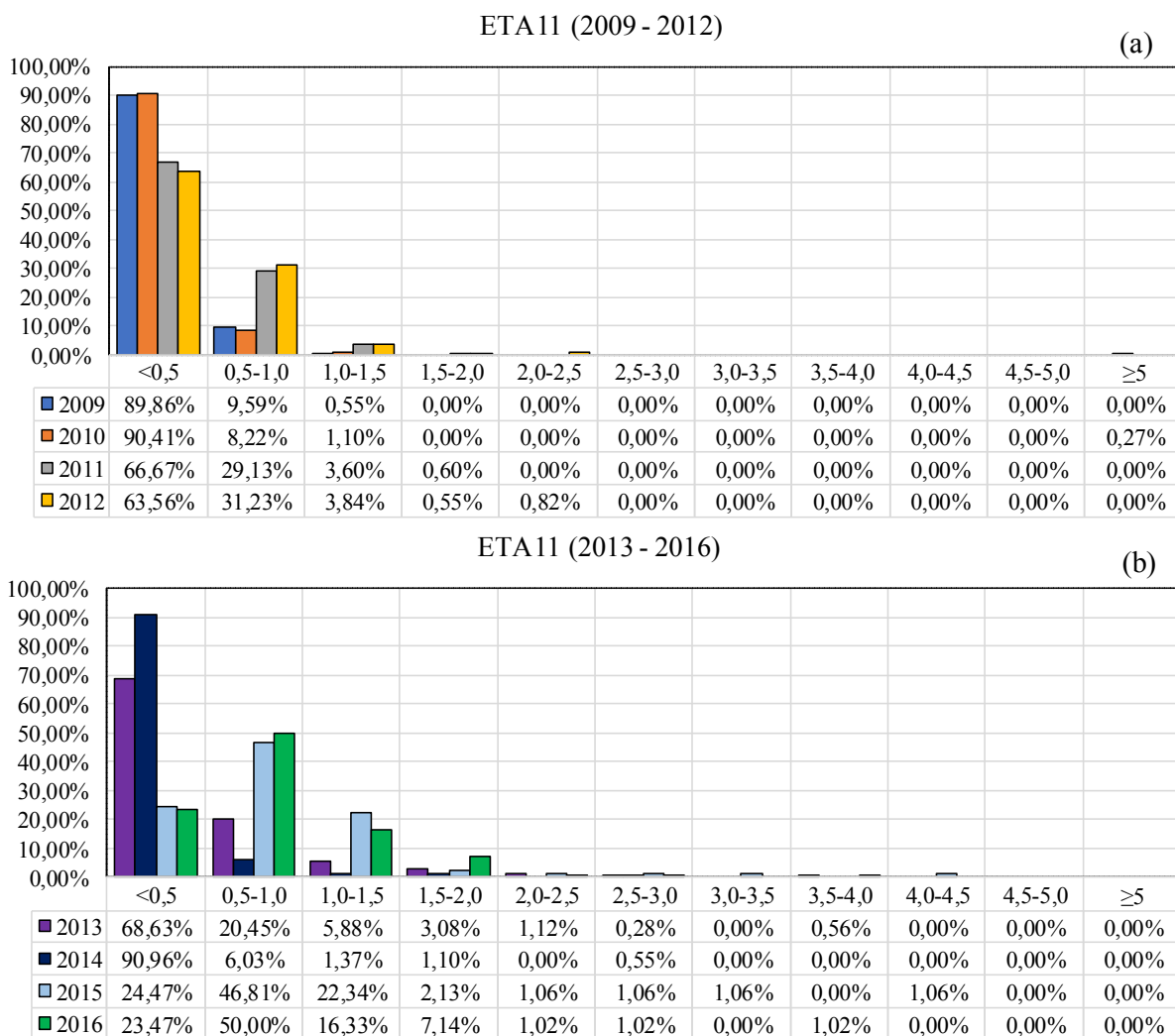
Comportamento semelhante foi observado na Figura 5.13, representando a ETA 10. Nela, as medianas dos valores anuais de turbidez aumentaram de 0,1 uT em 2009 para 0,53 uT e 0,52 uT em 2015 e 2016 respectivamente. Mas ainda assim, a maioria dos registros de turbidez atendeu ao padrão de 1,0 uT. Esse aumento nos valores de turbidez foi progressivo, indicando que a estação de tratamento de água veio falhando ao longo dos anos, necessitando de melhorias para conseguir aumentar sua eficiência de tratamento e atingir aos padrões e metas estabelecidos na normatização brasileira.

Figura 5.13 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 10 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016



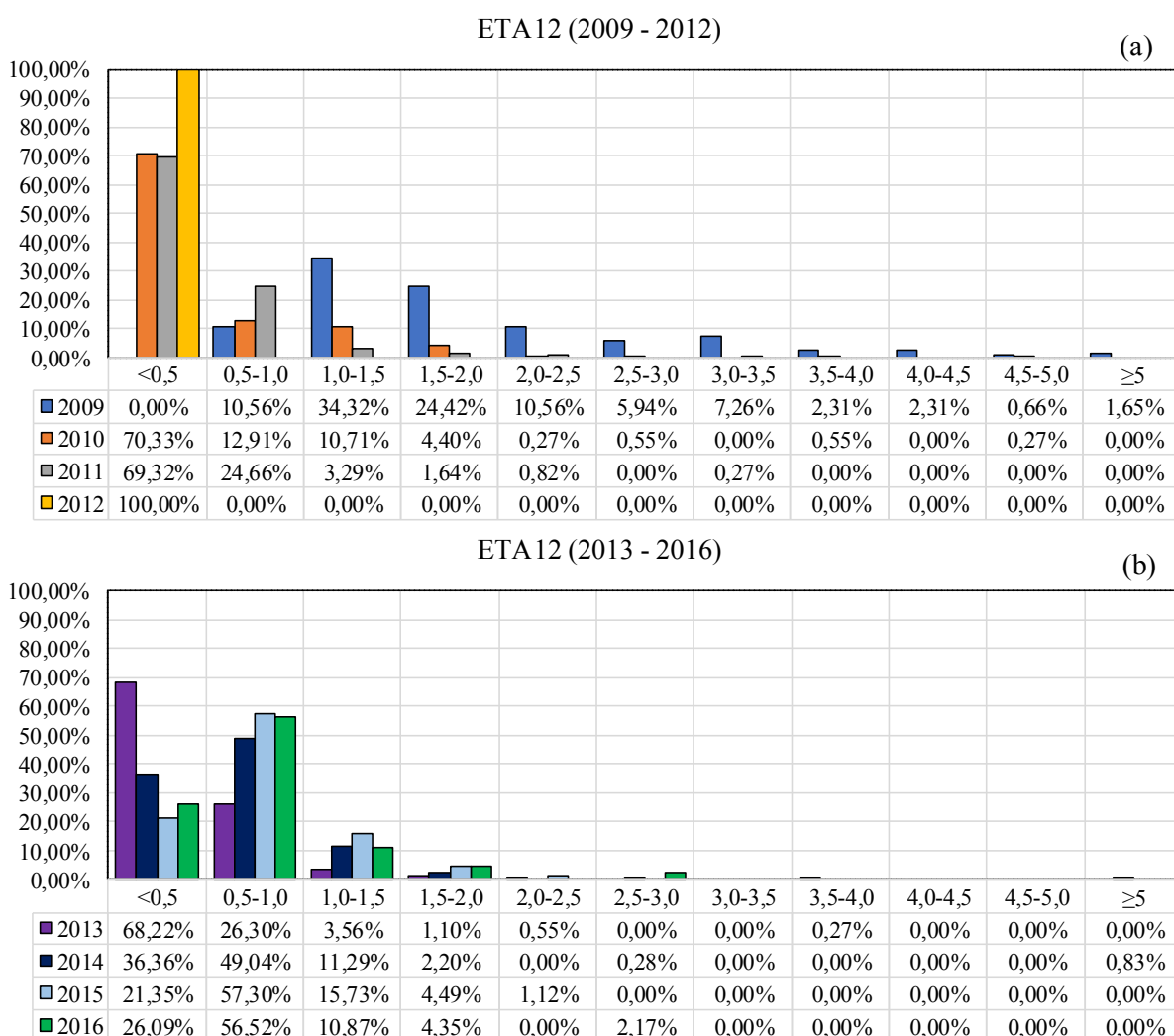
Na Figura 5.14 tem-se o histograma de frequência dos dados de turbidez da água tratada referente a ETA 11. Observa-se que a maioria de seus valores de turbidez apresentaram-se em conformidade com o limite de 1,0 uT para os anos de 2009 a 2014. Situação essa já esperada, uma vez que a ETA 11 passou por obras de ampliação em 2006, com término em 2009. Já nos anos de 2015 e 2016, cerca de 50% de seus dados passaram a variar de 0,5 uT a 1,0 uT, acarretando não atendimento ao limite de 0,5 uT. Vale salientar que os dados referentes a 2015 e 2016 não são de frequência diária, uma vez que esses não foram disponibilizados em tempo hábil para a pesquisa, e sim com frequência média de oito dados ao mês, podendo estar a distorcer sua real distribuição.

Figura 5.14 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 11 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



Já a ETA 12, representada na Figura 5.15, manifestou-se como a estação, dentre as 12 analisadas, com menor percentual de atendimento (81,53%) ao padrão de 1,0 uT, chegando a manifestar, em 2009, apenas 13,86% dos dados atendendo ao padrão de 1,0 uT, enquanto o atendimento aos padrões de 0,5 uT e 0,3 uT para o mesmo ano foram nulos. No entanto, nos anos subsequentes a porcentagem de atendimento ao limite de 1,0 uT variou de 84,89% a 100%, e os percentuais mínimos de atendimento aos limites 0,5 uT e 0,3 uT foram de 22,47% e 3,37% respectivamente, em 2015. Mais uma vez essa diminuição no percentual de atendimento aos valores de turbidez abaixo de 0,5 uT e 0,3 uT ocorreu principalmente nos anos de 2015 e 2016, cujos dados de turbidez não foram disponibilizados em sua totalidade para a pesquisa, podendo estar a distorcer a real distribuição dos valores de turbidez, embora já no ano de 2014 essa diminuição na porcentagem de atendimento pudesse ser observada.

Figura 5.15 - Histograma de frequência dos valores anuais de turbidez da ETA 12 (a) de 2009 a 2012 e (b) de 2013 a 2016.



Em linhas gerais, a ETA 04 foi a que apresentou melhores percentuais de atendimento em relação aos padrões estabelecidos nas portarias 518 e 2914, além de manifestar atendimento total aos limites de 1,0 uT, 0,5 uT e 0,3 uT de forma simultânea em 11 dos 96 meses analisados e relatar apenas uma ocorrência de percentual de atendimento nulo nos meses amostrados. Já a ETA 01 apresentou a maior quantidade de percentual nulo em relação aos meses amostrados, 84 de 96 meses para 0,5 uT e 33 de 96 meses para 0,3 uT (ver APÊNDICE B).

A Tabela 5.14 explicita os índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de turbidez para as 12 estações de tratamento de água, enquanto no APÊNDICE C constam os índices mensais de atendimento aos padrões de qualidade para turbidez, cloro residual livre e coliformes totais das 12 estações.

Tabela 5.14 - Índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de turbidez para as estações em estudo.

Índice de atendimento aos padrões de qualidade								
ETA	Turbidez							
	2009	2010	2011	2012	2013 ^(a)	2014 ^(b)	2015 ^(c)	2016 ^(d)
01	91,26%	95,88%	82,17%	78,10%	9,32%	4,67%	11%	3,08%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
02	57,81%	94,91%	94,91%	77,87%	4,10%	9,32%	28,22%	22,81%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
03	97,53%	99,18%	96,10%	100%	48,51%*	98,08%	99,73%	88,89%
	NA	NA	NA	A	NA	A	A	NA
04	86,30%	91,73%	79,18%	95,63%	96,71%*	86,58%*	98,36%	95,9%*
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	A	NA
05	89,59%	98,36%	96,16%	98,09%	22,29%	2,20%	14,58%	28,28%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
06	97,89%	90,55%	--	98,31%	36,64%*	29%	25,81%	46,88%
	NA	NA	--	NA	NA	NA	NA	NA
07	89,86%	92,47%	98,89%	96,74%	90,68%*	41,67%	31,25%	22,22%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
08	97,12%	92,05%	97,70%	96,74%	23,55%	16,07%	10,87%	20,62%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
09	98,36%	95,87%	92,60%	94,79%	85,79%*	85,48%*	40,86%	48,98%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10	97,86%	98,90%	97,53%	98,90%	77,26%*	76,99%*	49,45%	48,39%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
11	99,45%	98,63%	95,81%	94,79%	68,8%*	90,96%*	24,47%	24,49%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
12	13,16%	84,89%	95,40%	100%	70,96%*	37,36%	22,47%	28,42%
	NA	NA	NA	A	NA	NA	NA	NA
Total	84,36%	94,68%	93,45%	94,84%	55,95%	48,72%	48,55%	46,62%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

A: Atende; NA: Não atende; -- Não houve coleta; ^(a) 0,5 uT em 25% das amostras; ^(b) 0,5 uT em 50% das amostras; ^(c) 0,5 uT em 75% das amostras; ^(d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Observa-se na Tabela 5.14 que apenas três das 12 estações em estudo atenderam, em algum momento, aos padrões de qualidade preconizados nas normativas brasileiras. Tendo a ETA 03 apresentado atendimento aos padrões em 2012, 2014 e 2015, a ETA 04 em 2015 e a ETA 12

em 2012. Ademais, nenhuma das estações apresentou atendimento total aos limites de turbidez preconizados na normatização brasileira, caracterizando assim situações de perigo.

A ETA 03 apresentou maiores índices de atendimento anual, seguida da ETA 04, com 100% e 98,36% respectivamente. em contraste com a ETA 01 e ETA 02, que apresentaram os índices mais baixos de atendimento de 3,08% e 4,10% respectivamente.

Nos anos de 2013, 2014 e 2016 houve situações em que a porcentagem mínima de atendimento ao padrão de turbidez foi alcançada. No entanto, a ocorrência de valores de turbidez superiores a 1,0 uT caracterizou essas situações em não atendimento, uma vez que a norma brasileira prevê para atendimento aos padrões de qualidade a ausência de valores de turbidez acima do referido valor.

No geral, das 12 estações analisadas, apenas a ETA 03 e a ETA 04 apresentaram atendimento ao padrão de qualidade referente a turbidez após a alteração do mesmo, demonstrando uma maior capacidade de produzir água com menores valores para a turbidez nos anos de 2014 e 2015. As demais estações apresentaram queda no índice de atendimento para turbidez, principalmente a ETA 02 que teve seu índice diminuído de 78% em 2012 para 4% em 2013, atingindo seu maior índice (após a mudança dos padrões) 28,22%, em 2015.

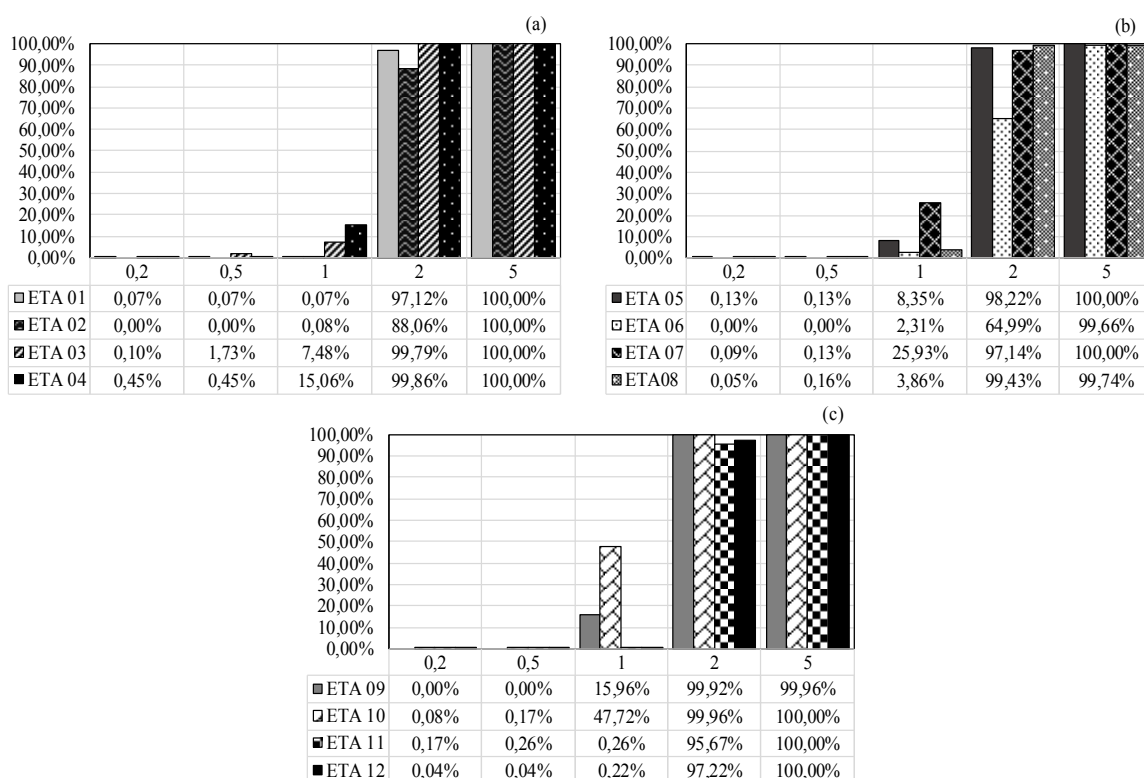
No tocante aos índices mensais de atendimento, tem-se que apesar de a ETA 03 apresentar maior atendimento aos padrões, a mesma também possui índices baixos, como 0% e 3,33% nos meses de fevereiro e abril de 2013. Em contraste com a ETA 04, que embora apresente uma quantidade maior de meses que não atende em sua totalidade aos padrões de abastecimento estabelecidos, não houve meses com índice de atendimento nulo (ver APÊNDICE C).

É importante lembrar que, embora a turbidez seja um parâmetro com enfoque estético, valores elevados da mesma devem ser entendidos como situação de perigo, principalmente quando houver ocorrência de coliformes totais e *E. coli*, pois a turbidez é considerada, também, indicador de remoção de protozoários e outros patogênicos, tanto pelas normativas e diretrizes brasileiras como pela canadense, estadunidense e pela OMS (BRASIL, 2011; CARMO, 2005; MELO, 2014; TEIXEIRA *et al*, 2004).

5.3.2 Cloro Residual Livre

Quanto ao padrão de atendimento ao parâmetro cloro residual livre, na Figura 5.16 observa-se a distribuição dos dados de cloro residual livre das 12 estações de tratamento de água do Espírito Santo. Apenas a ETA 06 não apresentou mais de 75% dos seus dados com concentrações de cloro residual livre abaixo da concentração recomendada (2 mg.L^{-1}) pelas normas brasileiras.

Figura 5.16 - Percentual de dados atendendo aos padrões e metas de cloro residual livre da água tratada, 2009 a 2016, (a) ETA 01 a ETA 04, (b) ETA 05 a ETA 08 e (c) ETA 09 a ETA 12.



Nota-se que a ETA 02, a ETA 06 e a ETA 09 são as únicas que não possuem ocorrência de concentração de cloro residual livre menor que $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ para os anos amostrados (2009 a 2016). Além disso, a ETA 06, ETA 08 e ETA 09 demonstraram ocorrência de concentrações de cloro residual livre acima do valor máximo considerado prejudicial à saúde ($5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) em normas brasileiras.

No caso da ETA 01, 97,12% dos dados de cloro residual livre possuem concentração inferior a 2 mg.L^{-1} , enquanto que apenas 0,07% (dois dados) apresentaram concentração inferior a $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$. De acordo com a normatização brasileira o teor mínimo de cloro residual livre na

água de abastecimento deve ser de 0,2 mg.L⁻¹, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, enquanto que o teor máximo recomendado deve ser de 2 mg.L⁻¹.

O limite inferior de cloro residual livre estabelecido pela normatização deve ser atendido, uma vez que visa dar garantia de existência de desinfetante na água que possa agir como barreira final no caso de (re)contaminação por conta de existência de alguma falha na rede de distribuição. O seu não atendimento caracteriza situação de perigo.

A estação com maior percentual de dados inferiores a 2 mg.L⁻¹ foi a ETA 10, com 99,96% dos dados em conformidade com a normatização e mediana de 1,1 mg.L⁻¹, no entanto, ela manifestou 0,08% (dois dados) com concentrações inferiores a 0,2 mg.L⁻¹, concentração mínima recomendada para a rede de distribuição, e não na saída da estação. Já a estação com menor percentual de dados inferiores a 2 mg.L⁻¹ é a ETA 06, com 64,99% e mediana de 2 mg.L⁻¹.

Na Tabela 5.15 são apresentados os índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de cloro residual livre das 12 estações em estudo. Observa-se que nenhuma das estações de tratamento de água manifestou atendimento total aos padrões de qualidade de cloro residual livre no período amostrado. Destacam-se a ETA 02 e a ETA 06 que, embora não apresentem valores inferiores a 0,2 mg.L⁻¹, não obtiveram atendimento aos padrões normatizados em nenhum dos oito anos correspondentes a esta pesquisa. O índice de atendimento da ETA 02 variou de 54,52% em 2009 a 98,36% em 2013, enquanto a variação observada para a ETA 06 foi de 1,37% em 2014 e 99,73% em 2009. O atendimento aos padrões de cloro residual livre está intimamente ligado ao tipo de desinfetante utilizado (gasoso, líquido, sólido), concentração utilizada, tipo de dosador, manutenção dos equipamentos e treinamento dos responsáveis.

Em relação à ETA 06, os anos que correspondem aos menores índices de atendimento ao cloro residual livre coincidem com o período no qual os padrões para turbidez tornaram-se mais restritivos. Nessa época, além dos baixos índices referentes a cloro residual livre, a estação também apresentou baixos índices de atendimento à turbidez, com a distribuição dos dados concentrada entre os valores 0,5 uT e 1,0 uT (Figura 5.9). Maiores valores de turbidez, principalmente quando relacionadas à matéria orgânica, tendem a requerer maiores demandas de desinfetante (MOMBA *et al.*, 2008).

É importante ressaltar que o município no qual a ETA 06 está inserida consta, em 2017, com 5.232 metros de rede coletora. Tendo, em fevereiro de 2017, sido assinada a ordem de serviço para a complementação do sistema de esgotamento sanitário do município, com a construção de duas estações elevatórias de esgoto bruto e uma estação de tratamento de águas residuárias, com capacidade de tratar o esgoto de 58,6% da população (GOVERNO ES, 2017), o que pode vir a diminuir a contaminação na água bruta e refletir numa água tratada de melhor qualidade.

As estações com maior quantidade de anos atendendo aos padrões normatizados de cloro residual livre foram a ETA 09 e a ETA 10, com seis dos oito anos em conformidade com a normatização brasileira. No entanto, a ETA 09 é, em geral, a que apresenta melhores índices de atendimento anual, além de não ter manifestado ocorrência de valores superiores a 2 mg.L⁻¹ e inferiores 0,2 mg.L⁻¹, diferentemente da ETA 10.

Sem pormenorizar, o índice de atendimento aos padrões normativos do parâmetro cloro residual livre, na saída das estações, variou de 1,37% a 100%. Uma vez que o cloro é um agente desinfetante responsável por diminuir a concentração de parâmetros microbiológicos na rede de distribuição, a existência de concentrações de cloro residual livre menores que 0,2 mg.L⁻¹ compromete a manutenção de concentrações adequadas do parâmetro na rede de distribuição, enquanto a existência de valores acima de 5 mg.L⁻¹ constitui risco à saúde, caracterizando situações de perigo.

Vale salientar que apesar do índice de atendimento ao padrão de cloro residual livre tenha sido de 100% para algumas das estações de tratamento de água nos anos de 2015 e 2016, a quantidade de dados amostrados nesse período foi menor em relação aos demais analisados, uma vez que não foi possível a obtenção de todos os dados desse período em tempo hábil para a realização desta pesquisa.

Tabela 5.15 - Índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de cloro residual livre para as estações em estudo.

Índice de atendimento aos padrões de qualidade								
ETA	Cloro Residual Livre							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
01	99,73%	98,08%	100%	94,89%	97,53%	93,68%	99,42%	92,44%
	NA	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
02	54,52%	94,01%	94,01%	90,57%	98,36%	96,16%	92,33%	93,55%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
03	99,45%	99,73%	99,72%	100%	99,40%	99,73%	100%	100%
	NA	NA	NA	A	NA	NA	A	A
04	99,18%	99,73%	100%	100%	100%	96,44%	100%	100%
	NA	NA	A	A	A	NA	A	A
05	100%	100%	100%	99,73%	99,71%	99,45%	89,58%	69,39%
	A	A	A	NA	NA	NA	NA	NA
06	99,73%	99,18%	83,01%	66,85%	68,66%	1,37%	5,43%	11,96%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
07	100%	99,73%	100%	99,41%	99,45%	87,30%	84,38%	93,94%
	A	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
08	99,59%	99,45%	99,34%	100%	99,45%	100%	98,90%	95,88%
	NA	NA	NA	A	NA	A	NA	NA
09	100%	100%	99,73%	100%	100%	99,73%	100%	100%
	A	A	NA	A	A	NA	A	A
10	100%	100%	100%	100%	99,45%	100%	100%	98,94%
	A	A	A	A	NA	A	A	NA
11	100%	100%	99,40%	100%	99,44%	100%	81,54%	14,29%
	A	A	NA	A	NA	A	NA	NA
12	100%	99,76%	100%	100%	100%	99,73%	95,40%	37,23%
	A	NA	A	A	A	NA	NA	NA
Total	95,85%	99,17%	97,95%	95,88%	96,84%	89,48%	93%	85,73%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

A: Atende; NA: Não atende.

5.3.3 Parâmetros microbiológicos

A Tabela 5.16 apresenta o número de amostras de coliformes totais e *E. coli* que manifestaram resultado positivo, e o número total de amostras realizadas no período de 2009 a 2016.

Tabela 5.16 - Número de amostras de coliformes totais e *E. coli* com resultado positivo.

Estação de tratamento	Quantidade de amostras positivas		Total de amostras
	Coliformes totais	<i>E. coli</i>	
ETA 01	9	0	2331
ETA 02	6	0	816
ETA 03	0	0	809
ETA 04	8	0	768
ETA 05	5	1	802
ETA 06	23	0	790
ETA 07	12	0	798
ETA 08	17	1	779
ETA 09	11	1	782
ETA 10	19	1	780
ETA 11	33	1	792
ETA 12	36	2	770
TOTAL	179	7	11017

Em relação ao parâmetro coliforme total, de acordo com a Tabela 5.16, observa-se que apenas a ETA 03 atendeu ao padrão de qualidade estabelecido pela normatização brasileira, não possuindo ocorrência de coliformes totais e *E. coli*. A ETA 12 apresentou o maior número de amostras positivas para coliformes totais (36 amostras) e *E. coli* (duas amostras), seguida pela ETA 11 com 33 amostras positivas de coliformes totais e uma de *E. coli*. Ela é também a estação com maior ocorrência de *E. coli*.

O manancial de captação para a ETA 01, ETA 02 e ETA 12 recebe lançamento de lodo proveniente do tratamento da água, além do lançamento de esgoto doméstico e industrial, de forma que o índice de coliformes termotolerantes presentes no rio chegou a cerca de 160 mil unidades por 100 mL de água.

Na Tabela 5.17 são apresentados os índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de coliformes totais para as estações em estudo. Já os índices mensais de atendimento aos

padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais das 12 estações estão disponíveis no APÊNDICE C.

A ETA 12 e a ETA 06 não apresentaram atendimento à normatização brasileira em nenhum dos anos amostrados, com índice anual variando entre 88,54% a 97,92% e 96% a 98,96%, respectivamente. Já a ETA 11, embora seja uma das estações com maior número de ocorrência de coliformes totais ao longo do período amostral, apresentou atendimento anual total ao parâmetro coliforme total no ano de 2016.

As situações supracitadas caracterizam situações de perigo. É possível observar também que não houve atendimento anual em concomitância com nenhum dos três parâmetros avaliados (turbidez, cloro residual livre e coliformes totais), uma vez que nenhum desses parâmetros apresentou-se em conformidade com a legislação durante todo o período amostrado.

Em relação ao índice de atendimento anual, apenas a ETA 03 e a ETA 04 apresentaram atendimento simultâneo entre os parâmetros, nos anos de 2012 e 2015 para a ETA 03, e de 2015 para a ETA 04. Já em relação aos parâmetros de cloro residual livre e coliformes totais, não se constatou nenhuma relação aparente entre a presença ou ausência de coliformes totais e o atendimento ou não aos padrões de cloro residual livre na água tratada, uma vez que concentração de cloro residual livre acima de $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ é recomendada para que seja possível desinfetar microrganismos como coliformes totais. Ademais, o não atendimento aos padrões legislativos dos parâmetros coliforme total e *E. coli* indica falhas ou insuficiência no tratamento da água.

Tabela 5.17 - Índices anuais de atendimento aos padrões de qualidade de coliformes totais para as estações em estudo.

Índice anual de atendimento aos padrões de qualidade								
ETA	Coliformes Totais							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
01	99,35%	99,35%	99,67%	100%	99,31%	99,68%	99,63%	100%
	NA	NA	NA	A	NA	NA	NA	A
02	99,04%	100%	98,08%	100%	99,03%	99,07%	98,98%	100%
	NA	A	NA	A	NA	NA	NA	A
03	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	A	A	A	A	A	A	A	A
04	98,02%	98,06%	99,02%	100%	98,98%	98,04%	100%	100%
	NA	NA	NA	A	NA	NA	A	A
05	98,02%	99,01%	100%	100%	100%	100%	98,96%	98,99%
	NA	NA	A	A	A	A	NA	NA
06	96,97%	97,03%	97,98%	95,10%	97%	96%	97,85%	98,96%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
07	99,01%	95,05%	96,04%	100%	99%	98,99%	100%	100%
	NA	NA	NA	A	NA	NA	A	A
08	98,96%	95,96%	96,94%	98%	96,94%	100%	97,80%	97,92%
	NA	NA	NA	NA	NA	A	NA	NA
09	93,75%	100%	100%	100%	98,99%	96,91%	100%	98,98%
	NA	A	A	A	NA	NA	A	NA
10	92,86%	98,99%	95%	100%	97,98%	97,96%	100%	97,87%
	NA	NA	NA	A	NA	NA	A	NA
11	96,04%	95,88%	94,95%	95,10%	98%	93,14%	93,62%	100%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	A
12	94,06%	97%	88,54%	93,68%	96,97%	97,92%	97,75%	96,81%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total	97,52%	98,12%	97,58%	98,74%	98,77%	98,52%	98,85%	99,20%
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

A: Atende; NA: Não atende

5.4 Caracterização dos Riscos

Fundamentado nos dados amostrais referentes a turbidez, cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli*, identificaram-se as situações de perigo existentes por meio dos índices de atendimento ao plano mínimo de amostragem e aos padrões brasileiros de potabilidade

normatizados, além das metas indicadoras de remoção de protozoários. Em seguida, deu-se prosseguimento à caracterização do risco, utilizando-se os conceitos de severidade e ocorrência, e aplicando-se os critérios definidos no tópico material e métodos.

A coleta de dados referentes aos parâmetros de qualidade para a água potável, por si só, serve apenas como volume de dados, os quais devem ser analisados rotineiramente. A prática frequente de identificação de perigos acaba se tornando uma ferramenta importante para a tomada de decisões em uma estação de tratamento de água. Contudo, para que isso se torne realidade, faz-se necessário que a metodologia de Avaliação do Risco seja adaptada de forma a se tornar prática e de fácil utilização (CARMO, 2005).

Primeiramente, com base nos índices de atendimento aos padrões normatizados e metas para a remoção de protozoários, avaliou-se a ocorrência dos dados em desacordo com as diretrizes impostas nas normas brasileiras para, em seguida, classificar a severidade dessas ocorrências com base nos padrões legislativos. O cálculo do valor empírico do risco e sua classificação foram realizados seguindo-se as diretrizes da WHO (2011).

A caracterização do risco procedeu-se utilizando os dados de 2009 a 2014, uma vez que os dados de 2015 e 2016 não estão completos. Na Tabela 5.18 mostra-se a caracterização do risco de 12 estações de tratamento de água amostradas, assim como os valores de ocorrência e severidade encontrados.

Observa-se que, das 12 estações em estudo, apenas quatro (ETA 01, ETA 03, ETA 05 e ETA 09) apresentaram magnitude do risco *Baixo*. Tal fato já era esperado, uma vez que a ETA 03 foi a única, das estações avaliadas, que não reportou ocorrência de coliformes totais, além de manifestar todos os seus dados de turbidez com concentração inferior a 5 uT. Adicionalmente, apresentou 99,8% dos dados de cloro residual livre em conformidade com o padrão de potabilidade nacional. No entanto, ela recebeu nota 5 no critério de severidade para cloro residual livre, pois apresentou ocorrência de dados abaixo de 0,5 mg.L⁻¹ e 0,2 mg.L⁻¹ em mais de três vezes ao ano.

Tabela 5.18 - Caracterização do risco através dos critérios de ocorrência e severidade para cada estação de tratamento amostrada.

ETA	Parâmetro	Ocorrência	Severidade	Pontuação do risco	Magnitude do risco
01	Turbidez	4	3	1,32	5,57 BAIXO
	CRL	2	3	2,08	
	CT	1	4	2,18	
02	Turbidez	4	4	1,76	8,09 MÉDIO
	CRL	3	4	4,15	
	CT	1	4	2,18	
03	Turbidez	3	3	0,99	3,26 BAIXO
	CRL	1	5	1,73	
	CT	1	1	0,54	
04	Turbidez	3	4	1,32	6,96 MÉDIO
	CRL	2	5	3,46	
	CT	1	4	2,18	
05	Turbidez	4	5	2,20	5,61 BAIXO
	CRL	1	2	0,69	
	CT	1	5	2,72	
06	Turbidez	4	3	1,32	11,21 ALTO
	CRL	4	4	5,54	
	CT	2	4	4,35	
07	Turbidez	3	4	1,32	8,44 MÉDIO
	CRL	2	4	2,77	
	CT	2	4	4,35	
08	Turbidez	4	4	1,76	7,50 MÉDIO
	CRL	1	4	1,38	
	CT	2	4	4,35	
09	Turbidez	3	3	0,99	4,40 BAIXO
	CRL	1	2	0,69	
	CT	1	5	2,72	
10	Turbidez	3	5	1,65	7,44 MÉDIO
	CRL	1	1	0,35	
	CT	2	5	5,44	
11	Turbidez	3	4	1,32	6,02 MÉDIO
	CRL	1	1	0,35	
	CT	2	4	4,35	
12	Turbidez	4	3	1,32	7,80 MÉDIO
	CRL	1	3	1,04	
	CT	2	5	5,44	

A ETA 09, embora esteja operando com vazão da ordem de 23 L.s⁻¹ superior à de projeto, equivalente a 43,4%, apresentou risco *Baixo*, demonstrando eficiência no tratamento de água potável, com 84,47% dos seus dados de turbidez atendendo ao padrão de 0,5 uT. O fato de ter relatado presença de *E. coli* e de possuir ocorrência de dados positivos para coliformes totais nos anos avaliados, conferiu-lhe nota 5 no critério de severidade referente ao parâmetro coliforme total.

O método de caracterização do risco demonstrou alguma tolerância à ocorrência de dados de turbidez em desacordo com a normatização, uma vez que, mesmo tendo apresentado cerca de 32% e 40% dos seus dados de turbidez em desacordo com os padrões normativos, a ETA 05 e ETA 01, respectivamente, obtiveram magnitude do risco *Baixo*. Isso foi possível porque os dados de turbidez apresentados não se distanciaram muito dos padrões normatizados, assim como os dados de cloro residual livre, além de terem apresentado baixa ocorrência de coliformes totais, três e oito dados, respectivamente, no período de seis anos, embora a primeira tenha manifestado ocorrência única de *E. coli*. Contudo, a partir de um valor de risco igual a 6, a magnitude do mesmo é alterada para *Médio*, sendo que os valores de risco para essas estações estão em torno de 5,6. De acordo com os dados disponibilizados dos anos de 2015 e 2016 para essas estações, observou-se que o cumprimento aos padrões de turbidez continua falhando, ao mesmo tempo que, no caso da ETA 05, o atendimento aos padrões de cloro residual livre decresceu de 99,45% em 2014 para 69,39% em 2016, denotando possível falha no processo de desinfecção.

Magnitude de risco *Alto* foi observada na ETA 06, que apresentou o maior percentual de descumprimento ao padrão de cloro residual livre em relação as demais estações, com cerca de 30% de seus dados em desconformidade com a normatização brasileira. Ademais, cerca de 33% de seus dados de turbidez apresentaram-se em desacordo com a normatização. Observando os dados disponibilizados de turbidez, cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli* dos anos de 2015 e 2016, verifica-se que os índices de atendimento ao parâmetro cloro residual livre decaíram, e houve manifestação de resultado positivo para coliformes totais no ano de 2015. Tal fato demonstra menor “tolerância” em relação aos padrões de cloro residual livre e coliformes totais, uma vez que esses são parâmetros mais diretamente ligados à desinfecção e, conseqüentemente, ao monitoramento de organismos que podem causar problemas à saúde.

Já a maioria das estações avaliadas, sete de 12, apresentou risco *Médio*. Dessas, a ETA 07 foi a que apresentou maior valor de risco (8,44), enquanto a ETA 11 apresentou o menor valor (6,02). O valor de ocorrência do parâmetro turbidez e *E. coli* para as duas estações foi o mesmo. No entanto a ETA 07 apresentou maior ocorrência e concentrações de cloro residual livre em desconformidade com os padrões de potabilidade, além de contar com 12 ocorrências de coliformes totais no período de seis anos.

Vale salientar que embora a ETA 11 tenha apresentado menor valor de risco para a magnitude de risco *Médio*, os dados referentes aos anos de 2015 e 2016 demonstraram diminuição no atendimento aos padrões de turbidez e cloro residual livre, o que pode elevar o valor de risco da estação.

De maneira geral, apenas a ETA 03 e a ETA 04 apresentaram situação de cumprimento aos padrões legislativos para a turbidez no período de 2015 a 2016, tendo a ETA 05 e a ETA 06 apresentado aumento nesses índices de, respectivamente, 14,58 a 28,28% e 25,41% a 46,88%. As demais estações apresentaram diminuição nos índices de atendimento aos padrões de turbidez. Em relação ao cloro residual livre, apenas a ETA 05, a ETA 11 e a ETA 12 apresentaram diminuição no atendimento ao padrão de, respectivamente, 99,45% a 69,39, 100% para 14,29% e 99,73% a 37,23%. E apenas a ETA 09, a ETA 10 e a ETA 12 não manifestaram presença de coliformes totais, e *E. coli*, em 2015 e 2016, demonstrando que principalmente a ETA 11 e a ETA 12, possuem agravos nas situações de perigo já existentes.

No tocante ao plano mínimo de amostragem, é importante atentar-se que o não cumprimento do mesmo pode mascarar os dados avaliados, principalmente dos parâmetros de turbidez e cloro residual livre, já que o plano mínimo de amostragem de coliformes totais e *E. coli* foi atendido em praticamente todos os anos amostrados. Como a caracterização do risco leva em consideração a ocorrência desses dados, baixos índices de atendimento ao plano de amostragem podem vir a influenciar o resultado final.

Em resumo, o risco das estações variou entre *Baixo* e *Médio*, havendo apenas uma ocorrência de risco *Alto*, para a ETA 06. Essa não é uma situação atípica. Embora utilizando metodologia diferente, ainda que seguindo as mesmas diretrizes propostas pela OMS, Carmo *et al.* (2008), após avaliarem dados de controle da qualidade da água em um período de três anos para uma estação de tratamento do município Barbacena na Zona da Mata mineira, também chegaram a uma classificação de risco total como sendo risco *Médio*. Já Gradwohl (2012), ao avaliar sistemas de abastecimento de água na região metropolitana de Fortaleza, encontrou Risco total variando de *Baixo* a *Médio*.

6 CONCLUSÕES

A partir da revisão da literatura, da análise dos dados e da aplicação da Avaliação do Risco, é possível concluir que:

- Nenhuma das estações de tratamento de água avaliadas cumpriu os planos mínimos de amostragem preconizados na normativa nacional. Da mesma forma, o efluente das estações não se mostrou em conformidade com os valores máximos permitidos e metas estabelecidas na norma brasileira;
- Os efluentes de todas as estações de tratamento de água apresentaram situações de perigo em maior ou menor grau de severidade, aumentando com a modificação dos limites referentes ao padrão de turbidez, que se tornaram progressivamente mais restritivos;
- Na metodologia utilizada, a pontuação do risco referente a cada parâmetro mostrou ser um indicador importante para a priorização de medidas corretivas necessárias, enquanto a classificação total do risco permitiu uma visão geral da situação das estações;
- Embora o método de caracterização do risco tenha demonstrado certa tolerância aos dados de turbidez em desconformidade com a normatização brasileira, este parâmetro mostrou-se primordial para a realização da Avaliação do Risco, representando a qualidade do efluente das estações quanto à estética e indicando possível presença de microorganismos;
- Os parâmetros de cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli* serviram como balizadores da caracterização do risco, confirmando as situações indicadas pela turbidez;
- No tocante aos critérios e às definições adotados para a caracterização final do risco, eles se mostraram eficazes e adequados, pois a caracterização atingida para o risco correspondeu à realidade das estações e mostrou-se em acordo com os resultados obtidos em estudos similares.

7 RECOMENDAÇÕES

Embora a importância da realização da Avaliação do Risco durante todo o processo de tratamento de água seja ressaltada pela OMS e esteja de forma implícita na normatização vigente, existem apenas diretrizes de como proceder com a identificação de perigos e classificação do risco. Dessa forma, recomenda-se:

- Continuidade de estudos relacionados à Avaliação do Risco em estações de tratamento de água para a consolidação da metodologia;
- Ampliação da caracterização do risco para pontos de coleta na rede de distribuição de água, e não somente na saída da estação, uma vez que pode ocorrer contaminação por vazamentos e pressões negativas;
- Realização de Avaliação do Risco em estações de tratamento de água com diferentes tecnologias;
- Realização de Avaliação do Risco em estações de tratamento de água em outras regiões do Brasil, considerando os distintos índices de atendimento da população abastecida.

REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. *Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água*. Panorama Nacional/Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape – Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010. Vol. 1.
- ARAUJO, F. J. C.; ADISSI, P. J.; MACEDO, R. M. P. R.; ROCHA, S. S.; MARQUES FILHO, S. Avaliação de risco como instrumento de gestão ambiental. *Revista Produção Online*, v. 01, n. 01, out. de 2001. ISSN 1676.
- BANGSGAARD, A. M. *Method for Risk Analysis in regard of different types of projects*. 2010. 71 f. Master thesis (MSc in Management Accounting & Control) – Aarhus School of Business, University of Aarhus, Aarhus, 2010.
- BARROS, R. T. V.; CHERNICHARO, C. A. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. (ed). *Manual de saneamento e proteção ambiental para apoio aos municípios*. (Volume 2). Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA – UFMG / Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. 1995.
- BASSANESI, K. *Análise de risco do aproveitamento da água de chuva para uso não potável em edificações*. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.
- BASTOS, R. K. X.; HELLER, L.; BEVILACQUA, P. D.; PÁDUA, V. L.; BRANDÃO, C. C. S. Legislação sobre controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano: a experiência brasileira comparada à Panamericana. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL - AIDIS, 29, 2004, San Juan, Porto Rico. *Anais...* San Juan: AIDIS, 2004.
- BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; MIERZWA, J. C. *Análise de Risco Aplicada ao Abastecimento de Água para Consumo Humano*. In: PÁDUA, V. L. de. Remoção de Microrganismos Emergentes e Microcontaminantes Orgânicos no Tratamento de Água para Consumo Humano. PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 328-362.
- BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X.; HELLER, L.; OLIVEIRA, A. A.; MARTINS, M. B. C.; BRITO, L. L. A. Densidades de *Giardia* e *Cryptosporidium* em mananciais de abastecimento de água e prevalência de giardíase: usos e aplicações do modelo teórico de avaliação de risco. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28, 2002, Cancún, México. *Anais...* Cidade do México: Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 56/BSB, de 14 de março de 1977. Aprova normas e o padrão de potabilidade da água a serem observados em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 22 mar. 1977.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Aprova normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 23 jan. 1990, Seção I, p. 1651-1654.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 1.469, de 29 dez. 2000. 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*. Brasília, DF. 22 fev. 2000. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 março de 2004. 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*. Brasília, DF, 26 mar. 2004. 15p.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006b. 60p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006c. 212p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Documento base de construção e revisão da Portaria nº 36/MS/1990*. Diário. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. Série E. Legislação de Saúde. 108p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. 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*. Brasília, DF. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS*. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 60p.

CÂMARA MUNICIPAL DE VILA VELHA – CMVV. Contaminação do rio Jucu e atribuições da CESAN em Vila Velha são tema de tribuna livre. 2016. Disponível em: <<http://www.cmvv.es.gov.br/noticia.aspx?id=6073>>. Acesso em: mar. 2017.

CARMO, R. F. *Vigilância epidemiológica e vigilância da qualidade da água para consumo humano*. Desafios para o município: Estudo de caso em Barbacena - MG. 2005. 157 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. *Eng. Sanit. Ambient.*, [S. l.], v. 13, n. 4, p.426-434, out. 2008.

CARVALHO, E. M.; LEITE, E. F. Perspectivas da avaliação de riscos ambientais em bacias hidrográficas. *Interface*, [s. L.], n. 6, p.11-21, 6 maio 2013.

CESAN – COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. *Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída em 2012*. Nova Venécia.2012. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/03/Nova-Venecia_Relatorio_2013_BIOS-A.pdf>. Acesso em : out. 2015.

CESAN – COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. *Abrangência*. 2014. Disponível em: <<http://www.cesan.com.br/empresa/abrangencia/>>. Acesso em : out. 2015.

COVELLO, V. T.; MUMPOWER, J. L. Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective. *Risk Analysis*, v. 05, n. 2, p. 33-54. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1985.tb00159.x.

FOX, K. R.; LYTLE, D. A. Milwaukee's *crypto* outbreak: investigation and recommendations. *Journal – American Water Works Association*, [S. l.], v. 88, n. 9, p. 87-94. 1996.

GODFREY, S.; HOWARD, G. *Water safety plans: book 1 – planning water safety management for urban piped water supplies in developing countries*. London: Water, Engineering and Development Centre, Loughborough University, 2005. 122p.

GOFTI-LAROCHE, L.; DEMANSE, D.; JORET, J. C.; ZMIROU, D. Health risks and parasitical quality of water. *Journal – American Water Works Association*, [S. l.], v. 95, n. 9, p. 162-172. 2003.

GOVERNO ES. *Obras de esgotamento sanitário em Pinheiros*. 2017. Disponível em: <<https://es.gov.br/Noticia/obras-de-egotamento-sanitario-em-pinheiros>>. Acesso em: mar. 2017.

GRADVOHL, S. T de S. *Análise de riscos em sistemas de abastecimento de água sob perspectiva do plano de segurança da água – estudo de caso: região metropolitana de Fortaleza no Estado do Ceará*. 2012. 213 f. Tese (Doutorado em Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

HASS, C. N.; ROSE, J.; GERBA, C. P. *Quantitative microbial risk assessment*. New York: John Wiley & Sons, 1999. 449p.

HEALTH & SAFETY AUTHORITY. *Hazard and Risk*. Ireland. 2017. Disponível em: <<http://www.hsa.ie/eng/Topics/Hazards/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

HEALTH CANADA. FEDERAL PROVINCIAL TERRITORIAL COMMITTEE ON DRINKING WATER. *Guidelines for Canadian drinking water quality*. Summary table. Ottawa: Health Canada, 2014.

HELLER, L.; PÁDUA, V., L. de (org.). *Abastecimento de água para consumo humano*. Belo Horizonte: UFMG, 2006. Vol. 1.

HRUDEY, S. E.; FAWELL, J.; LEISS, W.; ROSE, J. B.; SINCLAIR, M. *Managing Uncertainty in the Provision of Safe Drinking Water*. [S. l.]: Canadian Water Network, 2012. 21 p.

HUNTER, P. R.; FEWTRELL, L. *Acceptable risk*. In: FEWTRELL, L.; BARTRAM, J. (Ed). *Water Quality guidelines, standards and health: assessment of risk and risk management for water related infectious disease*. Londres: WHO/IWA Publishing, 2001, p. 207-227.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008*. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245351>>. Acesso em: 20 out. 2016.

JANUÁRIO, P. B. *Análise de conformidade de indicadores sentinelas da qualidade da água de abastecimento de Campina Grande – PB*. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2013.

LEAL, P. M. R. M. *Avaliação de risco microbiológico associado à ocorrência de protozoários em sistemas de abastecimento de água: um estudo na cidade de Divinópolis, Minas Gerais*. 2005. 73 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

LECHEVALLIER, M. W.; AU, K-K. *Water treatment and pathogen control: Process efficiency in achieving safe drinking water*. Cornwall, UK: TJ International, WHO/IWA, 2004. 136 p.

- LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3ª ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 494 p.
- MAKUNGO, R.; ODIYO, J.O.; TSHIDZUMBA, N. Performance of small water treatment plants: The case study of Mutshedzi Water Treatment Plant. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 36, p. 1151–1158, 2011. ISSN: 1474-7065.
- MAN, H.; VAN DEN BERG, H.H.J.L.; LEENEN, E. J. T. M.; SCHIJVEN, J. F.; SCHETS, F. M.; VAN DER VLIET, J. C.; VAN KNAPEN, F.; RODA HUSMAN, A. M. Quantitative assessment of infection risk from exposure to waterborne pathogens in urban floodwater. *Water Research*. v. 48, p. 90-99, 2014.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (editores). *Reúso de água*. 1ª ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2003. 579 p.
- MELO, L. D. V. *Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de água*. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- MINISTRY OF HEALTH. *Drinking-water Standards for New Zealand*. Wellington: Ministry of Health, 2008, 163 p.
- MOMBA, M.N.B.; OBI, C.L.; THOMPSON, P. *Improving Disinfection Efficiency in Small Drinking Water Treatment Plants*. WRC Report No. 1531/1/08. Water Research Commission Pretoria, South Africa, 2008. 137 p.
- MORENO, J. *Avaliação e gestão de riscos no controle da qualidade da água em redes de distribuição: Estudo de caso*. 2009. 617f. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação e área de concentração em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. *Hidrologia estatística*. Belo Horizonte: CPRM, 2007.
- OLIVEIRA, M. D. *Desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho de estações convencionais de tratamento de água*. 2014. 205f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- RAZZOLINI, M. T. P.; NARDOCCI, A. C. Avaliação de Risco Microbiológico: Etapas e sua aplicação na análise da qualidade da água. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*. São Paulo. v.1, n. 2. 2006.
- RODRIGUES, A. B. *Avaliação de risco da qualidade de água de abastecimento de um hospital público regional de urgência e emergência*. 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.
- SADIQ, R.; RODRIGUEZ, M. J. Interpreting drinking water quality in the distribution system using Dempster-Shafer theory of evidence. *Chemosphere*, v.59 n. 2, p. 177-188, 2005. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2004.11.087.
- SHAMS, S.; AHSAN, A.; AL-MAMUN, A.; ARUNKUMAR, T. Physical Risk Assessment for Urban Water Supply in a Developing Country: A Case of Mega City Dhaka. *Engineering Journal*, v.20 n. 3, p. 23-31, 2016. Doi: 10.4186/ej.2016.20.3.23.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto de 2015*. 2016. Publicado: Terça, 20 de Dezembro de 2016, 15h09. Última atualização: Quarta, 04 de Janeiro de 2017, 11h02. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

SPIESMAN, A. L.; SPEIGHT, V. L. A Risk-Based Methodology for Contaminant Prioritization. *Journal – American Water Works Association*, [S. l.], v. 106, p. 150-159, 1 mar. 2014. American Water Works Association. <http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0034>.

STROIE, E. R. Advantages and Disadvantages of Quantitative and Qualitative Information Risk Approaches. *Chinese Business Review*, v. 10, n. 12, p. 1106-1110, Dec. 2011. ISSN 1537-1506.

TEIXEIRA, A. R.; SANTOS, E. P. C.; PÁDUA, V. L.; HELLER, L.; DI BERNARDO, L.; LIBÂNIO, M. A confiabilidade analítica dos valores de turbidez da água filtrada e seu efeito no cumprimento do padrão de potabilidade. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, [S. l.], v. 9, nº1, p. 65-72, jan/mar 2004.

TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. 3ª Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. XIII – 643 p.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. *National Primary Drinking Water Regulations: long term 2 enhanced surface water treatment rule; Final Rule*. Federal Register – Part II – 40CFR, Parts 9, 141 and 142. January 5, 2006.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. *National Primary Drinking Water Regulations*. EPA 816-F-09-004 May 2009. Washington, D.C.: USEPA, 2009.

VIANA, D. B. *Contribuições para a construção de modelos de estimativa de riscos à saúde associados à transmissão de Giardia e Cryptosporidium via abastecimento de água para consumo humano*. 2011. 258 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

VIEIRA, V. P. P. B. (org.). *Análise de Risco em Recursos Hídricos: Fundamentos e Aplicações*. Porto Alegre: ABRH, 2005. 372 p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2014. 472p. – (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1).

WHO – World Health Organization. *Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. Padstow: IWA, 2001.

WHO – World Health Organization. *Quantifying public health risk in the WHO: Guidelines for Drinking – Water Quality. A burden of disease approach*. 3 ed. Geneva: WHO, 2008. 49p.

WHO – World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4. ed. Geneva: WHO, 2011. 564 p.

WHO/UNICEF - World Health Organization / United Nations International Children's Emergency Fund. *Progress on sanitation and drinking water: 2015 update and MDG assessment*. WHO/UNICEF. 2015. Disponível em: <[https://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller\[type\]=assessment_reports](https://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller[type]=assessment_reports)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

WHO – World Health Organization. UN - United Nations. *About WHO*. 2016. Disponível em: <<http://ww.who.int/about/what-we-do/en/>>. Acesso em: 21 maio 2016.

APÊNDICE A

**Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem das
12 estações do estado do Espírito Santo.**

Tabela A. 1 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 01.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 01)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	325%	288%	338%	325%	325%	325%	313%	325%	325%	325%	325%	325%
2010	Turb	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	325%	300%	325%	300%	313%	325%	325%	338%	325%	325%	325%	338%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%	100%	100%
	CT	313%	300%	338%	313%	288%	325%	300%	338%	325%	325%	325%	313%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
	CT	338%	313%	300%	313%	338%	313%	338%	325%	313%	313%	325%	313%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	325%	300%	300%	325%	250%	213%	325%	325%	313%	338%	300%	300%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	325%	300%	325%	313%	325%	325%	325%	325%	325%	338%	313%	325%
2015	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	313%	288%	325%	325%	325%	325%	275%	138%	250%	275%	238%	275%
2016	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70,97%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70,97%	100%	100%
	CT	250%	250%	275%	213%	225%	213%	250%	288%	250%	238%	238%	246%

Tabela A. 2 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 02.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 02)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	113%	113%	113%	100%	113%	100%	125%	113%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	113%	113%	100%	113%	113%	87,50%	113%	125%	113%
2011	Turb	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%
	CRL	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%
	CT	100%	113%	100%	113%	100%	100%	113%	113%	113%	113%	113%	113%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%
	CT	113%	100%	113%	113%	100%	113%	113%	113%	113%	100%	113%	100%
2013	Turb	100%	0%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	CRL	100%	0%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	CT	100%	100%	125%	113%	87,50%	100%	113%	113%	113%	100%	113%	113%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	138%	100%	113%	113%	100%	113%	125%	113%	113%	113%
2015	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	87,50%	125%	100%	113%	113%	113%	50,00%	100%	113%	113%	87,50%
2016	Turb	100%	100%	100%	100%	22,58%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	96,77%	100%	100%	100%	22,58%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	87,50%	100%	87,50%	87,50%	87,50%	87,50%	113%	113%	100%	87,50%	87,50%	100%

Tabela A. 3 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 03.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 03)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	113%	125%	100%	113%	113%	113%	113%	113%	113%	113%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	125%	100%	113%	113%	100%	113%	113%	100%	125%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%
	CT	113%	100%	87,50%	100%	100%	113%	100%	125%	100%	113%	125%	100%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	113%	100%	125%	113%	87,50%	113%	113%	113%	125%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	6,45%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	6,45%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	113%	113%	100%	125%	100%	125%	87,50%	100%	75,00%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	125%	113%	100%	113%	113%	100%	113%	113%	100%	113%
2015	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	125%	113%	100%	113%	100%	62,50%	113%	100%	100%	87,50%
2016	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	125%	87,50%	100%	87,50%	75,00%	87,50%	125%	100%	100%	87,50%	87,50%	100%

Tabela A. 4 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 04.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 04)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	87,50%	113%	100%	113%	113%	100%	113%	113%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	100%	100%	125%	113%	113%	100%	113%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	125%	87,50%	100%	125%	100%	113%	113%	100%	113%	100%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	113%	100%	125%	100%	100%	113%	100%	113%	113%	87,50%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	87,50%	113%	100%	100%	100%	113%	100%	125%	87,50%	100%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	113%	113%	100%	125%	100%	113%	113%	87,50%	100%
2015	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	113%	87,50%	113%	100%	50,00%	100%	113%	100%	100%
2016	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	125%	75,00%	87,50%	100%	100%	100%	-	-	-	-

- Os dados diários não foram disponibilizados integralmente em tempo hábil.

Tabela A. 5 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 05.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 05)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	100%	113%	113%	113%	100%	100%	113%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	125%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	100%	113%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	100%	113%	100%	113%	125%	100%	100%	113%	100%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	125%	100%	113%	113%	100%	138%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	23,33%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	23,33%	96,77%
	CT	113%	100%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	75,00%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	113%	125%	100%	100%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	113%	100%	100%	113%	50,00%	100%	100%	113%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	100%	100%	100%	100%	125%	87,50%	113%	100%	100%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 6 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 06.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 06)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	96,77%	20,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	113%	100%	113%	113%	113%	87,50%	100%	100%
2010	Turb	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	125%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	113%	100%	113%
2011	Turb	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	100%	113%	87,50%	100%	125%	87,50%	113%	100%	100%
2012	Turb	77,42%	89,66%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	100%	100%	100%	113%	125%	100%	125%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	93,33%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	66,67%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	113%	113%	100%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	75,00%
2014	Turb	0%	0%	80,65%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	100%	87,50%	113%	113%	113%	113%	100%	100%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	125%	100%	100%	100%	113%	50,00%	87,50%	100%	100%	87,50%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	100%	87,50%	100%	138%	87,50%	100%	100%	87,50%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 7 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 07.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 07)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	100%	113%	100%
2010	Turb	100%	100%	77,42%	20,00%	9,68%	3,33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	125%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	100%	113%	113%
2011	Turb	0%	0%	0%	90,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	87,50%	113%	100%	113%	125%	100%	100%	113%	100%
2012	Turb	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	87,50%	100%	125%	87,50%	113%	113%	100%	138%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	63,33%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	113%	113%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	87,50%
2014	Turb	0%	0%	67,29%	100%	64,52%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%
	CRL	100%	100%	74,19%	100%	64,52%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	113%	87,50%	113%	100%	113%	125%	87,50%	100%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	100%	113%	100%	113%	50,00%	100%	100%	113%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	125%	87,50%	87,50%	125%	87,50%	100%	113%	100%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 8 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 08.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 08)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	CT	87,50%	87,50%	113%	100%	100%	100%	113%	87,50%	100%	113%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	113%	100%	100%	100%	113%	113%	100%	100%	100%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
	CT	100%	100%	113%	100%	87,50%	100%	100%	113%	100%	100%	100%	113%
2012	Turb	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%
	CRL	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%
	CT	113%	100%	113%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	100%	87,50%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	86,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	113%	100%	125%	100%	75,00%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	93,55%	100%	100%	100%	93,33%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93,33%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	113%	113%	100%	113%	113%	100%	113%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	100%	100%	113%	50,00%	75,00%	100%	100%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	100%	113%	100%	113%	100%	87,50%	87,50%	100%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 9 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 09.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 09)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	113%	100%	100%	113%	87,50%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93,55%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	113%	100%	100%	100%	113%	113%	100%	100%	100%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	100%	100%	100%	113%	100%	100%	100%	113%
2012	Turb	100%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	113%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	83,33%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	100%	100%	100%	113%	113%	100%	125%	100%	75,00%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	87,50%	100%	100%	87,50%	113%	100%	113%	100%	100%	100%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	100%	100%	113%	50,00%	87,50%	113%	100%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	113%	113%	87,50%	100%	113%	100%	113%	100%	87,50%	87,50%	113%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 10 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 10.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 10)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	83,87%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	96,77%	96,77%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	96,77%	100%
	CT	100%	87,50%	113%	100%	100%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	113%	100%	100%	100%	113%	113%	100%	100%	100%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	100%	100%	113%
2012	Turb	100%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	113%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	100%	100%	100%	113%	113%	87,50%	125%	100%	87,50%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	87,50%	100%	100%	87,50%	125%	100%	113%	100%	100%	100%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	100%	100%	113%	50,00%	62,50%	113%	100%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	87,50%	100%	113%	100%	113%	62,50%	87,50%	87,50%	113%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 11 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 11.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 11)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	113%	100%	113%	100%	113%	113%	100%	100%	100%	113%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	64,52%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	113%	100%	113%	87,50%	100%	113%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	113%	100%	100%	87,50%	100%	100%	138%	100%	100%	100%	100%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	125%	100%	100%	100%	100%	100%	125%	113%	100%	125%	100%	87,50%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	125%	100%	100%	113%	100%	100%	100%	113%	100%	113%	100%	87,50%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	100%	113%	100%	100%	125%	100%	113%	113%	100%	100%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	113%	100%	100%	113%	50,00%	87,50%	100%	100%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	113%	100%	113%	87,50%	100%	87,50%	113%	125%	87,50%	100%	100%	87,5%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

Tabela A. 12 - Índices de atendimento mensal ao plano mínimo de amostragem para a ETA 12.

		Índice mensal de atendimento ao plano mínimo de amostragem (ETA 12)											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%
	CRL	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%
	CT	113%	100%	113%	100%	100%	100%	125%	113%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%
	CT	113%	88%	113%	100%	113%	100%	100%	113%	100%	100%	100%	113%
2011	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	88%	100%	100%	88%	113%	100%	100%	113%	100%	100%	88%	113%
2012	Turb	100%	97%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	97%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	88%	88%	113%	100%	113%	88%	113%	88%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	88%	100%	100%	88%	100%	113%	113%	100%	125%	100%	100%
2014	Turb	100%	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	113%	100%	75%	100%	100%	75%	125%	100%	113%	113%	100%	88%
2015	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	75%	113%	88%	100%	88%	113%	50%	75%	113%	100%	100%
2016	Turb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CRL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	100%	100%	113%	75%	100%	113%	100%	113%	100%	88%	75%	100%

- Os dados diários não foram disponibilizados em sua totalidade

APÊNDICE B

Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez das 12 estações do estado do Espírito Santo.

Tabela B. 1 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 01.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	77,42%	100,00%	83,87%	83,33%	96,77%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	96,77%	70,00%	90,32%
	<0,5	9,68%	39,29%	25,81%	23,33%	83,87%	66,67%	19,35%	83,87%	100,00%	77,42%	13,33%	12,90%
	<0,3	3,23%	0,00%	0,00%	0,00%	22,58%	3,33%	0,00%	74,19%	83,33%	67,74%	0,00%	3,23%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	73,33%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	86,67%	93,55%
	<0,5	16,13%	75,00%	3,33%	50,00%	51,61%	40,00%	41,94%	45,16%	36,67%	74,19%	26,67%	38,71%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,68%	0,00%	0,00%
2011	<1,0	74,19%	100,00%	58,06%	43,33%	80,65%	90,00%	90,32%	100,00%	100,00%	100,00%	93,33%	61,29%
	<0,5	0,00%	7,14%	0,00%	3,33%	3,23%	6,67%	0,00%	0,00%	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2012	<1,0	80,65%	100,00%	87,10%	90,10%	74,19%	70,00%	83,87%	45,16%	73,33%	--	--	--
	<0,5	0,00%	13,79%	0,00%	10,00%	3,23%	0,00%	3,23%	0,00%	3,33%	--	--	--
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	--	--	--
2013	<1,0	70,97%	100,00%	87,10%	96,67%	93,55%	83,33%	83,87%	100,00%	100,00%	96,77%	96,67%	80,65%
	<0,5	19,35%	7,14%	0,00%	16,67%	0,00%	3,33%	3,23%	3,23%	0,00%	38,71%	16,67%	3,23%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2014	<1,0	93,55%	100,00%	100,00%	93,33%	100,00%	100,00%	100,00%	90,32%	100,00%	96,77%	93,33%	96,77%
	<0,5	6,45%	32,14%	6,45%	0,00%	0,00%	3,33%	9,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	90,32%	96,67%	80,65%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	3,33%	22,58%	6,45%	23,33%	51,61%	23,33%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2016	<1,0	83,87%	96,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,00%	74,19%
	<0,5	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	3,33%	0,00%	3,23%	23,33%	4,55%	0,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 2 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 02.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	3,23%	7,14%	58,06%	20,00%	70,97%	40,00%	38,71%	80,65%	100,00%	87,10%	93,33%	90,32%
	<0,5	3,23%	0,00%	29,03%	10,00%	25,81%	6,67%	3,23%	64,52%	93,33%	74,19%	56,67%	74,19%
	<0,3	3,23%	0,00%	6,45%	3,33%	9,68%	3,33%	0,00%	41,94%	50,00%	35,48%	43,33%	41,94%
2010	<1,0	90,32%	100,00%	80,65%	93,33%	93,55%	100,00%	93,55%	100,00%	100,00%	--	100,00%	93,55%
	<0,5	58,06%	89,29%	58,06%	90,00%	87,10%	83,33%	74,19%	96,77%	86,67%	--	100,00%	87,10%
	<0,3	22,58%	60,71%	22,58%	80,00%	70,97%	50,00%	45,16%	90,32%	73,33%	--	83,33%	80,65%
2011	<1,0	93,33%	100,00%	80,65%	96,67%	100,00%	90,00%	100,00%	100,00%	--	96,77%	93,33%	93,55%
	<0,5	76,67%	100,00%	45,16%	90,00%	90,32%	80,00%	100,00%	100,00%	--	90,32%	86,67%	90,32%
	<0,3	56,67%	85,71%	25,81%	63,33%	77,42%	70,00%	90,32%	96,77%	--	90,32%	70,00%	77,42%
2012	<1,0	77,42%	89,66%	74,19%	3,33%	93,55%	--	96,77%	93,55%	93,33%	--	--	--
	<0,5	22,58%	56,62%	6,45%	3,33%	41,94%	--	48,39%	45,16%	26,67%	--	--	--
	<0,3	12,90%	0,00%	0,00%	3,33%	3,23%	--	3,23%	0,00%	0,00%	--	--	--
2013	<1,0	58,06%	--	--	10,00%	64,52%	63,33%	--	--	--	--	--	--
	<0,5	9,68%	--	--	0,00%	0,00%	6,67%	--	--	--	--	--	--
	<0,3	0,00%	--	--	0,00%	0,00%	0,00%	--	--	--	--	--	--
2014	<1,0	77,42%	35,71%	83,87%	46,67%	87,10%	100,00%	96,77%	90,32%	100,00%	100,00%	96,67%	77,42%
	<0,5	0,00%	0,00%	3,23%	0,00%	6,45%	3,33%	45,16%	6,45%	16,67%	16,13%	13,33%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2015	<1,0	100,00%	96,43%	74,19%	93,33%	90,32%	93,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	83,87%
	<0,5	6,45%	14,29%	6,45%	10,00%	6,45%	6,67%	22,58%	48,39%	60,00%	100,00%	46,67%	9,68%
	<0,3	3,23%	3,57%	3,23%	3,33%	3,23%	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	19,35%	3,33%	0,00%
2016	<1,0	77,42%	82,76%	93,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	83,87%	36,67%	6,45%
	<0,5	12,90%	0,00%	12,90%	10,00%	42,86%	43,33%	3,23%	41,94%	90,00%	32,26%	0,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	42,86%	0,00%	0,00%	0,00%	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 3 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 03.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	73,33%	100,00%
	<0,5	48,39%	89,29%	74,19%	26,67%	77,42%	100,00%	87,10%	74,19%	100,00%	100,00%	23,33%	70,97%
	<0,3	0,00%	21,43%	0,00%	0,00%	6,45%	63,33%	2,58%	32,26%	93,33%	96,77%	10,00%	32,26%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%
	<0,5	54,84%	35,71%	19,35%	70,00%	96,77%	96,67%	100,00%	96,77%	93,33%	51,61%	3,33%	32,26%
	<0,3	22,58%	0,00%	0,00%	0,00%	35,48%	93,33%	93,55%	96,77%	83,33%	9,68%	0,00%	3,23%
2011	<1,0	100,00%	100,00%	58,06%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	61,29*%	89,29%	35,48%	33,33%	90,32%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	93,55%	96,67%	48,00%
	<0,3	16,13%	35,71%	6,45%	0,00%	3,23%	20,00%	35,48%	41,94%	23,33%	2,26%	26,67%	4,00%
2012	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	51,61%	79,31%	83,87%	83,33%	93,55%	93,33%	54,84%	22,58%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	6,90%	0,00%	0,00%	3,23%	13,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2013	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,00%	96,77%
	<0,5	16,13%	0,00%	9,68%	3,33%	50,00%	76,67%	100,00%	100,00%	53,33%	61,29%	53,33%	54,84%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,45%	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%
2014	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	93,55%	82,14%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,3	3,23%	17,86%	25,81%	40,00%	48,39%	50,00%	32,26%	61,29%	36,67%	58,06%	80,00%	83,87%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%
	<0,3	64,52%	25,00%	51,61%	56,67%	41,94%	60,00%	61,29%	19,35%	16,67%	38,71%	43,33%	25,81%
2016	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	86,67%	96,77%
	<0,3	22,58%	68,97%	51,61%	0,00%	25,81%	26,67%	32,26%	32,26%	23,33%	16,13%	6,67%	9,68%

Tabela B. 4 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 04.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	80,65%	100,00%	83,87%	63,33%	100,00%	96,67%	90,32%	90,32%	96,67%	87,10%	50,00%	96,77%
	<0,5	48,39%	89,29%	64,52%	36,67%	96,77%	93,33%	87,10%	83,87%	96,67%	87,10%	43,33%	87,10%
	<0,3	6,45%	14,29%	35,48%	26,67%	3,55%	90,00%	74,19%	74,19%	93,33%	77,42%	26,67%	70,97%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	87,10%	83,33%	90,32%	96,67%	87,10%	100,00%	100,00%	100,00%	80,00%	77,42%
	<0,5	100,00%	100,00%	67,74%	80,00%	67,74%	96,67%	77,42%	100,00%	100,00%	100,00%	60,00%	77,42%
	<0,3	100,00%	100,00%	54,84%	53,33%	51,61%	83,33%	70,97%	100,00%	100,00%	96,77%	40,00%	61,29%
2011	<1,0	67,74%	100,00%	16,13%	63,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	87,10%	76,67%	45,16%
	<0,5	54,84%	96,43%	16,13%	46,67%	93,55%	96,67%	96,77%	100,00%	96,67%	54,84%	70,00%	29,03%
	<0,3	41,94%	92,86%	16,13%	36,67%	87,10%	96,67%	93,55%	100,00%	96,67%	41,94%	56,67%	9,68%
2012	<1,0	48,39%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	9,68%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	93,33%	100,00%	83,87%	96,67%	100,00%	90,00%	90,32%
	<0,3	0,00%	86,21%	96,77%	100,00%	70,97%	80,00%	100,00%	41,94%	73,33%	93,55%	30,00%	54,84%
2013	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%
	<0,5	96,77%	100,00%	87,10%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	96,77%	100,00%	96,77%	96,67%	90,32%
	<0,3	51,61%	67,86%	12,90%	20,00%	25,81%	43,33%	29,03%	3,23%	13,33%	67,74%	76,67%	64,52%
2014	<1,0	100,00%	100,00%	90,32%	93,33%	90,32%	93,33%	90,32%	100,00%	100,00%	9,68%	96,67%	100,00%
	<0,5	100,00%	100,00%	90,32%	86,67%	90,32%	93,33%	90,32%	93,55%	100,00%	9,68%	86,67%	100,00%
	<0,3	83,87%	6,43%	87,10%	80,00%	90,32%	93,33%	90,32%	93,55%	96,67%	9,68%	80,00%	90,32%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	100,00%	90,32%
	<0,3	100,00%	75,00%	93,55%	86,67%	87,10%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	86,67%	74,19%
2016	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%
	<0,5	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	100,00%	96,67%	93,55%	80,00%	90,32%
	<0,3	67,74%	75,86%	93,55%	86,67%	67,74%	63,33%	58,06%	35,48%	70,00%	74,19%	33,33%	25,81%

Tabela B. 5 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 05.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	90,32%	78,57%	83,87%	86,67%	77,42%	83,33%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	86,67%	90,32%
	<0,5	54,84%	10,71%	25,81%	20,00%	19,35%	33,33%	48,39%	58,06%	40,00%	64,52%	40,00%	29,03%
	<0,3	6,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	9,68%	16,13%	0,00%	6,45%	6,67%	3,23%
2010	<1,0	93,55%	100,00%	93,55%	100,00%	93,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	22,58%	60,71%	19,35%	43,33%	67,74%	80,00%	67,74%	83,87%	90,00%	80,65%	56,67%	80,65%
	<0,3	3,23%	3,57%	0,00%	0,00%	12,90%	6,67%	6,45%	3,23%	23,33%	12,90%	30,00%	6,45%
2011	<1,0	100,00%	89,29%	96,77%	93,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	87,10%	93,33%	96,77%
	<0,5	67,74%	50,00%	19,35%	73,33%	54,84%	70,00%	77,42%	58,06%	66,67%	48,39%	33,33%	61,29%
	<0,3	19,35%	3,57%	0,00%	20,00%	6,45%	20,00%	12,90%	6,45%	10,00%	6,45%	3,30%	16,13%
2012	<1,0	100,00%	96,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	93,33%	90,32%
	<0,5	61,29%	41,38%	38,71%	40,00%	48,39%	53,33%	51,61%	74,19%	33,33%	35,48%	53,33%	41,94%
	<0,3	9,68%	6,90%	12,90%	13,33%	6,45%	10,00%	6,45%	25,81%	16,67%	6,45%	26,67%	3,23%
2013	<1,0	96,77%	75,00%	80,65%	96,67%	80,65%	56,67%	74,19%	83,87%	83,33%	87,10%	100,00%	73,33%
	<0,5	38,71%	14,29%	29,03%	20,00%	9,68%	16,67%	6,45%	19,35%	23,33%	22,58%	100,00%	26,67%
	<0,3	3,23%	3,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	3,23%	57,14%	3,33%
2014	<1,0	54,84%	35,71%	25,81%	46,67%	35,48%	0,00%	26,67%	29,03%	36,67%	12,90%	0,00%	0,00%
	<0,5	19,35%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%
2015	<1,0	60,00%	100,00%	100,00%	88,89%	100,00%	100,00%	88,89%	75,00%	100,00%	88,89%	55,56%	71,43%
	<0,5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,22%	75,00%	42,86%	33,33%	22,22%	14,29%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,22%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%
2016	<1,0	75,00%	87,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	62,50%	50,00%
	<0,5	25,00%	0,00%	0,00%	50,00%	25,00%	37,50%	12,50%	40,00%	57,14%	77,78%	12,50%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	25,00%	25,00%	0,00%	30,00%	0,00%	0,00%	12,50%	0,00%

Tabela B. 6 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 06.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	96,77%	100,00%	100,00%	83,33%	--	--	--	--	--	--	--	--
	<0,5	29,03%	28,57%	70,00%	33,33%	--	--	--	--	--	--	--	--
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	--	--	--	--	--	--	--	--
2010	<1,0	--	--	--	83,33%	90,32%	96,67%	87,10%	100,00%	100,00%	100,00%	80,00%	77,42%
	<0,5	--	--	--	80,00%	67,74%	96,67%	77,42%	100,00%	100,00%	100,00%	60,00%	77,42%
	<0,3	--	--	--	53,33%	51,61%	83,33%	70,97%	100,00%	100,00%	96,77%	40,00%	61,29%
2011	<1,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	<0,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	<0,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2012	<1,0	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	86,67%	100,00%
	<0,5	25,00%	19,23%	3,23%	3,33%	38,71%	33,33%	67,74%	51,61%	40,00%	54,84%	6,67%	12,90%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%	3,33%	6,45%	3,23%	0,00%	6,45%	0,00%	0,00%
2013	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	--	100,00%	100,00%	--
	<0,5	25,81%	46,43%	67,74%	3,57%	45,16%	13,33%	32,26%	35,48%	--	54,84%	40,00%	--
	<0,3	3,23%	3,57%	0,00%	0,00%	3,23%	0,00%	0,00%	0,00%	--	0,00%	0,00%	--
2014	<1,0	--	--	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,32%	43,33%	83,87%
	<0,5	--	--	48,00%	43,33%	70,97%	30,00%	35,48%	45,16%	10,00%	9,68%	0,00%	0,00%
	<0,3	--	--	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	88,89%	75,00%	85,71%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	37,50%	12,50%	10,00%	0,00%	50,00%	37,50%	33,33%	50,00%	42,86%	12,50%	25,00%	14,29%
	<0,3	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	11,11%	25,00%	28,57%	12,50%	12,50%	0,00%
2016	<1,0	62,50%	62,50%	100,00%	100,00%	87,50%	85,71%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,00%	71,43%
	<0,5	12,50%	12,50%	66,67%	42,86%	25,00%	71,43%	75,00%	63,64%	28,57%	75,00%	37,50%	42,86%
	<0,3	0,00%	0,00%	11,10%	28,57%	25,00%	14,29%	50,00%	36,36%	14,29%	12,50%	12,50%	0,00%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 7 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 07.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	74,19%	75,00%	87,10%	80,00%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,67%	96,77%
	<0,5	6,45%	0,00%	0,00%	0,00%	22,58%	53,33%	6,45%	22,58%	40,00%	83,87%	23,33%	70,97%
	<0,3	6,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	38,71%	0,00%	19,35%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	79,17%	100,00%	33,33%	100,00%	--	--	--	--	--	--
	<0,5	74,19%	75,00%	29,17%	83,33%	0,00%	100,00%	--	--	--	--	--	--
	<0,3	3,23%	10,71%	4,17%	66,67%	0,00%	100,00%	--	--	--	--	--	--
2011	<1,0	--	--	--	100,00%	96,77%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%
	<0,5	--	--	--	74,07%	51,61%	80,00%	90,32%	87,10%	86,67%	77,42%	93,10%	93,55%
	<0,3	--	--	--	7,41%	3,23%	16,67%	9,68%	6,45%	0,00%	19,35%	58,62%	90,32%
2012	<1,0	100,00%	--	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	64,52%
	<0,5	100,00%	--	90,32%	96,67%	100,00%	96,67%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	53,33%	3,23%
	<0,3	90,32%	--	83,87%	90,00%	93,55%	76,67%	77,42%	90,32%	100,00%	64,52%	26,67%	0,00%
2013	<1,0	93,55%	100,00%	100,00%	96,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	--
	<0,5	64,52%	100,00%	96,77%	82,76%	100,00%	100,00%	83,87%	96,77%	90,00%	87,10%	100,00%	--
	<0,3	25,81%	89,29%	87,10%	72,41%	83,87%	96,67%	74,19%	48,39%	76,67%	77,42%	94,74%	--
2014	<1,0	--	--	89,47%	73,33%	95,00%	96,67%	100,00%	100,00%	3,33%	--	6,67%	32,26%
	<0,5	--	--	10,53%	13,33%	70,00%	83,33%	100,00%	90,32%	3,33%	--	0,00%	0,00%
	<0,3	--	--	0,00%	0,00%	20,00%	60,00%	100,00%	29,03%	3,33%	--	0,00%	0,00%
2015	<1,0	87,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	88,89%	87,50%
	<0,5	37,50%	0,00%	0,00%	12,50%	44,44%	12,50%	55,56%	100,00%	75,00%	37,50%	33,33%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	22,22%	0,00%	50,00%	12,50%	22,22%	0,00%
2016	<1,0	87,50%	87,50%	88,89%	100,00%	100,00%	85,71%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,67%	62,50%
	<0,5	25,00%	0,00%	11,11%	28,57%	30,00%	28,57%	37,50%	10,00%	28,57%	25,00%	22,22%	25,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	20,00%	14,29%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 8 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 08.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	100,00%	100,00%	87,10%	93,33%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	--	--	--	--
	<0,5	58,06%	78,57%	64,52%	6,67%	100,00%	90,00%	90,32%	80,65%	--	--	--	--
	<0,3	12,90%	25,00%	41,94%	36,67%	70,97%	70,00%	70,97%	61,29%	--	--	--	--
2010	<1,0	100,00%	85,71%	74,19%	100,00%	93,55%	83,33%	87,10%	93,55%	100,00%	93,55%	96,67%	96,77%
	<0,5	96,77%	75,00%	0,00%	26,67%	9,68%	3,33%	0,00%	38,71%	53,33%	9,68%	30,00%	61,29%
	<0,3	83,87%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,45%	0,00%	0,00%	3,33%	3,23%
2011	<1,0	100,00%	96,43%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,65%	--	--
	<0,5	77,42%	32,14%	41,94%	90,00%	93,55%	90,00%	67,74%	70,97%	36,67%	48,39%	--	--
	<0,3	35,48%	3,57%	16,13%	23,33%	29,03%	16,67%	3,23%	6,45%	0,00%	0,00%	--	--
2012	<1,0	100,00%	--	--	--	--	--	--	90,32%	100,00%	--	--	--
	<0,5	77,42%	--	--	--	--	--	--	25,81%	40,00%	--	--	--
	<0,3	35,48%	--	--	--	--	--	--	9,68%	10,00%	--	--	--
2013	<1,0	100,00%	100,00%	96,77%	73,08%	96,77%	96,67%	100,00%	90,32%	90,00%	96,77%	63,33%	35,48%
	<0,5	38,71%	82,14%	6,45%	15,38%	38,71%	13,33%	29,03%	22,58%	20,00%	12,90%	6,67%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2014	<1,0	100,00%	92,86%	93,55%	100,00%	96,55%	90,00%	90,32%	87,10%	96,43%	83,87%	66,67%	87,10%
	<0,5	19,35%	0,00%	16,13%	36,67%	20,69%	16,67%	19,35%	9,68%	7,14%	25,81%	6,67%	12,90%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,23%
2015	<1,0	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,00%	66,67%	75,00%	100,00%	77,78%	62,50%	7,50%
	<0,5	12,50%	0,00%	0,00%	14,29%	0,00%	0,00%	22,22%	25,00%	16,67%	22,22%	25,00%	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%
2016	<1,0	50,00%	87,50%	44,44%	85,71%	87,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	14,29%	33,33%
	<0,5	12,50%	37,50%	11,11%	7,14%	25,00%	33,33%	0,00%	33,33%	25,00%	14,29%	0,00%	0,00%
	<0,3	12,50%	25,00%	0,00%	8,57%	0,00%	11,11%	0,00%	22,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 9 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 09.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	90,00%	100,00%
	<0,5	96,77%	100,00%	100,00%	93,33%	96,77%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	86,67%	100,00%
	<0,3	90,32%	100,00%	90,32%	76,67%	90,32%	93,33%	100,00%	100,00%	96,67%	87,10%	86,67%	90,32%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	93,55%	83,33%	77,42%
	<0,5	100,00%	96,43%	93,55%	90,00%	93,55%	86,67%	93,55%	96,55%	100,00%	87,10%	56,67%	64,52%
	<0,3	100,00%	67,86%	51,61%	23,33%	38,71%	13,33%	45,16%	79,31%	80,00%	35,48%	3,33%	29,03%
2011	<1,0	87,10%	92,86%	80,65%	96,67%	87,10%	92,86%	80,65%	96,67%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%
	<0,5	83,87%	85,71%	64,52%	90,00%	83,87%	85,71%	64,52%	90,00%	100,00%	96,67%	83,87%	100,00%
	<0,3	64,52%	82,14%	54,84%	80,00%	64,52%	82,14%	54,84%	80,00%	96,77%	96,67%	45,16%	74,19%
2012	<1,0	83,87%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	60,00%	96,77%
	<0,5	67,74%	96,43%	93,55%	86,67%	93,55%	100,00%	100,00%	90,32%	100,00%	100,00%	30,00%	87,10%
	<0,3	35,48%	32,14%	19,35%	43,33%	74,19%	96,67%	100,00%	74,19%	100,00%	100,00%	6,67%	54,84%
2013	<1,0	93,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,00%	96,77%	100,00%	100,00%	93,55%	90,00%	29,03%
	<0,5	70,97%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	86,67%	96,77%	100,00%	100,00%	77,42%	90,00%	12,90%
	<0,3	29,03%	32,14%	90,32%	96,00%	93,33%	80,00%	96,77%	100,00%	100,00%	51,61%	80,00%	6,45%
2014	<1,0	96,77%	96,43%	100,00%	100,00%	90,32%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	96,77%	83,33%	93,55%
	<0,5	70,97%	78,57%	90,32%	100,00%	83,87%	96,67%	90,32%	90,32%	93,33%	87,10%	70,00%	74,19%
	<0,3	0,00%	57,14%	48,39%	36,67%	32,26%	90,00%	74,19%	70,97%	76,67%	25,81%	16,67%	41,94%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	88,89%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	75,00%	25,00%	0,00%	28,57%	37,50%	50,00%	77,78%	50,00%	85,71%	0,00%	25,00%	50,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	14,29%	12,50%	12,50%	22,22%	25,00%	71,43%	0,00%	12,50%	37,50%
2016	<1,0	87,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	57,14%	88,89%
	<0,5	37,50%	66,67%	44,44%	57,14%	75,00%	77,78%	50,00%	66,67%	12,50%	28,57%	0,00%	55,56%
	<0,3	12,50%	55,56%	22,22%	28,57%	37,50%	55,56%	12,50%	22,22%	0,00%	0,00%	0,00%	22,22%

Tabela B. 10 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 10.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	100,00%	100,00%	88,46%	93,33%	--	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	96,67%	100,00%	100,00%
	<0,5	90,32%	100,00%	80,77%	76,67%	--	96,67%	100,00%	100,00%	93,33%	96,67%	93,10%	96,77%
	<0,3	83,87%	100,00%	76,92%	70,00%	--	90,00%	93,55%	100,00%	90,00%	93,33%	86,21%	96,77%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	93,55%
	<0,5	96,77%	96,43%	90,32%	100,00%	100,00%	96,67%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	53,33%	90,32%
	<0,3	96,77%	96,43%	64,52%	56,67%	96,77%	96,67%	93,55%	100,00%	100,00%	83,33%	26,67%	77,42%
2011	<1,0	96,77%	89,29%	90,32%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	96,67%	100,00%
	<0,5	87,10%	85,71%	48,39%	90,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	83,33%	77,34%
	<0,3	58,06%	75,00%	12,90%	40,00%	100,00%	93,33%	87,10%	100,00%	93,33%	70,97%	43,33%	12,90%
2012	<1,0	87,10%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	64,52%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,10%	100,00%	100,00%	70,00%	35,48%
	<0,3	16,13%	82,14%	70,97%	76,67%	80,65%	96,67%	93,55%	61,29%	93,33%	100,00%	20,00%	6,45%
2013	<1,0	100,00%	96,43%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	83,87%	96,67%	38,71%
	<0,5	67,74%	75,00%	74,19%	100,00%	100,00%	76,67%	100,00%	96,77%	90,00%	54,84%	83,33%	9,68%
	<0,3	32,26%	7,14%	6,45%	26,67%	58,06%	13,33%	87,10%	80,65%	60,00%	16,13%	40,00%	9,68%
2014	<1,0	93,55%	89,29%	93,55%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	90,00%	83,87%
	<0,5	41,94%	71,43%	70,97%	90,00%	93,55%	96,67%	100,00%	87,10%	93,33%	77,42%	26,67%	74,19%
	<0,3	0,00%	7,14%	0,00%	3,33%	45,16%	60,00%	83,87%	29,03%	36,67%	32,26%	6,67%	48,39%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	88,89%	87,50%	100,00%
	<0,5	75,00%	75,00%	33,33%	28,57%	37,50%	62,50%	55,56%	75,00%	80,00%	22,22%	37,50%	37,50%
	<0,3	25,00%	12,50%	0,00%	0,00%	12,50%	12,50%	33,33%	50,00%	40,00%	0,00%	0,00%	12,50%
2016	<1,0	87,50%	100,00%	88,89%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	55,56%
	<0,5	75,00%	75,00%	55,56%	71,43%	75,00%	77,78%	50,00%	22,22%	0,00%	42,86%	0,00%	11,11%
	<0,3	37,50%	62,50%	22,22%	28,57%	75,00%	33,33%	37,50%	11,11%	0,00%	14,29%	0,00%	0,00%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 11 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 11.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%
	<0,5	80,65%	85,71%	96,77%	86,67%	93,55%	100,00%	64,52%	100,00%	100,00%	90,32%	83,33%	100,00%
	<0,3	70,97%	32,14%	87,10%	40,00%	54,84%	83,33%	29,03%	87,10%	96,67%	87,10%	66,67%	90,32%
2010	<1,0	100,00%	100,00%	90,32%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%
	<0,5	80,65%	92,86%	64,52%	83,33%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	90,00%	87,10%
	<0,3	70,97%	75,00%	48,39%	366,67%	90,32%	93,33%	93,55%	96,77%	90,00%	100,00%	73,33%	80,65%
2011	<1,0	87,10%	100,00%	--	86,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,32%	96,67%	93,55%
	<0,5	58,06%	100,00%	--	26,67%	67,74%	100,00%	77,42%	64,52%	90,00%	35,48%	63,33%	54,84%
	<0,3	38,71%	100,00%	--	6,67%	0,00%	26,67%	19,35%	0,00%	0,00%	3,23%	3,33%	3,23%
2012	<1,0	51,61%	100,00%	100,00%	100,00%	96,77%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,33%	96,77%
	<0,5	12,90%	55,17%	93,55%	53,33%	87,10%	93,10%	77,42%	90,32%	96,67%	83,87%	26,67%	3,23%
	<0,3	0,00%	0,00%	19,35%	0,00%	35,48%	44,83%	41,94%	38,71%	60,00%	35,48%	0,00%	0,00%
2013	<1,0	80,65%	96,43%	83,87%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,33%	22,58%
	<0,5	16,13%	32,14%	54,84%	60,00%	100,00%	93,33%	100,00%	93,55%	100,00%	100,00%	76,67%	3,23%
	<0,3	9,68%	3,57%	38,71%	30,00%	93,55%	86,67%	96,00%	87,10%	100,00%	100,00%	66,67%	0,00%
2014	<1,0	80,65%	96,43%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	93,55%
	<0,5	1,94%	85,71%	93,55%	90,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,33%	90,32%
	<0,3	12,90%	60,71%	83,87%	86,67%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,00%	67,74%
2015	<1,0	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,50%	100,00%	88,89%	100,00%	100,00%	100,00%	62,50%	75,00%
	<0,5	12,50%	75,00%	22,22%	11,11%	25,00%	37,50%	0,00%	50,00%	14,29%	25,00%	25,00%	12,50%
	<0,3	0,00%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2016	<1,0	66,67%	100,00%	88,89%	100,00%	87,50%	100,00%	88,89%	100,00%	85,71%	87,50%	75,00%	37,50%
	<0,5	22,22%	25,00%	44,44%	57,14%	50,00%	28,57%	11,11%	10,00%	14,29%	0,00%	12,50%	25,00%
	<0,3	0,00%	12,50%	22,22%	28,57%	37,50%	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%

--Não houve monitoramento

Tabela B. 12 - Índice mensal de atendimento aos padrões e metas de qualidade para a turbidez da ETA 12.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	<1,0	0,00%	0,00%	22,58%	0,00%	9,68%	43,33%	6,45%	29,03%	10,00%	--	--	16,13%
	<0,5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	--	--	0,00%
	<0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	--	--	0,00%
2010	<1,0	19,35%	32,14%	80,65%	90,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	93,33%	100,00%
	<0,5	0,00%	0,00%	51,61%	53,33%	87,10%	100,00%	96,77%	100,00%	96,67%	100,00%	66,67%	96,67%
	<0,3	0,00%	0,00%	19,35%	26,61%	38,71%	86,67%	80,65%	77,42%	93,33%	90,32%	30,00%	83,33%
2011	<1,0	96,77%	100,00%	83,87%	86,67%	100,00%	100,00%	100,00%	93,55%	100,00%	100,00%	86,67%	96,77%
	<0,5	87,10%	89,29%	38,71%	46,67%	35,48%	90,00%	90,32%	80,65%	96,67%	87,10%	63,33%	67,74%
	<0,3	87,10%	78,57%	19,35%	23,33%	6,45%	70,00%	35,48%	54,84%	70,00%	64,52%	43,33%	54,84%
2012	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	<0,3	83,87%	85,71%	90,00%	83,33%	90,32%	86,67%	87,10%	83,87%	80,00%	83,87%	86,67%	83,87%
2013	<1,0	93,55%	96,43%	100,00%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	100,00%	96,67%	100,00%	86,67%	87,10%
	<0,5	80,65%	67,86%	83,87%	76,67%	54,84%	73,33%	77,42%	80,65%	66,67%	70,97%	76,67%	41,94%
	<0,3	61,29%	53,57%	48,39%	50,00%	22,58%	43,33%	45,16%	48,39%	40,00%	45,16%	40,00%	25,81%
2014	<1,0	96,77%	100,00%	96,77%	90,00%	100,00%	100,00%	93,55%	100,00%	60,00%	80,65%	60,00%	51,61%
	<0,5	29,03%	78,57%	77,42%	43,33%	80,00%	86,67%	45,16%	12,90%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	<0,3	9,68%	50,00%	29,03%	10,00%	36,67%	60,00%	3,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2015	<1,0	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,50%	85,71%	88,89%	100,00%	100,00%	66,67%	75,00%	62,50%
	<0,5	62,50%	33,33%	0,00%	14,29%	25,00%	14,29%	11,11%	0,00%	83,33%	11,11%	12,50%	12,50%
	<0,3	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	0,00%	0,00%	12,50%
2016	<1,0	100,00%	100,00%	88,89%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	66,67%
	<0,5	0,00%	75,00%	22,22%	66,67%	37,50%	44,44%	12,50%	33,33%	0,00%	28,57%	16,67%	11,11%
	<0,3	0,00%	62,50%	11,11%	66,67%	12,50%	33,33%	0,00%	11,11%	0,00%	0,00%	0,00%	11,11%

APÊNDICE C

Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais das 12 estações do estado do Espírito Santo.

Tabela C. 1 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 01.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	77,42%	100%	83,87%	83,33%	96,77%	100%	96,77%	100%	100%	96,77%	70,00%	90,32%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%
	CT	100%	95,65%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,15%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	73,33%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	86,67%	93,55%
	CRL	100%	100%	86,67%	96,67%	100%	93,33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	96,15%	100%	100%	100%	100%	96,30%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	74,19%	100%	58,06%	43,33%	80,65%	90,00%	90,32%	100%	100%	100%	93,33%	61,29%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,00%
2012	Turb	80,65%	100%	87,10%	90,00%	74,19%	70,00%	83,87%	45,16%	73,33%	--	--	--
	CRL	100%	75,86%	90,32%	90,00%	100%	100%	100%	96,77%	100%	--	--	--
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	19,35%	7,14%	0%	16,67%	0%	3,33%	3,23%	3,23%	0%	38,71%*	16,67%	3,23%
	CRL	100%	100%	90,32%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83,87%
	CT	100%	95,83%	100%	100%	95,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	6,45%	32,14%	6,45%	0%	0%	3,33%	9,68%	0%	0%	0%	0%	0%
	CRL	96,77%	100%	100%	100%	100,00%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	32,26%
	CT	100%	100%	100%	96,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	0%	0%	0%	3,33%	0%	3,33%	22,58%	6,45%	23,33%	51,61%	23,33%	0%
	CRL	93,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	96,15%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	0%	0%	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	3,23%	23,33%	4,55%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	86,67%	25,81%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 2 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 02.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	3,23%	7,14%	58,06%	20,00%	70,97%	40,00%	38,71%	80,65%	100%	87,10%	93,33%	90,32%
	CRL	0%	3,57%	0%	0%	6,45%	73,33%	87,10%	100%	100%	100%	96,67%	83,87%
	CT	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	90,32%	100%	80,65%	93,33%	93,55%	100%	93,55%	100%	100%	--	100%	93,55%
	CRL	93,55%	100%	96,77%	83,33%	100%	100%	93,55%	90,32%	96,67%	--	90,00%	90,32%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,00%	100%	100%	100%
2011	Turb	93,33%	100%	80,65%	96,67%	100%	90,00%	100%	100%	--	96,77%	93,33%	93,55%
	CRL	90,00%	92,86%	87,10%	96,67%	93,55%	96,67%	96,77%	100%	--	100%	96,67%	83,87%
	CT	100%	88,89%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2012	Turb	77,42%	89,66%	74,19%	3,33%	93,55%	--	96,77%	93,55%	93,33%	--	--	--
	CRL	64,52%	75,86%	90,32%	100%	100%	--	100%	93,55%	100%	--	--	--
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	9,68%	--	--	0%	0%	6,67%	--	--	--	--	--	--
	CRL	93,55%	--	--	100%	100%	100%	--	--	--	--	--	--
	CT	100%	100%	100%	100%	100,00%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	0%	0%	3,23%	0%	6,45%	3,33%	45,16%	6,45%	16,67%	16,13%	13,33%	0%
	CRL	93,55%	100%	93,55%	96,67%	96,77%	100%	100%	96,77%	100%	100%	90,00%	87,10%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	6,45%	14,29%	6,45%	10,00%	6,45%	6,67%	22,58%	48,39%	60,00%	100%	46,67%	9,68%
	CRL	96,77%	89,29%	77,42%	93,33%	86,87%	100%	100%	100%	96,67%	100%	90,00%	80,65%
	CT	100%	100,00%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,00%
2016	Turb ^(d)	12,90%	0%	12,90%	10,00%	42,86%	43,33%	3,23%	41,94%	90,00%	32,26%	0%	0%
	CRL	86,67%	96,55%	100%	96,67%	42,86%	93,33%	100%	100%	96,67%	93,55%	96,67%	80,65%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras.

Tabela C. 3 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 03.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	73,33%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	93,55%
	CRL	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	100%	100%	58,06%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	16,12%	0%	9,68%	3,33%	50,00%	76,67%	100%	100%	53,33%	61,29%	53,33%*	54,84%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	96,77%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	93,55%	82,14%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	93,55%	86,67%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

(a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 4 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 04.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	80,65%	100%	83,87%	63,33%	100%	96,67%	90,32%	90,32%	96,67%	87,10%	50%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93,55%	100%	100%	96,77%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	87,10%	83,33%	90,32%	96,67%	87,10%	100%	100%	100%	80,00%	77,42%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%
	CT	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	90,00%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	67,74%	100%	16,13%	63,33%	100%	100%	100%	100%	96,67%	87,10%	76,67%	45,16%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	85,71%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2012	Turb	48,39%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	96,77%	100%	87,10%	100%	100%	96,67%	100%	96,77%	100%	96,77%	96,67%	90,32%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	100%	100%	90,32%*	86,67%*	90,32%*	93,33%*	90,32%*	93,55%	100%	9,68%	86,67%*	100%
	CRL	100%	100%	90,32%	93,33%	90,32%	93,33%	90,32%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	93,55%	100%	90,32%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	93,55%	100%	96,67%	93,55%	80,00%	90,32%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	-	-	-	-

- Dados não disponibilizados em sua totalidade em tempo hábil; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 5 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 05.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	90,32%	78,57%	83,87%	86,67%	77,42%	83,33%	100%	100%	100%	96,77%	86,67%	90,32%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	93,55%	100%	93,55%	100%	93,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	88,00%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	89,00%	100%
2011	Turb	100%	89,29%	96,77%	93,33%	100%	100%	100%	100%	96,67%	87,10%	93,33%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2012	Turb	100%	96,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	93,33%	90,32%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	38,71%*	14,29%	29,03%*	20,00%	9,68%	16,67%	6,45%	19,35%	23,33%	22,58%	100%	26,67%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	19,35%	0%	0%	3,33%	0%	0%	0%	0%	3,33%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	22,22%	75,00%*	42,86%	33,33%	22,22%	14,29%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	62,50%	100%	100%	100%	77,78%	66,67%	71,43%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	25,00%	0%	0%	50,00%	25,00%	37,50%	12,50%	40,00%	57,14%	77,78%	12,50%	0%
	CRL	75,00%	57,14%	66,67%	37,50%	25,00%	12,50%	100%	100%	100%	100%	75,00%	75,00%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,00%	100%	100%	87,50%

(a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 6 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 06.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	96,77%	100%	100%	83,33%	--	--	--	--	--	--	--	--
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%
	CT	87,50%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	85,71%	100%	100%
2010	Turb	--	--	--	83,33%	90,32%	96,67%	87,10%	100%	100%	100%	80,00%	77,42%
	CRL	96,77%	96,43%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	88,89%	100%	100%	87,50%	100%
2011	Turb	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90,32%	6,67%	0%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	87,50%
2012	Turb	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	86,67%	100%
	CRL	0%	3,57%	54,84%	73,33%	83,87%	86,67%	70,97%	87,10%	86,67%	67,74%	93,33%	90,32%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	90,00%	100%	100%	87,50%	75,00%
2013	Turb ^(a)	25,81%	46,43%	67,74%	3,57%	45,16%	13,33%	32,26%	35,48%	--	54,84%	40,00%	-
	CRL	90,32%	82,14%	70,97%	86,67%	90,32%	86,67%	90,32%	80,65%	--	35,48%	30,00%	12,90%
	CT	100%	100%	88,89%	100%	100%	75,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	--	--	48,00%	43,33%	70,97%	30,00%	35,48%	45,16%	10,00%	9,68%	0%	0%
	CRL	6,45%	0%	6,45%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3,23%	0%	0%
	CT	87,50%	100%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	87,50%
2015	Turb ^(c)	37,50%	12,50%	10,00%	0%	50,00%	37,50%	33,33%	50,00%	42,86%	12,50%	25,00%	14,29%
	CRL	12,50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25,00%	12,50%	14,29%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85,71%	100%	87,50%	100%
2016	Turb ^(d)	12,50%	12,50%	66,67%	42,86%	25,00%	71,43%	75,00%	63,64%	28,57%	75,00%	37,50%	42,86%
	CRL	25,00%	12,50%	11,11%	14,29%	0%	28,57%	12,50%	9,09%	0%	14,29%	0%	14,29%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85,71%	100%	100%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras.

Tabela C. 7 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 07.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	74,19%	75,00%	87,10%	80,00%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	66,67%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	79,17%	100%	33,33%	100%	--	--	--	--	--	--
	CRL	100%	96,43%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	90,00%	50,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	--	--	--	100%	96,77%	96,67%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	62,50%
2012	Turb	100%	--	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	64,52%
	CRL	100%	--	100%	100%	100%	93,33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	64,52%*	100%	96,77%	82,76%*	100%	100%	83,87%	96,77%	90,00%	87,10%*	100%	--
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	96,77%
	CT	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	-	-	10,53%	13,33%	70,00%*	83,33%*	100%	90,32%	3,33%	--	0%	0%
	CRL	93,55%	64,29%	69,57%	80,00%	70,00%	100%	100%	90,32%	100%	--	96,67%	83,87%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%
2015	Turb ^(c)	37,50%	0%	0%	12,50%	44,44%	12,50%	55,56%	100%	75,00%	37,50%	33,33%	0%
	CRL	25,00%	75,00%	77,78%	62,50%	100%	87,50%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	25,00%	0%	11,11%	28,57%	30,00%	28,57%	37,50%	10,00%	28,57%	25,00%	22,22%	25,00%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	85,71%	100%	90,00%	71,43%	100%	77,78%	100%
	CT	100%	100%	100%	100,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 8 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 08.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	87,10%	93,33%	100%	100%	96,77%	100%	--	--	--	--
	CRL	100%	96,43%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	--	--	--	--
	CT	100%	85,71%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	100%	85,71%	74,19%	100%	93,55%	83,33%	87,10%	93,55%	100%	93,55%	96,67%	96,77%
	CRL	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	87,50%	100%	88,89%	100%	100%	87,50%	87,50%	100%
2011	Turb	100%	96,43%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80,65%	--	--
	CRL	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	--	--
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	66,67%
2012	Turb	100%	--	--	--	--	--	--	90,32%	100%	--	--	--
	CRL	100%	--	--	--	--	--	--	100%	100%	--	--	--
	CT	88,89%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	38,71%	82,14%	6,45%	15,38%	38,71%*	13,33%	29,03%	22,58%	20,00%	12,90%	6,67%	0%
	CRL	100%	100%	93,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	87,50%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	87,50%	100%
2014	Turb ^(b)	19,35%	0%	16,13%	36,67%	20,69%	16,67%	19,35%	9,68%	7,41%	25,81%	6,67%	12,90%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	12,50%	0%	0%	14,29%	0%	0%	22,22%	25,00%	16,67%	22,22%	25,00%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	87,50%	100%	100%	85,71%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	12,50%	37,50%	11,11%	57,14%	25,00%	33,33%	0%	33,33%	25,00%	14,29%	0%	0%
	CRL	62,50%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 9 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 09.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	93,55%	90,00%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	62,50%	100%	75,00%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	93,55%	83,33%	77,42%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	87,10%	92,66%	80,65%	96,67%	100%	96,67%	100%	100%	100%	93,55%	73,33%	90,32%
	CRL	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2012	Turb	83,87%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60,00%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	70,97%*	100%	100%	100%	100%	86,67%*	96,77%*	100%	100%	77,42%*	90,00%*	12,90%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	70,97%*	78,57%*	90,32%	100%	83,87%*	96,67%	90,32%	90,32%	93,33%*	87,10%*	70,00%*	74,19%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	87,50%
2015	Turb ^(c)	75,00%	25,00%	0%	28,57%	37,50%	50,00%	77,78%*	50,00%	85,71%	0%	25,00%	50,00%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	37,50%	66,67%	44,44%	57,14%	75,00%	77,78%	50,00%	66,67%	12,50%	28,57%	0%	55,56%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

(a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 10 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 10.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	88,46%	93,33%	--	100%	100%	100%	96,67%	96,67%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	87,50%	100%	100%	88,89%	87,50%	100%	100%	75,00%	75,00%
2010	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	96,67%	93,55%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	96,77%	89,29%	90,32%	100%	100%	100%	100%	100%	96,67%	0%	96,67%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	87,50%	100%	100%	75,00%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	88,89%
2012	Turb	87,10%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	67,74%	75,00%*	74,19%	100%	100%	76,67%*	100%	96,77%	90,00%	54,84%*	83,33%*	9,68%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93,55%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85,71%	100%	100%	85,71%
2014	Turb ^(b)	41,94%	71,43%*	70,97%*	90,00%	93,55%	96,67%*	100%	87,10%	93,33%	77,42%*	26,67%	74,19%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	Turb ^(c)	75,00%	75,00%	33,33%	28,57%	37,50%	62,50%	55,56%	75,00%	80,00%	22,22%	37,50%	37,50%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	75,00%	75,00%	55,56%	71,43%	75,00%	77,78%	50,00%	22,22%	0%	42,86%	0%	11,11%
	CRL	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 11 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 11.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	96,77%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	88,89%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	87,50%	88,89%
2010	Turb	100%	100%	90,32%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	85,71%	100%	100%	100%	100%	100%	88,89%	100%	100%	100%	75,00%
2011	Turb	87,10%	100%	--	86,67%	100%	100%	100%	100%	100%	90,32%	96,67%	93,55%
	CRL	96,77%	100%	--	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96,77%
	CT	100%	77,78%	100%	100%	100%	100%	100%	99,91%	100%	100%	87,50%	87,50%
2012	Turb	51,61%	100%	100%	100%	96,77%	100%	100%	100%	100%	100%	93,33%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	87,50%	100%	100%	100%	75,00%	100%	100%	100%	90,00%	100%	85,71%
2013	Turb ^(a)	16,13%	32,14%*	54,84%*	60,00%*	100%	93,33%	100%	93,55%	100%	100%	76,67%*	3,23%
	CRL	93,55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	88,89%	100%	100%
2014	Turb ^(b)	41,94%	85,71%*	93,55%	90,00%*	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	93,33%*	90,32%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90,00%	87,50%	88,89%	88,89%	87,50%	75,00%
2015	Turb ^(c)	12,50%	75,00%	22,22%	11,11%	25,00%	37,50%	0%	50,00%	14,29%	25,00%	25,00%	12,50%
	CRL	62,50%	50,00%	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	37,50%	62,50%
	CT	87,50%	100%	88,89%	100%	87,50%	100%	88,89%	75,00%	100%	100%	100%	87,50%
2016	Turb ^(d)	22,22%	25,00%	44,44%	57,14%	50,00%	28,57%	11,11%	10,00%	14,29%	0%	12,50%	25,00%
	CRL	11,11%	0%	11,11%	0%	12,50%	28,57%	33,33%	0%	14,29%	37,50%	25,00%	0,00%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT.

Tabela C. 12 - Índice mensal de atendimento aos padrões de turbidez, cloro residual livre e coliformes totais da ETA 12.

		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2009	Turb	0%	0%	22,58%	0%	9,68%	43,93%	6,45%	29,03%	100%	--	--	16,13%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	--	--	100%
	CT	88,89%	100%	88,89%	62,50%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010	Turb	19,35%	32,14%	80,65%	90,00%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93,33%	100%
	CRL	100%	100%	100%	96,67%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	77,78%	100%	100%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	Turb	96,77%	100%	83,87%	86,67%	100%	100%	100%	93,55%	100%	100%	86,87%	96,77%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	71,43%	100%	87,50%	100%	100%	87,50%	87,50%	100%	75,00%	100%	100%	55,56%
2012	Turb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	85,71%	100%	88,89%	100%	88,89%	85,71%	100%	71,43%	100%	100%	100%	100%
2013	Turb ^(a)	80,65%*	67,86%*	83,87%	76,67%	54,84%	73,33%*	77,42%	80,65%	66,67%*	70,97%	76,67%*	41,94%*
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	88,89%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	100%	87,50%	100%
2014	Turb ^(b)	29,03%	78,57%	77,42%*	43,33%	80,00%	86,67%	45,16%	12,90%	0%	0%	0%	0%
	CRL	100%	100%	100%	100%	96,67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87,50%	85,71%
2015	Turb ^(c)	62,50%	33,33%	0%	14,29%	25,00%	14,29%	11,11%	0%	83,33%	11,11%	12,50%	12,50%
	CRL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50,00%
	CT	100%	100%	100%	100%	100%	85,71%	100%	100%	83,33%	100%	100%	100%
2016	Turb ^(d)	0%	75,00%	22,22%	66,67%	37,50%	44,44%	12,50%	33,33%	0%	28,57%	16,67%	11,11%
	CRL	50,00%	37,50%	11,11%	33,33%	37,50%	50,00%	37,50%	22,22%	37,50%	28,57%	50,00%	55,56%
	CT	100%	100%	100%	83,33%	87,50%	100%	100%	100%	100%	100%	83,33%	100%

-- Não houve coleta; (a) 0,5 uT em 25% das amostras; (b) 0,5 uT em 50% das amostras; (c) 0,5 uT em 75% das amostras; (d) 0,5 uT em 95% das amostras; *Ocorrência de valores >1,0 uT