



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E
REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

CICERA CILENE BEZERRA MOREIRA

**POTENCIAL DE REÚSO AGRÍCOLA DE EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS
NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE
VÁRZEA ALEGRE - CE**

SUMÉ - PB

2020

CICERA CILENE BEZERRA MOREIRA

**POTENCIAL DE REÚSO AGRÍCOLA DE EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS
NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE
VÁRZEA ALEGRE - CE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos PROFÁGUA ministrado no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima.

**SUMÉ - PB
2020**

M838p

Moreira, Cicera Cilene Bezerra.

Potencial de reuso agrícola de efluentes líquidos gerados na estação de tratamento de água do Município de Várzea Alegre - CE. / Cicera Cilene Bezerra Moreira. - Sumé - PB: [s.n], 2020.

135 f.

Orientadora: Professora Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima.

Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.

1. Gestão de recursos hídricos. 2. Reúso de efluentes. 3. Efluentes na agricultura. 4. Sustentabilidade. 5. Irrigação com efluentes. 6. Tratamento de efluentes líquidos 7. Estação de tratamento de água – Várzea Alegre - CE. Lima, Vera Lúcia Antunes de. II. Título.

CDU: 628.32:631.67(043.2)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

CICERA CILENE BEZERRA MOREIRA

**POTENCIAL DE REÚSO AGRÍCOLA DE EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS
NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE
VÁRZEA ALEGRE - CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Data de aprovação: 15 de junho 2020

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima
Orientadora – CTRN/UFCG

Prof. Dr. Paulo da Costa Medeiros
Examinador (a) Interno – UATEC/CDSA/UFCG

Profa. Dra. Joelma Sales dos Santos
Examinadora Externa – UATEC/CDSA/UFCG

SUMÉ - PB

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, a meu esposo Cícero pelo companheirismo presente em todas as horas que necessito, como também, a meu filho Pedro Isaque e a minha mãe Socorro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela fé e oportunidade de cursar o mestrado, pois Ele me fortaleceu todos os dias.

Agradeço também a Prof.^a Dra. Vera Lúcia Antunes Lima, pela orientação, pela paciência, e por acreditar no desenvolvimento deste trabalho.

A Cícero Bezerra da Silva, meu esposo que durante o desenvolvimento da dissertação me ajudou a superar todas as dificuldades e me apoio na tomada de decisão e principalmente pelo companheirismo.

A minha mãe, Socorro, e aos meus irmãos, Lucia, Fátima, Graça e José.

A minha amiga Lindamar Bezerra, em especial, pela grata surpresa que a vida nos dá de encontrar pessoas especiais pelo caminho.

Aos colegas do PROFÁGUA – Sumé em especial Alyne Gessick e Lindamar que estiveram presente em todo momento do mestrado nas viagens de ida e volta para o Estado do Ceará.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos – PROFÁGUA.

Agradeço também aos profissionais da CAGECE - Companhia de Águas e Esgotos de Estado do Ceará pela oportunidade em desenvolver a pesquisa em concomitância com o trabalho e pela disponibilização dos dados e informações prestadas.

Ao apoio para realização deste trabalho por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profágua, em nível de Mestrado, na Categoria Profissional, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

“E não sede conformados com este mundo, mas sede transformados pela renovação do vosso entendimento, para que experimenteis qual seja a boa, agradável, e perfeita vontade de Deus”.

Romanos 12:2

RESUMO

O reúso de água para fins agrícola é de grande importância, principalmente na sustentabilidade e preservação dos recursos hídricos, o qual é utilizado na irrigação de frutas, legumes e hortaliças. O uso de efluentes em Estações de Tratamento de Água -ETA, particularmente, para fins não potáveis, no atendimento da demanda de irrigação, apresenta-se como um instrumento importante para restaurar o equilíbrio entre oferta e demanda hídrica. Dos resíduos gerados destaca-se a água utilizada nos procedimentos de limpeza e descarga dos filtros a qual muitas vezes é lançado no meio ambiente. A disposição inadequada dos resíduos líquidos que são produzidos em ETA constitui um problema ambiental que merece atenção tendo em vista a necessidade de preservar a qualidade hídrica dos mananciais, pois sofrem influência do lançamento inadequado desses resíduos. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de reúso das águas de lavagens dos filtros e descarga de fundo da Estação de Tratamento de Água -ETA no município de Várzea Alegre –CE para fins agrícolas. Foi realizado o monitoramento das análises laboratoriais da água bruta, água filtrada e água de lavagem dos filtros que avaliou as características físico-químicas e microbiológicas da ETA e Estação de Tratamento de Rejeito Gerado –ETRG. Os resultados das análises foram confrontados com as diretrizes e normas que estabelecem padrões seguros e confiáveis para uso da água em atividades agrícolas conforme legislação Vigente a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos -CNRH Nº 121, de 16 de Dezembro de 2010 que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH lei Nº 54, de 28 de novembro de 2005 e a Resolução COEMA Nº 02 de fevereiro de 2017 a nível do Estado Ceará. A gestão dos recursos hídricos com a ETRG permite produzir um efluente com qualidade e quantidade suficientemente adequado para utilizar em atividades e disposição em reúso agrícola conforme enquadramento dos padrões exigidos pela legislação ambiental. Portanto, a ETRG do município de Várzea Alegre –CE apresenta um tratamento de rejeito de ETA que produz efluente com os padrões dentro dos Valores Máximos Permitidos exigidos pelas legislações para fins agrícolas. Conforme Agenda 2030 sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável o item 06 – Água Potável e Saneamento e item - 12 Consumo e Produção Responsáveis estão como os objetivos apresentados no referido trabalho.

Palavras Chave: Reúso, Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade.

ABSTRACT

The reuse of water for agricultural purposes is of great importance, mainly in the sustainability and preservation of water resources, which is used in the irrigation of fruits, vegetables and vegetables. The use of effluents in Water Treatment Plants –WTP, particularly for non-potable purposes, in meeting the demand for irrigation, presents itself as an important instrument to restore the balance between water supply and demand. Of the waste generated, the water used in the cleaning and discharge procedures of the filters stands out, which is often released into the environment. The inadequate disposal of liquid waste that is produced in WTP constitutes an environmental problem that deserves attention in view of the need to preserve the water quality of the springs, as they are influenced by the inadequate release of this waste. Thus, the objective of this work was to evaluate the potential for reusing water from filter washing and bottom discharge from the Water Treatment Station -WTP in the municipality of Várzea Alegre –CE, Brazil, for agricultural purposes. Monitoring of laboratory analyzes of raw water, filtered water and filter washing water was carried out, which assessed the physical-chemical and microbiological characteristics of the -WTP and the WasteWaterTreatment Plant – ETRGWWTP. The results of the analyzes were compared with the guidelines and norms that establish safe and reliable standards for the use of water in agricultural activities in accordance with the legislation in force Resolution of the National Water Resources Council -CNRH No. 121, of December 16, 2010, which establishes guidelines and criteria for the practice of direct non-potable reuse of water in the agricultural and forestry modality, defined in Resolution CNRH law N° 54, of November 28, 2005 and COEMA Resolution N° 02 of February 2017 at the level of the State of Ceará. The management of water resources with -WWTP allows the production of an effluent with quality and quantity sufficiently suitable for use in activities and disposal in agricultural reuse, in accordance with the standards required by environmental legislation. Therefore, the -WWTP in the municipality of Várzea Alegre -CE presents a treatment of -WTP waste that produces effluent with the standards within the Maximum Permitted Values required by legislation for agricultural purposes. According to Agenda 2030 on the Sustainable Development Goals, item 06 - Drinking Water and Sanitation and item - 12 Responsible Consumption and Production are as the objectives presented in the referred work.

Keyword: Reuse. Management of water resources. Sustainability

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Informações Operacionais do Relatório Anual de Dados Operacionais – RADOP.....	43
Quadro 02 - Propriedade da manta Geotêxtil	47
Quadro 03 - Dosagem encontrada do Polímero Catiônico através do Jar Test realizada para encontrar o valor do polímero Catiônico ideal a ser aplicada na ETRG	51
Quadro 04 - Valores do monitoramento do minilaboratório da ETA do Relatório de Dados Operacionais - RADOP referente as Análises de água Bruta e Tratada dos meses Agosto/2019, Setembro/2019 e Outubro/2019	52
Quadro 05 - Padrões da Resolução COEMA N°02/2017 no Art. 14 e CONAMA N° 357/2005 Classe 2	66
Quadro 06 - PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX.	68
Quadro 07 - Volumes que compõem a ETA são: Volume Bruto, Volume Produzido, Volume de Consumo Autorizado para a Produção, Volume Produzido para a comercialização, Volume Distribuído e Volume de Reúso.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Mapa de Localização de ETA, ERG e açude em Várzea Alegre.....	33
Figura 02 - Localização da Estação de Tratamento de Água do Manancial de abastecimento e de Estação de Tratamento de Rejeito Gerado em Várzea Alegre – CE	34
Figura 03 - Composição da área de estudo.....	35
Figura 04 - Fluxograma das Vazões, Água Bruta, Água Tratada e Água do Rejeito (Reúso)	39
Figura 05 - Apresenta os 5 (cinco) filtros de fibra	42
Figura 06 - Ilustração das tubulações de entrada de água ETA e saída (Lavagens dos filtros) fica no início da ETA	42
Figura 07 - Tubulação de saída das lavagens dos filtros para ETRG para ser tratado	42
Figura 08 - Croqui da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado	45
Figura 09 - Fase 01 Leitos drenantes cheios	48
Figura 10 - Fase 01 Leitos drenantes cheios	48
Figura 11 - Fase 02 Leitos semi-secos.....	49
Figura 12 - Fase 02 Leitos semi-secos.....	49
Figura 13 - Fase 03 Leitos com os sólidos secos.....	49
Figura 14 - Fase 03 Leitos com os sólidos secos.....	49
Figura 15 - Figuras A, B e C das análises Jar Test realizada para encontrar o valor do polímero Catiônico ideal a ser aplicada na ETRG.....	50
Figura 16 - Cloro Residual Livre da água Tratada da ETA	54
Figura 17 - Dados das Análises de Cor aparente Tratada e Cor Aparente Bruta	54
Figura 18 - Dados das Análises de Fluoreto – Água Tratada da ETA.....	55
Figura 19 - Dados das Análises de Turbidez Água Bruta, Turbidez Água	56

filtrada e Turbidez Água Tratada.....	
Figura 20 - Dados das Análises de pH – Água Bruta e pH Água Tratada.....	57
Figura 21 - Dados sobre os valores médios das Análises de Água na Saída da Lavagem dos Filtros (Rejeitos Líquidos)	58
Figura 22 - Gráfico sobre os dados Médios das Análises de Água na Saída da ETRG	60
Figura 23 - Volumes que compõem a ETA são: Volume Bruto, Volume Produzido, Volume de Consumo Autorizado para a Produção, Volume Produzido para a comercialização, Volume Distribuído e Volume de Reúso	69

LISTA DE ABREVIATURA

ANA	Agência Nacional de Águas
CAGECE	Companhia de água e Esgoto do Estado do Ceará
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPA	Environmental Protection Agency
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETRG	Estação de Tratamento de Rejeito Gerado
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PROFÁGUA	Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico
SINRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 Classificação e descrição de Reúso de água	20
3.1.1 Reúso na Historia	20
3.2 Conceitos de Reúso de Água	22
3.2.1 Reúso Potável	22
3.3 Marco sobre Reúso de Água	24
3.4 Legislações dos Recursos Hídricos no Brasil	25
3.4.1 Legislações dos Recursos Hídricos no Ceará	28
3.5 Reúso da água na agricultura	30
3.6 Reúso de água Proveniente de ETA's e ETRG	31
4 ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA	33
4.1 Área de estudo	33
4.2 Arranjos do Sistema	34
4.3 Coletas de Dados Analisados	36
4.3.1 Análise da adequação dos rejeitos gerados na ETRG ao uso agrícola	38
4.4 Fluxograma dos volumes na ETA	38
4.5 Processo e Condições de Funcionamento	39
4.6 Características Operacionais	40
4.7 Processos e condições de funcionamento	43
4.8 Informações Operacionais do sistema	43
4.9 Características do Tratamento - ETRG	44
4.10 Descrições do Leito Drenante	46
5 RESULTADOS	52
5.1 Valores do monitoramento da ETA Várzea Alegre - CE	52
5.2 Análise dos Parâmetros da ETA Várzea Alegre - CE	53
5.2.1 Parâmetro Cloro	53
5.2.2 Parâmetro Cor	54
5.2.3 Parâmetro Fluor	55
5.2.4 Parâmetro Turbidez	55

5.2.5 Parâmetro pH	57
5.3 Resultados Analíticos do Rejeito Líquidos da ETRG Várzea Alegre - CE	58
5.3.1 Resultados das Análises na Entrada da ETRG	58
5.4 Resultados Analíticos do Rejeito da ETRG Várzea Alegre - CE	60
5.4.1 Análises de Água tratada na saída da ETRG para fins de Reúso	60
5.4.2 Parâmetros Cloreto, Sódio, Alumínio e Cálcio da ETRG Várzea Alegre - CE	61
5.4.3 Parâmetro Demanda Química de Oxigênio	61
5.4.4 Parâmetro Nitrato e Nitrito	62
5.4.5 Parâmetro Potássio e Condutividade Elétrica da ETRG Várzea Alegre - CE	62
5.4.6 Parâmetro Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais da ETRG	63
5.4.7 Parâmetro pH da ETRG Várzea Alegre - CE	63
5.4.8 Parâmetro Temperatura e Materiais Flutuantes da ETRG Várzea Alegre - CE	64
5.4.9 Parâmetro Turbidez da ETRG Várzea Alegre - CE	64
5.4.10 Parâmetro Coliformes da ETRG Várzea Alegre - CE	65
5.5 Padrões da Resolução COEMA Nº 02/2017 e CONAMA Nº. 357/2005	66
5.6 Volumes Representados no Sistema da ETRG Várzea Alegre - CE	68
6 RECOMENDAÇÕES	71
7 CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A – Relatório Técnico.....	81
ANEXO A - Diretrizes sugeridas pela USEPA para o reuso de efluentes municipais	
ANEXO B - Diretrizes microbiológicas recomendadas para o reuso agrícola – OMS	
ANEXO C - ETRG – Planilha de dimensionamento	
ANEXO D - Relação de materiais do sistema ETRG	
ANEXO E - Vista superior da fixação da manta	
ANEXO F - Aspectos Ambientais e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica Açude olho D'água	
ANEXO G - Evolução de alguns parâmetros de qualidade de água. COGERH (2008)	
ANEXO H - Aspectos Ambientais e Uso do Solo - Bacia Hidrográfica Açude olho D'água	
ANEXO I - Relatório atual associado a qualidade da água de reuso no Brasil	
ANEXO J - Valor Máximo Permitido da Resolução Nº. 02/2017 Art. 14 COEMA	
ANEXO K - Quadro com os dados dos parâmetros físico-químico	
ANEXO L - Resolução COEMA Nº. 02/2017	

1 INTRODUÇÃO

A reutilização ou reúso de água não é um conceito atual e tem sido praticado em todo o mundo há bastante tempo. Na Grécia antiga existem relatos da disposição de efluentes na irrigação agrícola.

No Brasil, especialmente nas regiões que sofrem com a escassez de água e/ou com água disponível de qualidade inadequada para o cultivo agrícola, uma alternativa potencial de racionalização dos recursos hídricos é o reúso, mesmo porque a irrigação agrícola, representa quase 70% do consumo da água captada.

No Nordeste do Brasil devido as inúmeras crises hídricas, faz-se necessário avaliar outras alternativas sustentáveis que norteiem a criação de programas de gestão de recursos hídricos. Na tentativa de minimizar a escassez de oferta de água, vários setores têm desenvolvido práticas e processos de reúso, recuperação e reciclagem da água para diferentes fins (HESPANHOL et al, 2002).

Presentemente, no Brasil, a maior parte das ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA lançam seus resíduos gerados *in natura*, isto é, sem tratamento prévio, causando múltiplos impactos ambientais e ao homem, com o aumento da concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão, sedimentáveis, microrganismos patogênicos nos mananciais prejudicando a qualidade das águas.

Com essa contextualização se procura pesquisar o reúso de efluentes de Estação de Tratamento de Água – ETA para fins na agricultura, com a finalidade de manter o equilíbrio em relação aos seus aspectos qualitativos e quantitativos.

Os benefícios da água de reúso derivado de tratamento de ETA para uso agrônômico são vários, podendo-se citar a possibilidade de permuta parcial ou total da água de irrigação e a incorporação de nutrientes contidos nos efluentes.

A gestão dos resíduos líquidos gerados que são produzidos em ETA tem consistido em componente de numerosos estudos, pois a disposição desses efluentes de forma inadequada e sem controle constitui uma dificuldade ambiental que faz jus a atenção. Dentre os resíduos gerados na ETA os efluentes dos processos de limpeza dos filtros e a descarga de lavagem merecem atenção para o devido tratamento.

O direcionamento inadequado dos resíduos de ETA's é um contexto inquietante que necessita ser examinado de modo especial pelas concessionárias e prestadoras de serviços de abastecimento de água e coleta de esgotamento sanitário, tendo o cenário a precisão de se defender a qualidade da água dos seus mananciais, que acaba sofrendo influência do lançamento inadequado desses efluentes.

Ao analisar as soluções viáveis para a utilização dos efluentes de Estação de Tratamento de Rejeito Gerado – ETRG busca-se produzir soluções de baixo custo e de fácil manipulação pelos operadores que manipula as Estações de Tratamento (MOREIRA, 2019).

Segundo Von Sperling (2014) a prioridade na escolha e tipo de tratamento está relacionado com as características dos efluentes de ETA onde necessita ser considerado as condições físico – químicas. Além de relevante as características técnicas e econômicas, e estimativas quanti e qualitativas.

A qualidade físico-química e sanitária de um efluente está sujeita ao tipo de tratamento realizado e a requisição para seu uso. A Estação de Tratamento de Rejeito Gerado – ETRG é um dos métodos de tratamento de rejeito de ETA que produz efluentes com padrões apropriados para fins agrícolas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- ✓ Avaliar o potencial de reúso das águas de lavagens dos filtros e descarga de fundo da Estação de Tratamento de Água - ETA do município de Várzea Alegre – CE, para fins agrícolas.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Levantar as potencialidades do reúso de efluente tratado na Estação de Tratamento de Água- ETA, destacando as dificuldades e capacidades implementadas;
- ✓ Avaliar a partir do processo de reúso da água de lavagem dos filtros e das descargas de fundo dos filtros, a possibilidade de utilizar o efluente para fins agrícolas;
- ✓ Proporcionar tratamento adicional de efluentes com finalidade de reúso agrícola;
- ✓ Analisar através da técnica de reúso para fins agrícolas a gestão dos recursos hídricos na Estação de Tratamento de Rejeito Gerado - ETRG;
- ✓ Desenvolver a criação do plano de ação sustentável que utiliza o reúso a fim de minimizar o uso da água bruta no processo da Estação de Tratamento de Água - ETA.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Classificação e descrição de Reúso de água

3.1.1 Reúso na História

Com os problemas associados à escassez e poluição de corpos hídricos, o reúso de efluentes tratados torna-se cada vez mais necessário no contexto mundial. Nesse sentido, o reúso pode contribuir por meio da diminuição da quantidade captada em mananciais destinados ao abastecimento, do aumento da vida útil de estações de tratamento de água e da diminuição dos riscos e custos associados a busca por novos mananciais (MORUZZI, 2008).

Aplicação da água de reúso é um fato que acontece em todo o mundo, nos Estados Unidos no estado da Califórnia, em 1918, foi emitida a primeira regulação oficial sobre a utilização agrícola de esgoto sanitário que se tem informação, após isso essas técnicas só vêm se aperfeiçoando e conquistando cada vez mais ambiente no planejamento urbano. Alguns países como Israel, Japão, Estados Unidos, México, África do Sul e China vem tomando técnicas de reúso acomodadas as suas realidades (SOUZA, 2018).

A Jordânia é um país precursor na técnica do uso planejado de águas residuais na lavoura. Desde 1977, o governo Jordano promove a utilização de águas residuais na agricultura e pondera que os efluentes tratados é um recurso de fundamental importância para o setor agrícola. Aproximadamente, 93 % das águas residuais tratadas são utilizadas para rega (WHO, 2016)

Em Israel o reúso já é uma realidade desde o século passado. No ano de 2015, algo em torno de 87% dos esgotos tratados era reutilizado para a agricultura, concebendo quase a metade da água consumida pelo setor. Uma ampla proporção de águas residuárias recebe tratamento terciário e pode ser usada para qualquer cultura sem restrições. A reutilização das águas servidas é favorável em situação de escassez hídrica, mas pode representar custos altos. Ultimamente em Israel o governo subsidia o

tratamento do efluente e o armazenamento da água de reúso enquanto os agricultores amortizam o transporte para a irrigação (SOUZA, 2018).

Na Espanha, mas designadamente na bacia hídrica de Segura, apresenta uma ampla déficit hídrico e por isso a técnica de reúso de águas na agricultura tem uma importância enorme, a medida que garante uma gestão mais dinâmica dos recursos hídricos. Na Espanha no ano de 2010 já eram utilizados 346 hm³/ano de água de reúso, sendo centralizadas especialmente na costa do Mediterrâneo. As ilhas Valência, Múrcia, Canárias e Baleares chegaram a empregar 80% do reúso de esgoto tratado de toda a Espanha (PEDRERO, 2010).

O que já é uma realidade em países como Cingapura e Namíbia. Nos Estados Unidos, o esgoto tratado não vai direto para as redes de abastecimento. A Namíbia já utiliza o reúso para fins potáveis de água para abastecimento da população desde os meados de 1968. Os efluentes de Estação de Tratamento de Água – ETA com tratamento secundário de esgotos são em grande parte utilizados no abastecimento da população (LUIS, 2020).

Nos Estados Unidos da América, no leste da Virgínia, a companhia de saneamento Hampton Roads Sanitation District (HRSD), atende cerca de 1,7 milhão de pessoas com mais de 7995 km², estabeleceu sua sustentabilidade hídrica. O centro reabastece o Aquífero Potomac, com 3.780 000 litros por dia de efluente da estação de tratamento nas proximidades, adicionando tratamento avançado (biofiltração de ozônio com adsorção em carvão ativado granular) atendendo aos padrões da Safe Drinking Water Act e não apenas aos padrões de qualidade da água da Clean Water Act (MEHAN, 2019).

No sul do Brasil, apresenta casos em que são aplicadas águas de reúso em lavouras de arroz em uma média superior aos 30 mil litros diários, o que auxílio a amortecer consideravelmente a pressão sobre os mananciais existentes em alguns lugares dessa região em questão (PENA, 2020).

No Brasil a área irrigada está em volta de 3 milhões de hectares, o que representa somente 1,9% dos 155,0 milhões de hectares cultivados. O Sul do Brasil apresenta 35% da área irrigada, seguida da região Sudeste com 30%, Nordeste com 24% e as regiões Centro-Oeste e Norte, juntas, com 11% do total (MARDÔNIO, 2001).

Os Cadernos Setoriais dos Recursos Hídricos (Ministério do Meio Ambiente, 2006) citam que a agricultura brasileira consome 69% da água dos mananciais, seguindo-se o abastecimento doméstico (21%) e a atividade industrial (10%). (BRASIL, 2006).

3.2 Conceitos de reúso de Água

O Reúso de água é o uso consciente de água onde refere-se à reutilização ou ao reaproveitamento de água. O reúso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não. A água de reúso pode ser definida como a água residuária que está dentro de padrões estabelecidos para a sua reutilização (SANTOS, 2020).

De modo geral, o reúso é classificado e pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não. De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS tem-se: Reúso indireto, Reúso direto e Reciclagem interna (IWAKI, 2015).

O Reúso indireto: Na forma de reúso indireto tem-se o empregado de uma ou mais vezes a utilização do efluente para fins de uso doméstico e/ou industrial. Seu lançamento nas águas superficiais ou subterrâneas é usada outra vez a jusante, de forma diluída. Já o Reúso direto é a utilização planejada os resíduos líquidos tratados para algumas atividades tais como: uso industrial, irrigação e água potável.

Reciclagem interna: É a reutilização da água internamente às instalações industriais de uma determinada atividade.

Já a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) adota uma classificação de reúso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. Esta classificação é amplamente adotada por sua praticidade e facilidade (IWAKI, 2015).

3.2.1 Reúso Potável

Reúso Potável Direto: Acontece mediante tratamento avançado de esgoto a fim de proporcionar um efluente tratado dentro dos padrões de potabilidade aceitos pela legislação vigente. Sua reutilização ocorre no sistema de abastecimento de água.

Reúso Potável Indireto: Sucede depois que o esgoto tratado por processo específico é disseminado em águas superficiais ou subterrâneas para ser diluído por processo natural para subsequente captado, tratado e posterior empregue como água potável para população.

Reúso Não Potável: Ocorre para demandas que não necessita ter níveis elevados de tratamento, esse tipo de reúso vem aumentado circunstancialmente em virtude das mudanças de paradigmas que vem ocorrendo no processo transitável social, econômico e ambientalmente aceito classificado conforme seu uso em:

Reúso não potável para fins agrícolas: embora, quando se pratica essa modalidade de reúso haja como subproduto, recarga do lençol subterrâneo o objetivo dela é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, etc, e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais (IWAKI, 2015)

Reúso não potável para fins industriais: Aplicado para fins industriais principalmente em refrigeração e inclusão nos processos da indústria.

Reúso não potável para fins recreacionais: Utilizado para práticas de recreações, lazer e paisagismo.

Reúso não potável para fins domésticos: Ocorre quando o reuso das águas residuárias é utilizado para práticas de uso exclusivas domésticas.

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) N°. 54, de 28 de novembro de 2005, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências, em seu Artigo 3º menciona que segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2005) menciona que:

§ 2º As diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as Art. 3º O reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

I - Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II - Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III - Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - Reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,
 V - Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.
 Modalidade de reuso definidas nos incisos deste artigo serão estabelecidos pelos órgãos competentes.

O artigo 2º da Resolução de nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições:

I- Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;

II – Reúso de água: utilização de água residuária;

III – Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV – Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V – Produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;

VI – Distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso; e

VII – Usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

3.3 Marco sobre Reúso de águas

De acordo com Fernandes (2020, p. 2),

Entendermos melhor como o conceito de reúso está inserido na gestão dos Recursos Hídricos do País apresentaremos fatos retirados do histórico do desenvolvimento da gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil, apresentada no Plano Nacional de Recursos Hídricos onde fica claro que já na década de 90 o reúso de água é citado como uma forma de enfrentamento das questões ambientais dos países visando um desenvolvimento sustentável. A conferência de Dublin em 1992 mostrou a existência de sérios problemas relacionados a disponibilidade de água para a humanidade, e estabelece 4 princípios para a gestão sustentável da água, quais sejam: I – A água doce é um recursos finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento e para o meio ambiente; II- O seu gerenciamento deve ser baseado na Participação dos usuários, planejamento e formuladores de políticas em todos os níveis; III – As mulheres desempenham um papel

essencial na provisão no gerenciamento e na proteção da água; e IV - O reconhecimento do valor econômico da água.

Com embasamento nestes 4 princípios norteadores os participantes da Conferência de Dublin em 1992 organizam algumas recomendações, para que os países pudessem confrontar-se as questões dos Recursos Hídricos.

As alterações por água estão acendendo acelerado, entre 70% á 80% das demandas para a irrigação, abaixo de 20% para os usos industriais e apenas 6% para os consumos domésticos. A gestão dos recursos hídricos sobre a água doce como um recurso finito e vulnerável e a coerência de planos de recursos hídricos é essencial.

A agenda 21 no Cap. 18 relata sobre a proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos. Assim após a conferência de Dublin e a Eco-92 bem como visando regulamentar o inciso XIX, art. 21 da Constituição Federal e com base em dispositivos constitucionais foi instituída a Política Nacional dos Recursos Hídricos (FERNANDES, 2020, p3).

Em decorrência dessas características, o reúso vem sendo expandido de maneira crescente no Brasil, incentivado pelas representações financeiras associadas aos instrumentos originados pela Lei 9.433 de 1997, que dispõe da implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos: outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (RODRIGUES, 2005).

Os recursos hídricos, neste contexto, são analisados como um bem econômico que, embora classificado renovável, apresenta suas restrições quanto à disponibilidade em quantidade e qualidade (SANTOS e MANCUSO, 2003).

3.4 Legislações dos Recursos Hídricos no Brasil

O emprego de águas residuárias para utilização no de reúso na agricultura pode ser uma estratégia enérgica para preservar os recursos hídricos e minimizar seu emprego indiscriminado, uma vez que essa atividade econômica é a que mais concentra utilização de água em seu processo produtivo, com aproximadamente 70% de todo o consumo efetivado no mundo (PENA, 2020).

No Brasil, as iniciativas pelo governo Federal iniciaram procedimentos de gestão para constituir bases políticas, legais e institucionais para o reúso. É inaceitável que se

aceita que atual conjuntura política de gerenciamento integrado dos Recursos Hídricos não considere o reúso de água. Almeja-se que tenha um envolvimento de numerosos ministérios, em nível nacional para efetivação de uma política eficiente e eficaz de reúso (MORELLI, 2005).

A “Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH disposta na Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997:

[...] descreve sobre as categorias que deverão ter uma transformação de caráter dos responsáveis pelos sistemas de tratamento perante a geração dos resíduos produzidos e concernente acondicionamento apropriado no meio ambiente, onde necessita modificar-se um paradigma em analogia ao caráter dos órgãos de fiscalização diante da dificuldade enfrentada.

A qual também implantou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGRH, regulamentado pelo inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Outro fundamento muito importante é que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, (BRASIL, 1997) determina que: [...] a água é considerada um bem renovável, de domínio público, dotado de valor e sua prioridade é o uso para a manutenção da vida humana e dessedentação de animais apesar disso, os maiores usos da água (usos consuntivos) estão nas atividades agropecuárias e industriais (HESPANHOL e GONÇALVES, 2006).

Já no Art. 12 da Lei 9433 estão sujeitos a outorga pelo Poder Públicos os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos no artigo III determina que:

[...] lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; Art. 21. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros: II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente (BRASIL, 1997).

A Lei das Águas nº 9.433 de 1997 que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, - PNRH prevendo os seguintes objetivos são:

- ✓ I - Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

- ✓ II - A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- ✓ III - A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de nº. 357/2005 (Alterações: Resolução 410/2009 e pela 430/2011) e resolução CONAMA nº 396/2008 (e alterações) do CONAMA, que especificam classes de qualidade da água associadas à qualidade exigida para as suas principais utilizações atuais e futuras para águas superficiais e subterrâneas, respectivamente (BRASIL, 2005b).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH Nº 121, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2010 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005 (BRASIL, 2005a).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH Nº 54 de 2005 estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.

No Art. 5 da referida Lei caso a atividade de reúso implique alteração das condições das outorgas vigentes, o outorgado deverá solicitar à autoridade competente retificação da outorga de direito de uso de recursos hídricos de modo a compatibilizá-la com estas alterações. Já no Art. 8 Os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão: I - considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reúso; e II - integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, a prática de reúso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (BRASIL, 2005a).

De maneira geral, o quadro regulatório atual associado ao controle da qualidade da água de reúso não é completo e impõe uma incerteza nos potenciais projetos de reúso, conforme supracitado nas legislações acima.

A portaria de Consolidação 5, Anexo XX que apresenta o padrão de potabilidade de água não tendo alteração na sua lei. Permanecendo o mesmo âmbito de aplicação da Portaria 2914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância e

ressalta da importância da qualidade da água para consumo humano da população e para verificar seu padrão de potabilidade.

Para que a qualidade da água distribuída atenda às especificações citadas na Portaria de Consolidação Nº 5 DE 28/09/2017 - PRC Nº5 é essencial que esteja livre de contaminantes e/ou de poluentes advindos de ações antrópicas ou de causas naturais (BRASIL, 2017)

A resolução Nº 54 de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos -CNRH, Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. No Art. 3º da Resolução 54/2005 estabelece reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange a seguinte modalidade no Inciso - II - reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas (BRASIL, 2005a).

3.4.1 Legislações dos Recursos Hídricos no Ceará

O Reúso não potável conforme já discutido, foi constatado que existem diversas leis que estabelecem a necessidade de programas de reúso, baseadas na Resolução CNRH nº 54/2005. Todavia, grande parte das leis não apresentam orientações técnicas para aplicação dos mesmos, além de não definir prazos e/ou responsabilidades de reguladores da atividade.

A Lei Estadual nº 16.033, de 20 de junho de 2016, que dispõe sobre a política de reúso de água não potável no Ceará e a Resolução COEMA Nº 2, de 2 de fevereiro de 2017, que dispõe sobre os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

A Lei apresenta deliberações gerais sobre a política de reúso no Estado do Ceará no Art. 4º, cita das definições, das modalidades de reúso de água não potável, relata que as modalidades não são mutuamente excludentes e que a aplicação das mesmas não deve extinguir outros métodos de racionalização de água (CEARÁ, 2016). Em nível de Estado do Ceará considera-se que o reúso de água se institui em prática de racionalização e de conservação de recurso hídricos e consideram-se as prerrogativas das Resoluções de Nº 54 de 2005 e as práticas de reúso com a Lei

Estadual Nº 16.033 de junho de 2016 no Art. 1º esta lei estabelece critérios para o reúso não potável, com o objetivo de viabilizar e estimular a sua ação no Estado do Ceará (CEARÁ, 2016).

No estado do Ceará a Resolução COEMA Nº 02 DE 02/02/2017 dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.

A supracitada Resolução foi elaborada considerando a Lei Estadual Nº 16.033/2016, que dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do estado do Ceará (CEARÁ, 2017). Dessa forma, a resolução regulamenta modalidades de reúso e estabelece diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reúso não potável.

Conforme Resolução COEMA Nº 2 DE 02/02/2017.

Compartimentada em cinco capítulos, sendo um deles destinado à definição das condições e padrões de lançamento de efluentes (uma Seção para lançamentos diretos e outra para lançamentos indiretos) e outro destinado às definições das condições e padrões de reúso. Além destes, a Resolução também apresenta capítulos sobre as definições gerais, diretrizes para a gestão de efluentes e considerações finais.

O art. 1º desta Resolução estabelece critérios para o reúso de água não potável, com o objetivo de viabilizar e estimular sua ação no Estado do Ceará. Tendo por fundamento o dispositivo no art. 32, § 1º, incisos I e II da constituição do Estado.

A Resolução COEMA Nº 2 DE 02/02/2017 considera o estado de escassez dos recursos hídricos no Ceará, tanto nos aspectos quantitativos quanto qualitativos, e também que a prática do reúso de água é um meio de racionalização e conservação dos recursos hídricos que pode contribuir para amenizar da escassez atual dos recursos.

Trata a água de reúso como o “efluente que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas”. Dessa forma, a Resolução regulamenta modalidades de reúso e estabelece diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reúso não potável.

3.5 Reúso de água na agricultura

Com o aumento da preocupação, surgem ao mesmo tempo alternativas para amenizar o problema, o reúso da água é uma delas, constituindo uma importante ferramenta de gestão ambiental do recurso hídrico e possuidor de tecnologias já aplicadas para sua correspondente utilização (MANCUSO e SANTOS, 2003).

As águas residuais podem ter diferentes finalidades, quando não o seu descarte, como em atividades agrícolas (irrigação de plantas), usos domésticos (descargas sanitárias), processos industriais (sistemas de resfriamento), entre outros.

Sendo assim, a técnica de reúso deve ser realizada de forma responsável, para que não tragam riscos à sociedade, ou ao sistema ao qual será aplicado. Neste sentido, VON SPERLING (2014) ressalta que as características técnicas mínimas necessárias para o dimensionamento de qualquer sistema de tratamento de esgoto, com vistas à utilização de água de reúso, são:

- ✓ Caracterização quantitativa dos esgotos afluentes à estação de tratamento de esgoto (ETE);
- ✓ Caracterização qualitativa dos esgotos afluentes à ETE;
- ✓ Requisitos de qualidade do efluente e nível de tratamento desejado.

As propriedades contidas são traduzidas na forma de parâmetros de qualidade. Estes são uma forma de retratar o grau de pureza da água, de forma vasta e simples, noticiando a qualidade da água por suas propriedades químicas, físicas e biológicas (VON SPERLING 2007).

Para caracterizar a qualidade da água, são verificados múltiplos parâmetros, nos quais simulam as suas características físicas, químicas e biológicas. Vale destacar que esses parâmetros são os indicadores da qualidade da água e formam impurezas quando atingem valores máximos permitidos pela legislação vigente que são superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Os parâmetros de qualidade podem ser divididos em: biológicos, físico e químico. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir, separados sob os aspectos por quadros.

Os principais riscos potenciais aos aspectos biológicos e químicos à saúde humana pelo uso de água de reúso para fins agrícolas são: Contaminação de alimentos; Contaminação dos trabalhadores por aerossóis; Contaminação de consumidores de animais. Os principais microrganismos presentes na água contaminada são *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Escherichia coli* e *Vibrio cholerae*, e são responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas – como a febre tifoide – que constituem grave risco para a saúde humana (BRASIL, 2014).

3.6 Reúso de água Proveniente de ETA's e ETRG

As estações de tratamento de água – ETA's lançam rejeitos, efluentes que devem ser tratados, dessa forma à legislação brasileira ambiental força as concessionárias de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários a dispor corretamente os rejeitos das lavagens dos filtros através de processos adequados, a fim de conscientizar sobre o lançamento in natura no nos corpos hídricos (MOREIRA, 2019).

O Sistema de Reúso Planejado de Água da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado tem potencial para fins agrícolas em Várzea Alegre, configura-se uma necessidade, sendo uma estratégia para redução da quantidade de água retirada do manancial.

Buscar métodos mais eficientes de irrigação e outras alternativas de recursos hídricos, como o emprego de águas residuárias, para atenuar a concorrência por água é tendencioso no mundo inteiro (REBOUÇAS et al., 2010).

Segundo Rocha, Silva e Barros (2010), a finalidade fundamental do método de reúso não potável para fins agrícolas é a irrigação de plantas alimentícias (a exemplo de árvores frutíferas e cereais) e plantas não alimentícias (a exemplo de pastagens e forrageiras).

Segundo Di Bernardo et al (2002), historicamente, os resíduos produzidos nas ETA's têm sido exalados diretamente nos cursos dos recursos hídricos. As alterações na Legislação e Normas sobre o meio ambiente, as crescentes taxas de poluente, o

gerenciamento de bacias hidrográficas e as apreensões gerais de proteção ambiental têm acarretado ao acréscimo do número de ETA's que agrupam o tratamento dos detritos.

A configuração da ETRG tem culminante aumento do tempo de detenção hidráulica, onde permite os fatores ambientais adversos ao crescimento bacteriano dos microrganismos, onde torna os efluentes de ótima qualidade para a irrigação irrestrita, sendo os principais indicadores da Organização Mundial de Saúde: Os coliformes termotolerantes e ovos de helmintos (MOREIRA, 2019).

De acordo com o que propõe FONTANA (2004), pesquisadores chegaram a concordância de que os resíduos gerados em uma ETA convencional podem alternar entre 1% a 5% do volume de água tratada. BARROSO (2002) recomenda ainda que, a vazão média de resíduos em uma ETA está entre 1% a 3 % do volume tratado. Exclusivamente na lavagem dos filtros, o gasto pode aproximar-se de 2% a 5% do volume de água tratada, conforme CORNWELL (1987), FONTANA (2004).

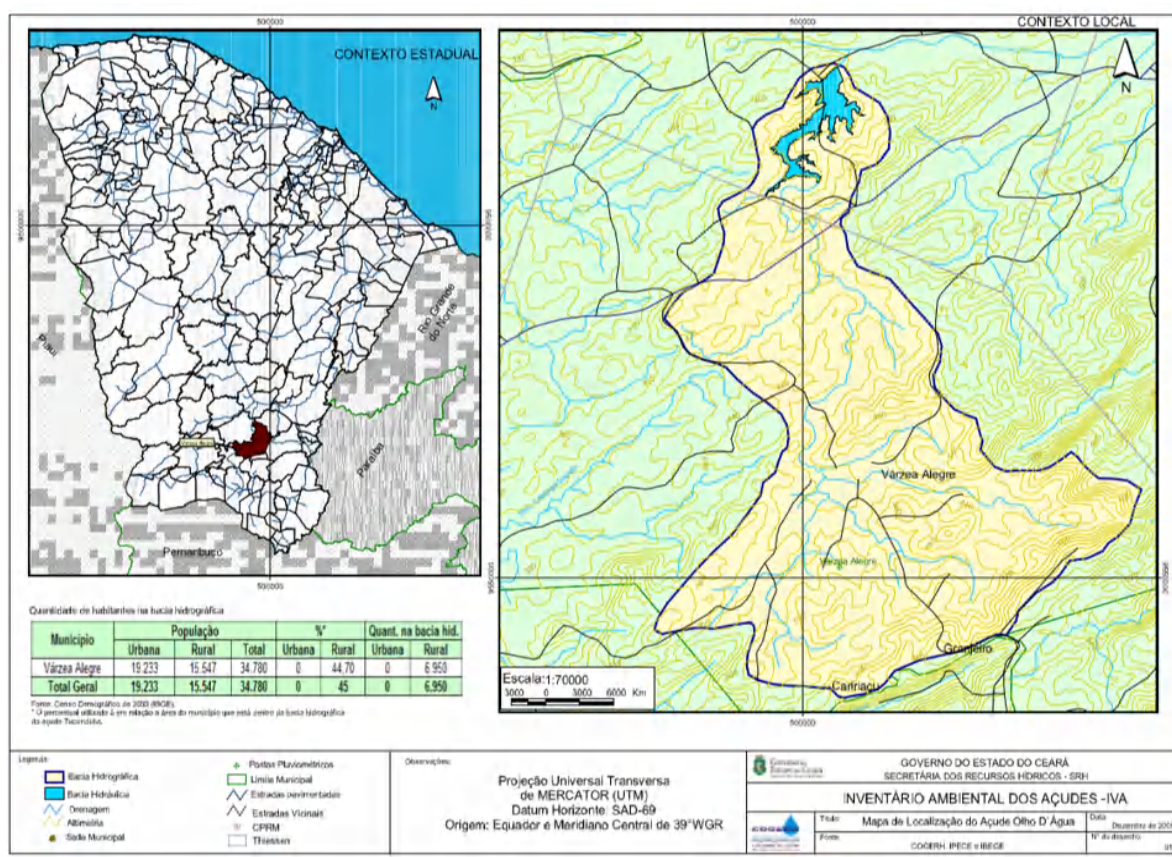
A tecnologia no reúso utilizada na ETRG torna a qualidade físico - química e bacteriológica adequada para que possa retornar a produção inicial do tratamento ou ser utilizada com reúso agrícola sem comprometer a colmatção do leito filtrante e o meio ambiente.

4 ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Várzea Alegre é um município do estado do Ceará localizado na região centro-sul do estado, distante 467 km de Fortaleza, com área aproximadamente 829,976 km² e uma população de 40721 habitantes em 2019 (IBGE, 2020). As Coordenadas geográficas de Várzea Alegre **Latitude:** 5° 21' 0" Sul, **Longitude:** 40° 22' 60" Oeste.

Figura 1 - Mapa de Localização de ETA, ERG e açude em Várzea Alegre



Fonte: Inventário Ambiental dos Açudes, 2008.

A área de estudo é localiza-se no Município Várzea Alegre, no sul do estado do Ceará composta por uma Estação de Tratamento de Água – ETA com tratamento Convencional e filtração ascendente sendo dotado dos seguintes processos: floculação, decantação, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação, filtração com 5 filtros

em vibra de vidro e uma Estação de Tratamento de Rejeito Gerado – ETRG para tratar o efluente gerado.

A Figura 01 observa-se a localização da ETA, seu Manancial de abastecimento e da ETRG. Com a localização da Poligonal da ETA: Latitude – 6047' 14.91" S; Longitude – 39022' 34.50" O. Latitude – 6047' 14.81" S; Longitude – 39022' 33.82" O. Latitude – 6047' 15.94" S; Longitude – 39022' 33.77" O. Latitude – 6047' 15.95" S; Longitude – 39022' 34.34" O. A ETA é abastecida pelo açude Deputado Otacílio Correia conhecido como olho d'água.

4.2 Arranjos do Sistema

A composição da área de estudo ETA: ETA piloto, Casa do operador, 5 Filtros, Estação elevatória de lavagem dos Filtros, Câmara de Mistura rápida, Torre de Equilíbrio, Elevatória, casa química e Minilaboratório. Já a composição da ETRG: 2 (duas) câmaras independentes ou leitos de drenagem, saída do tratamento. Com aplicação dos seguintes produtos químicos: cloro gasoso, aplicação de PAC-23, Fluorsilicato de sódio e polímero catiônico.

A Figura 2 é apresentada a localização da Estação de Tratamento de Água – ETA onde são dotados dos seguintes processos: floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação com filtração direta ascendente uma Estação de Tratamento de Rejeito Gerado – ETRG.

Figura 2 - Localização da Estação de Tratamento de Água do Manancial de abastecimento e de Estação de Tratamento de Rejeito Gerado em Várzea Alegre – CE



Fonte: Arquivo Pessoal do autor, 2020.

Na Figura 03 mostra a composição da área de estudo através de imagem aérea. Composta pelos seguintes equipamentos: Entrada da ETA, ETA piloto para visita, Casa do operador, RAP (Reservatório Apoiado), Filtros, estação elevatória de lavagens dos filtros, Câmara de mistura rápida/torre de equilíbrio, Elevatória, Casa Química e Laboratório da ETA Várzea Alegre.

Figura 3 - Composição da área de Estudo



Fonte: Arquivo Pessoal do autor, 2020.

As águas originárias da descarga e da lavagem dos filtros, a o entrar na ETRG é adicionada na tubulação do leito drenante produto químico o polímero catiônico que ajuda na coagulação das partículas. A água gerada na lavagem dos filtros é direcionada para tratamento do efluente na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados – ETRG.

O volume que a ETA gera em torno de 126.669,85m³ onde parte desse volume distribuído é 122.855,0m³ para o abastecimento de água no município de Várzea Alegre. Vale ressaltar que o volume de lavagem é aproximadamente 6.814,55 m³ o que equivale a 5,249% do volume produzido pela ETA. Em decorrência do elevado volume

gerado há necessita uma destinação adequada sendo o reúso para fins agrícolas uma alternativa adequada como destinação sustentável.

Foram realizadas visitas de campo para compor mais detalhadamente sobre o tratamento, com visitas de campo respectivas com acompanhamento da ETRG combinado com os resultados de análises físico-químicas e microbiológicas dos efluentes da ETA/ETRG, as quais realizadas e disponibilizadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE.

4.3 Coletas e análise de dados

Com base nos dados fornecidos pela CAGECE através das análises de água e efluente, o monitoramento do sistema de tratamento de reúso, promoveu-se discussões ponderando as legislações nacionais e internacionais. Faz parte dessa discussão as produções científicas atuais e aplicáveis ao objeto de estudo.

A periodicidade das coletas foi mensal e corresponderam de 01/2018 a 01/2019, contemplou-se uma amostragem dupla no início da ETA e no final da ETRG para cada período de 12 meses, totalizando 84 análises realizadas. Neste trabalho, a caracterização das análises de água foi realizada por meio da metodologia prescritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA,1995).

Todas as amostras (água de lavagem dos filtros na saída da ETA e água bruta início da ETA) foram coletadas, uma vez ao mês, consecutivamente, pela parte da manhã, entre às 9h e 11h, por meio de amostragem composta. Na seguinte sequência: 1) A água bruta será no início da ETA; 2) A água de lavagem de filtro foi colhida na parte central e superior da ETRG, obedecendo a rotina da ETA.

O monitoramento das atividades da ETA com a qualidade da água bruta, água filtrada e água tratada foi realizada diariamente duas vezes ao dia, entre 08:00h e 14:00 h, pelo operador de manutenção da ETA. Os parâmetros são: Cloro residual livre água tratada, Cor aparente - Água Bruta, Cor aparente - Água Tratada, Fluoreto - Água Tratada, Turbidez - Água Bruta, Turbidez - Água Tratada, Turbidez - Água Bruta, pH - Água Tratada, pH - Água Bruta.

As análises do Relatório de Monitoramento da ETA são: Alcalinidade, Alumínio, Amônia, Cálcio, Cloreto, Cloro, Coliformes Totais, Condutividade Elétrica, Cor, Dureza, Escherichia coli, Ferro total e Dissolvido, Fluoreto, Magnésio, manganês, Nitrito, Nitrato, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfatos, Surfactantes e Turbidez.

Já as análises do relatório de monitoramento de rejeito de ETA/ETRG: Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade Elétrica, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, pH, Sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais.

As escolhas das datas foram selecionadas pelo Laboratório Regional em Juazeiro do Norte e realizadas respectivamente: 22/01/2019, 12/02/2019, 15/03/2019, 05/04/2019, 07/05/2019, 06/06/2019, 04/07/2019, 01/08/2019, 05/09/2019, 03/10/10/2019, 04/11/2019 e 10/12/2019 do Rejeito Gerado na ETA onde foi feita uma média para compor o Quadro 05.

No laboratório da própria ETA as análises de água foram realizadas para o monitoramento da qualidade da água bruta, água filtrada e água tratada que foi apresentada através de gráficos. Onde foram escolhidas 3 meses para compor o monitoramento in loco da ETA Agosto, Setembro e Outubro de 2019.

Além do monitoramento da ETA foram analisadas a qualidade da água do manancial a água Bruta na entrada da ETA composta por 11 amostras de água de 03 de março de 2018 á Março de 2019 das quais nenhuma apresentaram valores de Escherichia coli. Todas as amostras foram coletadas em frascos estéreis, transportadas até o laboratório sob-refrigeração. Para a coleta de águas tratadas foi acrescentado aos frascos 0,1 mL de solução de tiosulfato de sódio a 15%.

Os resultados do monitoramento das amostras de água da ETA e ETRG foram analisados utilizando estatística descritiva: média aritmética, valores mínimos, médios e máximos. Em todas as análises estatísticas realizadas, considerou-se como estatisticamente significantes valores de $p < 0,01$. A média aritmética para o cálculo dos dados de Volumes foram realizadas utilizando a seguinte Equação 1.

Seja os números reais x_1, x_2, \dots, x_n a média aritmética é definida por:

$$M = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N}$$

N

Onde n é o total de valores somados em que: $x_1, x_2 \dots x_n$ são os valores registrados nas análises da água bruta, tratada e filtrada e N é o número de amostra.

A coleta de dados e pesquisa em campo foram somatórios para composição do referido trabalho compondo um arcabouço de informações já realizados sobre o reúso das águas de lavagens dos filtros em ETA's, além de desenvolver e acompanhar a Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG em Várzea Alegre.

4.3.1 Análise da adequação dos Rejeitos Gerados na ETRG em Várzea Alegre ao uso agrícola

Os parâmetros obtidos nos efluentes da ETRG em Várzea Alegre foram comparados com os Padrões das Resoluções COEMA Nº02/2017, CONAMA Nº 357/2005 Classe 2 e com as diretrizes para interpretação da qualidade de água para irrigação de Ayers & Westcot (1991) para verificar a adequação desse rejeito ao uso agrícola.

4.4 Fluxograma dos Volumes na ETA

O desenho esquemático da Figura 3 observa-se a separação da água bruta, água tratada e água de Rejeito representadas por cores.

Em relação ao volume produzido pela ETA foi quantificado os seguintes dados: A vazão média é $321,0 \text{ h}^{-1}$ sendo que sua Per capita fornecida varia em torno de 138 litro/habitante dia, onde a distribuição ocorre durante os 30 dias no mês durante 13,5 horas por dia com índice de perdas na produção de água – IPPA de 2,51 (MOREIRA, 2019).

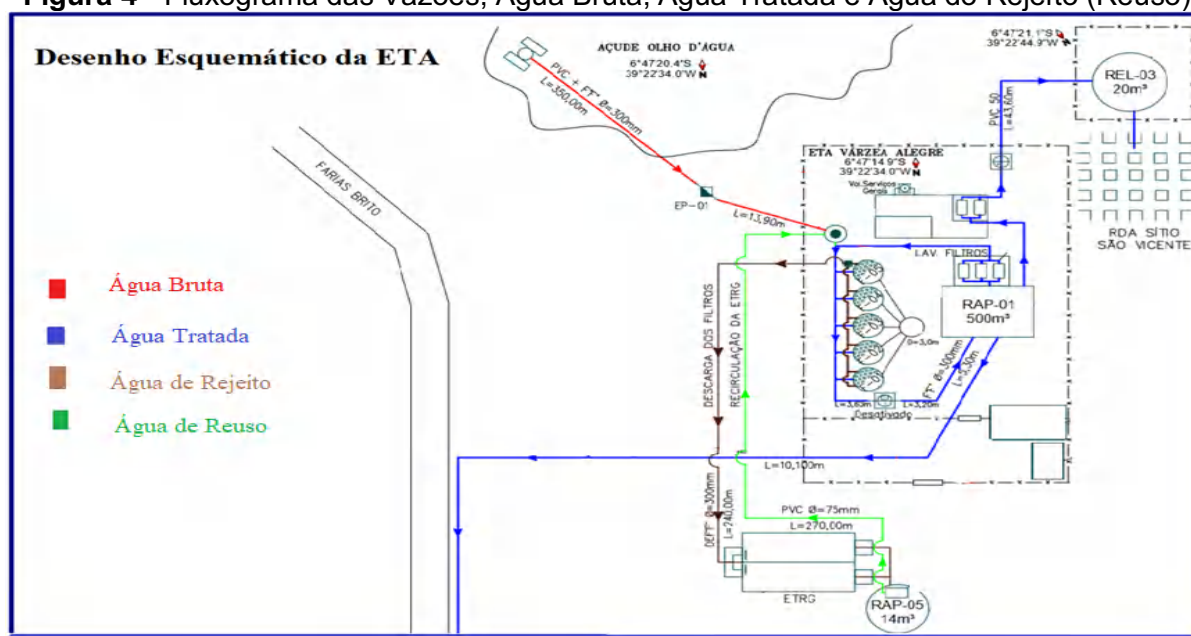
Os volumes ilustrados na Figura 22 observa-se o quantitativo de volumes que compõe a Estação de Tratamento. Volume Bruto - $139.127,05 \text{ m}^3/\text{mês}$, Volume Produzido - $138.628,71 \text{ m}^3/\text{mês}$, Volume de Consumo Autorizado para a produção - $3.423,93 \text{ m}^3/\text{mês}$, Volume Produzido para a comercialização - $135.635,11 \text{ m}^3/\text{mês}$, Volume distribuído - $135.635,11 \text{ m}^3/\text{mês}$, Volume de Reúso – $3.423,93 \text{ m}^3/\text{mês}$.

A água bruta representada pela cor Vermelha sendo a água do Manancial o açude Dep. Luiz Otacílio Correia – conhecido popularmente como açude Olho D'Água.

Já a água tratada simbolizada pela cor Azul mostra a água tratada depois da estação de tratamento de água pronta para ser encaminhada para população de Várzea Alegre.

A água dos rejeitos gerados da ETA é representada pela cor Verde a mesma inicia com o processo de tratamento de água e encaminhada para ETRG. A água de descarga e da lavagem dos filtros seguirá para tratamento na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG, a seguir a configuração descrita do Desenho esquemático da ETA.

Figura 4 - Fluxograma das Vazões, Água Bruta, Água Tratada e Água do Rejeito (Reúso)



Fonte: Adaptado - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019

4.5 Processo e Condições de Funcionamento

Á água bruta proveniente do manancial é bombeada para uma Torre de equilíbrio destinada a fornecer a carga hidráulica variável, necessária ao funcionamento dos clarificadores. Desta torre, a montante da qual recebe os reagentes necessários à coagulação, a água é distribuída por conduto forçado aos clarificadores. Esses, por sua vez operam sob carga variável cujo valor é a cada instante auto – regulado pela própria

necessidade de sistema é definida pelo nível de água na torre de equilíbrio. Ao penetrar no clarificador a água tem acesso a um conduto principal.

Daí é uniformemente distribuída ao meio fluxo ascendente até atingir a borda das calhas coletoras já isenta de impurezas. Depois água tratada é encaminhada ao reservatório onde recebe a cloração e fluoretação.

Concluído o processo da ETA a água proveniente da descarga e da lavagem dos filtros, recebe a adição de produto químico o polímero catiônico, na tubulação a montante do leito drenante.

A água de descarga e da lavagem dos filtros segue para tratamento na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG, a seguir a configuração descrita do Desenho esquemático na Figura 03 observa-se o Fluxograma das Vazões na ETA. A cor vermelha é para simbolizar a água bruta, a cor azul para simbolizar água tratada e a cor verde é para simbolizar água das lavagens dos filtros (Rejeitos líquidos do ETA).

4.6 Características Operacionais

A área de estudo é composta por Estação de Tratamento de Água – ETA de tratamento Convencional onde são dotados dos seguintes processos: floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação com filtração direta ascendente com 5 filtros em vibra de vidro e uma Estação de Tratamento de Rejeito Gerada – ETRG.

A floculação/coagulação: A coagulação tem por objetivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal e dissolvida, em partículas que possa ser removida pela decantação (sedimentação) e filtração. Esses aglomerados gelatinosos se reúnem produzindo os flocos (floculação).

Nesse processo é aplicado o PAC-23, o Policloreto de Alumínio é um polímero inorgânico catiônico de baixa densidade a base de cloreto de alumínio onde libera pequena quantidade de alumínio residual, mesmo com excesso de produto aplicado.

Em solução aquosa este produto apresenta alta concentração de carga catiônica, elevado poder coagulante, acelerando a velocidade na formação de flocos em relação

aos poliméricos. As águas de superfície geralmente contêm cor e turbidez elevadas (BRASIL, 2014).

Já filtração, consiste em fazer a água passar por substâncias porosas capazes de reter e remover algumas de suas impurezas. Como meio poroso, emprega-se em geral a areia sustentada por camadas de seixos, sob as quais existe um sistema de drenos.

Acarretando a remoção de materiais em suspensão e substâncias coloidais e redução de bactérias presentes. A remoção de impurezas nesse processo é complexa e pode envolver mecanismos físico, químico e biológico (BRASIL, 2014). Funciona pelo sentido ascendente do fluxo, e são lavados, por contracorrente de água.

Correção de pH: A correção do pH na ETA Várzea Alegre não ocorre por que o pH está na faixa ideal para o abastecimento não havendo necessidade de aplicar nenhum produto químico.

Desinfecção (cloração): Na cloração, são adicionados à água o cloro gasoso. O cloro tem grande capacidade de oxidação de microrganismos que estão presentes na água. Essa propriedade advém das rápidas reações proporcionadas a partir da sua adição à água.

Fluoretação: A fluoretação, destinada à prevenção da incidência de cáries, é realizada, e, ao final do processo é aplicado o Fluorsilicato de sódio.

Depois de todas essas etapas de tratamento de água ela distribuída para Reservatórios que estão localizados estrategicamente na cidade de Várzea Alegre até chegar aos imóveis dos clientes.

Com as lavagens dos filtros gera um volume com vazão de aproximadamente 6.814,55 m³ o que equivale a 5,255% do volume produzido pela ETA, depois que sai dos filtros é conduzido por bombeamento a tubulação para a ETRG para ser tratado o efluente.

Vale ressaltar que o efluente tratado pode ser bombeado tanto para o início da ETA ou retornará para o reúso agrícola sem prejuízos para o meio ambiente. Enquanto, o lodo retido na manta geotêxtil será descarregado para uma adequada disposição final.

Conforme Figuras 5 e 6 a ETA é composta de 5 filtros que tem funcionamento pelo sentido ascendente do fluxo, e são lavados, por contracorrente de água.

Figura 5 - Apresenta os cinco Filtros de fibra



Figura 6 - Ilustra tubulações de entrada de água ETA e saída (Lavagens dos filtros)



Fonte: Arquivo Pessoal da autora.

A remoção do lodo é realizada manualmente de forma periódica. Os leitos têm o fundo construído com mantas geotêxteis assentadas sobre camada de brita e tem altura suficiente para que o lodo se sedimente durante os intervalos entre as lavagens.

A Figura 7 observa-se a saída das lavagens dos cinco filtros seguindo para a Estação de Tratamento de Rejeito gerado para ser tratado e utilizado para o reúso.

Figura 7 - Tubulação de saída das lavagens dos filtros para ETRG para ser tratado



Fonte: Arquivo Pessoal do autor, 2019.

4.7 Processo e Condições de Funcionamento

Á água bruta proveniente do manancial é bombeada para uma Torre de equilíbrio destinada a fornecer a carga hidráulica variável, necessária ao funcionamento dos clarificadores. Desta torre, ao montante da qual recebe os reagentes necessários à coagulação, a água é distribuída por conduto forçado aos clarificadores. Esses, por sua vez operam sob carga variável cujo valor é a cada instante autorregulado pela própria necessidade de sistema é definida pelo nível de água na torre de equilíbrio. Ao penetrar no clarificador a água tem acesso a um conduto principal.

Dessa forma, é uniformemente distribuída ao meio fluxo ascendente até atingir a borda das calhas coletoras já isenta de impurezas. Em seguida a água tratada é encaminhada ao reservatório onde recebe a cloração e fluoretação.

4.8 Informações Operacionais do sistema

Os dados do sistema foram colhidos do Relatório Anual de Dados Operacionais - RADOP onde escolhidos 3 (três) meses para tabular os dados e gerar a média nos meses Agosto, Setembro e Outubro de 2019 conforme a Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Esses dados são importantes na tomada de decisão para todo o sistema de abastecimento, tratamento, operação do sistema e Reúso de água.

Foram realizadas visitas à companhia de Água e Esgoto do Ceará a fim de coletar todas as informações do sistema operacional da ETA que estão expressas abaixo.

Quadro 1 - Informações Operacionais do Relatório Anual de Dados Operacionais - RADOP

Indicadores do Sistema	Unidade	Ago/19	Set/19	Out/19
Ligações de água Ativas	-	9.743,00	9.743,00	9.743,00
Horas por dia	Horas	13,48	13,8	14,45
Dias de funcionamento	Dias	31	30	31
Vazão captada	m ³ /h	331,03	332,88	324,55
Índice de Perdas Produção de água	%	2,59%	2,51%	2,31%

Volume Bruto	m ³	138.329,14	133.670,50	145.381,50
Volume Produzido	m ³	137.809,14	133.183,00	144.894,00
Volume de consumo autorizado à produção	m ³	3.572,80	3.349,50	3.349,50
Volume Produzido para Comercialização	m ³	134.722,34	130.271,00	141.912,00
Volume Distribuído	m ³	134.722,34	130.271,00	141.912,00

Fonte: RADOP - Relatório Anual de Dados Operacionais (CAGECE, 2019).

Foram realizadas visitas à companhia de Água e Esgoto do Ceará a fim de coletar todas as informações do sistema operacional da ETA que estão expressas no Quadro 01.

A água de descarga e da lavagem dos filtros segue para tratamento na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG, a seguir a configuração descrita do Desenho esquemático na Figura 03 observa-se o Fluxograma das Vazões na ETA. A cor vermelha é para simbolizar a água bruta, a cor azul para simbolizar água tratada e a cor verde é para simbolizar água das lavagens dos filtros (Rejeitos Líquido da ETA).

4.9 Características do Tratamento – ETRG

A ETRG tem por objetivo tratar o efluente gerado na ETA através da lavagem dos filtros e descarga. Os leitos são construídos com mantas geotêxteis assentadas sobre camada de brita e tem altura suficiente para que o lodo se sedimente durante os intervalos entre as lavagens.

Os leitos são constituídos por 2 (duas) câmaras independentes e a descarga efetuada obedece a um sistema de rodízio, em função do nível de evaporação, que permita a retirada do mesmo para transporte e disposição final.

Em seguida, são encaminhadas para a ETRG os efluentes das descargas dos filtros por gravidade para a unidade do leito drenante, onde uma parte líquida sofrerá o processo de infiltração através da manta geotêxtil (líquido drenado) e outra verterá ao atingir o nível de transição. Em seguida ocorre o tratamento da efluente e posterior fase de Reúso.

Os leitos de drenagem são descobertos, pois os maiores valores do teor de sólidos suspensos totais (SST) no lodo desaguado são obtidos nos leitos descobertos, em função do recebimento direto de radiação solar (MOREIRA, 2019).

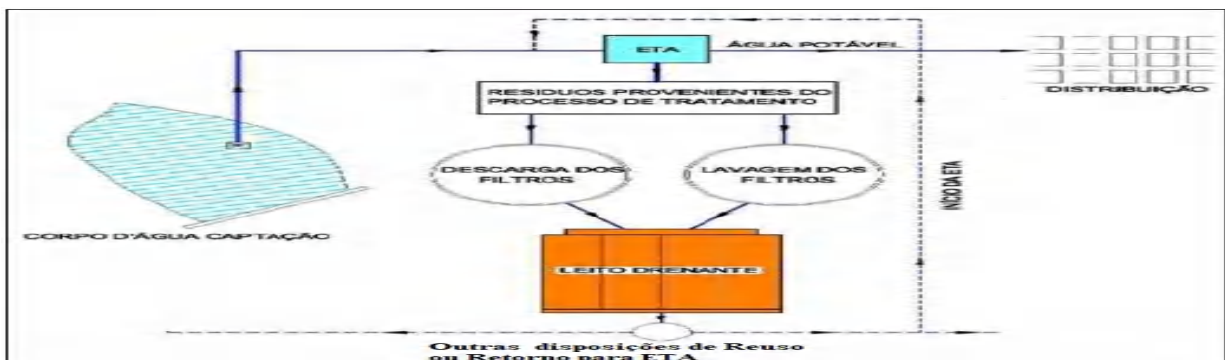
O processo de tratamento utiliza processos físicos e químicos para que a água fique com as propriedades desejadas conforme a Legislação de Reúso do estado do Ceará a Resolução COEMA N° 02/2017.

A primeira etapa do tratamento é a de floculação quando através de agentes químicos (coagulantes), as partículas de sujeira se aglomeram para em seguida decantarem formando flocos seguindo para próxima etapa da sedimentação nas mantas geotêxtis. As mantas Geotêxtis são mantas sintéticas permeáveis, fabricados pelo sistema de agulhagem ou tecelagem, resistentes à tração, punção e agentes químicos, com ampla utilização em diversos segmentos da construção civil, indústria e infraestrutura. São normalmente aplicados como filtro em sistemas de drenagens, camada de separação entre materiais de diferentes granulometrias (BIDIM, 2020).

Em relação aos resíduos sólidos são acondicionados e descartados em contêiner para coleta e disposição adequada.

Na Figura 8 observa-se o croqui da Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados – ETRG. As águas de lavagem dos filtros e das descargas de fundo dos filtros ascendentes são encaminhadas para os leitos de drenagem por gravidade, através de tubulação a fim de posterior tratamento, as quais serão encaminhadas para outras disposições de Reúso ou Retorno para ETA.

Figura 8 - Croqui da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado



Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2018.

Na fase de remoção, deve-se ter o cuidado para não danificar o leito. O sistema de tratamento de lodos da ETA será formado por leitos de drenagem, que são utilizados alternadamente. A vazão de dimensionamento do canal e tubulação será igual a vazão necessária para a lavagem de um filtro (MOREIRA, 2019).

4.10 Descrições do Leito Drenante

Os resíduos gerados nas ETAs são, principalmente, a água de lavagem de filtro e o lodo havendo a necessidade de tratar esses resíduos.

Para que tenha um funcionamento adequado nas ETRG, o sistema depende da lavagem de filtros, realizadas devidamente quando o filtro estiver colmatado (sujo). Gerando um volume elevado de efluente necessitando tratar esse resíduo através da ETRG que são leitos drenantes.

O Leito de drenagem é um sistema compostos por mantas Geotêxtil tecido biaxial de laminetes de polipropileno de alta tenacidade e elevada resistência à degradação.

O desaguamento dos efluentes principalmente é influenciado pelas ações da temperatura, umidade do ar, viscosidade do lodo adensado e ação dos ventos. Nesse contexto, o condicionamento do lodo é fundamental para as fases de adensamento e/ou desaguamento para que tenham sucesso. Usualmente, o condicionamento do lodo é atingido através da adição de polímeros catiônicos, coagulantes a o passo que melhora seu adensamento e a qualidade do sobrenadante (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

CORDEIRO (2001) estuda a possibilidade de alteração da estrutura tradicional de leito de secagem e ressaltou que a colocação de manta de geotêxtil sobre a camada filtrante, permitia a retirada mais eficaz da água livre dos lodos. Os resultados obtidos comprovaram que a areia e a espessura da camada filtrante não eram decisivas na remoção de água livre.

Os estudos evoluíram e no PROSAB 2 – Tema 2 (CORDEIRO, 2001) foi desenvolvida a proposta de um leito modificado 2, onde a areia foi removida e o leito constituído de uma camada de brita 01 com 5 cm e sobre ela manta geotêxtil. O tempo de drenagem da água livre diminuiu bruscamente com o novo arranjo (modificado 2), recebendo a denominação de Leito de Drenagem.

No município de Várzea Alegre o sistema de ETRG utiliza para redução de volume de lodo/efluente de estação de tratamento de água, o leito drenante onde está descrito abaixo gerado um tratamento eficiente e possibilitando a utilização desse efluente para reúso para fins agrícola, pois apresenta valores baixos nas análises físico – químico e bacteriológicos.

O Quadro 2 - observam-se as propriedades da manta Geotêxtil que são constituídos o fundo do leito drenante da ETRG.

Quadro 2 - Propriedade da manta Geotêxtil

Propriedades	HaTe55/55
Material prima principal	Laminetes de polipropileno (PP) de alta Tenacidade ultra estabilizados
Resistência à tração nominal (ABNT 12.824) Direção Longitudinal Direção Transversal	55KN/m 55KN/m
Deformação na resistência nominal (ABNT 12.824) Direção Longitudinal Direção Transversal	≤15,0% ≥15,0%
Permeabilidade para carga de água de 0,05	≥10 l/m ² /s (tol.0,7)
Abertura aparente de poros - 0 ₉₀ (ISSO 129	≤0,200 mm (tol.0,5)

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2018.

Os leitos têm o fundo estabelecido com mantas geotêxteis apontadas sobre camada de brita com espessura satisfatória para que o lodo sedimente durante as intermitências entre as lavagens.

No Leito de Drenagem, o período de remoção de água constitui na soma do tempo de drenagem e de evaporação da água, assim, de tal maneira as condições de drenagem quanto às características climáticas têm devido importância. Posteriormente a drenagem da água, acontece a secagem do lodo por evaporação, e as variáveis climáticas, tais como: umidade relativa do ar, ventilação e insolação podem ser decisivas para o desempenho da ETRG.

A Figura 9 e 10 abaixo ilustram as duas câmaras da ETRG mostrando as etapas de tratamento do efluente. A fase 01 quando o efluente bruto entra na ETRG com

lâmina em torno de 50 cm onde ocorre adição de produto químico a fim de formar flocos, onde é aplicado pelo processo de coagulação através de aplicação de polímeros e coagulantes esses produtos químicos auxiliam para sedimentar os sólidos suspensos, dissolvidos em solução e desestabilizar as suspensões coloidais de partículas sólidas.

Na fase 02 por processo físico por evaporação e sedimentação acontece a separação dos sólidos e líquidos. Esse processo físico que consiste na passagem lenta e gradual de um estado líquido para um estado de vapor, em função de aumento natural ou artificial de temperatura.

A água escoar para o fundo passando pela manta geotêxtil nesse tecido opera como elemento filtrante em sistemas de drenagem, apartar-se e inibi as misturas dos diferentes materiais.

Figura 9 - Fase 01 Leitos drenantes cheios



Figura 10 - Fase 01 Leitos drenantes cheios



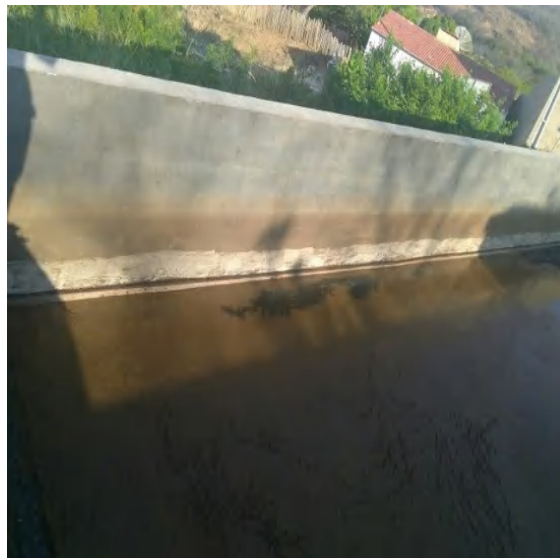
Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

A avaliação do desempenho desse sistema para redução de volume de lodo das ETAs que utilizam produtos químicos: cloro gasoso, PAC-23 (Cloro de Polialumínio) e Fluorsilicato de sódio e polímero catiônico, faz mediante monitoramento das variáveis operacionais da ETRG.

Figuras 11 e 12 observa-se a fase 2 de tratamento dos leitos drenantes da ETRG, onde observou que com ação do clima e tempo favorece para aumentar a redução em torno de 95% do efluente gerado.

Figura 11 - Fase 02 Leitões semi-secos

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Figura 12 - Fase 02 Leitões semi-secos

Já na fase 03 os sólidos estão quase totalmente secos onde são separados com ferramentas apropriadas e dispostas em contêiner encaminhados para UNBSA - Juazeiro do Norte - CE para ser disposta em Bags para sua estabilização final e posterior disposição final.

Figura 13 - Fase 03 com Leitões sólidos secos

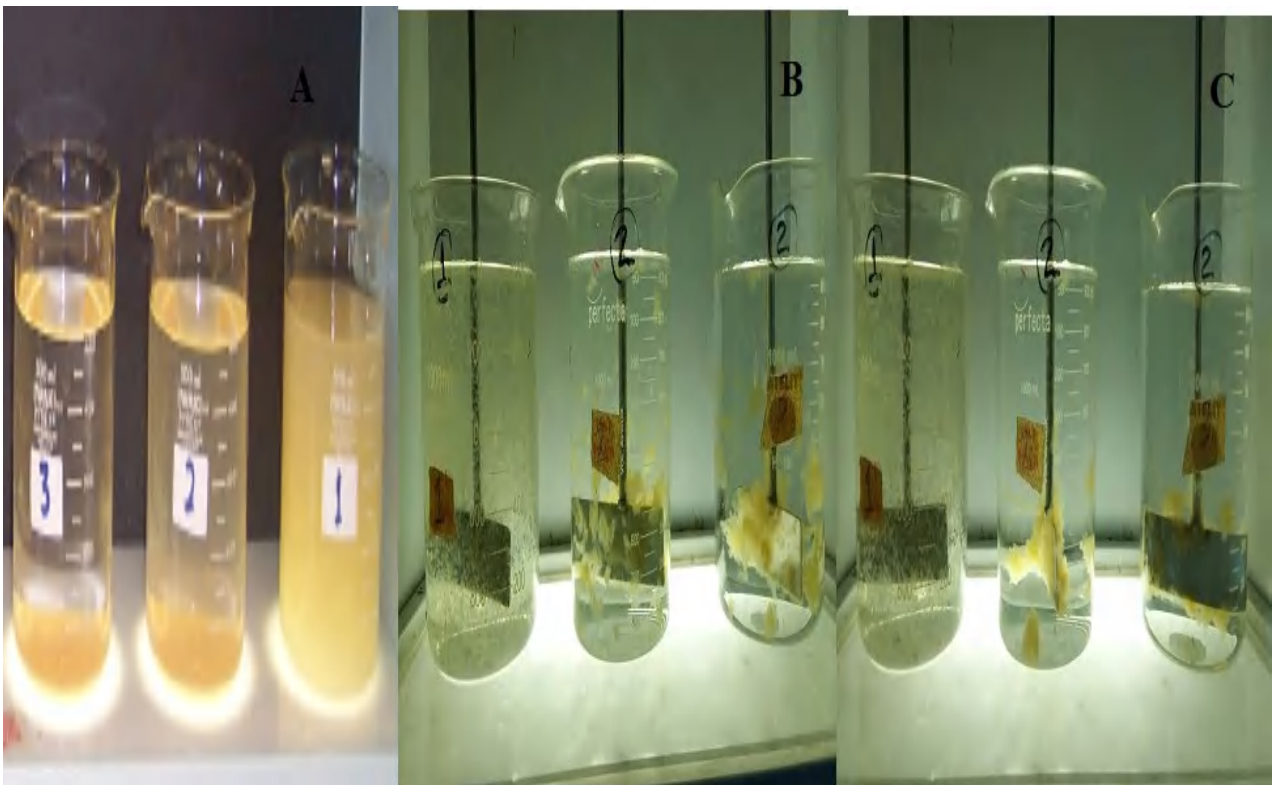
Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Figura - 14 Fase 03 Leitões sólidos secos

As variáveis operacionais juntamente com o monitoramento das análises de água forneceram subsídios para montar os resultados. Os Parâmetros usados para caracterização dos resíduos e drenados ETA/ETRG são: Alumínio, DQO, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura, turbidez, materiais Flutuantes e Coliformes Totais.

Na Figura 15 verifica-se o procedimento de Jar Test realizado no laboratório da CAGECE onde mostra o cálculo através a dosagem e concentração do Polímero floculante que será utilizada na ETRG para tratar o efluente das lavagens dos filtros. Nessa figura observa-se os ensaios realizados através de jar test a fim de calcular a dosagem de coagulante a ser utilizado através dos valores de turbidez bruta e tratada para tratar o efluente da ETRG (MOREIRA, 2019)

Figura 15 - Observa-se as análises A, B e C de Jar Test realizada para encontrar o valor do polímero Catiônico ideal a ser aplicada na ETRG



Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2018.

O Quadro 3 apresenta as dosagens encontradas do Polímero Catiônico através do Jar Test realizada para encontrar o valor do polímero Catiônico ideal a ser aplicada na ETRG.

Quadro 3 - observa-se a Dosagem encontrada do Polímero Catiônico através do Jar Test realizada para encontrar o valor do polímero - TEST 01 e 02

JAR TEST 01				JAR TEST 02			
Jar test 01	Dosagem	Turbidez		Jar test 02	Dosagem	Turbidez	
		Bruta	Tratada			Bruta	Tratada
1	1ppm	18,39 UT	1,69 UT	1	1,3	12 UT	0,94 UT
2	2ppm	19,5 UT	0,88 UT	2	1,5	18,9 UT	0,91 UT
3	3ppm	17,12 UT	0,96 UT	3	1,8	10,3 UT	1,04 UT

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2018

A dosagem da solução é calculada pela seguinte fórmula:

$$Q = \frac{Q_{\text{regul}} \times D}{C}$$

Onde:

Q_{regul} = vazão de regularização (m³/h)

D = dosagem (MG/l)

C = concentração (%)

Para efeito de dimensionamento considerou-se como vazão máxima a vazão de lavagem ascensional, com uma dosagem máxima de 10 mg/L. Tendo em vista o tipo de polímero, de solubilidade muito baixa, a concentração da solução de polímero será de 0,5% (MOREIRA, 2019).

5 RESULTADOS

5.1 Valores do monitoramento da ETA – Várzea Alegre

Os parâmetros de monitoramento da qualidade da água tratada: Cloro residual livre; cor aparente; Fluoreto; Turbidez; pH - Água Tratada encontram-se no Quadro 04. Os valores apresentados estão de acordo com os dados do Anexo 10 que faz parte do Anexo XX da tabela de padrão organoléptico de potabilidade da Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ressalta-se que no laboratório da ETA através do Relatório de Dados Operacionais - RADOP foi possível realizar o Quadro 04.

Já os monitoramentos da ETRG foram realizados os seguintes parâmetros: Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais. Em consonância com a Resolução Coema 02/2017 que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

O Quadro 4 apresenta ainda os resultados das análises de água Bruta realizadas entre os meses de Agosto, Setembro e Outubro de 2019, para os Parâmetros: Cor Aparente - Água Bruta, Turbidez - Água Bruta, Turbidez - Água Bruta, pH - Água Bruta.

O Quadro 4 ilustra os valores do monitoramento do minilaboratório da ETA do Relatório de Dados Operacionais - RADOP referente as Análises de água Bruta e Tratada dos meses Agosto/2019, Setembro/2019 e Outubro/2019.

Quadro 4 - Valores dos parâmetros de água bruta e água tratada na ETA de Várzea Alegre - CE dos meses Agosto, Setembro e Outubro de 2019.

Variáveis/Parâmetros	Unidade	Variação	Data das Coletas		
			Ago/19	Set/19	Out/19
Cloro residual livre água tratada	mgL ⁻¹	Mínimo	1,5	1,5	1,5
		Médio	2	2	1,9
		máximo	2	2	2
Cor aparente - Água Bruta	mgL ⁻¹	mínimo	15	15	15

		Médio	15	15	15
		máximo	15	15	15
Cor aparente - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	5	5	5
		Médio	5	5	5
		máximo	5	5	5
Fluoreto - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	0,6	0,6	0,5
		Médio	0,7	0,7	0,7
		máximo	0,8	0,9	0,9
Turbidez - Água Bruta	mgL ⁻¹	mínimo	1,9	2	2
		Médio	2,3	2,3	2,3
		máximo	2,6	2,7	2,5
Turbidez - Água Filtrada	mgL ⁻¹	mínimo	0,3	0,3	0,3
		Médio	0,5	0,5	0,5
		máximo	0,8	0,8	0,8
Turbidez - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	0,3	0,3	0,3
		Médio	0,5	0,5	0,4
		máximo	0,8	0,8	0,8
pH - Água Bruta	mgL ⁻¹	mínimo	8	8	7
		Médio	8,2	8,2	8,2
		máximo	8,5	8,5	8,5
pH - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	7	7	7
		Médio	7,2	7,2	7,2
		máximo	7,4	7,5	7,4

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

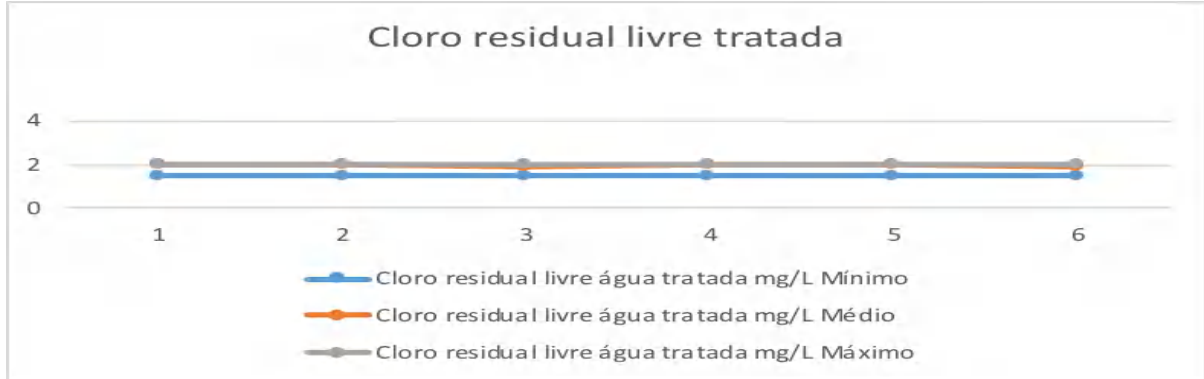
5.2 Análises dos Parâmetros da ETA Várzea Alegre - CE

5.2.1 Parâmetro Cloro

O parâmetro Cloro Residual Livre de água tratada conforme o Art. 15, IV da lei PRC Nº 5. de 28 de Setembro de 2017, Anexo XX relata que deve assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

Na Figura 16 verifica-se os dados Mínimo, Médio e Máximo do Cloro Residual Livre da água Tratada da ETA-Várzea CE, constata-se que os valores do cloro Residual Livre alcançaram valores que estão em conformidade com o que determina a Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017. Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017-MS.

Figura 16 - Cloro Residual Livre da água Tratada da ETA-Várzea Alegre - CE



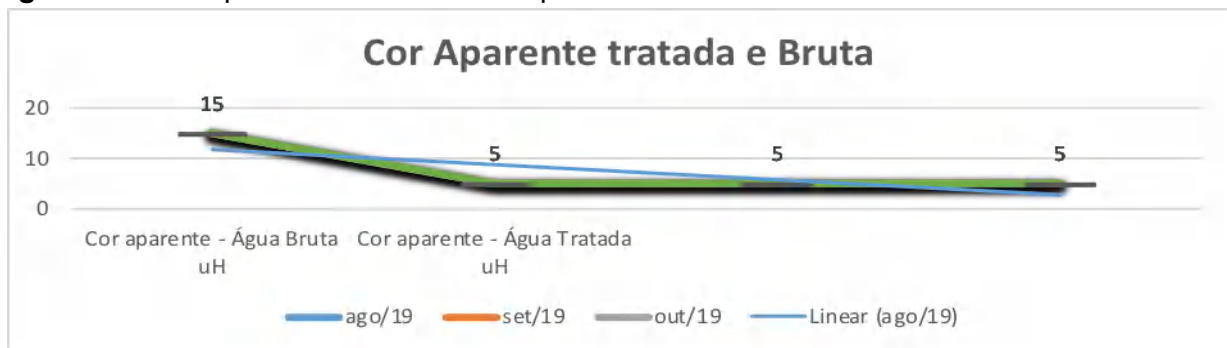
Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

5.2.2 Parâmetro Cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos (BRASIL, 2004). A Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o valor de ou de até VPM-15uH. Os dados Mínimo, Médio e Máximo das Análises de Cor Aparente Tratada e Cor Aparente Bruta.

A medição de cor aparente é feita com a amostra de água com a aparência que se observa nela ao natural, conforme ela foi coletada. Essa medição incluirá a possível turbidez da amostra. A medição de cor verdadeira é feita com a água após ser microfiltrada, eliminando interferências que possam afetar o resultado da medição. Essa medição indicará apenas o valor da cor na amostra.

Figura 17 - Cor Aparente Tratada e Cor Aparente Bruta

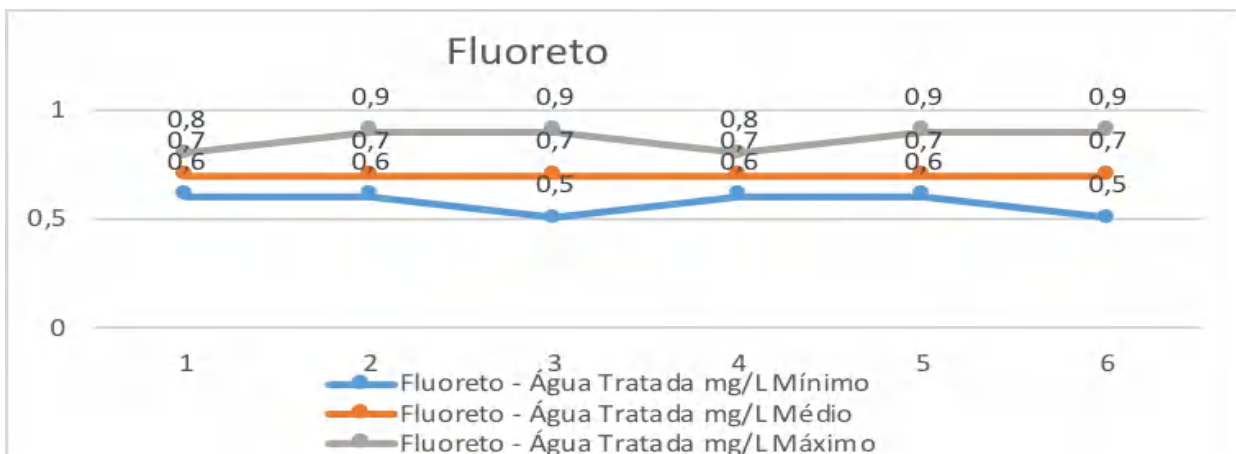


Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

5.2.3 Parâmetro Flúor

No caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS de 26 de dezembro de 1975, não podendo ultrapassar o VMP de 1,5 mg/L expresso na Tabela do Anexo 7 do Anexo XX. Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017 do Ministério da Saúde estabelece PRC N°5, Art. 37, § 1º (BRASIL, 2017).

Figura 18 - Valores máximos, médios e mínimos de Fluoreto presentes na água tratada da ETA Várzea Alegre - CE, nos meses Agosto, Setembro e Outubro de 2019.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

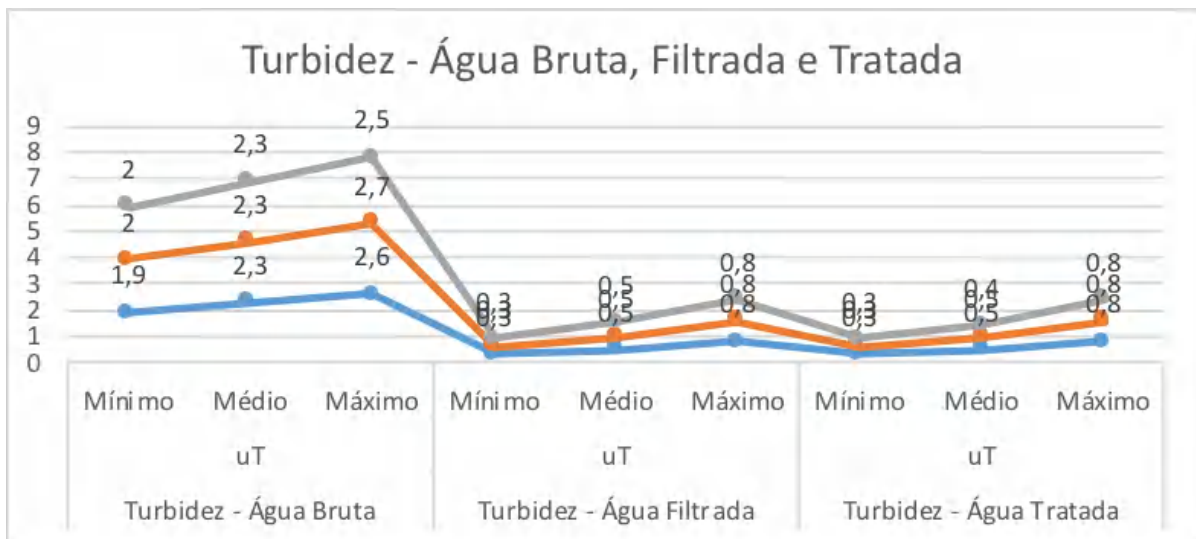
5.2.4 Parâmetro Turbidez

Para garantir a qualidade microbiológica da água os indicadores microbiológicos atende o valor padrão de turbidez ilustrado na Figura 19, expresso no Anexo 2 do Anexo XX da PRC N°5 que devem ser observadas as demais exigências contidas neste Anexo. Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017-MS, Art. 30.

No Art. 30 menciona que a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendida o padrão de turbidez expresso no Anexo 2 do Anexo XX e devem ser observadas as demais exigências contidas neste Anexo. (BRASIL, 2017).

Na Figura 19 observa-se os dados mínimo, médio e máximo das Análises de Turbidez das águas bruta, tratada e filtrada da ETA Várzea Alegre - CE.

Figura 19 - Dados das Análises de Turbidez de Água Bruta, Turbidez de Água Filtrada e Turbidez de Água tratada.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019

O valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta, estabelecidos no Anexo 2 do Anexo XX, deverão ser atingidos conforme as metas progressivas definidas no Anexo 3 do Anexo XX. Na Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017 - MS, Art. 30, § 2º (BRASIL, 2017).

O valor Turbidez – Água filtrada mínimo foi 0,3 o valor médio das análises de água filtrada 0,5 e o valor máximo de Turbidez – Água filtrada 0,8 conforme Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017 o VPM é 0,5 para água filtrada.

Já para análise de turbidez – água Bruta o valor mínimo foi 1,9 o valor médio 2,3 e valor máximo 2,7 depois do tratamento e filtração o valor de turbidez reduz significativamente quando realizo analogia com os dados das análises turbidez água bruta e turbidez água tratada.

5.2.5 Parâmetro pH

A correção do pH da água tratada é um procedimento utilizado nas ETAs com a finalidade de prevenir o processo de corrosão das estruturas metálicas do sistema de distribuição que é provocado pela acidez da água, consequência da presença de gás carbônico dissolvido.

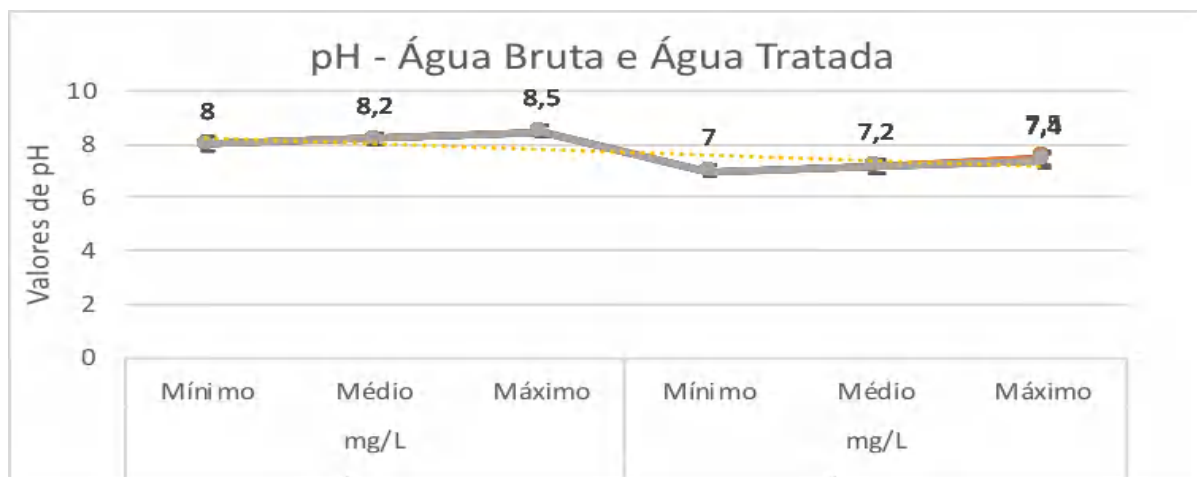
Ele é determinado pela concentração de íons de hidrogênio (H⁺) e serve para medir o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de determinada solução. Esses tratamentos e adequações às legislações vigentes são realizados dentro das estações de tratamento de água (ETA), as quais envolvem o controle e correção do pH.

Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 conforme Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017, Art. 39, § 1º 9 BRASIL, 2017).

Podemos ainda dizer que a própria distribuição da água tratada (tubulação) é afetada pelo pH. Pois águas ácidas são mais corrosivas, ao passo que as águas alcalinas são incrustantes.

No gráfico observa-se os dados Mínimo, Médio e Máximo das Análises de pH – Água Bruta e pH Água Tratada.

Figura 20 - Dados das Análises de pH da Água Bruta e tratada da Estação de Tratamento de Água – ETA



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019

Os valores apresentados para as análises de pH para água tratada foram respectivamente: valor mínimo de 7,0; valor médio 7,2 e o valor máximo 7,4. Já para as análises de água bruta o valor mínimo foi 8,0; valor médio 8,2 e valor máximo 8,5.

Portanto, conforme os resultados das análises, observa-se que para água de irrigação um pH entre 6,5 e 8,4 está adequado, porém, fora dessa faixa, favorece o desequilíbrio nutricional das culturas irrigadas.

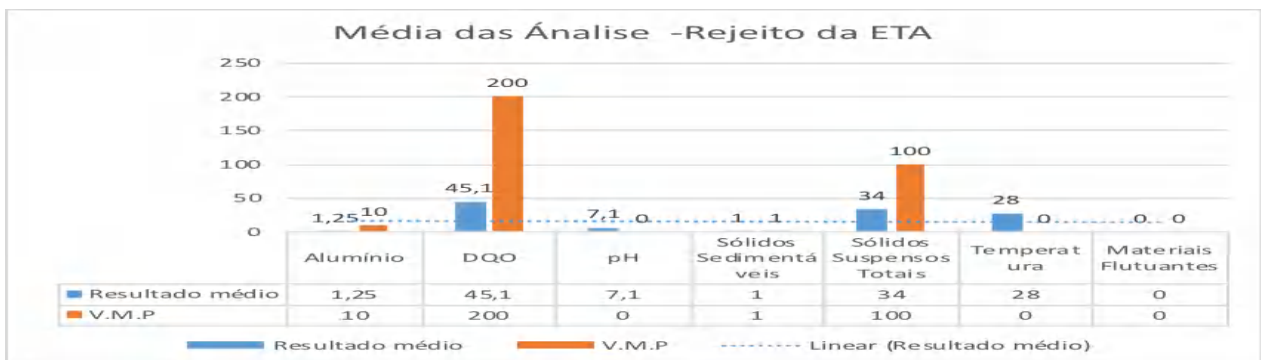
5.3 Resultados analíticos do rejeito líquido da ETRG VARZEA ALEGRE – CE

5.3.1 Resultados das análises na entrada da ETRG

Os requisitos da qualidade da água devem ser avaliados em função do uso pretendido. Os padrões de qualidade da água necessários para reutilizá-la sem prejuízos ambientais são apresentados na Tabela 2 e seguem a orientação da Resolução COEMA N°02/2017 Art. 14 (CEARÁ, 2017).

Na Figura 21 são apresentados os valores médios e os valores máximos prováveis das variáveis alumínio, DQO, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, temperatura e materiais flutuantes da água na saída da lavagem dos filtros (Rejeitos Líquidos) da ETA Várzea Alegre – CE. Considerando o período correspondente de 01/2018 a 01/2019.

Figura 21- Valores Médios e valores máximos prováveis (VPM) das Análises de Água na Saída da Lavagem dos Filtros (Rejeitos Líquidos) da ETA Várzea Alegre no período correspondente de 01/2018 a 01/2019.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

O parâmetro Alumínio apresentou valor médio de 1,25 mgL⁻¹ onde o Valor Máximo Permitido pela Resolução COEMA N° 02/2017 no Art. 14, inciso V menciona

valor 10 mgL^{-1} (CEARÁ, 2017). Já para a análise de Alumínio não há Valor Máximo Permitido conforme orientações da Resolução CONAMA Nº 357/2005 para o elemento Alumínio.

Na análise Demanda Química de Oxigênio – DQO o resultado médio foi $45,1 \text{ mgL}^{-1}$ o que preconiza a Resolução COEMA Nº02/2017 no Artigo. 14, inciso VI o Valor PM é 200 mgL^{-1} (CEARÁ, 2017).

Para parâmetro pH os valores da Figura 20 nota-se que o valor médio foi de 7,1 já o Valor Máximo Permitido para pH está entre 6,0 e 9,5 conforme Art. 14, inciso I da Resolução COEMA Nº 02/2017 (CEARA, 2017).

Os valores de Sólidos Sedimentáveis mostram que o valor de 1 mgL^{-1} é igual ao Valor Máximo Permitido que é 1 mgL^{-1} conforme a Resolução COEMA Nº 02/2017 Art. 14, inciso IV (CEARA, 2017).

Os valores de Sólidos em Suspensão Totais mostra o valor de 34 mgL^{-1} onde o Valor Máximo Permitido é 100 mgL^{-1} conforme Resolução COEMA Nº02/2017 Art. 14, III (CEARA, 2017).

O valor médio da temperatura foi de 28°C inferior ao VPM que é 40°C conforme Resolução Coema Nº02/2017 Art. 14, inciso II (COEMA, 2017). Já para os materiais flutuantes o parâmetro constatou ausente.

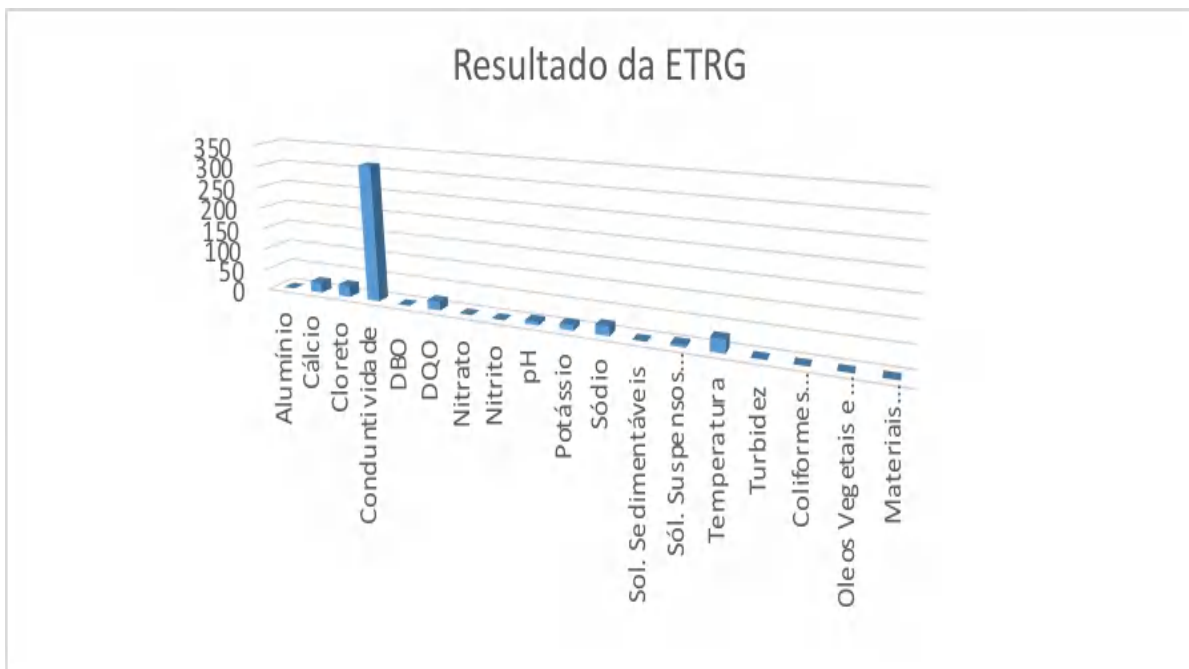
De acordo com os dados obtidos através das análises nota-se a partir da Figura 21 as análises (Alumínio, DQO, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais) e a Figura 22 com as análises (Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade elétrica, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, Sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais) nota-se que os valores não ultrapassam os valores permitidos pela resolução COEMA Nº02/2017.

5.4 Resultados analíticos do rejeito da ETRG

5.4.1 Análises de Água tratada na saída da ETRG em Várzea Alegre - CE para fins de Reúso

A Figura 22 são verificados os valores das análises de águas da saída da ETRG, em relação aos parâmetros Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais. Os resultados foram comparados com os Padrões da Resolução COEMA N°02/2017, Resolução CONAMA N° 357/2005 Classe 2 e classificação de Ayers & Westcot (1991), para verificar a adequação desse efluente ao uso agrícola.

Figura 22 - Dados Médios dos Parâmetros Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais do efluente na saída da ETRG em Várzea Alegre – CE.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

5.4.2 Parâmetro Cloreto, Sódio e Alumínio e Cálcio da ETRG Várzea Alegre - CE

Conforme se observa os valores dos elementos Cloreto, Sódio, Alumínio e Cálcio apresentados na Figura 22 respectivamente, iguais a 26,71, 21, 0,02 e 24,80 mgL⁻¹. A Resolução CONAMA N° 357/2005 apresenta o Valor Máximo Permitido respectivamente para o parâmetro supracitado acima igual a: 250 mg/L, 200 mg/L e 0,1 mgL⁻¹.

Já para o Parâmetro Alumínio a Resolução COEMA N° 02/2017, no Art. 14, apresenta o valor máximo permitido é 10 mgL⁻¹. Na Figura 22 apresentou valor médio de 0,1 mgL⁻¹. Essa Resolução não apresenta valores de padrões para Cloreto e Sódio.

Ressalta que a Legislações: Resolução COEMA N° 02/2017 e a Resolução N° 357/2005 não tem Valor Máximo Permitido de referência para elemento Cálcio

Em solos ácidos (pH < 5,5) podem se tornar improdutivos; porém em solos com pH > 7,0, o alumínio precipita eliminando a fitotoxicidade.

Para a medição da sodicidade avalia os riscos com o aumento das concentrações de sódio que podem ocasionar dano da estrutura do solo e planta. Na toxicidade com o sódio estimar-se uma das dificuldades com os determinados íons onde acarreta ao se acumularem nas texturas das plantas.

A água resultante desse processo possui características que atendem à legislação vigente, podendo ser utilizada para irrigação para diversas culturas em decorrência de apresentar baixos níveis de Cloreto, Sódio, Alumínio e Cálcio.

5.4.3 Parâmetro Demanda Química de Oxigênio

Conforme verificado na Figura 22 o elemento DQO apresentou o valor 20,56 mgL⁻¹. As Legislações Resolução COEMA N°2/2017 Art. 14, conforme analisado o Valor Máximo Permitido é 200 mgL⁻¹ ficando bem abaixo do VMP conforme Resolução COEMA N°2/2017.

Já em consonância a Legislação Resolução N° 357/2005 não tem Valor Máximo Permitido de referência para elemento DQO.

A água resultante desse processo possui características que atendem à legislação vigente, podendo ser utilizada para irrigação para diversas culturas em decorrência de apresentar baixos de demanda química de Oxigênio.

Portanto, por ser um parâmetro que mede a quantidade de matéria orgânica, através do oxigênio dissolvido, foi possível observar o valor DQO apresentou apenas o valor 20,56 mgL⁻¹ o que torna um efluente de qualidade excelente e suscetível para reuso na irrigação.

5.4.4 Parâmetro Nitrato e Nitrito da ETRG Várzea Alegre

Os parâmetros Nitrato e Nitrito observamos na Figura 22 os respectivos resultados com valores de 0,09 e 0,0 mgL⁻¹. O Valor Máximo Permitido é 10 e 1 mgL⁻¹ respectivamente ficando bem abaixo do VMP conforme analogias com nas legislações: Resolução N° 357/2005 e a COEMA N° 02/2017 Anexo I.

Nota-se, desta forma, que quanto as análises de nitrato e nitrito, com relação aos limites de nitrogênio estabelecidos para água a serem utilizadas para irrigação, Ayers & Westcot (1991) mencionam que águas com concentração de nitrato variando de 5 a 30 mg L⁻¹ apresentam grau de restrição leve a moderado; dessa forma com relação a esses parâmetros o manejo solo-água-plantas não apresenta riscos de poluição em decorrência dos baixos valores apresentados.

5.4.5 Parâmetro Potássio e Condutividade Elétrica da ETRG Várzea Alegre

Para os resultados das análises de Potássio e condutividade elétrica os valores apresentados foram de 12 mgL⁻¹ e 317,80 µS/cm respectivamente. A Legislação Resolução COEMA N° 02/2017, Art. 38, III o VMP para Condutividade elétrica: até 3000 µS/cm.

A salinidade da água de reuso pode ser medida pela condutividade elétrica (CE), sendo diretamente relacionada com a concentração de sais solúveis. Segundo Von Sperling (2005), para uso na irrigação de hortaliças, produtos ingeridos crus e com

casca recomenda-se que a água tenha salinidade não excessiva e seja isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde.

De acordo com as diretrizes para a interpretação da qualidade de água apresentada por Ayers & Westcot as águas com condutividade elétrica abaixo de 700 Us/cm são consideradas de baixa salinidade e, portanto, não representam risco para produção agrícola das culturas.

O excesso de sais limita a produção agrícola especialmente nas regiões áridas e semiáridas. Assim, do ponto de vista da salinidade os efluentes da ETRG Várzea Alegre estão aptos a serem utilizados na irrigação de quaisquer culturas com os mais variados sistemas de irrigação e em distintos solos.

5.4.6 Parâmetro Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais da ETRG Várzea Alegre

Conforme verificado na Figura 22 a análise de Sólido Sedimentável apresenta o seguinte resultado de 0,1 mg L⁻¹ conforme a Resolução COEMA 2/2017 no Art. 14. O Valor Máximo Permitido é 1 mg L⁻¹ ficando bem abaixo do Valor Máximo Permitido. Já para o elemento Sólido Suspenso Total apresentou valor de 5,6 mg L⁻¹ conforme a Resolução COEMA 2/2017 no Art. 14. O Valor Máximo Permitido é 100 mg L⁻¹ ficando inferior máximo permitido.

O efluente resultante desse processo possui características que atendem à legislação vigente, podendo ser utilizada para irrigação para diversas culturas em decorrência de apresentar baixos níveis de Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais da ETRG Várzea Alegre.

5.4.7 Parâmetro pH da ETRG Várzea Alegre

O parâmetro pH analisado na Figura 22 apresentou valor médio de 7,6 conforme a Resolução COEMA 2/2017 no Art. 14. O Valor Máximo Permitido é 6,0 – 9,5 ficando bem abaixo do VPM conforme Resolução.

Já a Resolução CONAMA N° 357/2005 no Art. 14, parágrafo I, Inciso M o Valor Máximo Permitido é pH: 6,0 a 9.

A análise do pH indicou que todas as amostras se encontram dentro do estabelecido, ficando os valores entre 6,0 a 9,0 (CONAMA, 2005). Já o parâmetro pH foram registradas medianas variando em 7,1 e 8,6 para todos os pontos.

Com relação ao efeito do pH nas águas a serem utilizadas para irrigação, Ayers & Westcot (1991), recomendam que o valor do pH se encontre entre 6,5 a 8,4. A concentração H⁺ e OH⁻, contida nas águas de irrigação, pode exercer influência na disponibilidade e absorção de nutrientes por parte das plantas, na estrutura e propriedades do solo e nos sistemas de irrigação.

Conforme os dados mencionados na Figura 22, os valores de pH apresentou dentro da faixa considerada ideal pelos autores e mostraram, portanto, efeitos positivos quanto à prática de reuso para irrigação.

5.4.8 Parâmetro Temperatura e Materiais Flutuantes da ETRG Várzea Alegre

O parâmetro Temperatura apresentou valor de 30°C conforme a Resolução COEMA 2/2017 no Art. 14. O Valor Máximo Permitido é <40 °C. Em relação aos materiais Flutuantes conforme gráfico apresentou ausente.

Do ponto de vista sanitário e ambiental apresenta valores inferiores as legislações vigentes relacionada ao reuso.

Portanto, esses parâmetros apresentam efeitos positivos quanto a pratica no reuso com o efluente da ETRG Várzea Alegre.

Portanto, para esse parâmetro de materiais flutuantes mencionado na Figura 22 apresenta valores ausente o que torna com qualidade excelente.

5.4.9 Parâmetro Turbidez da ETRG Várzea Alegre

Nota-se que para o parâmetro turbidez todos os pontos de monitoramento possuem medianas invariavelmente abaixo do valor máximo estabelecido para classe 1

(100mg/L), a Resolução CONAMA N° 357/2005 na Classe 2 o Valor Máximo Permitido de turbidez é até 100 uT.

Conforme verificado na Figura 22 a análise de Turbidez apresentou valor de 0,45 UNT conforme os Padrões da Resolução COEMA N°02/2017, no Art. 14 e CONAMA N° 357/2005 Classe 2.

Destas, nenhuma (0%) das amostras apresentaram valores superiores a 100 uT (valor máximo recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005), cabe ressaltar que os baixos níveis de turbidez deste manancial (Açude Olho d'água) são considerados os valores médios de turbidez bruta mínimo de 1,9uT, médio 2,3uT e máximo de 2,6 uT conforme Quadro 02.

Dessas amostras apenas (7,27%) apresentaram valores superiores de 1,0 uT, ficando acima do recomendado para os efluentes de filtração rápida, que estabelece que entre os 5% das amostras que apresentarem valores superiores a 0,5 uT, essas não poderão apresentar valores superiores a 1 uT.

A turbidez é causada pela presença de materiais em suspensão, isto é de materiais que não estão dissolvidos no líquido, a qual a presença modifica as suas propriedades ópticas.

Analisando qualitativamente e quantitativamente o parâmetro turbidez do efluente tratado, este apresentou satisfatório em comparação com os requisitos adotados para reúso do efluente.

5.4.10 Parâmetro Coliformes da ETRG Várzea Alegre

Na Figura 22 a análise de Coliformes Termotolerantes não apresentou valor positivo. A Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017 no Anexo. XX no Anexo I relata sobre o Valor Máximo Permitido é Ausência em 100 ml, o apêndice A e B citado abaixo mostra os valores referências para esse parâmetro.

Já a Resolução CONAMA N° 357/2005 Art.14, Parágrafo – I, Inciso G. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Conforme a Resolução COEMA 2/2017 o Valor Máximo Permitido no Art. 38, Parágrafo único. Para fins de irrigação paisagística, o parâmetro Coliformes termotolerantes deve ser até 1000 CT/100 mL.

Já no Art. 39. O reúso externo de efluentes sanitários para fins agrícolas e florestais deverá obedecer aos seguintes parâmetros específicos:

I - Coliformes termotolerantes, da seguinte forma: Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação: Não Detectado – ND as demais culturas até 1000 CT/100 MI.

Para esse parâmetro apresentou resultado satisfatório quando levado em consideração o que o efluente não apresentou já na saída da ETA nenhum Coliforme Termotolerante confirmou-se a tradicional eficiência da cloração na desinfecção dos coliformes totais e fecais.

5.5 Padrões da Resolução COEMA N°02/2017 Art. 14 e CONAMA N° 357/2005

O Quadro 5 mostra analogia com os Padrões dos respectivos parâmetros: Alumínio, Cálcio, Cloreto, Coliformes, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, pH, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura, Turbidez, e materiais Flutuantes das análises da ETRG conforme os Padrões da Resolução N°02/2017 Art. 14 COEMA e CONAMA N° 357/2005 Classe 2.

O Quadro coloca comparação das duas legislações Padrões da Resolução COEMA N°02/2017 no Art. 14 e CONAMA N° 357/2005 Classe 2 além de citar os valores dos resultados médios da ETA e dos resultados da ETRG.

Quadro 5 - Padrões da Resolução COEMA N°02/2017 no Art. 14 e CONAMA N° 357/2005 Classe 2.

Padrões da Resolução N°02/2017 Art. 14 COEMA e CONAMA N° 357/2005 Classe 2					
Parâmetros	Unidade	Resultado média saída ETA	Resultado ETRG	VMP	Legislações Vigentes
Alumínio	mg L ⁻¹	0,05	0,02	10	COEMA N°02/2017
Cálcio	mg L ⁻¹	28,5	24,8	-	-
Cloreto	mg L ⁻¹	30	26,71	-	-
Condutividade	uS/cm	330	317,8	-	-

DBO	mg L ⁻¹	-	-	Remoção > 65%	CONAMA Nº 357/2005
DQO	mg L ⁻¹	20,56	20,56	Remoção > 70% e 200	CONAMA Nº 357/2005 e COEMA Nº02/2017
Nitrato	mg L ⁻¹	0,09	0,09	-	-
Nitrito	mg L ⁻¹	0	0	-	-
pH	-	8,4	7,9	5 - 9 e 6 - 9,5	CONAMA Nº 357/2005 e COEMA Nº02/2017
Potássio	mg L ⁻¹	12	12	-	-
Sódio	mg L ⁻¹	15	21	-	-
Sol. Sedimentáveis	mg L ⁻¹	0,5	0,1	1	COEMA Nº02/2017
Sól. Suspensos Totais	mg L ⁻¹	29	5,6	100	COEMA Nº02/2017
Temperatura	°C	28	30	< 40	CONAMA nº 357/2005 e COEMA Nº02/2017
Turbidez	mg L ⁻¹	0,6	0,5	< 100	CONAMA Nº 357/2005
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Ausente	Ausente	NMP/100mL	CONAMA Nº 357/2005 e COEMA Nº02/2017
Óleos Vegetais e Gorduras	-	Ausente	Ausente	Ausente	CONAMA nº 357/2005
Materiais Flutuantes	-	Virtualmente Ausente	Virtualmente presente	Ausente	COEMA Nº02/2017

Fonte: Adaptado (BRASIL, 2005), CONAMA Nº 357/2005 e COEMA Nº02/2017 Legenda: NE – Não Especificado; NMP – Número Mais Provável, VMP – Valor Máximo Permitido.

De acordo com os dados obtidos através das análises nota-se a partir das Figuras 21 e 22 observa-se que os valores não ultrapassam os Valores Máximos permitidos pela resolução 357/2005 do CONAMA e COEMA Nº02/2017 como também para os padrões de Reúso estão todos inferiores a o exigido nas respectivas Legislações pertinentes.

Portanto, o reúso para os espaços irrigados pode ser empregada sem provocar em perigos à saúde a pública dos necessitados por não ter presença de patógenos (SCHEIERLING et al., 2010; SILVA et al., 2016; JARAMILLO; RESTREPO, 2017).

Deste modo, ao avaliar o potencial de reúso das águas de lavagens dos filtros e descarga de fundo da estação de tratamento de água – ETA estará sugerindo uma alternativa para empregar esse de forma sustentável para fins agrícolas.

Conforme Quadro 6 de padrão microbiológico da água para consumo humano Portaria de Consolidação Nº 05 de 28/09/2017 a água tratada deve estar com os valores de coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais com Ausência em 100 ml.

Quadro 6 – PRC Nº 5, de 28 de setembro de 2017, anexo XX

TIPO DE ÁGUA		PARÂMETRO		VMP(1)
Água para consumo humano		Escherichia coli (2)		Ausência em 100 mL
Água Tratada	Na saída do tratamento	Coliformes Totais (3)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL
		Coliformes Totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês

Fonte: Adaptado do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 2017, Notas: (1) Valor Máximo Permitido, (2) Indicador de Contaminação Fecal, (3) Indicador de Eficiência do Tratamento, (4) Indicador de Integridade do Sistema de Distribuição (Reservatório e Rede).

5.6 Volumes Representados no Sistema da ETRG Várzea alegre

A ETA necessita de uma média de Volume Bruto 139.127,05 m³ que é captado todos os dias pelo manancial superficial açude Deputado Otacílio Correia conhecido

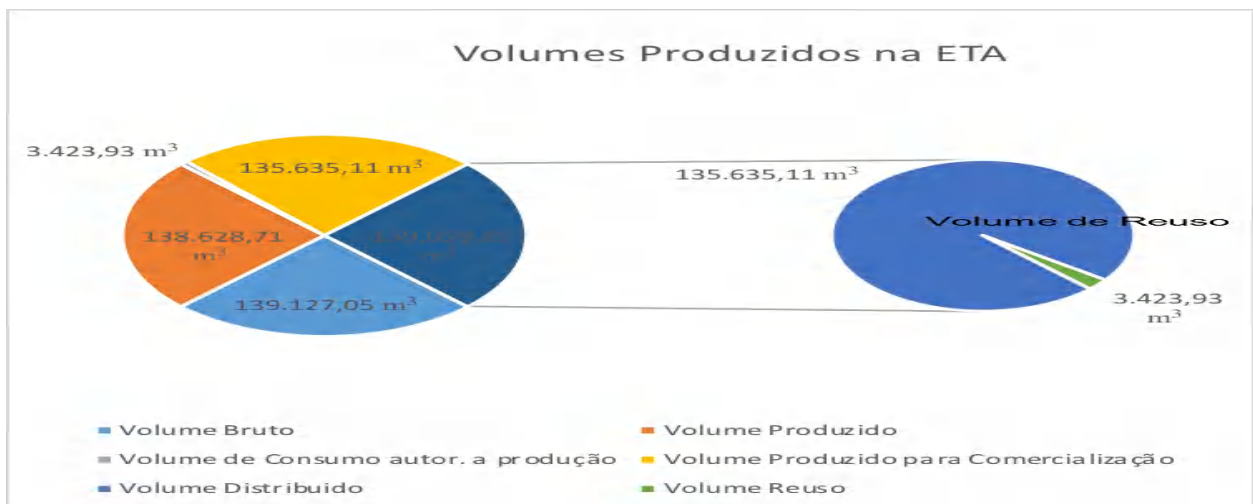
como olho d'água. Já o Volume Produzido condiz com o que ETA consegue produzir/tratar através de seus processos de tratamentos.

O Volume de Consumo Autorizado para a produção se refere ao volume utilizado nos processos da ETA tais como: descarga de rede, lavagens de filtros e limpeza. Refere-se a aquele quantitativo de volume utilizado para a manutenção das atividades de limpezas, lavagens dos filtros e equipamentos utilizados na ETA.

Em relação à o volume produzido pela ETA foi quantificado os seguintes dados: a vazão média é 321,0 m³/h sendo que sua vazão Per capita fornecida varia em torno de 138 litro/habitante, onde a distribuição ocorre durante os 30 dias no mês durante 13,5 horas por dia com índice de perdas na produção de água – IPPA de 2,51. Importante frisar que o reuso do efluente é importante uma vez que reduz a captação dos recursos hídricos no manancial.

Os volumes apresentados na Figura 23 mostram os volumes que compõem a Estação de Tratamento de Água. Volume Bruto - 139.127,05 m³/mês, Volume Produzido - 138.628,71 m³/mês, Volume de Consumo Autorizado para a produção - 3.423,93 m³/mês, Volume Produzido para a comercialização - 135.635,11 m³/mês, Volume distribuído - 135.635,11 m³/mês, Volume de Reuso – 3.423,93 m³/mês.

Figura 23 Volumes que compõem a ETA Várzea Alegre são: Volume Bruto, Volume Produzido, Volume de Consumo Autorizado para a Produção, Volume Produzido para a comercialização, Volume Distribuído e Volume de Reuso.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

O volume Produzido para a Comercialização e Volume disponível na rede de distribuição corresponde a 135.635,11 m³/mês o equivale todo o volume lançado aos clientes para o abastecimento de água. O volume Reciclado equivale a 3.423,93 m³/mês, o qual é retornado para a ETRG para tratamento do efluente.

Quadro 7 são observados os Volumes que compõem a ETA Várzea Alegre - CE são: Volume Bruto, Volume Produzido, Volume de Consumo Autorizado para a Produção, Volume Produzido para a comercialização, Volume Distribuído e Volume de Reúso.

Quadro 7 - Volumes que compõem a ETA são: Volume Bruto, Volume Produzido, Volume de Consumo Autorizado para a Produção, Volume Produzido para a comercialização, Volume Distribuído e Volume de Reúso

Volumes	Unidade	Ago. /19	Set/19	Out/19	Média Aritmética
Volume Bruto	M³	138.329,14	133.670,50	145.381,50	139.127,05
Volume Produzido	M³	137.809,14	133.183,00	144.894,00	138.628,71
Volume de Consumo autor. A produção	M³	3.572,80	3.349,50	3.349,50	3.423,93
Volume Produzido para Comercialização	M³	134.722,34	130.271,00	141.912,00	135.635,11
Volume Distribuído	M³	134.722,34	130.271,00	141.912,00	135.635,11
Volume Reciclado	M³	3.572,80	3.349,50	3.349,50	3.423,93

Fonte: Adaptado – Radop – CAGECE/2019.

6 RECOMENDAÇÕES

Para o reúso, a combinação dos requisitos do processo de tratamento e dos limites da qualidade da água também é recomendada, tanto para reúso potável quanto para reúso não potável.

O monitoramento do desempenho em tempo real dos principais processos de tratamento permite garantias de remoção de patógenos e constituintes físico - químicos que podem trazer informações relevantes ao monitoramento do sistema (INTERAGUAS, 2017).

Recomenda - se que sejam considerados os padrões da (USEPA, 2004) e do (WHO, 1989) conforme apresentado no Anexo A e B.

Recomenda-se que as análises da ETRG considerando com os Padrões da Resolução N°02/2017 Art. 14 COEMA e CONAMA N° 357/2005 Classe 2 esteja dentro dos Valores Máximos Permitidos a fim de garantir qualidade no tratamento do efluente e sucessivo sucesso no reúso do efluente.

Para que tenha um funcionamento adequado na ETRG, o sistema depende da lavagem de filtros, realizadas devidamente quando o filtro estiver colmatado (sujo).

Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017, Art. 39, § 1º).

Ressalta-se a relevância desse estudo sobre o reúso neste sistema visto que é fundamental importância, para reduzir os lançamentos de resíduos líquidos produzido na ETA na natureza e a reutilização de água. Com a ETRG resolveu o problema do descarte inadequado e reduzir a vazão da água bruta que vem do manancial, através do reaproveitando da água das lavagens dos filtros.

Recomenda-se que os valores máximos permitidos da Figura 22 apresente os valores das análises de águas da saída da ETRG e ETA, em relação aos parâmetros Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais abaixo dos VPM dos Padrões da Resolução COEMA N°02/2017, Resolução CONAMA N° 357/2005 Classe 2 e classificação de Ayers & Westcot (1991) enquadrando os padrões de uso desse efluente para fins agrícola.

Portanto, a tecnologia ETRG desenvolvida para a referida ETA é viável ao reuso da água de lavagem de filtro e descarga de fundo contanto que sejam compridas algumas considerações:

O monitoramento constante das dosagens de produtos químicos; Análise de água físico-químico e microbiológica e controle operacional da ETRG.

7 CONCLUSÕES

Foram observados que todas as análises produziram valores inferiores aos da água bruta e das legislações vigentes (Resolução COEMA N° 02/2017, Portaria de Consolidação n° 5 de 28/09/2017-MS e Resolução N° 357/2005), sendo positivo do ponto de vista sanitário, ambiental na qualidade de água para reúso.

Foram analisadas as amostras de água tratada depois da ETA e ETRG, das quais nenhuma apresentou valores de *Escherichia coli*, Coliformes Totais e Coliformes termotolerantes conforme parâmetros da Portaria de Consolidação n° 5 de 28/09/2017-MS. Isso ocorre por que no processo de tratamento de água a Cloração química com Cloro gasoso destrói os microrganismos patogênicos.

Os Coliformes termotolerantes no efluente atende para irrigação de agricultura de baixa tecnologias (WHO, 2006). Isentos de ovos de helmintos segundo (WHO, 2006) atende as recomendações para reúso irrestrito na agricultura. Em todo mundo existem normas que buscam quantificar valores seguros de concentração dessas bactérias para diferentes usos. A WHO (2006) indica o valor de 1.000 UFC/100ml de *Escherichia Coli* (*E. coli*), para o uso irrestrito na agricultura.

O pH permaneceu na faixa de 7 a 8,6 cujo o pH da ETRG apresentou média 7,1 conforme a Resolução Coema 02/2017 art. 14 está dentro da faixa e comparando com outras legislações para reúso agrícola está dentro do recomendado. Apresentando um pH próximo da faixa neutra.

Os valores de turbidez da água bruta e pH foram analisados de acordo com a Resolução do CONAMA N° 357/2005, já os valores de turbidez da água tratada foram através da Portaria N° 2914/2011 Portaria de Consolidação n° 5 de 28/09/2017-MS e os valores de turbidez da água tratada para reúso com a Resolução COEMA N° 02/2017.

Conforme verificado nas análises os rejeitos do leito apresentaram expressiva redução de turbidez, Sólidos Suspensos Totais e Sólidos Sedimentáveis e Demanda Química de Oxigênio.

A remoção dos parâmetros Nitrato e Nitrito encontra – se inferior aos valores das legislações analisadas. O parâmetro Nitrito na saída da ETRG o resultado foi 0,0 não

detectado. Vale destacar que está em concentrações inferiores à necessidade dos vegetais, porém não apresenta problemas para os mesmos. Normalmente é necessária suplementação desse nutriente para o pleno desenvolvimento das culturas irrigadas.

A concentração de cloreto constitui-se em critério de potabilidade para abastecimento público. Em excesso provoca sabor salgado na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo. A maior parte dos resultados de cloretos indicam valores das concentrações de cloretos abaixo de 250 mg/L, limite estabelecido tanto para a classe 2 da resolução 357 do CONAMA para a potabilidade.

Não há riscos de sodicidade do solo e de contaminação da água subterrânea com nitrato e patógenos no reúso agrícola de efluente da ETRG em decorrência da qualidade satisfatória em relação aos limites aceitos pela legislação vigente.

Podemos analisar que os Valores Máximos Permitidos estão abaixo ao estabelecido pela Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente, Resolução COEMA Nº 2 DE 02/02/2017 conforme quadro 09.

O retorno da água de lavagem dos filtros oferece diversas vantagens, tais como: redução do volume captado no manancial, redução do volume de efluente no manancial, e redução no volume de resíduos sólidos (lodo), o que torna esse procedimento vantajoso em termos de sustentabilidade ambiental e econômica.

A água resultante desse processo possui características que atendem à legislação vigente, podendo ser utilizada para irrigação para diversas culturas em decorrência de apresentar baixos níveis de Cloreto, Turbidez, Sódio, Alumínio e Cálcio.

Conclui-se que o sistema da ETRG apresenta viável em decorrência das características físico-químico e bacteriológico apresentar os Valores Máximos Permitidos abaixo ao estabelecido pela Resolução onde pode contribuir para a diminuição do lançamento de água no meio ambiente, pois a mesma é reaproveitada para fins agrícola. Para isto basta que a concessionária responsável faça o monitoramento das análises de água e o controle operacional da Estação de tratamento.

REFERÊNCIAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, Série. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 29 revisado 1). 1991. 218 p

BARROSO, Marcelo Melo. **Problemática dos metais e Sólidos no Tratamento de Água (Estação Convencional de Ciclo Completo) e nos Resíduos gerados**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

BIDIM. **Características mantas Geotêxtis**, diprotecgeo. Disponível em :<
http://www.bidimgeotexteis.com.br/?gclid=Cj0KCQiA7aPyBRChARIsAJfWCgLLJpQnCTouXsZ1f0yITnMuxzvHyPnqPvIQrS5Spv7rDW8y1248vT10aAhjqEALw_wcB> Acesso em: 16 de Fev. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Lei 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 08 de Janeiro de 1997. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 01 Jan. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Lei da Vida – A lei dos Crimes Ambientais. [Brasília, DF]: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. In: Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Funasa,, 2004. 146 p.

BRASIL a. Ministério do Meio Ambiente. In: Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução Nº 54, de 28 de Novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências**. Brasília. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/reuso-de-agua-recursos-hidricos?tag=>. Acesso 01 Jan. 2020.

BRASIL b. Ministério do Meio Ambiente. In: Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 17 de Março 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso 02 Agos. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente In: Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno Setorial de Recursos Hídricos**. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 4 v. Localizações: Acervo da Biblioteca da ANA AG 5142. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. In: Conselho Nacional dos Recursos Hídricos. Resolução Nº 121, de 16 de Dezembro de 2010. **Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005**. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20121.pdf>. Acesso em: 01 Fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. In: Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. In: **Portaria de Consolidação Nº 5 DE 28 de Setembro de 2017. Dispõe sobre Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade**. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-de-consolidacao-5-2017_356387.html Acesso em: 06 Fev. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, **Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR** – Banco Mundial. 2017.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Relatório Técnico da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado**. 2018.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará. COA- **Controle Operacional de Água**. 2019.

CEARÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Lei Estadual Nº 16.033 de 20 de junho de 2016. **Dispõe sobre a Política de Reúso de água não Potável no Âmbito do Estado do Ceará**. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Estadual-n%C2%BA16.033-2016-Disp%C3%B5e-sobre-a-Pol%C3%ADtica-de-Re%C3%B5o-de-%C3%81gua-N%C3%A3o-ot%C3%A1vel-no-Estado-do-Cear%C3%A1.pdf>. Acesso em: 03 de Out. 2019.

CEARÁ, Conselho Estadual do Meio Ambiente . COEMA. Resolução Nº 02 de Fevereiro de 2017. **Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=337973>>Resolução COEMA Nº 02 de 02/02/2017. Acesso em: 02 de Out. 2019.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos hídricos (Ceará). **Inventários Ambientais**. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/pdf/inventarios/2008/Inventario%20Ambiental%20Olho%20Dagua-dez2008.pdf>. Acesso em: 02 de Fev. 2020.

CORDEIRO, João Sérgio. **Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs)**. In.: ANDREOLI, C.V. (Coordenador). Resíduos sólidos do saneamento: Processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: ABES. Projeto PROSAB 2. 282p. 2001.

DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO, Ângela; CENTURIONE FILHO, Paulo Luiz. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos, Editora Rima. 2002.

DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO, Ângela; **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos, 2º Ed. Editora Rima. 2005.

FERNANDES, Vera Maria Cartana. **Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos**. Universidade de Passos Fundos – UPF. Disponível em: <http://cbhpf.upf.br/phocadownload/2seminario/padroesreusoaguaii.pdf>. Acesso em: 08 de Jan. de 2020.

FONTANA, Antônio Oscar. **Sistema de Leito de Drenagem e Sedimentador como solução para Redução de Volume de Lodo de Decantadores e Reúso de Água de Lavagem de Filtros. 2004**. Dissertação (Mestrado) – Estudo de Caso – ETA Cardoso. Universidade de São Paulo, São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, 2004.

HESPANHOL, Ivanildo. et al. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, V.7, Nº4, p.75-95, 2002.

LUIS. Prado. Luis Prado Blog. **A Namíbia já faz reúso potável de água para abastecimento público desde 1968**. Disponível em: <http://www.luisprado.com.br/2017/05/31/associacao-internacional-da-agua-webinar-sobre-reuso-potavel-direto-e-dessalinizacao/>. Acesso em: 11 de Jan. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da População residente nas cidades e estados, Várzea Alegre**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/varzea-alegre.html>. Acesso em: 02 de Fev. de 2020.

INTERAGUAS. **Produto III – Critérios de Qualidade de água. Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil**. Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR – Banco Mundial. 2017.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. – **Reúso de água** – editores. Barueri, Sp: Manole, 2003.

MARDÔNIO L. Loiola.; Francisco de Souza. **Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.171-180, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. 2001. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 04 de Abr, de 2020.

MEHAN, G. T. **A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos/EUA (EPA) diz que é necessário reutilizar efluentes**. Scientific American Adaptado por Portal Tratamento de Água. Tradução de Gheorge Patrick Iwaki. 2019. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/agencia-protacaoambiental-eua-efluentes/>. Acesso em: 11 Jan. de 2020.

MOREIRA, Cicera Cilene Bezerra. CHAVES. C.A; COSTA. P.M. **Tratamento e Avaliação de Reúso das águas de Lavagens de Filtros na Estação de Tratamento de Água – ETA no Município de Várzea Alegre – CE**. Reúso e Reaproveitamento de água. Projetos de intervenção. Volume 8. Triunfal Gráfica e Editora Assis – 2019.

MORELLI. Eduardo Bronzantti. **Reúso de água na lavagem de veículos**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo. São Paulo. P 7-12. 2005.

MORUZZI, R. B. **Reúso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios**. OLAM – Ciência e Tecnologia. Rio Claro – SP. Ano VIII, Vol. 8, N. 3, 2008.

LUIS. Prado. Luis Prado Blog. **A Namíbia já faz reúso potável de água para abastecimento público desde 1968**. Disponível em: <http://www.lui Prado.com.br/2017/05/31/associacao-internacional-da-agua-webinar-sobre-reuso-potavel-direto-e-dessalinizacao/>. Acesso em: 11 de Jan. 2020. PEDRERO, Francisco et al. **Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture**. Review of some practices in Spain and Greece. Agricultural Water Management, v. 97, n. 9, p. 1233-1241, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377410001009>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Água de reúso na agricultura"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-reuso-na-agricultura.htm>. Acesso em: 11 de Jan. 2020.

IWAKI, Gheorge Patrick. (2015). **Reúso de água tipos, processos específicos e contaminantes**. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/reuso-de-agua-tipos-processos-especificos-e-contaminantes/>. Acesso em: 19 de Out. 2019.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. D. S.; GONZAGA, M. D. S.; GHEYI, H. R. & SOUSA NETO, O. D. **Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado**. Revista Caatinga, v23(1), . 97-102, 2010.

ROCHA, F. A.; SILVA, JO da; BARROS, F. M. **Reúso de águas residuárias na agricultura: A experiência israelense e brasileira.** Enciclopédia Biosfera, v. 6, p. 1-9, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/reuso%20de%20aguas.pdf>. Acesso em: 01 de Nov. 2019.

OLIVEIRA, S. C.; VON SPERLING, M. **Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 389-398, ISSN 1809-4457. Dec. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S141341522007000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 20 de Fev. de 2020.

PEDRERO, Francisco et al. **Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture.** Review of some practices in Spain and Greece. Agricultural Water Management, v. 97, n. 9, p. 1233-1241, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377410001009>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Água de reúso na agricultura"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-reuso-na-agricultura.htm>. Acesso em: 11 de janeiro 2020.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. D. S.; GONZAGA, M. D. S.; GHEYI, H. R. & SOUSA NETO, O. D. **Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado.** Revista Caatinga, v23(1), 97-102, 2010.

ROCHA, F. A.; SILVA, JO da; BARROS, F. M. **Reúso de águas residuárias na agricultura: A experiência israelense e brasileira.** Enciclopédia Biosfera, v. 6, p. 1-9, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/reuso%20de%20aguas.pdf>. Acesso em: 01 de Novembro. 2019.

RODRIGUES, R.S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil**, 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2005.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **"Água de reúso"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/Agua-reuso.html>. Acesso em 11 de jan. 2020.

SCHEIERLING, Susanne. M. Scheierling, Carl Bartone; Duncan D. Mara, Pay Drechsel et al. **Improving Wastewater Use in Agriculture: An Emerging Priority.** Washington, DC: Banco Mundial, 2010. (Policy Research Working Paper 5412). 2010.

SOUZA, Marcel Chacon de. **Avaliação da prática do reúso com esgoto tratado em lagoas de estabilização no semiárido do Rio Grande do Norte – Natal.** 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. Natal, 2018.

USEPA. **Guidelines for ecological risk assessment**: final report. EPA. washington.EUA.1998. Disponível em: <http://www.epa.gov/index.html>. Acesso em 01 de Jan. de 2018.

WHO, World Health Organization. **wasterwater in agriculture and aquaculture world health organization**. Genebra. 1989.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for the safe use of watewater, excreta and grey water**. Volume 2: Wastewater use in agriculture. Genebra: WHO. 2006. 213p.

WHO - World Health Organization. **Planeamento da segurança do saneamento: manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos. Organização Mundial da Saúde**.2016. Manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos Tradução, adaptação e revisão técnica para português Acquawise Consulting, Lisboa, Portugal. Disponível em :<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/171753/9789248549243-por.pdf;jsessionid=16F6CDCED5175124447082C351359064?sequence=5>. Acesso em : 12 de Jan. de 2020.

VON SPERLING, Marcos. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais DESA/UFMG, Belo Horizonte. 2007.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, DESA/UFMG . Belo Horizonte. 2014.

APÊNDICE A – RELATÓRIO TÉCNICO

RELATÓRIO TÉCNICO

POTENCIAL DE REÚSO AGRÍCOLA DE EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VÁRZEA ALEGRE - CE

Elaborado por: Cicera Cilene Bezerra Moreira
Matrícula: 3167 – 4

Juazeiro do Norte – CE, Maio de 2020.

**DNI – Diretoria de Negócio do Interior
UN-BSA – Unidade de Negócio Bacia SALGADO – Juazeiro do Norte**

**Superintendência de Negócios do Sul - SNS
CARLOS JACINTO LEAL**

EQUIPE TÉCNICA:

Gerente da Unidade de Negócio

FRANCISCO GILBERTO MÁXIMO BEZERRA JUNIOR

Coordenador de Suporte Administrativo

MAIRES ALVES CORDEIRO

Coordenador de Operações Industriais UN BSA 60

RENATO DE SOUSA SILVA

Coordenador de Serviço e Expansão UN BSA 20

MARCELO GUTIERRES WUEZIUS

Coordenador Comercial

EJAILDO DE SOUSA CARVALHO

Coordenador do Núcleo de Juazeiro Norte UN BSA 70

FRANCISCO JOCÉLIO PINHEIRO VERAS

Supervisor de Rede UN BSA 20

ROBSON DE ARAÚJO SILVA

Supervisor de Perdas UN BSA 20

WILSON ANGELIM DA SILVA

Supervisor de Eletromecânica UN BSA 60

ALEX KRUIFF DE SOUSA

Supervisora de Produção de Água UN BSA 60

LINDAMAR BEZERRA DA SILVA

Supervisor de Tratamento de Esgoto e Meio Ambiente UN BSA 60

ERMESON NAEL DINIZ LIMA

Supervisor da Eletromecânica UN BSA 70

RIVELINO CARDOSO XAVIER TELES

Supervisor de Água UN BSA 70

CAIO MESTIELLY ARAGÃO COELHO

Supervisora de Tratamento de Esgoto e Meio Ambiente UN BSA 70

JULIANA FILGUEIRAS DE OLIVEIRA

Supervisor de Perdas UN BSA 70

RONDON MADEIRA DE BRITO

Relatório Técnico elaborado para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE através dos resultados obtidos na Dissertação apresentada ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos pelo Programa ProfÁgua, sob orientação de Vera Lúcia Antunes de Lima.

1 INTRODUÇÃO

Este relatório foi elaborado com o objetivo de propor os benefícios da água de reúso derivado de tratamento de ETA para fins agrícolas onde pode citar a possibilidade de permuta parcial ou total da água de irrigação e a incorporação de nutrientes contidos nos efluentes. A gestão dos resíduos líquidos gerados que são produzidos em ETA tem consistido em componente de numerosos estudos, pois a disposição desses efluentes de forma inadequada e sem controle constitui uma dificuldade ambiental que faz jus a atenção. Dentre os resíduos gerados na ETA os efluentes dos processos de limpeza dos filtros e a descarga de lavagem merecem atenção para o devido tratamento.

Ao analisar as soluções viáveis para a utilização dos efluentes de Estação de Tratamento de Rejeito Gerado –ETRG busca-se produzir soluções de baixo custo e de fácil manipulação pelos operadores que trabalha em Estações de Tratamento (MOREIRA, 2019).

Segundo Von Sperling (2014) a prioridade na escolha e tipo de tratamento está relacionado com as características dos efluentes de ETA onde necessita ser considerado as condições físico –químicas. Além de relevante as características técnicas e econômicas, e estimativas quanti e qualitativas. A qualidade físico-química e sanitária de um efluente está sujeita ao tipo de tratamento realizado e a requisição para seu uso.

A Estação de Tratamento de Rejeito Gerado –ETRG é um dos métodos de tratamento de rejeito de ETA que produz efluentes com padrões apropriados para fins agrícolas.

No Nordeste do Brasil devido as inúmeras crises hídricas, faz-se necessário avaliar outras alternativas sustentáveis que norteiem a criação de programas de gestão de recursos hídricos. Na tentativa de minimizar a escassez de oferta de água, vários setores têm desenvolvido práticas e processos de reúso, recuperação e reciclagem da água para diferentes fins (HESPANHOL et al, 2002).

Presentemente, no Brasil, a maior parte das ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA lançam seus resíduos gerados *in natura*, isto é, sem tratamento prévio, causando múltiplos impactos ambientais e ao homem, com o aumento da concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão, sedimentáveis, microrganismos patogênicos nos ~~mananciais prejudicando a qualidade das águas.~~

Com essa contextualização se procura pesquisar o reúso de efluentes de Estação de Tratamento de Água – ETA para fins na agricultura, com a finalidade de manter o equilíbrio em relação aos seus aspectos qualitativos e quantitativos.

A qualidade físico-química e sanitária de um efluente está sujeita ao tipo de tratamento realizado e a requisição para seu uso. A Estação de Tratamento de Rejeito Gerado – ETRG é um dos métodos de tratamento de rejeito de ETA que produz efluentes com padrões apropriados para fins agrícolas.

Aplicação da água de reúso é um fato que acontece em todo o mundo, nos Estados Unidos no estado da Califórnia, em 1918, foi emitida a primeira regulação oficial sobre a utilização agrícola de esgoto sanitário que se tem informação, após isso essas técnicas só vêm se aperfeiçoando e conquistando cada vez mais ambiente no planejamento urbano. Alguns países como Israel, Japão, Estados Unidos, México, África do Sul e China vem tomando técnicas de reúso acomodadas as suas realidades (SOUZA, 2018).

1.2 Conceitos de reúso de Água

O Reúso de água é o uso consciente de água onde refere-se à reutilização ou ao reaproveitamento de água. O reúso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não. A água de reúso pode ser definida como a água residuária que está dentro de padrões estabelecidos para a sua reutilização (SANTOS, 2020).

De modo geral, o reúso é classificado e pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não. De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS tem-se: Reúso indireto, Reúso direto e Reciclagem interna (IWAKI, 2015).

Reciclagem interna: É a reutilização da água internamente às instalações industriais de uma determinada atividade.

Já a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) adota uma classificação de reúso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. Esta classificação é amplamente adotada por sua praticidade e facilidade (IWAKI, 2015).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) Nº. 54, de 28 de novembro de 2005, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direito não potável de água, e dá outras providências, em seu Artigo 3º menciona que segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2005) menciona que:

§ 2º As diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as Art. 3º O reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

I - Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II - Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III - Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - Reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,

V - Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Modalidade de reuso definidas nos incisos deste artigo serão estabelecidos pelos órgãos competentes.

O artigo 2º da Resolução de nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições:

I- Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;

II – Reúso de água: utilização de água residuária;

III – Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV – Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V – Produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;

VI – Distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso; e

1.3 Marco sobre Reúso de águas

De acordo com Fernandes (2020, p. 2),

~~Entendermos melhor como o conceito de reúso está inserido na gestão dos Recursos Hídricos do País apresentaremos fatos retirados do histórico do desenvolvimento da gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil, apresentada no Plano Nacional de Recursos Hídricos onde fica claro que já na década de 90 o~~

reúso de água é citado como uma forma de enfrentamento das questões ambientais dos países visando um desenvolvimento sustentável. A conferência de Dublin em 1992 mostrou a existência de sérios problemas relacionados a disponibilidade de água para a humanidade, e estabelece 4 princípios para a gestão sustentável da água, quais sejam: I – A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento e para o meio ambiente; II- O seu gerenciamento deve ser baseado na Participação dos usuários, planejamento e formuladores de políticas em todos os níveis; III – As mulheres desempenham um papel essencial na provisão no gerenciamento e na proteção da água; e IV - O reconhecimento do valor econômico da água.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de nº. 357/2005 (Alterações: Resolução 410/2009 e pela 430/2011) e resolução CONAMA nº 396/2008 (e alterações) do CONAMA, que especificam classes de qualidade da água associadas à qualidade exigida para as suas principais utilizações atuais e futuras para águas superficiais e subterrâneas, respectivamente (BRASIL, 2005b).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH Nº 121, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2010 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005 (BRASIL, 2005a).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH Nº 54 de 2005 estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.

No Art. 5 da referida Lei caso a atividade de reúso implique alteração das condições das outorgas vigentes, o outorgado deverá solicitar à autoridade competente retificação da outorga de direito de uso de recursos hídricos de modo a compatibilizá-la com estas alterações. Já no Art. 8 Os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão: I - considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reúso; e II - integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, a prática de reúso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (BRASIL, 2005a).

De maneira geral, o quadro regulatório atual associado ao controle da qualidade da água de reúso não é completo e impõe uma incerteza nos potenciais projetos de reúso, conforme supracitado nas legislações acima.

A resolução Nº 54 de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos -CNRH, Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. No Art. 3º da Resolução 54/2005 estabelece reúso

direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange a seguinte modalidade no Inciso - II - reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas (BRASIL, 2005a).

2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Várzea Alegre é um município do estado do Ceará localizado na região centro-sul do estado, distante 467 km de Fortaleza, com área aproximadamente 829,976 km² e uma população de 40721 habitantes em 2019 (IBGE, 2020). As Coordenadas geográficas de Várzea Alegre **Latitude:** 5° 21' 0" Sul, **Longitude:** 40° 22' 60" Oeste.

A composição da área de estudo ETA: ETA piloto, Casa do operador, 5 Filtros, Estação elevatória de lavagem dos Filtros, Câmara de Mistura rápida, Torre de Equilíbrio, Elevatória, casa química e Minilaboratório. Já a composição da ETRG: 2 (duas) câmaras independentes ou leitos de drenagem, saída do tratamento. Com aplicação dos seguintes produtos químicos: cloro gasoso, aplicação de PAC-23, Fluorsilicato de sódio e polímero catiônico.

Figura 1 - Localização da Estação de Tratamento de Água do Manancial de abastecimento e de Estação de Tratamento de Rejeito Gerado em Várzea Alegre – CE



Fonte: Arquivo Pessoal do autor, 2020.

Na Figura 02 mostra a composição da área de estudo através de imagem aérea. Composta pelos seguintes equipamentos: Entrada da ETA, ETA piloto para visita, Casa do operador, RAP (Reservatório Apoiado), Filtros, estação elevatória de lavagens dos filtros, Câmara de mistura rápida/torre de equilíbrio, Elevatória, Casa Química e Laboratório da ETA Várzea Alegre.

Figura 3 - Composição da área de Estudo



Fonte: Arquivo Pessoal do autor, 2020.

2.1 Reúso de água Proveniente de ETA's e ETRG

As estações de tratamento de água – ETA's lançam rejeitos, efluentes que devem ser tratados, dessa forma à legislação brasileira ambiental força as concessionárias de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários a dispor corretamente os rejeitos das lavagens dos filtros através de processos adequados, a fim de conscientizar sobre o lançamento in natura no nos corpos hídricos (MOREIRA, 2019).

O Sistema de Reúso Planejado de Água da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado tem potencial para fins agrícolas em Várzea Alegre, configura-se uma necessidade, sendo uma estratégia para redução da quantidade de água retirada do manancial.

Buscar métodos mais eficientes de irrigação e outras alternativas de recursos hídricos, como o emprego de águas residuárias, para atenuar a concorrência por água é tendencioso no mundo inteiro (REBOUÇAS et al., 2010).

A tecnologia no reúso utilizada na ETRG torna a qualidade físico - química e bacteriológica adequada para que possa retornar a produção inicial do tratamento ou ser utilizada com reúso agrícola sem comprometer a colmatação do leito filtrante e o meio ambiente.

As águas originárias da descarga e da lavagem dos filtros, a o entrar na ETRG é adicionada na tubulação do leito drenante produto químico o polímero catiônico que ajuda na coagulação das partículas. A água gerada na lavagem dos filtros é direcionada para tratamento do efluente na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados – ETRG.

O volume que a ETA gera em torno de 126.669,85m³ onde parte desse volume distribuído é 122.855,0m³ para o abastecimento de água no município de Várzea Alegre. Vale ressaltar que o volume de lavagem é aproximadamente 6.814,55 m³ o que equivale a 5,249% do volume produzido pela ETA. Em decorrência do elevado volume gerado há necessita uma destinação adequada sendo o reúso para fins agrícolas uma alternativa adequada como destinação sustentável.

Foram realizadas visitas de campo para compor mais detalhadamente sobre o tratamento, com visitas de campo respectivas com acompanhamento da ETRG combinado com os resultados de análises físico-químicas e microbiológicas dos efluentes da ETA/ETRG, as quais realizadas e disponibilizadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE.

2.3 Coletas e análise de dados

Com base nos dados fornecidos pela CAGECE através das análises de água e efluente, o monitoramento do sistema de tratamento de reúso, promoveu-se discussões ~~ponderando as legislações nacionais e internacionais. Faz parte dessa discussão as produções científicas atuais e aplicáveis ao objeto de estudo.~~

A periodicidade das coletas foi mensal e corresponderam de 01/2018 a 01/2019, contemplou-se uma amostragem dupla no início da ETA e no final da ETRG para cada período de 12 meses, totalizando 84 análises realizadas. Neste trabalho, a caracterização das análises de água foi realizada por meio da metodologia prescritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA,1995).

Todas as amostras (água de lavagem dos filtros na saída da ETA e água bruta início da ETA) foram coletadas, uma vez ao mês, consecutivamente, pela parte da manhã, entre às 9h e 11h, por meio de amostragem composta. Na seguinte sequência: 1) A água bruta será no início da ETA; 2) A água de lavagem de filtro foi colhida na parte central e superior da ETRG, obedecendo a rotina da ETA.

O monitoramento das atividades da ETA com a qualidade da água bruta, água filtrada e água tratada foi realizada diariamente duas vezes ao dia, entre 08:00h e 14:00 h, pelo operador de manutenção da ETA. Os parâmetros são: Cloro residual livre água tratada, Cor aparente - Água Bruta, Cor aparente - Água Tratada, Fluoreto - Água Tratada, Turbidez - Água Bruta, Turbidez - Água Tratada, Turbidez - Água Bruta, pH - Água Tratada, pH - Água Bruta.

As análises do Relatório de Monitoramento da ETA são: Alcalinidade, Alumínio, Amônia, Cálcio, Cloreto, Cloro, Coliformes Totais, Condutividade Elétrica, Cor, Dureza, Escherichia coli, Ferro total e Dissolvido, Fluoreto, Magnésio, manganês, Nitrito, Nitrato, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfatos, Surfactantes e Turbidez.

Já as análises do relatório de monitoramento de rejeito de ETA/ETRG: Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade Elétrica, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, pH, Sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais.

As escolhas das datas foram selecionadas pelo Laboratório Regional em Juazeiro do Norte e realizadas respectivamente: 22/01/2019, 12/02/2019, 15/03/2019, 05/04/2019, 07/05/2019, 06/06/2019, 04/07/2019, 01/08/2019, 05/09/2019, 03/10/2019, 04/11/2019 e 10/12/2019 do Rejeito Gerado na ETA onde foi feita uma média para compor o Quadro 05.

No laboratório da própria ETA as análises de água foram realizadas para o monitoramento da qualidade da água bruta, água filtrada e água tratada que foi apresentada ~~através de gráficos. Onde foram escolhidas 3 meses para compor o monitoramento in loco da~~ ETA Agosto, Setembro e Outubro de 2019.

3.0 Análise da adequação dos Rejeitos Gerados na ETRG em Várzea Alegre ao uso agrícola

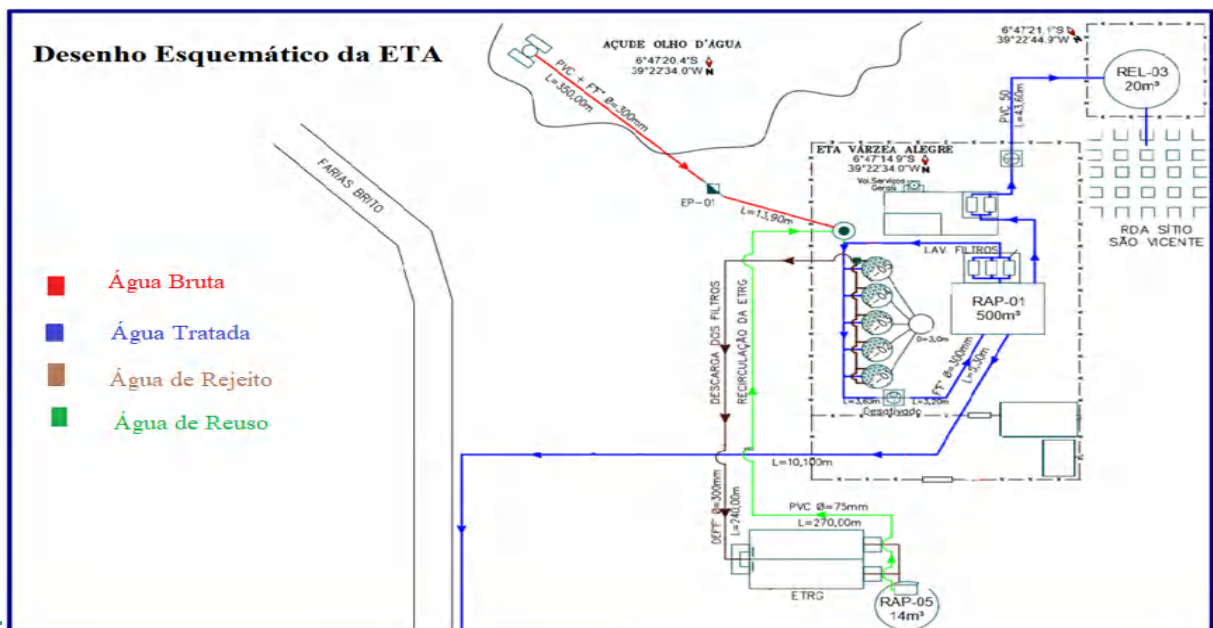
Os parâmetros obtidos nos efluentes da ETRG em Várzea Alegre foram comparados com os Padrões das Resoluções COEMA N°02/2017, CONAMA N° 357/2005 Classe 2 e com as diretrizes para interpretação da qualidade de água para irrigação de Ayers & Westcot (1991) para verificar a adequação desse rejeito ao uso agrícola.

A água bruta representada pela cor Vermelha sendo a água do Manancial o açude Dep. Luiz Otacílio Correia – conhecido popularmente como açude Olho D’Água.

Já a água tratada simbolizada pela cor Azul mostra a água tratada depois da estação de tratamento de água pronta para ser encaminhada para população de Várzea Alegre.

A água dos rejeitos gerados da ETA é representada pela cor Verde a mesma inicia com o processo de tratamento de água e encaminhada para ETRG. A água de descarga e da lavagem dos filtros seguirá para tratamento na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG, a seguir a configuração descrita do Desenho esquemático da ETA.

Figura 3 - Fluxograma das Vazões, Água Bruta, Água Tratada e Água do Rejeito (Reúso)



Fonte: Arquivo Pessoal do autor, 2020.

4.0 Processo e Condições de Funcionamento

Á água bruta proveniente do manancial é bombeada para uma Torre de equilíbrio destinada a fornecer a carga hidráulica variável, necessária ao funcionamento dos clarificadores. Desta torre, a montante da qual recebe os reagentes necessários à coagulação, a água é distribuída por conduto forçado aos clarificadores. Esses, por sua vez operam sob carga variável cujo valor é a cada instante auto – regulado pela própria necessidade de sistema é definida pelo nível de água na torre de equilíbrio. Ao penetrar no clarificador a água tem acesso a um conduto principal.

Daí é uniformemente distribuída ao meio fluxo ascendente até atingir a borda das calhas coletoras já isenta de impurezas. Depois água tratada é encaminhada ao reservatório onde recebe a cloração e fluoretação.

Concluído o processo da ETA a água proveniente da descarga e da lavagem dos filtros, recebe a adição de produto químico o polímero catiônico, na tubulação a montante do leito drenante.

A água de descarga e da lavagem dos filtros segue para tratamento na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG, a seguir a configuração descrita do Desenho esquemático na Figura 03 observa-se o Fluxograma das Vazões na ETA. A cor vermelha é para simbolizar a água bruta, a cor azul para simbolizar água tratada e a cor verde é para simbolizar água das lavagens dos filtros (Rejeitos Líquidos do ETA).

Vale ressaltar que o efluente tratado pode ser bombeado tanto para o início da ETA ou retornará para o reúso agrícola sem prejuízos para o meio ambiente. Enquanto, o lodo retido na manta geotêxtis será descarregado para uma adequada disposição final.

Figura 4 - Apresenta os cinco Filtros de fibra



Fonte: Arquivo Pessoal da autora

Figura 5 - Ilustra tubulações de entrada de água ETA e saída (Lavagens dos filtros)



Fonte: Arquivo Pessoal da autora

Foram realizadas visitas à companhia de Água e Esgoto do Ceará a fim de coletar todas as informações do sistema operacional da ETA que estão expressas abaixo.

Quadro 1 - Informações Operacionais do Relatório Anual de Dados Operacionais – RADOP

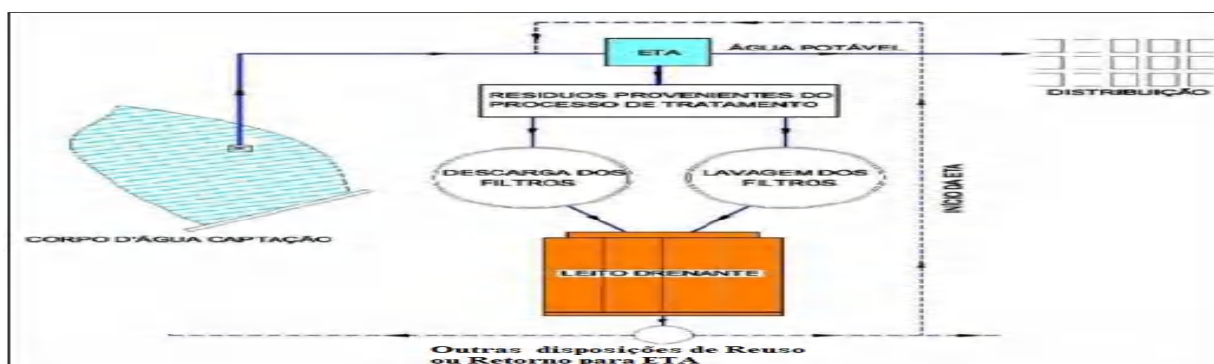
Indicadores do Sistema	Unidade	Ago/19	Set/19	Out/19
Ligações de água Ativas	-	9.743,00	9.743,00	9.743,00
Horas por dia	Horas	13,48	13,8	14,45
Dias de funcionamento	Dias	31	30	31
Vazão captada	m ³ /h	331,03	332,88	324,55
Índice de Perdas Produção de água	%	2,59%	2,51%	2,31%
Volume Bruto	m ³	138.329,14	133.670,50	145.381,50
Volume Produzido	m ³	137.809,14	133.183,00	144.894,00
Volume de consumo autorizado à produção	m ³	3.572,80	3.349,50	3.349,50
Volume Produzido para Comercialização	m ³	134.722,34	130.271,00	141.912,00
Volume Distribuído	m ³	134.722,34	130.271,00	141.912,00

Fonte: RADOP - Relatório Anual de Dados Operacionais (CAGECE, 2019).

Foram realizadas visitas à companhia de Água e Esgoto do Ceará a fim de coletar todas as informações do sistema operacional da ETA que estão expressas no Quadro 01.

A água de descarga e da lavagem dos filtros segue para tratamento na Estação de Tratamento de Rejeitos Gerados - ETRG, a seguir a configuração descrita do Desenho esquemático na Figura 02 observa-se o Fluxograma das Vazões na ETA. A cor vermelha é para simbolizar a água bruta, a cor azul para simbolizar água tratada e a cor verde é para simbolizar água das lavagens dos litros (Rejeitos líquido da ETA).

Figura 6 - Croqui da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado



Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2018.

Na fase de remoção, deve-se ter o cuidado para não danificar o leito. O sistema de tratamento de lodos da ETA será formado por leitos de drenagem, que são utilizados alternadamente. A vazão de dimensionamento do canal e tubulação será igual a vazão necessária para a lavagem de um filtro (MOREIRA, 2019).

No Leito de Drenagem, o período de remoção de água constitui na soma do tempo de drenagem e de evaporação da água, assim, de tal maneira as condições de drenagem quanto às características climáticas têm devido importância. Posteriormente a drenagem da água, acontece a secagem do lodo por evaporação, e as variáveis climáticas, tais como: umidade relativa do ar, ventilação e insolação podem ser decisivas para o desempenho da ETRG.

A Figura 7 e 8 abaixo ilustram as duas câmaras da ETRG mostrando as etapas de tratamento do efluente. A fase 01 quando o efluente bruto entra na ETRG com lâmina em torno de 50 cm onde ocorre adição de produto químico a fim de formar flocos, onde é aplicado pelo processo de coagulação através de aplicação de polímeros e coagulantes esses produtos químicos auxiliam para sedimentar os sólidos suspensos, dissolvidos em solução e desestabilizar as suspensões coloidais de partículas sólidas.

Na fase 02 por processo físico por evaporação e sedimentação acontece a separação dos sólidos e líquidos. Esse processo físico que consiste na passagem lenta e gradual de um estado líquido para um estado de vapor, em função de aumento natural ou artificial de temperatura.

A água escoar para o fundo passando pela manta geotêxtil nesse tecido opera como elemento filtrante em sistemas de drenagem, apartar-se e inibi as misturas dos diferentes materiais.

Figura 7 - Fase 01 Leitos drenantes cheios



Figura 8 - Fase 01 Leitos drenantes cheios



Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

A avaliação do desempenho desse sistema para redução de volume de lodo das ETAs que utilizam produtos químicos: cloro gasoso, PAC-23 (Cloreto de Polialumínio) e Fluorsilicato de sódio e polímero catiônico, faz mediante monitoramento das variáveis operacionais da ETRG.

Figuras 9 e 10 observa-se a fase 2 de tratamento dos leitos drenantes da ETRG, onde observou que com ação do clima e tempo favorece para aumentar a redução em torno de 95% do efluente gerado.

Figura 9 - Fase 02 Leitos semi-secos



Figura 10 - Fase 02 Leitos semi-secos



Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Já na fase 03 os sólidos estão quase totalmente secos onde são separados com ferramentas apropriadas e dispostas em contêiner encaminhados para UNBSA - Juazeiro do Norte - CE para ser disposta em Bags para sua estabilização final e posterior disposição final

Figura 11 - Fase 03 com Leitos sólidos secos



Figura - 12 Fase 03 Leitos sólidos secos



Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

As variáveis operacionais juntamente com o monitoramento das análises de água forneceram subsídios para montar os resultados. Os Parâmetros usados para caracterização dos resíduos e drenados ETA/ETRG são: Alumínio, DQO, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura, turbidez, materiais Flutuantes e Coliformes Totais.

5 RESULTADOS

5.1 Valores do monitoramento da ETA – Várzea Alegre

O Quadro 2 ilustra os valores do monitoramento do minilaboratório da ETA do Relatório de Dados Operacionais - RADOP referente as Análises de água Bruta e Tratada dos meses Agosto/2019, Setembro/2019 e Outubro/2019.

Quadro 2 - Valores dos parâmetros de água bruta e água tratada na ETA de Várzea Alegre - CE dos meses Agosto, Setembro e Outubro de 2019.

Variáveis/Parâmetros	Unidade	Variação	Data das Coletas		
			Ago/19	Set/19	Out/19
Cloro residual livre água tratada	mgL ⁻¹	Mínimo	1,5	1,5	1,5
		Médio	2	2	1,9
		máximo	2	2	2
Cor aparente - Água Bruta	mgL ⁻¹	mínimo	15	15	15
		Médio	15	15	15
		máximo	15	15	15
Cor aparente - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	5	5	5
		Médio	5	5	5
		máximo	5	5	5
Fluoreto - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	0,6	0,6	0,5
		Médio	0,7	0,7	0,7
		máximo	0,8	0,9	0,9
Turbidez - Água Bruta	mgL ⁻¹	mínimo	1,9	2	2
		Médio	2,3	2,3	2,3
		máximo	2,6	2,7	2,5
Turbidez - Água Filtrada	mgL ⁻¹	mínimo	0,3	0,3	0,3
		Médio	0,5	0,5	0,5
		máximo	0,8	0,8	0,8
Turbidez - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	0,3	0,3	0,3
		Médio	0,5	0,5	0,4
		máximo	0,8	0,8	0,8
pH - Água Bruta	mgL ⁻¹	mínimo	8	8	7

		Médio	8,2	8,2	8,2
		máximo	8,5	8,5	8,5
pH - Água Tratada	mgL ⁻¹	mínimo	7	7	7
		Médio	7,2	7,2	7,2
		máximo	7,4	7,5	7,4

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

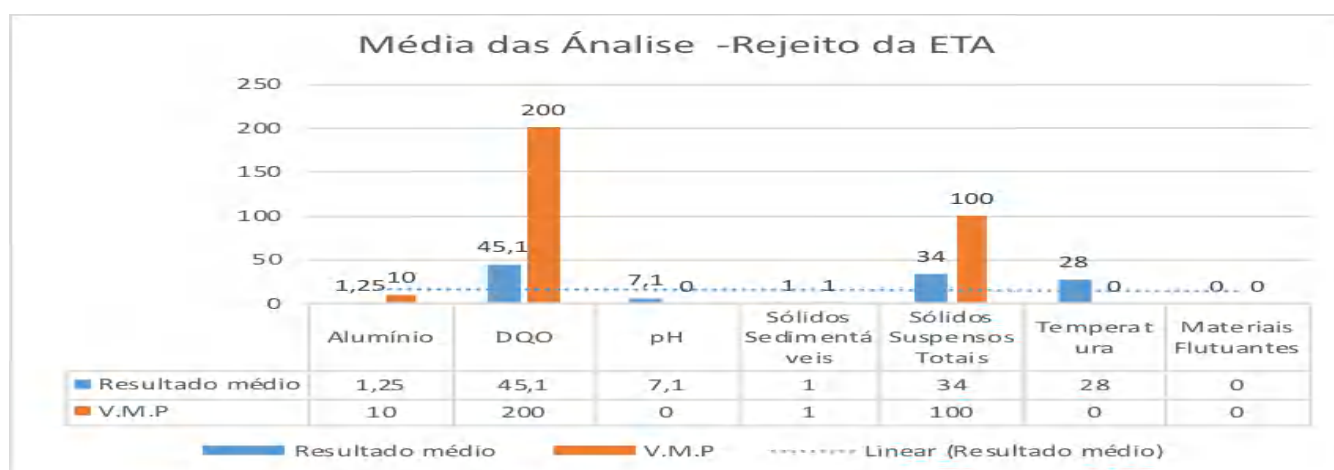
5.2 RESULTADOS ANALÍTICOS DO REJEITO LÍQUIDO DA ETRG VARZEA ALEGRE – CE

5.2.1 Resultados das análises na entrada da ETRG

Os requisitos da qualidade da água devem ser avaliados em função do uso pretendido. Os padrões de qualidade da água necessários para reutilizá-la sem prejuízos ambientais são apresentados na Tabela 2 e seguem a orientação da Resolução COEMA N°02/2017 Art. 14 (CEARÁ, 2017).

Na Figura 13 são apresentados os valores médios e os valores máximos prováveis das variáveis alumínio, DQO, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, temperatura e materiais flutuantes da água na saída da lavagem dos filtros (Rejeitos Líquidos) da ETA Várzea Alegre – CE. Considerando o período correspondente de 01/2018 a 01/2019.

Figura 13- Valores Médios e valores máximos prováveis (VPM) das Análises de Água na Saída da Lavagem dos Filtros (Rejeitos Líquidos) da ETA Várzea Alegre no período correspondente de 01/2018 a 01/2019.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019.

O parâmetro Alumínio apresentou valor médio de $1,25 \text{ mgL}^{-1}$ onde o Valor Máximo Permitido pela Resolução COEMA N° 02/2017 no Art. 14, inciso V menciona valor 10 mgL^{-1} (CEARÁ, 2017). Já para a análise de Alumínio não há Valor Máximo Permitido conforme orientações da Resolução CONAMA N° 357/2005 para o elemento Alumínio.

Na análise Demanda Química de Oxigênio – DQO o resultado médio foi $45,1 \text{ mgL}^{-1}$ o que preconiza a Resolução COEMA N°02/2017 no Artigo. 14, inciso VI o Valor PM é 200 mgL^{-1} (CEARÁ, 2017).

Para parâmetro pH nota-se que o valor médio foi de 7,1 já o Valor Máximo Permitido para pH está entre 6,0 e 9,5 conforme Art. 14, inciso I da Resolução COEMA N° 02/2017 (CEARA, 2017).

Os valores de Sólidos Sedimentáveis mostram que o valor de 1 mgL^{-1} é igual ao Valor Máximo Permitido que é 1 mgL^{-1} conforme a Resolução COEMA N° 02/2017 Art. 14, inciso IV (CEARA, 2017).

Os valores de Sólidos em Suspensão Totais mostra o valor de 34 mgL^{-1} onde o Valor Máximo Permitido é 100 mgL^{-1} conforme Resolução COEMA N°02/2017 Art. 14, III (CEARA, 2017).

O valor médio da temperatura foi de 28°C inferior ao VPM que é 40°C conforme Resolução Coema N°02/2017 Art. 14, inciso II (COEMA, 2017). Já para os materiais flutuantes o parâmetro constatou ausente.

De acordo com os dados obtidos através das análises nota-se a partir da Figura 13 as análises (Alumínio, DQO, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais) e a Figura 14 com as análises (Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade elétrica, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, Sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais) nota-se que os valores não ultrapassam os valores permitidos pela resolução COEMA N°02/2017.

5.3 Análises de Água tratada na saída da ETRG em Várzea Alegre - CE para fins de Reúso

A Figura 14 são verificados os valores das análises de águas da saída da ETRG, em relação aos parâmetros Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais. Os resultados foram comparados com os Padrões da Resolução COEMA N°02/2017, Resolução CONAMA N° 357/2005 Classe 2 e classificação de Ayers & Westcot (1991), para verificar a adequação desse efluente ao uso agrícola.

Figura 14 - Dados Médios dos Parâmetros Alumínio, Cálcio, Cloreto, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais do efluente na saída da ETRG em Várzea Alegre – CE.



Fonte - Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019

5.4 PADRÕES DA RESOLUÇÃO COEMA N°02/2017 ART. 14 E CONAMA N° 357/2005

O Quadro 3 mostra analogia com os Padrões dos respectivos parâmetros: Alumínio, Cálcio, Cloreto, Coliformes, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, pH, Potássio, sódio, Sólidos

Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura, Turbidez, e materiais Flutuantes das análises da ETRG conforme os Padrões da Resolução N°02/2017 Art. 14 COEMA e CONAMA N° 357/2005 Classe 2.

O Quadro coloca comparação das duas legislações Padrões da Resolução COEMA N°02/2017 no Art. 14 e CONAMA N° 357/2005 Classe 2 além de citar os valores dos resultados médios da ETA e dos resultados da ETRG.

Quadro 3 - Padrões da Resolução COEMA N°02/2017 no Art. 14 e CONAMA N° 357/2005 Classe 2.

Padrões da Resolução N°02/2017 Art. 14 COEMA e CONAMA N° 357/2005 Classe 2					
Parâmetros	Unidade	Resultado média saída ETA	Resultado ETRG	VMP	Legislações Vigentes
Alumínio	mg L ⁻¹	0,05	0,02	10	COEMA N°02/2017
Cálcio	mg L ⁻¹	28,5	24,8	-	-
Cloreto	mg L ⁻¹	30	26,71	-	-
Condutividade	uS/cm	330	317,8	-	-
DBO	mg L ⁻¹	-	-	Remoção > 65%	CONAMA N° 357/2005
DQO	mg L ⁻¹	20,56	20,56	Remoção > 70% e 200	CONAMA N° 357/2005 e COEMA N°02/2017
Nitrato	mg L ⁻¹	0,09	0,09	-	-
Nitrito	mg L ⁻¹	0	0	-	-
pH	-	8,4	7,9	5 - 9 e 6 - 9,5	CONAMA N° 357/2005 e COEMA N°02/2017
Potássio	mg L ⁻¹	12	12	-	-
Sódio	mg L ⁻¹	15	21	-	-
Sol. Sedimentáveis	mg L ⁻¹	0,5	0,1	1	COEMA N°02/2017
Sól. Suspensos Totais	mg L ⁻¹	29	5,6	100	COEMA N°02/2017
Temperatura	°C	28	30	< 40	CONAMA n° 357/2005 e COEMA N°02/2017
Turbidez	mg L ⁻¹	0,6	0,5	< 100	CONAMA N° 357/2005
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Ausente	Ausente	NMP/100 mL	CONAMA N° 357/2005 e COEMA N°02/2017
Óleos Vegetais e Gorduras	-	Ausente	Ausente	Ausente	CONAMA n° 357/2005
Materiais Flutuantes	-	Virtualmente Ausente	Virtualmente presente	Ausente	COEMA N°02/2017

Fonte: Adaptado (BRASIL, 2005), CONAMA N° 357/2005 e COEMA N°02/2017

Portanto, o reúso para os espaços irrigados pode ser empregada sem provocar em perigos à saúde a pública dos necessitados por não ter presença de patógenos (SCHEIERLING et al., 2010; SILVA et al., 2016; JARAMILLO; RESTREPO, 2017).

Deste modo, ao avaliar o potencial de reúso das águas de lavagens dos filtros e descarga de fundo da estação de tratamento de água – ETA estará sugerindo uma alternativa para empregar esse de forma sustentável para fins agrícolas.

6 RECOMENDAÇÕES

Para o reúso, a combinação dos requisitos do processo de tratamento e dos limites da qualidade da água também é recomendada, tanto para reúso potável quanto para reúso não potável.

O monitoramento do desempenho em tempo real dos principais processos de tratamento permite garantias de remoção de patógenos e constituintes físico - químicos que podem trazer informações relevantes ao monitoramento do sistema (INTERAGUAS, 2017).

Recomenda - se que sejam considerados os padrões da (USEPA, 2004) e do (WHO, 1989) conforme apresentado no Anexo A e B .

Recomenda-se que as análises da ETRG considerando com os Padrões da Resolução N°02/2017 Art. 14 COEMA e CONAMA N° 357/2005 Classe 2 esteja dentro dos Valores Máximos Permitidos a fim de garantir qualidade no tratamento do efluente e sucessivo sucesso no reúso do efluente.

Para que tenha um funcionamento adequado na ETRG, o sistema depende da lavagem de filtros, realizadas devidamente quando o filtro estiver colmatado (sujo).

Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (Portaria de Consolidação nº 5 DE 28/09/2017, Art. 39, § 1º).

Ressalta-se a relevância desse estudo sobre o reúso neste sistema visto que é fundamental importância, para reduzir os lançamentos de resíduos líquidos produzido na ETA na natureza e a reutilização de água. Com a ETRG resolveu o problema do descarte inadequado e reduzir a vazão da água bruta que vem do manancial, através do reaproveitando da água das lavagens dos filtros.

~~Recomenda-se que os valores máximos permitidos da Figura 14 apresente os valores das análises de águas da saída da ETRG e ETA, em relação aos parâmetros Alumínio,~~

Cálcio, Cloreto, Condutividade, DQO, Nitrato, Nitrito, Potássio, sódio, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, pH, Temperatura e materiais Flutuantes e Coliformes Totais abaixo dos VPM dos Padrões da Resolução COEMA N°02/2017, Resolução CONAMA N° 357/2005 Classe 2 e classificação de Ayers & Westcot (1991) enquadrando os padrões de uso desse efluente para fins agrícola.

Portanto, a tecnologia ETRG desenvolvida para a referida ETA é viável ao reúso da água de lavagem de filtro e descarga de fundo contanto que sejam compridas algumas considerações:

O monitoramento constante das dosagens de produtos químicos; Análise de água físico-químico e microbiológica e controle operacional da ETRG.

REFERÊNCIAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, Série. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 29 revisado 1). 1991. 218 p

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Lei 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 08 de Janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/civil_03/lei/9433.html. Acesso em: 01 Jan. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Lei da Vida – A lei dos Crimes Ambientais. [Brasília, DF]: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. In: Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Funasa,, 2004. 146 p.

BRASIL a. Ministério do Meio Ambiente. In: Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução N° 54, de 28 de Novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências**. Brasília. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/reuso-de-agua-recursos-hidricos?tag=>. Acesso 01 Jan. 2020.

BRASIL b. Ministério do Meio Ambiente. In: Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 357, de 17 de Março 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso 02 Agos. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente In: Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno Setorial de Recursos Hídricos**. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 4 v. Localizações: Acervo da Biblioteca da ANA AG 5142. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. In: Conselho Nacional dos Recursos Hídricos. Resolução Nº 121, de 16 de Dezembro de 2010. **Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005**. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20121.pdf>. Acesso em: 01 Fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. In: Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. In: **Portaria de Consolidação Nº 5 DE 28 de Setembro de 2017. Dispõe sobre Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade**. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-de-consolidacao-5-2017_356387.html Acesso em: 06 Fev. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, **Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR** – Banco Mundial. 2017.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Relatório Técnico da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado**. 2018.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará. COA- **Controle Operacional de Água**. 2019.

CEARÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Lei Estadual Nº 16.033 de 20 de junho de 2016. **Dispõe sobre a Política de Reúso de água não Potável no Âmbito do Estado do Ceará**. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Estadual-n%C2%BA16.033-2016-Disp%C3%B5e-sobre-a-Pol%C3%ADtica-de-Re%C3%BAso-de-%C3%81gua-N%C3%A3o-ot%C3%A1vel-no-Estado-do-Cear%C3%A1.pdf>. Acesso em: 03 de Out. 2019.

CEARÁ, Conselho Estadual do Meio Ambiente . COEMA. Resolução Nº 02 de Fevereiro de 2017. **Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=337973>>Resolução COEMA Nº 02 de 02/02/2017. Acesso em: 02 de Out. 2019. —

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos hídricos (Ceará). **Inventários Ambientais**. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/pdf/inventarios/2008/Inventario%20Ambiental%20Olho%20Dagua-dez2008.pdf>. Acesso em: 02 de Fev. 2020.

HESPANHOL, Ivanildo. et al. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, V.7, Nº4, p.75-95, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da População residente nas cidades e estados, Várzea alegre**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/varzea-alegre.html>. Acesso em: 02 de Fev. de 2020.

INTERAGUAS. **Produto III – Critérios de Qualidade de água. Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil**. Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR – Banco Mundial. 2017.

MOREIRA, Cicera Cilene Bezerra. CHAVES. C.A; COSTA. P.M. **Tratamento e Avaliação de Reúso das águas de Lavagens de Filtros na Estação de Tratamento de Água – ETA no Município de Várzea Alegre – CE**. Reúso e Reaproveitamento de água. Projetos de intervenção. Volume 8. Triunfal Gráfica e Editora Assis – 2019.

IWAKI, Gheorge Patrick. (2015). **Reúso de água tipos, processos específicos e contaminantes**. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/reuso-de-agua-tipos-processos-especificos-e-contaminantes/>. Acesso em: 19 de Out. 2019.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. D. S.; GONZAGA, M. D. S.; GHEYI, H. R. & SOUSA NETO, O. D. **Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado**. Revista Caatinga, v23(1), . 97-102, 2010.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. D. S.; GONZAGA, M. D. S.; GHEYI, H. R. & SOUSA NETO, O. D. **Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado**. Revista Caatinga, v23(1), 97-102, 2010.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **"Água de reúso"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/Agua-reuso.html>. Acesso em 11 de jan. 2020.

SCHEIERLING, Susanne. M. Scheierling, Carl Bartone; Duncan D. Mara, Pay Drechsel et al. **Improving Wastewater Use in Agriculture: An Emerging Priority**. Washington, DC: Banco Mundial, 2010. (Policy Research Working Paper 5412). 2010.

SOUZA, Marcel Chacon de. **Avaliação da prática do reúso com esgoto tratado em lagoas de estabilização no semiárido do Rio Grande do Norte – Natal**. 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. Natal, 2018.

USEPA. **Guidelines for ecological risk assessment:** final report. EPA. Washington. EUA. 1998. Disponível em: <http://www.epa.gov/index.html>. Acesso em 01 de Jan. de 2018.

WHO, World Health Organization. **wastewater in agriculture and aquaculture world health organization.** Genebra. 1989.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water.** Volume 2: Wastewater use in agriculture. Genebra: WHO. 2006. 213p.

WHO - World Health Organization. **Planeamento da segurança do saneamento: manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos. Organização Mundial da Saúde.** 2016. Manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos Tradução, adaptação e revisão técnica para português Acquawise Consulting, Lisboa, Portugal. Disponível em :<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/171753/9789248549243-por.pdf;jsessionid=16F6CDCED5175124447082C351359064?sequence=5>. Acesso em : 12 de Jan. de 2020.

VON SPERLING, **Marcos.** **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, DESA/UFMG . Belo Horizonte. 2014.

ANEXOS

ANEXO A

Diretrizes sugeridas pela USEPA para o reúso de efluentes municipais.

Tipos de reúso	Tratamento	Parâmetro	Padrões	Monitoramento	Distâncias de segurança
Urbano	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Filtração • Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • DBO • Turbidez • Coliformes fecais • CLR 	6 a 9 ≤ 10 mg/L ≤ 2 UNT ausentes ≥ 1 mg/L	Semanal Semanal Contínuo Diário Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> • 15 m de poços de abastecimento potável
Irrigação de áreas de acesso restrito ao público	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • DBO • Sólidos Suspensos • Coliformes fecais • CLR 	6 a 9 ≤ 30 mg/L ≤ 30 mg/L $\leq 200 / 100$ mL ≥ 1 mg/L	Semanal Semanal Diário Diário Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> • 90 m de poços de abastecimento potável • 30 m de áreas com acesso de público
Agrícola para irrigação de culturas consumidas cruas	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Filtração • Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • DBO • Turbidez • Coliformes fecais • CLR 	6 a 9 ≤ 10 mg/L ≤ 2 UNT ausentes ≥ 1 mg/L	Semanal Semanal Contínuo Diário Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> • 15 m de poços de abastecimento potável
Agrícola para irrigação de culturas não comestíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • DBO • Sólidos Suspensos • Coliformes fecais • CLR 	6 a 9 ≤ 30 mg/L ≤ 30 mg/L $\leq 200 / 100$ mL ≥ 1 mg/L	Semanal Semanal Diário Diário Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> • 90 m de poços de abastecimento potável • 30 m de áreas com acesso de público
Recreacional (contato direto)	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Filtração • Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • DBO • Turbidez • Coliformes fecais • CLR 	6 a 9 ≤ 10 mg/L ≤ 2 UNT ausentes ≥ 1 mg/L	Semanal Semanal Contínuo Diário Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> • 150 m de poços de abastecimento potável, se o fundo do lago não for selado
Paisagístico (sem contato do público)	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> • DBO • Sólidos Suspensos • Coliformes fecais • CLR 	≤ 30 mg/L ≤ 30 mg/L $\leq 200 / 100$ mL ≥ 1 mg/L	Semanal Diário Diário Contínuo	
Industrial, para resfriamento sem recirculação	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • DBO • Sólidos Suspensos 	6 a 9 ≤ 30 mg/L ≤ 30 mg/L	Semanal Semanal Diário	<ul style="list-style-type: none"> • 90 m de áreas com acesso de público
Industrial, para resfriamento com recirculação	<ul style="list-style-type: none"> • Secundário • Desinfecção (coagulação química e filtração podem ser necessárias) 	Variáveis, dependendo da taxa de recirculação			<ul style="list-style-type: none"> • 90 m de áreas com acesso de público, que pode ser reduzido em função do nível de desinfecção
Industrial para outros usos	Depende do tipo de uso				
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Variável • Secundário • Desinfecção 	Variável, mas não excedendo: <ul style="list-style-type: none"> • DBO • Sólidos Suspensos • Coliformes fecais 	Variável, mas não excedendo: <ul style="list-style-type: none"> ≤ 30 mg/L ≤ 30 mg/L $\leq 200 / 100$ mL 	Semanal Diário Diário	
Recarga de aquíferos (não potável)	<ul style="list-style-type: none"> • Depende das características locais e do uso • Mínimo: primário para infiltração/percolação e secundário para injeção 	Depende das características locais e do uso			<ul style="list-style-type: none"> • Especificado pelas características locais

CLR -- Cloro Residual Livre

Fonte: USEPA, 2004

ANEXO B

Diretrizes microbiológicas recomendadas para o reúso agrícola – OMS. Diretrizes sugeridas pela USEPA (2018).

Diretrizes microbiológicas recomendadas para o reúso agrícola – OMS ^a

Categoria	Condições de reúso	Grupo exposto	Nematóides Intestinais ^b (média aritmética do número de ovos por litro) ^c	Coliformes fecais (média geométrica – número por 100 mL) ^c	Tratamento requerido para atingir os padrões microbiológicos
A	Irrigação de culturas consumidas cruas, campos esportivos, parques públicos ^d	Trabalhadores Consumidores Público	≤ 1	≤ 1000 ^d	Lagoas de estabilização em série ou tratamento equivalente.
B	Irrigação de cereais, culturas industriais, forragens, pastos e árvores ^e	Trabalhadores	≤ 1	Não aplicável	Retenção em lagoas de estabilização por 8 a 10 dias ou remoção equivalente de helmintos e coliformes fecais.
C	Irrigação localizada de culturas da categoria B, se não ocorrer exposição de trabalhadores e do público.	Nenhum	Não aplicável	Não aplicável	Pré-tratamento requerido pela técnica de irrigação aplicada, mas não menos que tratamento primário.

^a Em casos específicos, fatores epidemiológicos, socioculturais ou ambientais devem ser levados em consideração e essas diretrizes modificadas de acordo.

^b *Ascaris*, *Trichuris*, *Necator americanus* e *ancilostomus duodenalis*.

^c Durante o período de irrigação.

^d Um valor diretriz mais restritivo (200 coliformes fecais por 100mL), é apropriado para gramados públicos, tais como de hotéis, com os quais o público tenha contato direto

^e No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve cessar duas semanas antes dos frutos serem colhidos, e os frutos não devem ser colhidos no chão. Irrigação por sistemas de aspersores não deve ser utilizada.

Fonte: WHO, 1989.



PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE LEITO DE DRENAGEM

1 - Definição da Área do Leito de Drenagem

Parâmetros	Tipo de Dado	Variável	Unidade
Diâmetro do filtro	Dado de Entrada	3,0	m
Nº de Filtros	Dado de Entrada	5,0	Unidade
Velocidade ascensional da água de lavagem	Dado de Projeto	1,0	m/min
Tempo de lavagem	Dado de Projeto	8,0	min
Volume de lavagem	Valor Calculado	56,5	m³
Altura do volume de equalizacao	Dado de Projeto	0,5	m
Área de cada leito de drenagem	Valor Calculado	113,0	m²
Largura do leito de drenagem	Valor Calculado	6,1	m
Comprimento do leito de drenagem	Valor Calculado	18,4	m
Quantidade máxima de lavagem por filtro por dia	Valor Calculado	2,0	lavagens/dia/filtro
Duração máxima das carreiras de filtração	Valor Calculado	12,0	h

2 - Estimativa do Volume de Lodo

Parâmetros	Tipo de Dado	Variável	Unidade
Vazão total da ETA	Dado de Entrada	6500	m³/dia
Percentual de perdas com as lavagens	Dado de Entrada	10	%
Massa Específica do Lodo	Dado de Projeto	1000	kg/m³
Turbidez da água bruta	Dado de Entrada	10	UT
Sólidos suspensos totais na água bruta	Valor Calculado	20	mg/L
Dosagem de PAC 23	Dado de Projeto	10	mg/L
Percentagem de alumínio no PAC 23	Dado de Projeto	12	%
Dosagem de polímero da filtração	Dado de Projeto	2	mg/L
Percentagem de matéria ativa de polímero	Dado de Projeto	40	%
Dosagem de polímero para adensamento do lodo	Dado de Projeto	1	mg/L
Massa de sólidos gerada diariamente	Valor Calculado	24,38	kg SST/dia
Volume de lodo produzido por dia	Valor Calculado	162,5	L/dia
Período de armazenamento de lodo	Valor Calculado	139,1	dias
Período de armazenamento de lodo	Valor Calculado	4,6	meses

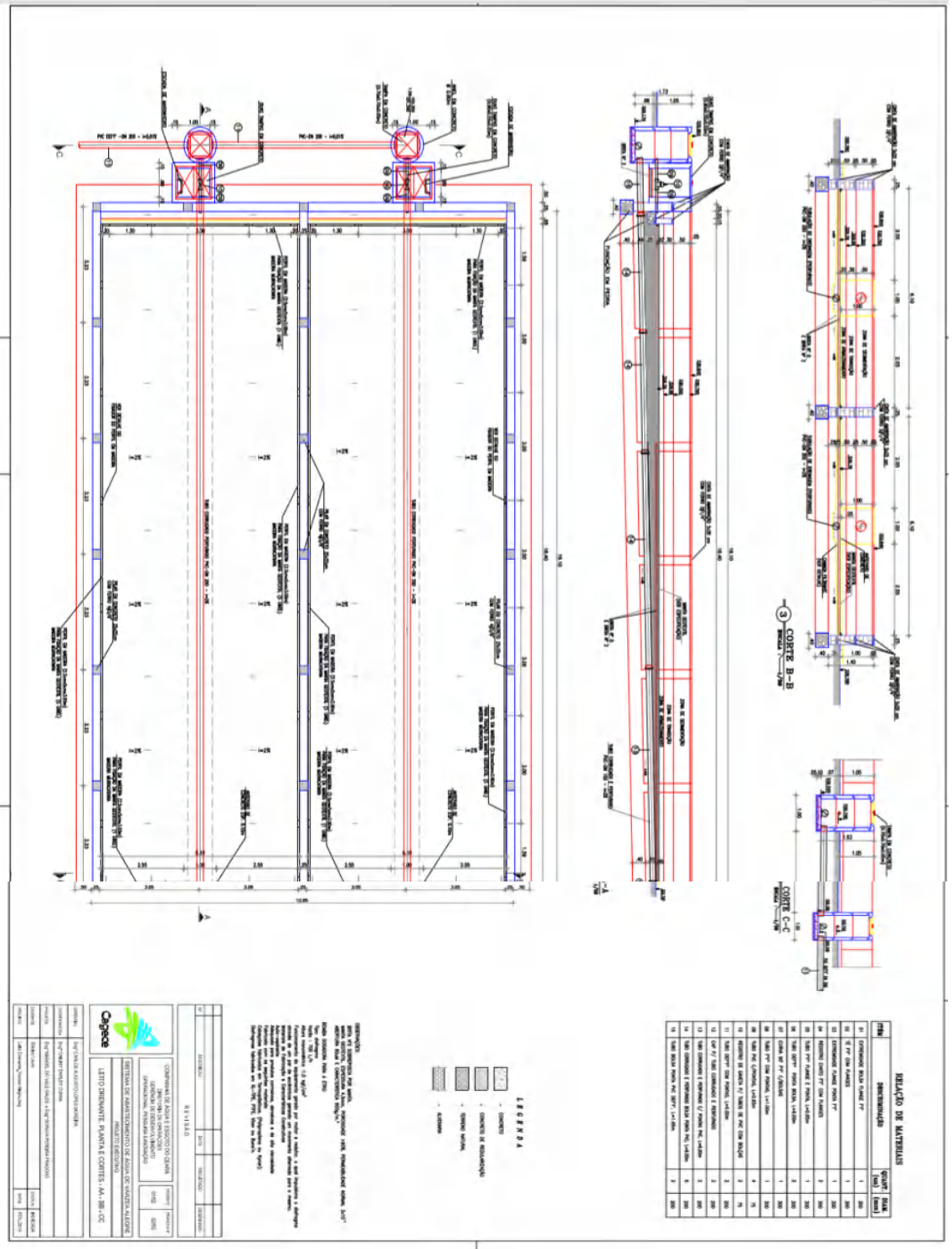
3-Dimensionamento do Sistema de Drenagem

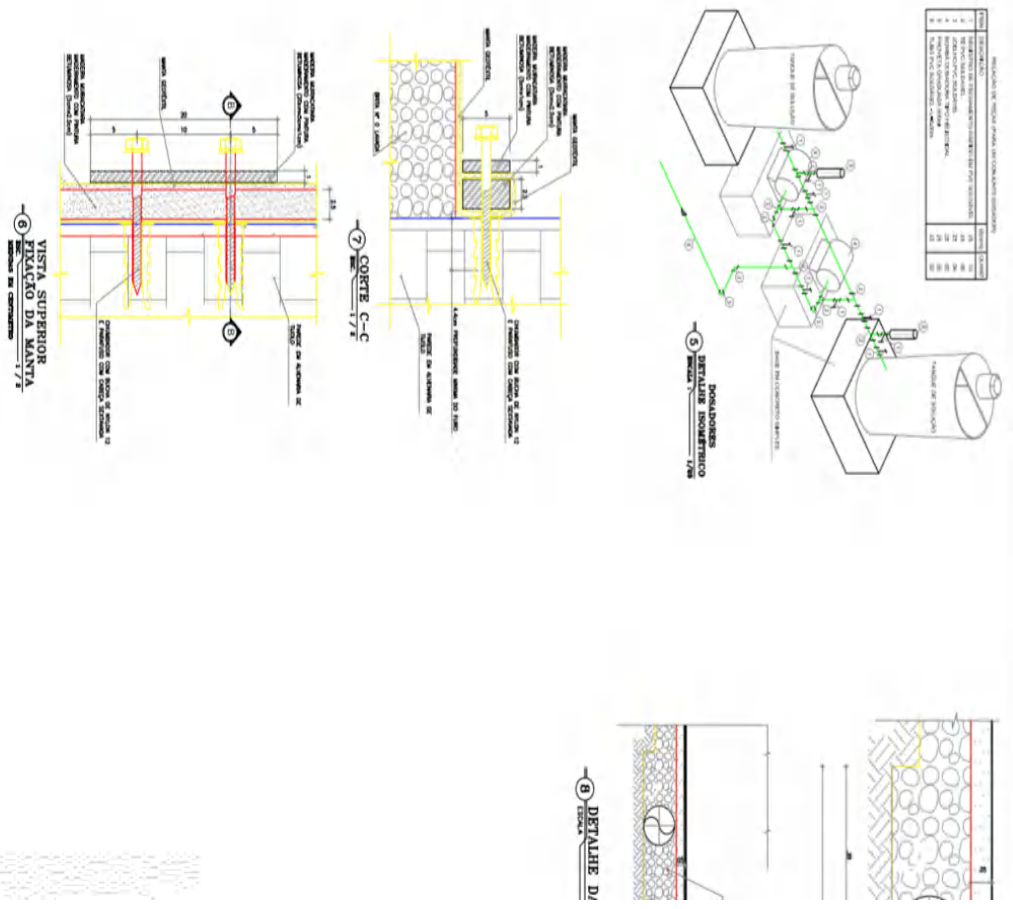
Parâmetros	Tipo de Dado	Variável	Unidade
Tempo de descarga	Dado de Projeto	7200	s
Comprimento extra do leito de drenagem	Dado do Padrão de Desen	0,7	m
Comprimento do leito de drenagem	Valor Calculado	18,4	m
Largura do leito de drenagem	Valor Calculado	6,1	m
Área interna do leito de drenagem	Valor Calculado	117,3	m²
Aceleração da gravidade	Dado de Projeto	9,8	m/s²
Coefficiente de Descarga	Dado de Projeto	0,61	
Submergência do registro antes do descarte	Dado de Entrada	1,0	m
Submergência do registro após o descarte	Dado de Entrada	0,5	m
Área da seção do registro	Valor Calculado	0,003535	m²
Diâmetro do registro	Valor Calculado	67,1	mm
Diâmetro do registro adotado	Escolhido	75	mm

4- Dimensionamento da Bomba Dosadora

Parâmetros	Tipo de Dado	Variável	Unidade
Diâmetro do filtro	Dado de Entrada	3,0	m
Dosagem de polímero	Dado de Entrada	10	mg/L = g/m³
Concentração da solução de polímero	Dado de Entrada	0,5	%
Velocidade ascensional	Dado de Entrada	1	m/min
Vazão de lavagem	Valor Calculado	7,065	m³/min
Vazão de lavagem	Valor Calculado	423,9	m³/h
Vazão da bomba dosadora	Valor Calculado	847800	g/h
Vazão da bomba dosadora	Valor Calculado	847,8	L/h

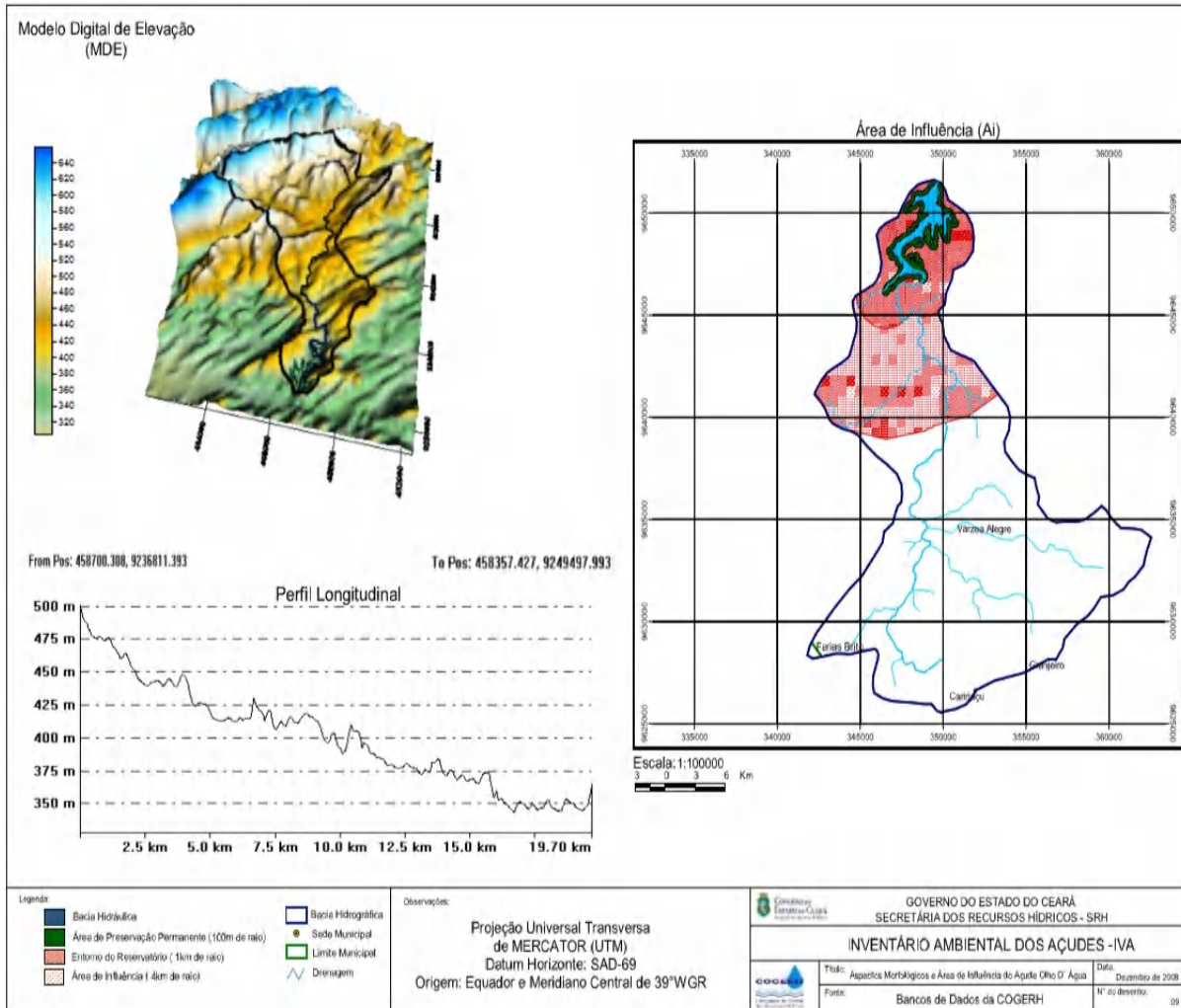
ANEXO D





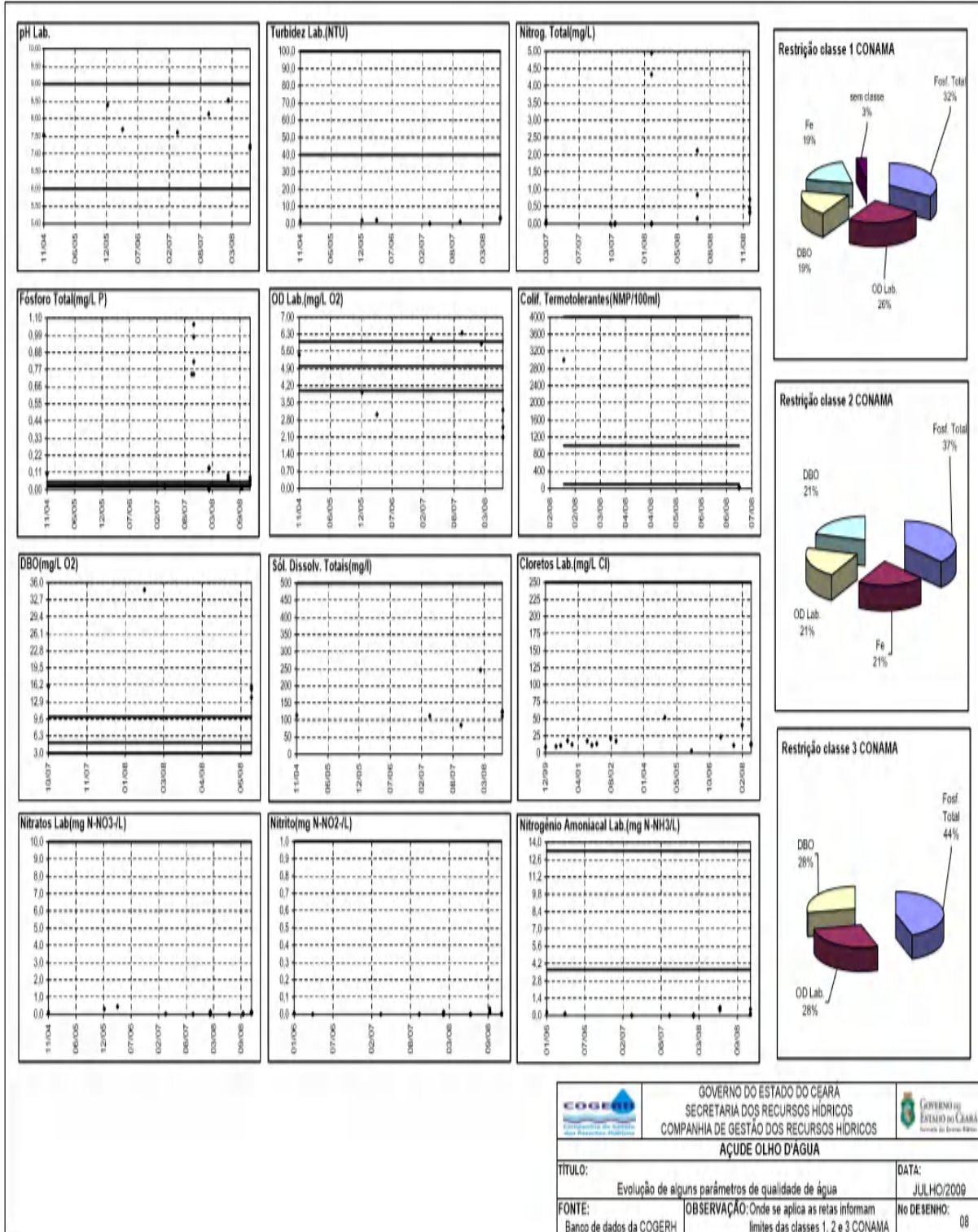
ANEXO F

Aspectos Ambientais e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Açude Olho D'Água, Banco de dados da COGERH (2008).



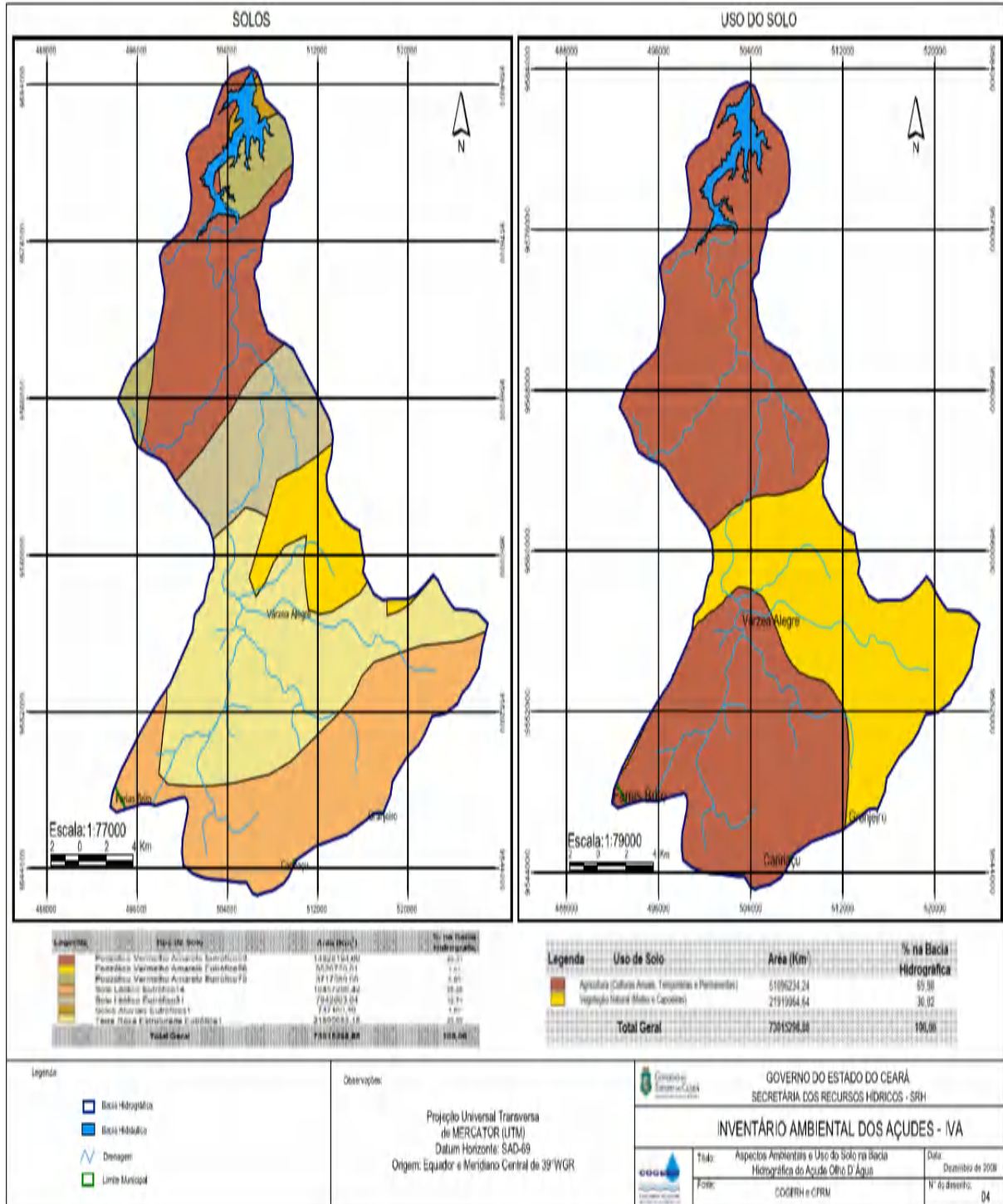
ANEXO G

Evolução de alguns parâmetros de qualidade de água, Banco de Dados da COGERH, (2008).



ANEXO H

Aspectos Ambientais e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Açude Olho D'Água, Banco de Dados da COGERH (2008).



ANEXO I

Quadro 10: Regulatório atual associado a qualidade da água de reúso no Brasil, INTERAGUAS (2017).

Esfera	Etapa 1: Responsável pela proteção da saúde pública e do meio ambiente no âmbito de reúso	Etapa 2: Competência das entidades federais vs. estaduais ou locais no âmbito de reúso	Etapa 3: Modalidades de reúso (4)	Etapa 4: Estratégia para cada modalidade (critérios específicos vs. outras alternativas)	Etapa 5: Critérios de qualidade e outros critérios por modalidade conforme estratégia	Etapa 6: Monitoramento e controle.
Geral	O governo federal estabeleceu uma política de recursos hídricos e uma estrutura legal sanitária (gerida por várias instituições e órgãos em coordenação com o Estado e os governos locais) (2). No entanto, no que diz respeito às normas e política nacional de qualidade de águas de reúso, o licenciamento de atividades de reúso de água ainda não foram definidas.		Não existem diretrizes ou critérios específicos a nível federal para reúso de água. A lei nº 11.445/2007, regulamentado pelo decreto nº 7.217/2010, dispõe sobre a admissã da prática de reúso em instalações prediais (não especificada como potável ou não potável) se autorizada pela agência competente, sem definir quem é a agência responsável.			
Federal e Estadual	<p>Proteção Ambiental:(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ANA, se houver descarte em águas superficiais para corpos hídricos federais; ou agência estadual (como o DAEE em São Paulo), se houver descarte em águas subterrâneas ou superficiais estaduais; porém nenhuma responsabilidade relacionada a reúso foi claramente definida IBAMA (agente delegado do MMA), se houver descarte em águas superficiais para corpos hídricos federais; ou agência ambiental estadual, se houver descarte em águas subterrâneas ou superficiais estaduais; porém nenhuma responsabilidade relacionada à reúso foi claramente definida O CONAMA é responsável por estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos e estabelecer sistemática de monitoramento, avaliação e cumprimento das normas ambientais, porém nenhuma responsabilidade relacionada ao reúso foi claramente definida <p>Proteção da Saúde pública:</p> <ul style="list-style-type: none"> O MS ou a Secretaria Estadual da Saúde são geralmente responsáveis pela proteção da saúde pública nos níveis federal e estadual, respectivamente, porém nenhuma responsabilidade relacionada ao reúso foi claramente definida 	<ul style="list-style-type: none"> O IBAMA ou a agência ambiental estadual emite a licença de descarte de efluente(4) ANA ou agência estatal pode estabelecer requisitos mais rigorosos de qualidade da água através do processo "outorga de lançamento"(5) <ul style="list-style-type: none"> Mesmo que o item acima para descarte de efluente. Observe que o "enquadramento" é um instrumento legal que pode ser 	<p>Reúso não potável:</p> <ul style="list-style-type: none"> A Resolução nº 54 do CNRH definiu as modalidades básicas de reúso não potável. ("reúso direto não potável de água"): <ol style="list-style-type: none"> reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana; reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas; reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente; reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e, reúso na aquicultura: <p>utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Reúso potável indireto (categoria não "existe" ainda)(6) 	<ul style="list-style-type: none"> Algumas medidas já foram estabelecidas a nível federal. Alguns estados adotaram regras para requisitos de tratamento, critérios, e parâmetros específicos, porém não para todos os tipos de reúso não potável. <p>Por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> No Ceará, a Portaria nº 154/2002 da SEMACE no Ceará estabelece critérios de qualidade da água para reúso agrícola e outros usos Em São Paulo, a CETESB vem trabalhando em critérios e parâmetros de qualidade para reúso agrícola e urbano.(6) A maioria dos projetos de reúso não potável existentes foram aprovados caso a caso a nível estadual (por exemplo, o Aquapolo é licenciado pela CETESB através da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) ABC com uma Licença de Operação (LO). A licença não especifica critérios e parâmetros de qualidade de água e/ou critérios de tratamento acima ou além dos requisitos de tratamento de efluente existentes). Em São Paulo a instrução técnica da Diretoria de Procedimentos de Outorga (DPO) nº 13/2017 tem como objetivo estabelecer procedimentos necessários para obtenção das outorgas de direito de uso de recursos hídricos pelo Produtor de água de reúso direto não potável! (provenientes de ETEs) No Estado de São Paulo, a prática de reúso deve ser cadastrada no CVS Além disso, foi desenvolvido uma norma (ABNT nº 13.969/97). Entende-se que normas não entram no arcabouço legal, apenas são exigências quando citadas em licenças, etc. A norma discorre sobre algumas, mas não todas as aplicações de reúso não potável. Nenhuma estratégia definida especificamente para reúso potável indireto, seja na esfera federal ou estadual. 	<ul style="list-style-type: none"> Nenhuma exigência de qualidade ou pré-requisito de tratamento de água a nível federal além da ABNT nº 13.969/97. Na ausência de critérios de qualidade e/ou tratamento de água a nível estadual, entendemos que a ABNT nº 13.969/97 seria aplicável.(7) Alguns critérios de qualidade e tratamento estabelecidos a nível estadual, em pelo menos dois Estados (Ceará e São Paulo) para aplicações específicas (ver resolução COEMA nº 2/2017 no anexo VII e Resolução SES/SMA/SSRH nº 1/2017 no anexo VIII). <ul style="list-style-type: none"> Não há requisitos e/ou critérios específicos para reúso.(8) 	<ul style="list-style-type: none"> Não há exigências normativas incluindo as sanitárias e de saúde pública para controle de qualidade, monitoramento e de cumprimento/conformidade específicos para reúso a nível federal. No caso de descarte de efluente, os requisitos de monitoramento variam de estado para estado. Alguns estados exigem auto monitoramento (a frequência depende do estado) e relatórios (frequência depende do estado). Alguns estados não exigem monitoramento. Em alguns estados, a agência estadual realiza amostragem se eles receberem queixas/denúncias. Não há exigências de controle de qualidade, monitoramento e de cumprimento/conformidade específicos para reúso.

ANEXO J

Quadro 05- Valor Máximo Permitido da Resolução N°02/2017 Art 14 COEMA

Padrões da Resolução N°02/2017 Art 14 COEMA		
Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido
pH	-	6,0 - 9,5
DQO	mg/L	200
Sol. Sedimentáveis	mg/L	1
Sól. Suspensos Totais	mg/L	100
Alumínio Total	mg/L	10
Materiais Flutuantes	-	Ausente
Coliformes Totais	NMP/100mL	NE
Escherichia coli	NMP/100mL	NE
Temperatura	° C	< 40, 0

Fonte: Adaptado - Resolução COEMA N° 2 DE 02/02/2017.

Legenda:

NE - Não Especificado e NMP - NMP - Número Mais Provável

ANEXO K

Quadro 09 - Quadro dos dados dos Parâmetros físico – químico realizados na saída da lavagem dos filtros conforme o Art. 14. COEMA 02/2017.

ETRG	Parâmetros	Resultado médio	V.M.P	Unidade
	Alumínio	1,25	10	mg/L
	DQO	45,1	200	mg/L
	pH	7,1	6,0 – 9,5	-
	Sólidos Sedimentáveis	1	1	mg/L
	Sólidos Suspensos Totais	34	100	mg/L
	Temperatura	28	<40	° C
	Materiais Flutuantes	Ausente	Ausente	-

Fonte: Resolução Coema 02/2017 art. 14. Adaptado- Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, 2019

Legenda: VMP - Valor Máximo Permitido

ANEXO L

RESOLUÇÃO COEMA Nº 02, DE 02/02/2017

Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.

O Superintendente da Semace, no uso de suas atribuições legais, especificamente nas disposições do Art. 9º, inciso III, XIV e Art. 20. e incisos da Lei Estadual nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, com a nova redação da Lei nº 12.274, de 05 de abril de 1994, e:

Considerando a necessidade de estabelecer-se os padrões de lançamento nos corpos receptores, para os efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;

Considerando a necessidade de estabelecer-se padrões de lançamento para os efluentes industriais e outras fontes de poluição hídrica que utilizam a Rede Pública de Esgoto;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático não devem ser afetados em consequência da deterioração da qualidade das águas;

Considerando o regime de intermitência dos corpos receptores dos efluentes líquidos industriais e domésticos e a escassez das reservas de água do Estado;

Considerando a necessidade de prevenir a contaminação do subsolo e das águas subterrâneas que são bens públicos e reservas estratégicas para o abastecimento público e o desenvolvimento ambientalmente sustentável;

Considerando o potencial impacto do lançamento de efluentes no solo e águas superficiais e subterrâneas;

Considerando a escassez de recursos hídricos no Estado do Ceará, a qual está relacionada aos aspectos de quantidade e qualidade;

Considerando que o reúso de água se constitui em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos; e,

Considerando as prerrogativas das Resoluções nº 54 de 2009, 121 de 2010 sobre práticas de reúso e Lei Estadual nº 16.033 de 20 de junho de 2016. Resolve:

Art. 1º. Dispor sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos receptores e em rede coletora de esgoto, em

atendimento aos princípios e respectivos objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente (Arts.2º e 3º da Lei nº 6938/1981), bem como, em consonância com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, e Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.

Art. 2º Estabelecer diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reúso não potável de água de acordo com as modalidades regulamentadas nesta Resolução.

Art. 3º Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta e em outras Normas aplicáveis.

Parágrafo único. Os efluentes advindos das atividades de aquicultura serão regulados por legislação específica.

CAPITULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 4º Para efeito desta Resolução adotam-se as seguintes definições:

I. Atividade industrial: qualquer atividade que beneficia ou transforma matéria-prima em produto;

II. Acreditação Laboratorial: reconhecimento formal por um organismo independente especializado em normas técnicas daquele setor de que uma instituição atende a requisitos previamente definidos e demonstra ser competente para realizar suas atividades com segurança;

III. Água de lavagem: água usada pela indústria nas lavagens de máquinas, tubulações e pisos, não sendo incorporada aos produtos;

IV. Água de abastecimento público: água destinada ao consumo humano, sujeita a processos de tratamentos, de forma a torná-la potável;

V. Água de reúso: efluente que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

VI. Auto monitoramento: realização sistemática de medições ou observações de indicadores ou parâmetros especificados por tipo de fonte potencial ou efetivamente poluidora do meio ambiente, bem como de indicadores ou parâmetros inerentes aos compartimentos ambientais afetados ar, água ou solo cuja execução é de responsabilidade do empreendedor, com a finalidade de avaliar o desempenho dos

sistemas de controle adotados e a eficácia das medidas mitigadoras dos impactos ambientais inerentes à atividade;

VII. Capacidade de infiltração: é a razão máxima com que um solo, em uma dada condição, é capaz de absorver água, sendo expresso geralmente em mm/h;

VIII. Corpo receptor: corpos hídricos superficiais, calhas de rios intermitentes, solos ou outro recurso ambiental que receba o lançamento de um efluente tratado;

IX. Disposição no solo: tipo de disposição de efluentes tratados localizados em áreas não dotadas de corpo hídrico receptor, bem como provenientes de tratamentos alternativos, com disposição controlada;

X. Ecotoxicidade: efeitos que substâncias efetiva ou potencialmente tóxicas, quando lançadas no meio ambiente, podem causar sobre indivíduos, populações e comunidades de organismos;

XI. Efluentes brutos: despejos líquidos não dotados de qualquer tipo de tratamento;

XII. Efluentes especiais: efluentes não sanitários provenientes de serviços de saúde, aterros de resíduos sólidos e cemitérios;

XIII. Efluentes não sanitários: todo e qualquer efluente que não se enquadra na definição de efluente sanitário, incluindo os despejos líquidos provenientes das atividades industriais;

XIV. Efluentes sanitários: denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos;

XV. Efluentes tratados: efluentes submetidos a um tratamento parcial ou completo, com a finalidade de conseguir a remoção de substâncias indesejáveis e a estabilização da matéria orgânica;

XVI. Emissário submarino: tubulação provida de sistemas difusores, destinada ao lançamento de efluentes no mar, na faixa compreendida entre a linha de base e o limite do mar territorial brasileiro;

XVII. Estação de Tratamento de Efluentes ETE: conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades, cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto e condicionamento da matéria residual proveniente do tratamento;

XVIII. Fontes poluidoras: matéria ou energia que quando lançados no ambiente possam comprometer a sua qualidade;

XIX. Galeria Pluvial: condutos fechados destinados ao transporte das águas de escoamento superficial, originárias das precipitações captadas pelas bocas coletoras;

XX. Interesse social: conceito previsto na Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Art. 3º, inciso IX.

XXI. Utilidade Pública: conceito previsto na Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Art. 3º, inciso VIII;

XXII. Lançamento direto: condução direta do efluente ao corpo receptor, tendo este passado obrigatoriamente por algum processo de tratamento;

XXIII. Lançamento indireto: condução do efluente, submetido ou não a tratamento, por meio de rede coletora que recebe outras contribuições até chegar a uma Estação de Tratamento de Efluentes;

XXIV. Medidor de vazão: equipamento que mede a quantidade de efluente que escoar através de certa secção em um intervalo de tempo considerado;

XXV. Monitoramento do efluente líquido: determinação periódica e sistemática das características qualitativas e quantitativas do efluente líquido;

XXVI. Operadoras de serviços de esgoto: empresa pública ou privada que detém a concessão dos serviços de saneamento da localidade ou região;

XXVII. Padrão de lançamento: valor máximo permitido, atribuído a cada parâmetro passível de controle, para lançamento de efluentes líquidos, a qualquer momento, direta ou indiretamente, em corpo receptor;

XXVIII. Programas Interlaboratoriais: programas planejados e gerenciados por uma entidade provedora que analisa estatisticamente o desempenho de diversos laboratórios na realização de ensaio ou calibração em uma amostra padrão e equipamentos, emitindo relatório descritivo da situação de cada participante;

XXIX. Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

XXX. Reúso externo: é o uso de efluentes tratados provenientes das estações administradas por prestadores de serviços de saneamento básico ou terceiros, cujas características permitam sua utilização;

XXXI. Reúso interno: é o uso interno de água de reúso proveniente de atividades realizadas no próprio empreendimento.

XXXII. Sistemas individuais de tratamento de esgoto: sistemas adotados para atendimento unifamiliar incluindo fossas sépticas, filtro anaeróbio e/ou sumidouros utilizados como tratamento de efluentes sanitários;

XXXIII. Testes de ecotoxicidade: métodos utilizados para detectar e avaliar a capacidade de um agente tóxico provocar efeito nocivo, utilizando bioindicadores dos grandes grupos de uma cadeia ecológica;

CAPÍTULO II DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Seção I Das Disposições Gerais

Art. 5º O empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental a qualidade do corpo receptor, quer seja hídrico ou solo, e quando se tratar de licença de operação, a caracterização dos efluentes, conforme os parâmetros estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. É facultado às operadoras de serviços de esgoto, solicitar ao órgão ambiental as informações sobre as substâncias geradas pelos empreendimentos que realizam lançamento indireto.

Art. 6º É vedado o lançamento de efluentes de processos nos quais possam ocorrer a formação de dioxinas e furanos.

Art. 7º No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar, de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação, entre outros.

Parágrafo único. É vedada a diluição de efluentes em águas pluviais em qualquer quantidade para fins de lançamento.

Art. 8º Nos casos de empreendimentos geradores de diferentes efluentes, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles e o conjunto após a mistura

será considerado como efluente não sanitário, devendo seguir os critérios estabelecidos nos Arts.12 e 13 desta Resolução.

Art. 9º As indústrias deverão instalar, às suas expensas, medidores de vazão dotados da função de totalização de volume contínua dos seus efluentes lançados, os quais deverão gerar dados instantâneos e históricos, que poderão ser solicitados a qualquer tempo pelo órgão ambiental ou, quando do lançamento indireto dos efluentes, pelas operadoras de serviços de esgoto.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá solicitar, com a devida periodicidade, a calibração dos medidores de vazão de acordo com as Normas da ABNT e certificado por instituição credenciada pelo INMETRO.

Art. 10. As indústrias deverão instalar, com a anuência do órgão ambiental competente e às expensas do empreendedor, pontos de amostragem na área externa do empreendimento, possibilitando a coleta de efluentes, a serem realizadas pelo órgão ambiental competente e/ou pela operadora de serviço de esgoto, nos casos de ligação em rede coletora.

Seção II Das Condições e Padrões de Lançamento Direto de Efluentes

Art. 11. Os efluentes não sanitários, somente poderão ser lançados diretamente no corpo hídrico desde que obedeçam, resguardadas outras exigências cabíveis, as seguintes condições e padrões específicos:

I pH: entre 5,0 e 9,0;

II temperatura: inferior a 40°C;

III materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff;

IV substâncias solúveis em hexano:

a) óleos minerais: até 20 mg/L; e

b) óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L.

V ausência de materiais flutuantes;

VI cor aparente: presença de corantes e pigmentos virtualmente ausentes;

VII sólidos suspensos totais: até 100,0 mg/L;

VIII NMP de coliformes termotolerantes: até 5000 NMP/100ml;

IX sulfeto: até 1 mg/L;

X nitrogênio amoniacal total, da seguinte forma:

a) até 20 mg/L, quando o pH for menor ou igual a 8,0; ou

b) até 5 mg/L, quando o pH for maior que 8,0.

XI sulfato: até 500 mg/L;

XII Demanda Química de Oxigênio (DQO): até 200,0 mg/L;

XIII para os efluentes provenientes de lagoas de estabilização: OD > 3 mg/L; e

XIV cianeto total: até 1,0 mg/L;

XV cianeto livre: até 0,2 mg/L.

XVI valores máximos admissíveis das substâncias constantes do Anexo I, de acordo com o enquadramento do empreendimento, conforme Anexo III.

§ 1º Para os casos de lagoa de estabilização, nas análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO), a amostra deverá ser filtrada em filtro de fibra de vidro e poro com Ø 0,7 a 1,0 µm.

Art. 12. Os efluentes sanitários, somente poderão ser lançados diretamente no corpo hídrico desde que obedeçam, resguardadas outras exigências cabíveis, as seguintes condições e padrões específicos:

I pH entre 5 e 9;

II temperatura: inferior a 40°C;

III materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff;

IV Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO 5 dias, 20°C: até 120 mg/L;

a) Para os casos de lagoa de estabilização, nas análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) a amostra deverá ser filtrada em filtro de fibra de vidro e poro com Ø 0,7 a 1,0 µm;

V substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L;

VI ausência de materiais flutuantes;

VII sulfeto: até 1 mg/L;

VIII NMP de coliformes termotolerantes: até 5000 CT/100ml;

IX sólidos suspensos totais, da seguinte forma:

a) até 150,0 mg/L para lagoas de estabilização;

b) até 100 mg/L, para as demais tecnologias.

Parágrafo único. Poderão ser exigidos aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários outros parâmetros, relacionados no Anexo I, em função das características locais, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 13. O lançamento de efluentes sanitários efetuados por meio de emissário submarino deve ser precedido de tratamento que garanta o atendimento das seguintes condições e padrões específicos, sem prejuízo de outras exigências cabíveis e após desarenação:

I pH entre 5 e 9;

II temperatura: inferior a 40° C;

III sólidos grosseiros e materiais flutuantes: virtualmente ausentes; e

IV sólidos em suspensão totais: eficiência mínima de remoção de 20%, após desarenação.

Art. 14. Os efluentes advindos de lavagem de filtro de Estações de Tratamento de Água ETA deverão obedecer as seguintes condições e padrões de lançamento:

I pH entre 6 e 9,5;

II temperatura: inferior a 40° C;

III sólidos em suspensão totais: até 100mg/L;

IV sólidos sedimentáveis: até 1mL/L;

V alumínio total: até 10 mg/L;

VI DQO: até 200mg/L; e

VII materiais flutuantes: ausente.

Parágrafo único. Efluentes de lavagem de filtro de Estações de Tratamento de Água ETA que passarem por desidratação, deverão receber o tratamento e disposição/destinação adequada do resíduo, conforme o estabelecido pelo órgão ambiental competente.

Art. 15. O lançamento de efluentes não sanitários, somente poderá ser realizado diretamente no solo mediante apresentação, pelo empreendedor, ao órgão ambiental competente, de relatório contendo:

I diagnóstico do solo com perfil, granulometria, teor de matéria orgânica, avaliação de taxa de infiltração/absorção e teor de metais constantes no Anexo II;

II teor total dos metais constantes no Anexo I, para o efluente;

III frequência e método de aplicação do efluente no solo;

IV declividade do local;

V nível e qualidade do lençol freático;

VI modelagem da dispersão; e

VII laudo conclusivo, com ART.de um profissional habilitado, atestando a viabilidade ambiental do lançamento proposto.

Parágrafo único. Ficará a critério do órgão ambiental competente a solicitação de estudos complementares para disposição no solo.

Art. 16. Para disposição no solo, os efluentes tratados deverão seguir os mesmos parâmetros e limites estabelecidos no Art. 11. quando para efluentes não sanitários, ou no Art. 12. quando fonte poluidora de origem sanitária, incluindo ainda os seguintes padrões:

I condutividade elétrica até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$;

II Razão de Adsorção de Sódio RAS até 10 (mmolc L^{-1}) $1/2$

§ 1º Os padrões estabelecidos no caput deste artigo poderão ser alterados mediante aprovação do órgão ambiental competente, desde que os resultados dos estudos solicitados no Art. 15. Justifiquem a adoção de novos valores e que sejam apresentados também planos de manejo e/ou alternativas para quando da saturação do solo.

§ 2º O lançamento de efluentes no solo poderá ocorrer até que sejam atingidos os limites de saturação, definidos no Anexo II.

§ 3º Quando do lançamento de efluentes no solo, deverá ser apresentado o monitoramento deste corpo receptor, da seguinte forma:

I Diretamente no solo: amostras representativas do solo deverão ser compostas por no mínimo 5 (cinco) subamostras por hectare, com coletas de profundidade de 0-20 cm e periodicidade de no mínimo seis meses;

II Em calhas de corpos hídricos quando estes estejam abaixo da vazão de referência: coletas no ponto de lançamento e a 50 metros a jusante e 50 metros a montante do lançamento, com periodicidade de no mínimo seis meses;

Art. 17. O lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos intermitentes deverá ser condicionado à caracterização de vazão dos mesmos, de forma a enquadrar adequadamente a disposição final do efluente, se no solo ou corpo hídrico, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 18. Os efluentes especiais só poderão ser lançados diretamente no corpo receptor após tratamento e deverão atender aos parâmetros estabelecidos no Art. 11 da seção I, além de serem submetidos à desinfecção para remoção de agentes patogênicos.

Art. 19. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

Art. 20. As atividades industriais deverão atender, além do estabelecido no Art. 11, os parâmetros do Anexo I, conforme sua tipologia.

Art. 21. O efluente não deverá causar ou possuir potencial para gerar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 1º O órgão ambiental competente estabelecerá os critérios de ecotoxicidade nos respectivos processos de licenciamento, bem como nos processos de monitoramento, controle e fiscalização ambientais.

§ 2º Sempre que forem observados na atividade ou empreendimento efeitos tóxicos de quaisquer naturezas, será exigido teste de ecotoxicidade.

Art. 22. O órgão ambiental competente poderá autorizar o lançamento de efluentes tratados em Áreas de Preservação Permanente APP, nos casos de utilidade pública e/ou interesse social, ou ainda para a implantação de ações de baixo impacto ambiental.

Art. 23. É vedado o despejo de efluentes de qualquer fonte poluidora diretamente em estruturas hídricas lânticas (lagos, lagoas ou reservatórios).

Parágrafo único. Os casos excepcionais relativos ao lançamento direto em corpo receptor serão analisados pelo órgão ambiental competente.

Seção III Das Condições e Padrões de Lançamento Indireto de Efluentes

Art. 24. Os efluentes não sanitários somente poderão ser lançados no sistema coletor das operadoras de serviço de esgoto desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

I pH entre 6,0 e 10,0;

II temperatura: inferior a 40°C;

III materiais sedimentáveis: até 10 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff.

IV regime de lançamento contínuo, com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor: $QMÁX = 1,5 \times QMÉDIA \text{ DIÁRIA}$.

V óleos e graxas:

a) óleos minerais: até 40 mg/L;

b) óleos vegetais e gorduras animais: até 60 mg/L.

VI Demanda Química de Oxigênio (DQO): até 600,0 mg/L;

VIII sólidos suspensos totais: até 150,0 mg/L.

IX sulfato: até 1.000 mg/L.

X sulfeto: até 1,0 mg/L.

XI nitrogênio amoniacal: até 20 mg/L.

Art. 25. No sistema coletor das operadoras de serviço de esgoto, fica vedado o lançamento de:

I substâncias que, por si ou por interação com outros despejos, causem prejuízo ao bem público, risco à vida ou prejudiquem a operação e manutenção dos sistemas de esgotos;

II substâncias tóxicas, em quantidades que interfiram em processo biológico de tratamento de esgotos;

III materiais e/ou resíduos sólidos ou semissólidos que causem obstrução na rede coletora ou outra interferência na própria operação do sistema de esgotos;

IV substâncias que são capazes de causar incêndio ou explosão, ou serem nocivas de qualquer outra maneira na operação e manutenção dos sistemas de esgotos como, por exemplo: gasolina, óleos, solventes e tintas;

V águas pluviais em qualquer quantidade.

VI parâmetros em limites superiores aos apresentados no Anexo I, de acordo com a tipologia do empreendimento, estabelecida no Anexo III;

Art. 26. As indústrias deverão instalar, às suas expensas, medidores de vazão adequados e capazes de gerar dados instantâneos e históricos no ponto de ligação dos despejos não sanitários à rede coletora da operadora de serviços de esgoto.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá solicitar, com a devida periodicidade, a calibração dos medidores de vazão de acordo com as Normas da ABNT e certificado por instituição credenciada pelo INMETRO.

Art. 27. Indústrias com vazões superiores a 500 m³/dia deverão instalar, às suas expensas, sistema para totalização de volume acumulado em períodos pré-determinados, assim como medidores de pH, temperatura e parâmetros especificados pelo órgão ambiental competente, devendo os dados estarem disponíveis a qualquer momento para o órgão ambiental e/ou para a concessionária dos serviços de esgotos;

Art. 28. Os efluentes não sanitários deverão ser lançados na rede pública de esgotos através de ligação única, cabendo à operadora de serviços de esgotamento sanitário do sistema admitir, em casos excepcionais e tecnicamente justificáveis, o recebimento dos efluentes por mais de uma ligação.

Art. 29. É facultada às operadoras de serviço de esgoto a solicitação e/ou coleta de amostras, instantâneas ou compostas, bem como a medição de vazão, para a regulação e recebimento dos efluentes na rede coletora.

Art. 30. Na amostragem dos despejos, para efeito de controle da emissão, será considerada a concentração média para comparação com amostragens compostas e a concentração máxima para comparação com amostragens instantâneas.

Art. 31. As condições e padrões de lançamento nas redes coletoras das operadoras de serviços de esgoto estabelecidos nesta Seção poderão ser alteradas, mediante instrumento específico entre a operadora pública de serviços de esgoto e o empreendedor, com anuência do órgão ambiental competente, da seguinte forma:

I Redução dos valores máximos, nos casos em que a concentração de qualquer elemento ou substância alcançar índices prejudiciais ao funcionamento do sistema de tratamento de efluentes;

II Aumento dos valores máximos, desde que mediante instrumento específico entre a operadora pública de serviços de esgoto e o empreendedor;

III Inclusão de outras substâncias potencialmente prejudiciais bem como o estabelecimento das concentrações limites.

Art. 32. As águas de lavagem dos diversos processos produtivos são consideradas fontes poluidoras e devem obedecer às condições gerais desta Resolução.

Art. 33. As operadoras do sistema de coleta e tratamento de esgotos poderão monitorar os efluentes interligados às suas redes coletoras. Caso seja verificado o não atendimento ao disposto nesta Resolução, caberá a estas comunicar imediatamente ao órgão ambiental competente, através de documento oficial, para a adoção de providências legais cabíveis.

Art. 34. O lançamento na rede coletora por veículos de limpeza de sistemas individuais de tratamento de esgoto, somente poderá ser realizado mediante instrumento específico entre o empreendedor e a operadora de serviços de esgoto, no qual deverão ser estabelecidos as condições e padrões específicos para os despejos.

Art. 35. Em áreas dotadas de rede pública de esgotos fica proibida a disposição de efluentes, mesmos tratados, nas drenagens de águas pluviais.

CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES PARA REÚSO

Art. 36. As modalidades de reúso estabelecidas neste capítulo, serão realizados após submissão e análise do órgão ambiental competente.

Art. 37. O reúso direto de água não potável, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

I Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate de incêndio dentro da área urbana;

II Reúso para fins agrícolas e florestais: Aplicação de águas de reúso para a produção agrícola e cultivo de florestas plantadas

III Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para a implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV Reúso para fins industriais: utilização de reúso em processos, atividades e operações industriais;

V Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou para o cultivo de vegetais aquáticos.

Art. 38. O reúso externo de efluentes sanitários para fins urbanos deverá obedecer aos seguintes parâmetros específicos:

I. Coliformes termotolerantes: até 5000 CT/100 mL.

II. Ovos geohelmintos: até 1ºvo/L de amostra;

III. Condutividade elétrica: até 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$;

IV. pH entre 6,0 e 8,5;

Parágrafo único. Para fins de irrigação paisagística, o parâmetro Coliformes termotolerantes deve ser até 1000 CT/100 mL.

Art. 39. O reúso externo de efluentes sanitários para fins agrícolas e florestais deverá obedecer aos seguintes parâmetros específicos:

I. Coliformes termotolerantes, da seguinte forma:

a) Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação: Não Detectado ND

b) as demais culturas até 1000 CT/100 mL.

I. Ovos de geohelmintos, da seguinte forma:

a) Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação: Não Detectado ND

b) as demais culturas: até 1 ovo geohelmintos/L de amostra II. Condutividade elétrica: até 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ III. pH entre 6,0 e 8,5

IV. Razão de Adsorção de Sódio RAS: $(15 \text{ mmolcL}^{-1})^{1/2}$

Art. 40. O reúso externo de efluentes sanitários para fins ambientais deverá obedecer aos seguintes parâmetros específicos:

I. Coliformes termotolerantes: até 10.000 CT/100 mL.

II. Ovos geohelmintos: até 1 ovo/L de amostra.

III. Condutividade elétrica: até 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ IV. pH entre 6,0 e 8,5.

Art. 41. O reúso externo de efluentes sanitários para aquicultura deverá obedecer aos seguintes parâmetros específicos:

I. Coliformes termotolerantes: até 1000 CT/100 mL.

II. Ovos geohelmintos ND/L de amostra.

III. Condutividade elétrica: até 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ IV. pH entre 6,0 e 8,0

V. Temperatura: até 40° C

Art. 42. O reúso externo de efluentes não sanitários deverá obedecer, de acordo com a modalidade de reúso, aos parâmetros estabelecidos nos Arts.38 a 41 deste capítulo, além de:

I. parâmetros estabelecidos no Art. 11 da Seção II desta Norma, não contemplados nos Arts.38 a 41;

II. valores máximos admissíveis das substâncias constantes no Anexo I, de acordo com a tipologia do empreendimento, constante no Anexo III.

Art. 43. A qualidade da água de reúso interno para fins de uso dentro do processo industrial será de responsabilidade do empreendedor.

Parágrafo único. O reúso de água não potável proveniente de processos industriais, mesmo que na área do empreendimento, quando ocorrer lançamento direto, deverá obedecer aos padrões de lançamento de reúso externo de acordo com as modalidades previstas nos Arts.38 a 41.

Art. 44. O reúso externo de efluentes não sanitários deverá ocorrer mediante a apresentação de projeto ao órgão ambiental competente, o qual deverá contemplar:

I. caracterização dos efluentes a serem destinados ao reúso, contendo as substâncias químicas previstas na Seção II desta Norma;

II. testes de ecotoxicidade, no que couber;

III. informações sobre o processo de atividade da qual se originam;

IV. caracterização da modalidade de reúso;

V. laudo conclusivo, com ART.de um profissional habilitado, atestando a viabilidade ambiental do reúso proposto;

VI. outros estudos que se façam necessários de acordo com o órgão ambiental competente.

Art. 45. Nos casos de efluentes concentrados devido a atividades de reúso, estes só poderão ser lançados no corpo receptor, obedecendo aos parâmetros estabelecidos na Seção II desta Resolução.

Art. 46. Nos casos de efluentes concentrados devido a atividades de reúso passarem por desidratação, o rejeito deverá ser tratado e disposto adequadamente conforme o estabelecido pelo órgão ambiental competente.

Art. 47. Nos casos de lançamento de efluentes concentrados devido a atividades de reúso em rede das operadoras de serviços de esgotos, será facultado a estas, em casos específicos, a alteração dos valores fixados no Art. 24 do capítulo II da Seção III desta Resolução, com a anuência do órgão ambiental competente.

Art. 48. Outros usos não previstos nesta Resolução deverão ser apresentados os projetos de reúso para aprovação prévia da SEMACE.

CAPÍTULO IV DAS DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE EFLUENTES

Art. 49. Os responsáveis pelos efluentes de qualquer fonte potencialmente ou efetivamente poluidora referidas nesta Resolução, deverão realizar o automonitoramento, com base em amostragem representativa dos mesmos, para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, conforme a Portaria SEMACE nº 151/02 ou legislação que a substitua.

Art. 50. As coletas de amostras e as análises de efluentes líquidos e do corpo receptor, para fins de automonitoramento, deverão ser realizadas por laboratórios participantes de programas interlaboratoriais e/ou que possuam implantados sistemas de gestão da qualidade.

§ 1º Os laboratórios terão o prazo de 24 meses, a partir da data de publicação desta Resolução, para se submeter aos programas interlaboratoriais e/ou implantar um sistema de gestão da qualidade.

§ 2º Até o final do prazo estabelecido no § 1º deste artigo, os ensaios poderão ser realizados por laboratórios aceitos pelo órgão ambiental competente.

CAPÍTULO V DAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Art. 51. Aos empreendimentos e demais atividades poluidoras que na data de publicação desta Resolução contarem com licença ambiental vigente ou em processo de licenciamento, poderá ser concedido, a critério do órgão ambiental competente, o prazo de até 24 meses, contados a partir de sua publicação, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente, no prazo de até seis meses a partir da publicação desta Resolução, o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no caput deste artigo.

Art. 52. As estações de tratamento de efluentes existentes (ETEs) deverão adequar-se para atender ao disposto nesta legislação. Nos casos onde houver limitações de ordem técnica ou física, o(s) responsável(eis) pela(s) ETE(s), deverá(ão) apresentar à entidade ambiental competente estudo técnico justificando a não possibilidade de alteração da(s)

unidade(s) de tratamento de efluentes, sob pena de arquivamento do processo ou cassação da licença ambiental.

§ 1º As empresas terão prazo de 06 (seis) meses para apresentação de projeto técnico de adequação de suas ETEs a esta Resolução.

§ 2º No caso das operadoras de serviços públicos de esgotamento sanitário, os prazos serão de 12 (doze) meses para adequação a esta Resolução.

Art. 53. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e em seu regulamento.

Parágrafo único. Os órgãos ambientais competentes fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como a aplicação das penalidades previstas na Lei Estadual nº 12.274, de 5 de abril de 1994 e legislação federal em vigor.

Art. 54. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 55. Revoga-se a Portaria SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002.

Art. 56. Revogam-se os §§ 1º e 3º do art. 9º, da Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE COEMA, em Fortaleza, 02 de fevereiro de 2017.

ARTUR JOSÉ VIEIRA BRUNO
PRESIDENTE DO COEMA