



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
VISANDO CONDIÇÕES DE OUTORGA E ENQUADRAMENTO DE CORPOS  
HÍDRICOS: O CASO DAS ETEs AURENY E PRATA, PALMAS – TO**

THALLES DELANO CORDEIRO VILARINS ALVES

PALMAS - TO  
JUNHO, 2016.

THALLES DELANO CORDEIRO VILARINS ALVES

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
VISANDO CONDIÇÕES DE OUTORGA E ENQUADRAMENTO DE CORPOS  
HÍDRICOS: O CASO DAS ETEs AURENY E PRATA, PALMAS – TO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental.

Área de Concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa

Palmas - TO

Junho, 2016

## **FOLHA DE JULGAMENTO**

Aluno: **Thalles Delano Cordeiro Vilarins Alves**

Título da dissertação: **Análise de desempenho de estações de tratamento de esgoto visando condições de Outorga e Enquadramento de corpos hídricos: o caso das ETEs Aurenny e Prata, Palmas – TO.**

Data da defesa: **17/06/2016**

**Comissão Julgadora:**

---

Prof. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa – UFT  
Orientador

---

Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda – UFT  
Examinador Interno

---

Prof. Dra. Liliansa Pena Naval – UFT  
Examinador Interno

PALMAS - TO

Junho, 2016.

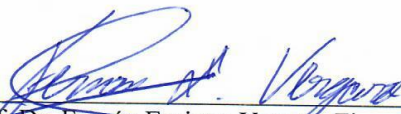
## FOLHA DE APROVAÇÃO

THALLES DELANO CORDEIRO VILARINS

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
VISANDO CONDIÇÕES DE OUTORGA E ENQUADRAMENTO DE CORPOS  
HÍDRICOS: O CASO DAS ETEs AURENY E PRATA, PALMAS – TO.

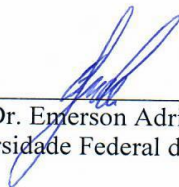
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental,  
Nível Mestrado Profissional, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre  
em Engenharia Ambiental. A presente dissertação foi aprovada pela Banca  
Examinadora composta pelos membros abaixo relacionados:

### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa  
Universidade Federal do Tocantins (Presidente)



---

Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda  
Universidade Federal do Tocantins



---

Profa. Dra. Liliana Pena Naval  
Universidade Federal do Tocantins

Aprovada em: 17 de junho de 2016  
Local de defesa: Sala 27 do bloco II  
Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

A474a Alves, Thalles Delano Cordeiro Vilarins.

Análise de desempenho de estações de tratamento de esgoto visando condições de outorga e enquadramento de corpos hídricos: o caso das ETES Aurenny e Prata, Palmas – TO . / Thalles Delano Cordeiro Vilarins Alves. – Palmas, TO, 2016.

89 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional em Engenharia Ambiental, 2016.

Orientador: Fernán Enrique Vergara Figueroa

1. Recursos hídricos. 2. Enquadramento de corpos de água. 3. Outorga de uso de recursos hídricos . 4. Saneamento. I. Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## DEDICATÓRIA

*À minha esposa, Mariana.*

*À minha filha, Helena.*

*Aos meus pais, Eurípedes e Maria Paixão.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu orientador, Professor Doutor Fernán Enrique Vergara Figueroa, pela confiança, amizade, paciência e orientação que me conduziu, através de sua experiência, no caminho da gestão de recursos hídricos;

À minha querida esposa, Mariana, por sempre está do meu lado;

Aos meus pais pela educação, amor e incentivo que contribuíram para a minha formação profissional;

À minha sogra e meu sogro pelo apoio e incentivo durante o desenvolvimento do estudo;

À equipe do LERH (Laboratório de Estudos em Recursos Hídricos) com os quais tive a oportunidade de discutir os mais diversos aspectos técnicos e demais assuntos que vieram a enriquecer minha formação, em especial à Viviane Basso, Cecília Amélia e Mariana do Carmo;

À Companhia de Saneamento do Tocantins, ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS pelo apoio e incentivo, além do fornecimento de dados e informações para esta pesquisa, das áreas de licenciamento ambiental, diretoria de projetos de esgoto e tratamento de esgotos de Palmas;

Ao colega de luta José Aldimiro pela parceria em todo o mestrado;

Aos familiares e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram;

Aos colegas de turma pela amizade feito ao longo desses 3 anos;

Aos professores do Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade de convivência e aprendizado.

À minha filha Helena pelo carinho de todos os dias;

A Deus por me dar saúde e força para superar as barreiras e concluir esta pesquisa.

## RESUMO

O lançamento de esgotos domésticos sem tratamento ou apenas parcialmente tratados, contendo, cargas orgânicas e nutrientes promovem a eutrofização em corpos receptores, acarretando problemas sanitários, ecológicos, econômicos e sociais. Melhorar a tecnologia convencional existente e desenvolver novos sistemas de tratamento de efluente se faz necessário. O enquadramento de corpos de água e outorga de uso de recursos hídricos apresentam-se como instrumentos de planejamento ambiental, integrando os aspectos de qualidade e quantidade do sistema hídrico na bacia hidrográfica. O cumprimento da legislação ambiental, em atendimento aos padrões de lançamento de efluentes nos corpos hídricos superficiais, é fundamental para a conservação dos recursos hídricos. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho individual de duas estações de tratamento de esgotos do município de Palmas, com processos de tratamento e portes diferentes visando atender condições de outorga pelo uso da água e enquadramento dos corpos hídricos, dos corpos receptores. Realizou-se o diagnóstico e análise de desempenho de duas estações de tratamento de esgotos de Palmas. Dessa forma, foi possível compreender, de modo mais aprofundado, o funcionamento, comportamento e desempenho das referidas estações. Foram utilizados dados de monitoramento dos corpos hídricos realizados pela empresa de saneamento do Estado do Tocantins, SANEATINS do ano de 2015 e dados operacionais de vazão de lançamento. Os resultados alcançados permitiram sugerir alternativas de melhorias na operação do sistema de tratamento de esgoto sanitário para a ETE Aurenny e Prata, visando às condições de outorga de lançamento e enquadramento do corpo hídrico e a melhoria da qualidade do efluente lançado no Ribeirão Taquarussu e Córrego Prata. A ETE Aurenny apresenta um efluente com resultados médios de eficiência de remoção de 73,93%, em 2015. A ETE Prata apresenta um efluente com resultados médios de eficiência de remoção de 61,04%. A análise de desempenho das duas estações estudadas foi realizada para identificar as deficiências de operação das ETEs e avaliar a eficiência das estações por meio de coleta e análise de informações como dados de monitoramento e dados operacionais. Conclui-se que o Ribeirão Taquaruçu, corpo receptor da ETE Aurenny, satisfaz as exigências do CONAMA 357/05, enquadrado como corpo receptor de classe 1 e 2. Já o córrego Prata, corpo receptor da ETE Prata, se enquadra nas classes 2 e 3, as vezes até na classe 4.

**Palavras-chave:** lançamento de efluentes, recursos hídricos, eficiência de remoção.



## ABSTRACT

The launch of domestic sewage without treatment or only partially treated, containing organic load and nutrients promote eutrophication in bodies receptors, causing health problems, ecological, economic and social. Improve the existing conventional technology and develop new effluent treatment systems is necessary. The water bodies classification and release grant use of water resources present as instruments of environmental planning, integrating the aspects of quality and quantity of water system in the river basin. The enforcement of environmental legislation, in answer to the patterns of launch of effluents in surface water is essential for the conservation of water resources. In this context, this work had as objective to analyze the individual performance of two sewage treatment station of the municipality of Palmas, with treatment processes and different sizes to meet the conditions of concession by the use of water and framing of bodies of water bodies receivers. It held the diagnosis and analysis of performance of two Palmas sewage treatment station. In this way, it was possible to understand, in greater depth, operation, behavior and performance of these stations. Monitoring data were used by the Sanitation State of Tocantins, SANEATINS, in the year of 2015, together with operational release flow data. The results obtained allowed to propose/suggesting alternatives of improvements in the operation of the system for the treatment of sanitary sewage to the sewage treatment station Aurenny and Prata, aiming to conditions of concession of launching and framing of hydric body together with the improvement of the quality of the effluent in Ribeirão Taquarussu and Córrego Prata. The sewage treatment station Aurenny presents an effluent with average results of removal efficiency of 73, 93%, in 2015. The sewage treatment station Prata presents an effluent with average results of removal efficiency of 61.04%. Performance analysis of the two sewage treatment station studied was held to identify the deficiencies and evaluate the efficiency of plants through collection and analysis of information such as monitoring data and operational data. It is concluded that the Ribeirão Taquaruçu, body of the sewage treatment station Aurenny receiver, satisfies the requirements of the CONAMA 357/05, classified as body receiver of class 1 and 2. Already the Córrego Prata, body of the sewage treatment station Prata receiver, classified in classes 2 and 3, sometimes even in Class 4.

**Keywords:** Launch of effluents, water resources, removal efficiency.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

- ANA – Agência Nacional de Águas
- APA – Área de Proteção Ambiental
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- COEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DQO – Demanda Química de Oxigênio
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- FAD – Flotador por ar dissolvido
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- NATURATINS – Instituto Natureza do Estado do Tocantins
- OD – Oxigênio dissolvido
- PBH – Plano de Bacia Hidrográfica
- PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos
- PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
- Q<sub>máx</sub> – Vazão máxima
- Q<sub>méd</sub> – Vazão média
- Q<sub>mín</sub> – Vazão mínima
- RAFA – Reator anaeróbico de fluxo ascendente
- SANEATINS – Empresa de Saneamento do Tocantins
- SES – Sistema de Esgotamento Sanitário
- SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins
- UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket / Reator Anaeróbico de manta de lodo
- UHE – Usina Hidrelétrica

## LISTA DE SÍMBOLOS

cel/mL – Células por mililitro

Kg/dia – Quilograma por dia

L/s – Litros por segundo

mg/L – Miligrama por litro

mg Pt/L – Miligramas de platina por litro

m<sup>3</sup>/h – Metros cúbicos por hora

N – Nitrogênio

NMP – Número mais provável

P – Fósforo

pH – Potencial Hidrogeniônico

UNT – Unidades nefelométricas de turbidez

μg/L – Microgramas por litro

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fluxograma do desenvolvimento do trabalho. ....	34
<b>Figura 2.</b> Vista aérea da ETE Aurenny (Fonte: Google Earth, 2016). ....	35
<b>Figura 3.</b> Vista aérea da ETE Prata (Fonte: Google Earth, 2016). ....	36
<b>Figura 4.</b> Locais de coleta da ETE Aurenny (Fonte: Google Earth, 2016). ....	42
<b>Figura 5.</b> Locais de coleta ETE Prata (Fonte: Google Earth, 2016). ....	42
<b>Figura 6.</b> Gráfico do monitoramento do pH no corpo receptor da ETE Aurenny .....	46
<b>Figura 7.</b> Gráfico do monitoramento da Turbidez no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	47
<b>Figura 8.</b> Gráfico do monitoramento da Cor Verdadeira no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	47
<b>Figura 9.</b> Gráfico do monitoramento de Sólidos Dissolvidos Totais no corpo receptor da ETE Aurenny). ....	48
<b>Figura 10.</b> Gráfico do monitoramento de Clorofila a no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	48
<b>Figura 11.</b> Gráfico do monitoramento de Cianobactérias no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	49
<b>Figura 12.</b> Gráfico do monitoramento do Oxigênio Dissolvido no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	49
<b>Figura 13.</b> Gráfico do monitoramento da DBO no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	50
<b>Figura 14.</b> Gráfico do monitoramento do Nitrogênio Amoniacal no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	50
<b>Figura 15.</b> Gráfico do monitoramento do Nitrito no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	51
<b>Figura 16.</b> Gráfico do monitoramento do Nitrato no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	51
<b>Figura 17.</b> Gráfico do monitoramento do Fósforo Total no corpo receptor da ETE Aurenny. ....	52
<b>Figura 18.</b> Gráfico do monitoramento da <i>Escherichia coli</i> no corpo receptor da ETE Aurenny .....	52
<b>Figura 19.</b> Gráfico do monitoramento da Temperatura na ETE Aurenny. ....	54
<b>Figura 20.</b> Gráfico do monitoramento do pH na ETE Aurenny. ....	54
<b>Figura 21.</b> Gráfico do monitoramento da DBO na ETE Aurenny. ....	55
<b>Figura 22.</b> Gráfico do monitoramento da Substância solúveis em hexano na ETE Aurenny. ...	55
<b>Figura 23.</b> Gráfico do monitoramento de Materiais sedimentáveis na ETE Aurenny. ....	56
<b>Figura 24.</b> Gráfico do monitoramento do pH no corpo receptor da ETE Prata. ....	62
<b>Figura 25.</b> Gráfico do monitoramento da Turbidez no corpo receptor da ETE Prata. ....	62
<b>Figura 26.</b> Gráfico do monitoramento da Cor Verdadeira no corpo receptor da ETE Prata. ...	63
<b>Figura 27.</b> Gráfico do monitoramento de Sólidos Dissolvidos Totais no corpo receptor da ETE Prata. ....	63
<b>Figura 28.</b> Gráfico do monitoramento de Clorofila a no corpo receptor da ETE Prata. ....	64
<b>Figura 29.</b> Gráfico do monitoramento de Cianobactérias no corpo receptor da ETE Prata. ...	64
<b>Figura 30.</b> Gráfico do monitoramento do Oxigênio Dissolvido no corpo receptor da ETE Prata. ....	65
<b>Figura 31.</b> Gráfico do monitoramento da DBO no corpo receptor da ETE Prata .....	65
<b>Figura 32.</b> Gráfico do monitoramento do Nitrogênio Amoniacal no corpo receptor da ETE Prata. ....	66
<b>Figura 33.</b> Gráfico do monitoramento do Nitrito no corpo receptor da ETE Prata. ....	67
<b>Figura 34.</b> Gráfico do monitoramento do Nitrato no corpo receptor da ETE Prata. ....	67
<b>Figura 35.</b> Gráfico do monitoramento do Fósforo Total no corpo receptor da ETE Prata. ....	68
<b>Figura 36.</b> Gráfico do monitoramento da <i>Escherichia coli</i> no corpo receptor da ETE Prata. ...	68
<b>Figura 37.</b> Gráfico do monitoramento da Temperatura na ETE Prata. ....	69
<b>Figura 38.</b> Gráfico do monitoramento do pH na ETE Prata. ....	70
<b>Figura 39.</b> Gráfico do monitoramento da DBO na ETE Prata. ....	70
<b>Figura 40.</b> Gráfico do monitoramento da Substância solúveis em hexano na ETE Prata. ....	71
<b>Figura 41.</b> Gráfico do monitoramento de Materiais sedimentáveis na ETE Prata. ....	71

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Padrão de lançamento (CONAMA n°. 430/11) .....	22
<b>Quadro 2.</b> Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n°. 357/2005.....	27
<b>Quadro 3.</b> Parâmetros de qualidade da água relacionados aos usos dos recursos hídricos.....	28
<b>Quadro 4.</b> Operações e processos de tratamento de esgotos sanitários.....	32
<b>Quadro 5.</b> Descrição das ETEs existentes.....	44
<b>Quadro 6.</b> Vazões outorgadas para o lançamento de esgoto tratado.....	45
<b>Quadro 7.</b> Situação do esgotamento sanitário no meio rural em Palmas/TO	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Quadro 8.</b> Vazão de lançamento (2015) médias mensais ETE Aurenny .....	57
<b>Quadro 9.</b> DBO de entrada e saída do sistema de tratamento referente ao ano de 2015 da ETE Aurenny. ....	57
<b>Quadro 10.</b> Comparativo entre valores outorgados e valores operacionais de 2015 da ETE Aurenny. ....	58
<b>Quadro 11.</b> Dados de outorga ETE Aurenny. ....	58
<b>Quadro 12.</b> Dados operacionais ETE Aurenny. ....	58
<b>Quadro 13.</b> Porcentagem de remoção da ETE Aurenny. ....	59
<b>Quadro 14.</b> Porcentagem de remoção da ETE Aurenny (continuação). ....	59
<b>Quadro 15.</b> Vazão de lançamento (2015) médias mensais ETE Prata. ....	72
<b>Quadro 16.</b> DBO de entrada e saída do sistema de tratamento referente ao ano de 2015 da ETE Prata.....	73
<b>Quadro 17.</b> Comparativo entre valores outorgados e valores operacionais de 2015 da ETE Prata. ....	73
<b>Quadro 18.</b> Dados da outorga ETE Prata. ....	73
<b>Quadro 19.</b> Dados operacionais ETE Prata. ....	74
<b>Quadro 20.</b> Porcentagem de remoção da ETE Prata 2015. ....	74
<b>Quadro 21.</b> Porcentagem de remoção da ETE Prata 2015 (continuação). ....	75

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral .....	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Gestão dos recursos hídricos .....	18
3.2 Legislação e resoluções relacionadas aos recursos hídricos.....	19
3.2.1 Política nacional de recursos hídricos .....	19
3.2.2 Resolução CONAMA nº. 357/05 .....	20
3.2.3 Resolução CONAMA nº. 430/11 .....	21
3.2.4 Política estadual dos recursos hídricos .....	22
3.2.5 Decreto estadual 2432/05 .....	23
3.2.6 Lei complementar nº. 1011/2001.....	25
3.3 Enquadramento dos corpos de água .....	26
3.4 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos.....	29
3.5 Sistemas de esgotamento sanitário .....	31
3.6 Saneamento no contexto da gestão dos recursos hídricos .....	32
4. METODOLOGIA.....	34
4.1 Levantamento de dados .....	35
4.2 Área de estudo .....	35
4.2.1 Localização Geográfica .....	35
4.2.2 Clima .....	36
4.2.3 Hidrografia .....	36
4.2.4 Caracterização do Município de Palmas .....	38
4.2.5 Concessão da SANEATINS para Exploração do Serviço de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Município de Palmas.....	39
4.3 Diagnóstico das estações de tratamento de esgoto de palmas .....	40
4.4 Seleção e caracterização das estações .....	40
4.5 Análise dos dados .....	40
4.6 Determinação das metas de qualidade.....	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1 Diagnóstico das estações de tratamento de esgoto de palmas .....	44
5.1.1 Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Aurenny .....	45
5.1.2 Análise da Qualidade da Água para Enquadramento .....	46

5.1.3 Padrão de Lançamento de Efluentes.....	53
5.1.4 Atendimento à Outorga .....	56
5.1.5 Sobre a Adequação da ETE Aurenny .....	59
5.1.5.1 Eficiência de remoção .....	59
5.2 Estação de tratamento de esgotos - ETE Prata .....	61
5.2.1 Análise da Qualidade da Água para Enquadramento .....	61
5.2.2 Padrão de Lançamento de Efluentes.....	69
5.2.3 Atendimento à Outorga .....	72
5.2.4 Considerações Sobre a Adequação da ETE Prata .....	74
5.2.4.1 Eficiência de remoção .....	74
6. CONCLUSÕES .....	76
7. RECOMENDAÇÕES.....	78
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
9. APÊNDICE .....	87

## 1. INTRODUÇÃO

Muito se tem escrito e falado a propósito da água ou da falta dela. O planeta começou a dar sinais de que precisa ser mais bem cuidado e o homem passou a não mais duvidar quanto à necessidade deste bem para vida. As atitudes humanas de certa forma ainda não são condizentes com as necessidades ambientais, carecendo de adequação a realidade imposta pela natureza, cujo estado é decorrente, boa parte, de atos humanos.

As atividades antrópicas têm afetado a quantidade e a qualidade da água, o que por sua vez compromete a garantia de aproveitamento, presente e futuro, dos recursos hídricos, baseados no conceito de sustentabilidade hídrica (BASSANI, 2005).

A situação do sistema de esgotamento sanitário dos municípios brasileiros ainda tem um longo caminho a percorrer para atingir uma condição satisfatória e os investimentos necessários para a recuperação dos corpos d'água receptores são muito elevados (FARIA, 2008).

A poluição hídrica gerada pelo excesso de matéria orgânica e nutrientes lançados nos corpos d'água realiza alterações na biodiversidade, principalmente devido à maior disponibilidade de nitrogênio, carbono e fósforo. Além disso, provoca mudanças no ambiente natural dos rios, reduzindo a disponibilidade de oxigênio. As entradas orgânicas não relacionadas com a produtividade natural do sistema criam condições tais que uma corrente ou lago podem se tornar anóxicos por longos períodos e inadequados para muitas formas de vida (RICKLEFS, 2003).

Para evitar a poluição dos mananciais superficiais e das águas subterrâneas é necessário submeter às águas residuárias a tratamento antes de seu lançamento nos mesmos, o que poderá reduzir ou mesmo eliminar a disseminação de doenças de veiculação hídricas (PORTO, 2006).

O tratamento de esgoto doméstico consiste, basicamente, na modificação das características físico-químicas e biológicas dos mesmos, de tal forma que os elementos remanescentes possam ser lançados em corpos receptores respeitando os padrões exigidos pelos órgãos de controle de poluição ambiental, ou até mesmo serem reutilizados em outras atividades menos exigentes tais como: regar parques municipais, campos esportivos e lavagem de ruas (TAKEUTI, 2003).



Na área de gestão de recursos hídricos muitos avanços já foram obtidos, como a criação da Lei nº. 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A lei nº. 9.433/97 proporcionou significativa importância para a construção do desenvolvimento sustentável no Brasil, pois tem como objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; e a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 1997).

Dentre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos está o enquadramento dos corpos d'água segundo os usos preponderantes, que conforme o art. 9º da Lei nº. 9.433/97, visa “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes” (BRASIL, 1997).

O enquadramento dos corpos d'água, segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº. 357/05, define como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo para garantir aos usuários a qualidade necessária ao atendimento de seus usos (BRASIL, 2005).

A implementação do enquadramento dos corpos d'água ainda é restrita devido à falta de conhecimento sobre o instrumento, às dificuldades metodológicas para sua aplicação e à falta de ações de gestão e de recursos fundamentais para sua efetivação (BINOTTO, 2012).

Para a outorga de lançamento de efluentes é necessário a consideração da capacidade de autodepuração dos cursos de água, assim como a importância da manutenção dos parâmetros limites impostos pela classe de enquadramento, bem como suas metas intermediárias e finais (PRZYBYSZ, 2007).

A outorga de lançamento de efluentes deve ser integrada ao enquadramento, uma vez que, deverão ser adotados os mesmos parâmetros de enquadramento como sendo os parâmetros outorgáveis. A outorga de lançamento de efluentes representa um importante instrumento que define o cumprimento das metas progressivas para redução da poluição. Ou seja, quanto maior a poluição lançada no corpo hídrico, maior o volume de água que tem que ser disponibilizado para sua diluição ou autodepuração (RODRIGUES, 2013).

A análise de desempenho permite avaliar os métodos e os procedimentos nas Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs resultando num julgamento quanto ao atendimento de normas, regulamentos e padrões ambientais que esta atividade deve respeitar.

Desse modo, esse trabalho visa analisar o desempenho de duas Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs da cidade de Palmas conforme a qualidade de seus afluentes e efluentes visando condições de outorga.

Com esta pesquisa, espera-se poder contribuir de forma objetiva para a gestão dos recursos hídricos e para o planejamento e gestão da bacia hidrográfica do Taquaruçu Grande e do Prata, município de Palmas – TO e propor um sistema adequado ao enquadramento e outorga.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é analisar o desempenho individual de duas estações de tratamento de esgotos do município de Palmas, com processos de tratamento e portes diferentes visando atender condições de outorga pelo uso da água e enquadramento dos corpos receptores.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Gestão dos recursos hídricos**

A falta de saneamento compromete a qualidade dos recursos hídricos, o que tem provocado, sobretudo nas últimas duas décadas, grandes impactos ambientais nos corpos hídricos, isso tem ocorrido em especial nas águas superficiais e mais intensamente em locais de grande adensamento populacional ou de reduzida capacidade de assimilação dos cursos de água (PNRH, 2006).

Esse quadro configura-se como um desafio a ser superado, já que a escassez da água assume importância estratégica quando são tratados assuntos relacionados ao crescimento populacional e contaminação dos recursos hídricos.

A água é um bem primordialmente ambiental. Sua utilização tem efeito de retorno sobre o corpo hídrico e a gestão deve considerar o uso eficiente da água disponível, ou seja, a obtenção de mais benefícios com o uso de menos água e proteção da sua qualidade (REBOUÇAS, 2001).

Para Von Sperling (2005), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. O controle da qualidade da água está associado a um planejamento em toda a bacia hidrográfica.

O uso da água, no entanto, pode gerar possíveis conflitos entre usuários, já que sua qualidade e disponibilidade podem ser limitantes ao desenvolvimento das atividades humanas. Assim, a gestão dos recursos hídricos busca a conciliação entre os possíveis usos da água na bacia (PINHEIRO *et al*, 2007).

A água é um bem de domínio público como descreve a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº. 9433/2007) em seu Artigo 1º (inciso I). Entretanto, para que todos os usuários possam usufruir desse recurso, que é público, torna-se necessário o estabelecimento de critérios que regem sua utilização (BRASIL, 1997).

Rodrigues e Arend (2006) definem gerenciamento de recursos hídricos como ações destinadas a regular o uso e o controle e a avaliar a conformidade da situação atual com os princípios estabelecidos pela política de recursos hídricos.

## **3.2 Legislação e resoluções relacionadas aos recursos hídricos**

### **3.2.1 Política Nacional de Recursos Hídricos**

A Constituição Federal de 1988 destinou um capítulo especial, Capítulo VI, ao meio ambiente. Para a temática dos Recursos Hídricos delegou à União a competência para legislar sobre as águas e energia, que criou normas gerais de aplicação nacional. Cabe aos Estados legislar sobre a utilização e o aproveitamento dos recursos hídricos em seu território, criando normas administrativas para gestão dos recursos e combate à poluição em seus domínios. A Constituição definiu a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1988).

Para atender esse princípio constitucional foi promulgada a Lei nº. 9.433, em 1997, que criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Essa Lei, denominada “Lei das Águas”, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, com o objetivo de assegurar a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos (BRASIL, 1997).

Os princípios desta política são:

- a) a água é um bem de domínio público;
- b) a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- c) em situações de escassez, o uso prioritário da água é o consumo e a dessedentação de animais;
- d) a gestão dos recursos hídricos deve promover o uso múltiplo das águas;
- e) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a gestão dos Recursos Hídricos;
- f) a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos são:

- a) os planos de recursos hídricos;
- b) o enquadramento dos corpos de água em classes de uso;
- c) a outorga dos direitos de uso da água;
- d) a cobrança pelo uso da água;
- e) o sistema nacional de informações sobre recursos hídricos.

Os integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos são: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH; a Agência Nacional de Águas - ANA; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal: os Comitês de Bacias

Hidrográficas, os órgãos e as entidades da União, Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos.

### **3.2.2 Resolução CONAMA nº. 357/05**

A Resolução CONAMA nº. 357, de 2005, promulgada em 17 de março de 2005, revoga a Resolução CONAMA 20/86 e: “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, entre outras providências” (BRASIL, 1986).

Entre suas considerações é importante ressaltar que o enquadramento dos corpos hídricos não deve ser baseado no seu estado atual, mas, sim, no nível em que deveriam estar para atender às necessidades dos usuários. Isto significa que os rios brasileiros devem ser reclassificados (BRASIL, 2005).

Essa Resolução classificou as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, em treze classes, sendo as águas doces classificadas em cinco classes, as águas salobras e as salinas em quatro classes, cada.

As águas doces foram classificadas em classe especial, classes 1, 2, 3 e 4, sendo que as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigentes, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes. A classe especial é a mais restritiva, enquanto que a classe 4 é a menos restritiva (BRASIL, 2005).

A Resolução CONAMA nº. 357/2005, define que enquanto não forem aprovados os enquadramentos, as águas doces serão consideradas como Classe 2 e as águas salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidades atuais forem melhores, determinando a aplicação da classe mais rigorosa.

Conforme a classificação das águas doces, definida na Resolução, o uso a que se destinam:

- Classe especial: abastecimento humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e a preservação dos ambientes aquáticos, em unidades de conservação de proteção integral.
- Classe 1: são destinadas ao abastecimento humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, irrigação de

hortaliças e frutas consumidas cruas e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

- Classe 2: são definidas como as águas que podem ser destinadas ao abastecimento humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, áreas de lazer em que o público possa ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
- Classe 3: podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
- Classe 4: destinam-se à navegação e à harmonia paisagística.

O enquadramento da Resolução nº. 357/05 é específico para a classificação das águas superficiais. Os padrões de qualidade das águas determinados por essa Resolução é estabelecido limites individuais, para cada substância, em cada classe. Os órgãos estaduais ou municipais responsáveis pelas diretrizes do meio ambiente, em cada Estado ou município no Brasil, podem aplicar os mesmos padrões estabelecidos na Resolução do CONAMA, complementar, ou estabelecer padrões mais restritivos.

### **3.2.3 Resolução CONAMA nº. 430/11**

A Resolução nº. 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre: “As condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA” (BRASIL, 2011).

No escopo desta resolução, em um de seus artigos, parágrafo único, é estabelecido que o lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta Resolução, quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas e disposições do órgão ambiental competente (BRASIL, 2011).

Em suas diretrizes, a Resolução estabelece que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento, para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado. O responsável por fonte poluidora dos recursos hídricos deve

apresentar ao órgão competente, até o dia 31 de março de cada ano, Declaração de Carga Poluidora, referente ao ano anterior (BRASIL, 2011).

O artigo 21 da Resolução CONAMA nº. 430/2011 reporta ainda que, além das condições já descritas os efluentes não poderão ter condições de lançamento superiores aos seguintes parâmetros mostrados no Quadro 1:

**Quadro 1.** Padrão de lançamento (CONAMA N°. 430/11)

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
pH	Entre 5 e 9
Temperatura	< 40°C
Materiais sedimentáveis	< 1 ml/L Cone Imhoff
Substâncias Solúveis em Hexano	< 100 mg/l
DBO5	< 120 mg/l ou remoção > 60%

### **3.2.4 Política Estadual dos Recursos Hídricos**

A Lei Estadual nº. 1.307, de 22 de março de 2002 (TOCANTINS, 2002), dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins, cujas finalidades são:

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

II - Incentivar a racionalização do uso dos recursos hídricos;

III - fomentar o desenvolvimento regional com base no aproveitamento múltiplo, integrado e sustentável dos recursos hídricos;

IV - Promover a prevenção e a defesa contra o efeito de eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;

V - Obter recursos para o financiamento de programa, projetos e intervenções no âmbito dos recursos hídricos.

São princípios da Política Estadual de Recursos Hídricos:

I - O reconhecimento dos recursos hídricos como bem:

a) de domínio público;

b) dotado de valor ambiental, social e econômico;

c) essencial à vida;

d) utilizável segundo premissas de desenvolvimento sustentável;

II - A priorização do abastecimento humano e da dessedentação de animais em situações de escassez;



III - A gestão descentralizada, com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades, estimulando o uso múltiplo das águas;

IV - A adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

São diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos:

I - A gestão sistemática dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, associada aos aspectos de quantidade e qualidade;

II - A adequação da gestão dos recursos hídricos:

a) às diversidades físicas, sociais e econômicas das diferentes regiões do Estado;

b) à gestão ambiental;

III - a articulação com o planejamento:

a) dos setores usuários;

b) regional, estadual e nacional;

IV - O fomento de projetos de melhoria das condições de quantidade e qualidade dos recursos hídricos, com a participação do Poder Público e dos segmentos organizados da sociedade;

V - Assegurar, em caso de escassez hídrica e mediante a compensação aos usuários racionados, a garantia do uso dos recursos hídricos de forma:

a) prioritária, conforme o inciso II do art. 2º desta Lei;

b) a obter maior retorno econômico.

Dessa lei também se pode destacar na Seção VI que trata do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos e estabelece no artigo 15:

*A coleta, o tratamento, o armazenamento, a recuperação e a divulgação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão são organizados na conformidade do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.*

### **3.2.5 Decreto Estadual 2432/05**

Decreto nº. 2432/05 regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõe os artigos 8º, 9º e 10º da Lei nº 1.307, de 22 de março de 2002.

Este decreto incumbe ao Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS outorgar o direito de uso dos recursos hídricos no Estado. A outorga do direito de uso de recursos hídricos é condicionada à disponibilidade hídrica e às prioridades expressas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e nos Planos de Bacias Hidrográficas (PBHs).

O artigo 3º do decreto dispõe sobre o ato administrativo da outorga:

*I – Contém:*

*a) a fundamentação jurídica da competência do poder público outorgante para praticar o ato administrativo e da finalidade do ato administrativo como fator de realização do interesse coletivo;*

*b) as condições de uso ou de intervenção;*

*c) a qualificação dos requerentes e a quantificação, com os respectivos regimes de variação dos usos outorgados;*

*d) a probabilidade de garantia do suprimento hídrico associado aos volumes outorgados;*

*e) o prazo de vigência;*

*f) os requisitos e condicionantes para a operação dos usos, empreendimentos, atividades ou intervenções;*

*II - Faculta simples direito de usar e intervir;*

*III –É publicado no Diário Oficial do Estado;*

*IV - Não gera privilégios ou direitos oponíveis ao Estado;*

*V – Somente é emitido quando atendidas as condições impostas pelo NATURATINS, cumpridas as formalidades administrativas e aprovada a nota técnica pela autoridade competente.*

Os prazos para a outorga são descritos no artigo 4º:

*I – Igual ou menor a 35 anos, limitando-se, quando for o caso, ao período coincidente à validade da concessão dos serviços públicos de abastecimento de água e de geração de energia elétrica;*

*II – até 5 Anos, renováveis por igual período, consecutivamente, desde que atendidas as exigências legais e regulamentares vigentes, observada a conveniência administrativa;*

O lançamento em corpo de água, com o fim de diluição, transporte ou disposição final, de esgotamento sanitário e demais resíduos, tratados ou não está descrito no artigo 5º, dos usos sujeitos a outorga.

Os artigos 12º e 13º definem as restrições de lançamento de efluentes:

*Art. 12. A outorga de direito de uso de recursos hídricos para lançamento de efluentes será emitida de acordo com a quantidade de água necessária à diluição da carga poluente, até o limite de concentração dessa carga, estabelecida pelo enquadramento do respectivo corpo de água, considerando a capacidade de autodepuração dos respectivos corpos hídricos.*

*Parágrafo único. Enquanto não for definido o enquadramento dos corpos de água, serão adotados limites definidos pelo NATURATINS, respeitados os dispositivos legais vigentes no país.*

*Art. 13. É vedado o lançamento direto ou indireto de efluentes em águas subterrâneas, podendo ser admitida recarga artificial de aquíferos subterrâneos a depender da conveniência técnica, econômica e sanitária desde que autorizado pelo NATURATINS.*

### **3.2.6 Lei complementar nº. 1011/2001**

Na esfera municipal, a Lei Complementar nº. 1.011/2001 prevê a Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo dos Recursos Hídricos com os seguintes objetivos:

- I - Proteger a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida da população;
- II - Proteger e recuperar os ecossistemas aquáticos, com especial atenção para as áreas de nascentes e outros relevantes para a manutenção dos ciclos biológicos;
- III - Restringir o lançamento de poluentes nos corpos d'água;
- IV - Compatibilizar e controlar os usos efetivos e potenciais da água, tanto qualitativa quanto quantitativamente;
- V - Controlar os processos erosivos que resultem no transporte de sólidos, no assoreamento dos corpos d'água e da rede pública de drenagem;
- VI - Assegurar o acesso e o uso público às águas superficiais, exceto em áreas de nascentes e outras de preservação permanente, quando expressamente disposto em norma específica;
- VII - Adequar o tratamento dos efluentes líquidos, visando preservar a qualidade dos recursos hídricos.

### 3.3 Enquadramento dos corpos de água

O enquadramento dos corpos d'água é o estabelecimento do nível de qualidade a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. Mais que uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve estar baseado não necessariamente na condição atual do corpo d'água, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos no corpo d'água para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade (ANA, 2015).

O enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997).

Christofidis (2006) descreve o enquadramento como uma oportunidade de a comunidade envolvida interagir e decidir sobre que bacia hidrográfica desejam, definindo as ações a serem executadas no presente que possam refletir no alcance das metas de qualidade:

*“Referidas metas são muito sensíveis a todas as atividades e usos dados tanto aos recursos hídricos como aos do solo e ar na respectiva bacia hidrográfica. Portanto, o enquadramento é também um pacto de que usos são aceitos naquele território e com que ética serão acolhidos na busca de um cenário sustentável”* (CHRISTOFIDIS, 2006).

O objetivo do enquadramento em classes é o planejamento, que deve ser promovido gradualmente uma vez que estabelece níveis de qualidade considerando os usos preponderantes, ou seja, os principais usos da bacia (MOTTER & FOLETO, 2010).

As condições e limites de lançamento em corpos de água também são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 em seu Capítulo III, sendo que os limites de DBO e OD, de acordo com cada classe estabelecida, estão demonstrados no quadro 2:

**Quadro 2.** Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº. 357/2005

Limites	Classe Especial*	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Coliformes termotolerantes (NMP)		200	1000	Máx. 2500 NMP/100 ml (recreação) 1000 NMP/100 ml (dessedentação) e 4000 NMP/100 ml (demais usos)	
DBO 5 dias a 20°C (mg/l)		Até 3 mg/l	Até 5 mg/l	Até 10 mg/l	
Fósforo total (mg/L)		0,1 mg/l (ambiente lótico) 0,02 mg/l (ambiente lêntico) 0,025 mg/L (ambiente intermediário)	0,1 mg/l (ambiente lótico) 0,03 mg/l (ambiente lêntico) 0,05 mg/L (ambiente intermediário)	0,15 mg/l (ambiente lótico) 0,075 mg/l (ambiente lêntico) 0,05 mg/L (ambiente intermediário)	
Cianobactérias		20.000 cel/ml	50.000 cel/ml	100.000 cel/ml	
Clorofila a		10 µg/l	30µg/L	60µg/L	
Cor verdadeira		75 mg Pt/l	75 mg Pt/l	75 mg Pt/l	
Sólidos dissolvidos totais		500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	
Nitrito		1 mg/L	1 mg/L	1 mg/L	
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)		3,7 mg/L, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8; 1,0 mg/L, para 8 pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L, para pH > 8,5	3,7 mg/L, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8; 1,0 mg/L, para 8 pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L, para pH > 8,5	13,3 mg/L, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8 2,2 mg/L, para 8 pH ≤ 8,5; 1 mg/L, para pH > 8,5	
pH		6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Turbidez (UNT)		Até 40	Até 100	Até 100	
Oxigênio Dissolvido (mg/l)		Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	Superior a 2
Nitrato (mg/l)		10	10	10	

\* Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água

A Resolução do CNRH nº. 91/2008 estabelece que o conjunto de parâmetros de qualidade da água adotados no processo de enquadramento deve ser definido em função dos usos pretendidos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando os

diagnósticos e prognósticos elaborados. Costa & Conejo (2009) apresentaram os principais parâmetros relacionados com os usos da água, conforme quadro 3.

**Quadro 3.** Parâmetros de qualidade da água relacionados aos usos dos recursos hídricos

Uso	Parâmetros relacionados	Classe
Proteção das comunidades aquáticas	Oxigênio Dissolvido, DBO, pH, Temperatura da Água, Nutrientes (N, P), Amônia, Algas, Clorofila, Turbidez, Substâncias Tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), Coliformes Termotolerantes, Sólidos em Suspensão.	1
Abastecimento humano	Turbidez, DBO, pH, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), Amônia, Algas, Clorofila, Cloreto, Coliformes Termotolerantes, Patógenos, Substância Tóxicas, Potencial de Formação de Trihalometanos, Sólidos Totais.	1, 2 e 3
Recreação	Coliformes Termotolerantes, Algas, Óleos e graxas, Turbidez.	2 e 3
Aquicultura e pesca	Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), Algas, Turbidez, Substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), poluentes que se acumulam ao longo da cadeia alimentar.	2
Irrigação	Coliformes Termotolerantes, Sólido Totais Dissolvidos, Cloretos, Sódio, pH, Potássio, Cálcio, Magnésio, Condutividade Elétrica.	2 e 3
Dessedentação de animais	Nitratos, sulfatos, sólidos totais dissolvidos, metais, poluentes orgânicos (ex: agrotóxicos), patógenos e algas.	1, 2 e 3
Navegação	Sólidos em Suspensão, Materiais Flutuantes, Espumas não Naturais, Odor, Aspecto da Água.	4
Harmonia paisagística	Materiais Flutuantes, Espumas não Naturais, Odor e Aspecto da Água.	4

**Fonte:** Adaptado de Costa & Conejo (2009)

O esgoto doméstico constitui a principal fonte de poluição na maioria das bacias hidrográficas brasileiras, a elaboração dos programas de efetivação de enquadramento depende de intensa e forte articulação dos comitês de bacias hidrográficas com o setor de saneamento, para que ocorra a compatibilidade entre as metas do enquadramento e os planos de saneamento, o que garantirá coerência entre os investimentos a serem realizados na bacia e os usos da água desejados pela sociedade (ANA, 2015).

A Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que dispõe sobre as diretrizes para o saneamento básico (BRASIL, 2007), determina em seu Artigo 43 que a autoridade ambiental competente estabelecerá metas progressivas para que a qualidade dos efluentes de estações de tratamento de esgotos domésticos atenda aos padrões das classes dos corpos hídricos em que

forem lançados, a partir dos níveis presentes de tratamento e considerando a capacidade de pagamento das populações e usuários envolvidos. Dessa forma, evidencia-se que o conceito de progressividade para atingir as metas do enquadramento foi inserido como diretriz do setor de saneamento.

Diniz *et al.* (2006) enfatiza que, dentre os desafios para articulação e efetivação do enquadramento, situa-se a garantia da interface entre as metas de enquadramento, os instrumentos de gestão dos recursos hídricos e o setor de saneamento.

### **3.4 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos**

De acordo com a Agência Nacional de Águas - ANA, a outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecidos no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997).

Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. Ainda, de acordo com o inciso IV, do art. 4º da Lei Federal nº 9.984, de 17 de junho de 2000, compete à Agência Nacional de Águas - ANA outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, bem como emitir outorga preventiva (BRASIL, 2000).

É por meio da outorga que o Estado passa a controlar a utilização dos recursos hídricos nas suas diversas aplicações, tais como a captação e o lançamento de efluentes. Com isso, se corrige uma antiga deficiência que se caracterizava pela apropriação privada do recurso ambiental para a geração de lucro e riqueza e a conseqüente transferência do ônus da manutenção de sua qualidade para toda a sociedade (ANTUNES, 2005, p. 684).

No artigo 15 da Resolução nº. 16/01 do CNRH, diz que “a outorga de direito de uso da água para o lançamento de efluentes será dada em quantidade de água necessária para a diluição da carga poluente, que pode variar ao longo do prazo de validade da outorga, com base nos padrões de qualidade da água correspondentes à classe de enquadramento do respectivo corpo receptor e/ou em critérios específicos definidos no correspondente plano de recursos hídricos ou pelos órgãos competentes”.

A Resolução nº. 219, de 6 de junho de 2005 da Agência Nacional de Águas (ANA) decidiu que na “análise técnica para emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos

para fins de lançamento de efluentes em cursos de água de domínio da União, a Superintendência de Outorga e Cobrança somente avaliará os parâmetros relativos à Temperatura, à Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e, em locais sujeitos à eutrofização, ao Fósforo ou ao Nitrogênio”.

Para Porto (2002), a outorga de lançamento de efluentes é necessária por duas razões:

- 1. Existe um limite tecnológico que determina a porcentagem de remoção de poluentes que uma estação de tratamento pode alcançar; por exemplo, as estações de tratamento de efluentes urbanos atingem remoções máximas que chegam, em média, a 90%; isto significa que o lançamento terá DBO aproximada de 30 mg/L; se o padrão ambiental for 5 mg/L no corpo receptor, deverá ser garantida uma vazão para a autodepuração dessa matéria orgânica remanescente, caracterizando um uso da água;*
- 2. No estabelecimento das metas intermediárias podem ser exigidos níveis intermediários de tratamento de efluentes que vão exigir maiores vazões para autodepuração ou diluição; esta vazão também tem de estar reservada para esse uso.*

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos foi instituída no Estado do Tocantins pela Lei Estadual nº 1.307, de 22 de março de 2002 e regulamentada pelo Decreto Estadual nº. 2.432, de 06 de junho de 2005, o qual determinou que a gestão e a fiscalização dos recursos hídricos devem ser executadas pelo NATURATINS.

O Instituto adotou o método denominado regionalização de vazões, para quantificar a disponibilidade hídrica de um manancial. Determina-se a disponibilidade pela extrapolação de dados de uma estação fluviométrica próxima ao corpo hídrico.

No Estado do Tocantins existem 214 estações fluviométricas instaladas, das quais nem todas estão em funcionamento, por isso somente as 58 estações operadas pela ANA são utilizadas nas análises de outorga do órgão ambiental, quantidade insuficiente que pode comprometer a aplicação do método de regionalização de vazões. A vazão de referência adotada no Estado do Tocantins é a  $Q_{90}$ . Conforme o disposto no Decreto Estadual 2.432/2005 é permitido outorgar 75% da vazão de referência de um manancial, ou seja, 75% da  $Q_{90}$  e no art. 7º é determinado que “Nenhum usuário, individualmente, receberá autorização acima de 25% da vazão de referência, de um dado manancial, quando a captação for a fio d’água”. Todavia, com o advento dos Planos de Bacia, esses valores de referência podem ser modificados, levando em consideração as características e a necessidade de uso de cada bacia hidrográfica. (PEREIRA *et al.*, 2012).



### 3.5 Sistemas de esgotamento sanitário

A poluição das águas decorrente de um sistema deficiente de coleta e tratamento de águas residuárias urbanas tornou-se um problema crucial que vem comprometendo a qualidade de vida, os avanços em saúde e o desenvolvimento econômico, especialmente nas grandes áreas metropolitanas (PEGORINI et al.,2005).

Existem, basicamente, dois tipos de sistemas de coleta pública: sistema separador e sistema combinado. A maioria das cidades brasileiras adota o “sistema separador” de esgotamento sanitário, ou seja, as águas pluviais são coletadas independentemente pelas galerias pluviais e levadas para descargas diretas em corpos de água. Nas Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs devem chegar apenas os esgotos coletados das residências (NETO, 2011).

Alguns países adotam o “sistema combinado” que misturam água da chuva com esgotos e são transportados conjuntamente pelo mesmo sistema, sendo que nesse caso a ETE deverá ser dimensionada levando-se em consideração a parcela correspondente às águas pluviais (VON SPERLING, 2005).

Os sistemas de coleta e tratamento de esgotos urbanos projetados como sistemas separadores absolutos são destinados a coletar e transportar o esgoto separadamente das águas pluviais. Sendo assim, tanto o projeto do sistema de coleta e transporte quanto o projeto das Estações de Tratamento de Esgotos não levam em consideração o aumento de vazão advindo das águas de chuva ou de fugas de drenagem de águas pluviais quando ocorrem fortes chuvas (DEZOTTI, 2008);

Na ocorrência de chuvas torrenciais, as vazões que chegam as ETEs são significativamente alteradas em função das ligações clandestinas no sistema de coleta, alterando as características e qualidade da água que chega às estações de tratamento (SANTOS, 2013).

A definição do sistema de tratamento de esgotos deve ser feita de forma a adequar o lançamento do efluente a uma qualidade desejada ou ao limite de padrão de qualidade imposto pela legislação vigente. A remoção dos poluentes está associada aos conceitos de níveis de tratamento e eficiência do tratamento (JORDÃO; PESSÔA, 2005);

O quadro 4 apresenta as operações e processos de tratamento de esgotos sanitários comumente utilizados, no que se refere aos poluentes mais encontrados, neste tipo de efluente.

**Quadro 4.** Operações e processos de tratamento de esgotos sanitários

<b>Poluente</b>	<b>Operação, processo ou sistema de tratamento</b>
Sólidos em suspensão	Gradeamento, remoção de areia, sedimentação e disposição no solo.
Matéria orgânica biodegradável	Lagoas de estabilização e variações, lodos Ativados e variações, reatores aeróbicos com Biofilmes, tratamento anaeróbio e disposição no solo
Organismos patogênicos	Lagoas de maturação, disposição no solo, desinfecção com produtos químicos, desinfecção com radiação ultravioleta e membranas.
Nitrogênio	Nitrificação e desnitrificação biológica, lagoas de maturação e de alta taxa, disposição no solo e processos físico-químicos.
Fósforo	Remoção biológica, lagoas de maturação de alta taxa e processos físico-químicos.

**Fonte:** Operações, processos e sistemas de tratamento utilizados para remoção de poluentes (VON SPERLING, 2005).

As características das ETEs dependem de algumas condições prévias, que devem ser atendidas: a classe do rio, estabelecida pelo enquadramento, que receberá o efluente final; as exigências legais de disposição e qualidade; as condições e capacidade de depuração do corpo receptor, além da definição da eficiência necessária para o tratamento (BASSANI, 2005).

Dos municípios do Brasil, apenas 55% possuem rede coletora de esgoto e apenas 28% tratam o esgoto coletado. Em relação ao tipo de tratamento do esgoto coletado, apenas 16,28% tratam a nível secundário e 2,66% nível terciário, de acordo com IBGE (2016).

De acordo com IBGE (2011), no Atlas de Saneamento 2011, feito com base no PNSB de 2008, existe um longo caminho a ser trilhado em relação ao esgotamento sanitário no Brasil, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida da população e a sustentabilidade ambiental.

### **3.6 Saneamento no contexto da gestão dos recursos hídricos**

A Lei do Saneamento, nº 11.445, publicada no Diário Oficial do dia 08 de janeiro de 2007, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e define as regras para o aumento de investimentos privados e públicos no setor. Os focos principais são planejamento, regulação e fiscalização, controle e participação social (BRASIL, 2007).

Resultado de uma ampla negociação entre as diversas entidades do setor, deputados e senadores, a Lei aprovada põe fim a uma lacuna na área do saneamento em relação às ações de regulação do setor, ainda inexistente no país, e espera-se uma evolução nos serviços de

abastecimento de água e esgotamento sanitário, cobertura precária na maioria das cidades brasileiras (BASSANI, 2005).

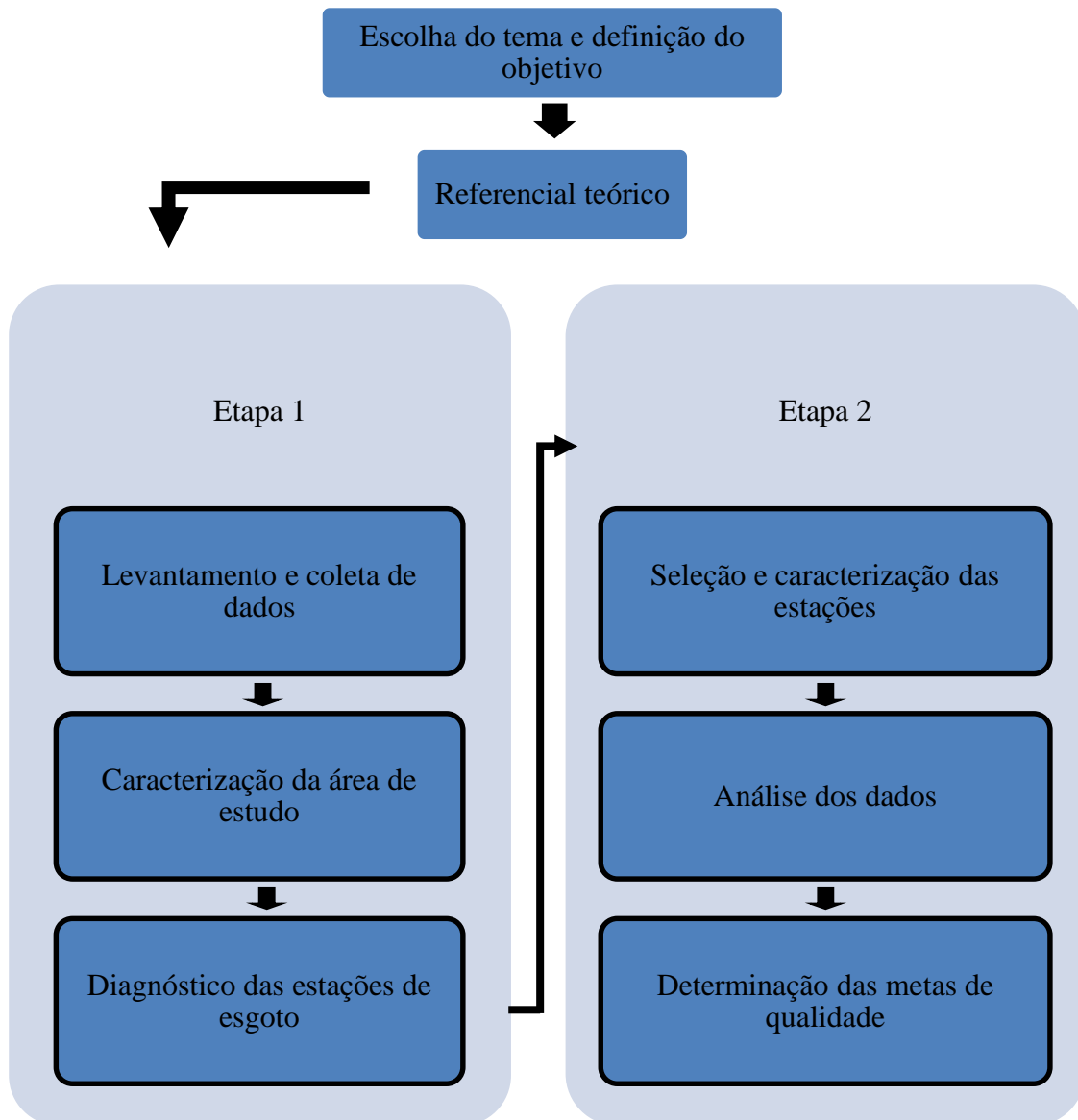
A Lei estabelece ainda que as concessões de serviços de saneamento básico só poderão ser feitas por meio de contrato, sendo vedado os convênios, termos de parceria ou outros instrumentos de natureza precária. Define também que o titular do serviço (Estado ou município) terá que formular uma política de saneamento, definir o ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços, fixar os deveres e os direitos dos usuários, entre outras atribuições. Entretanto, a Lei aprovada não resolve a questão da titularidade dos serviços em regiões de interesse comum, como as metrópoles, ficando o assunto para decisão do Supremo Tribunal Federal (FARIA, 2004).

Caberá às agências reguladoras definir aos aspectos econômicos, sociais, ambientais e de saúde pública. É assegurado aos usuários amplo acesso a informações sobre os serviços de saneamento básico prestados e a ter prévio conhecimento dos seus direitos e deveres e das penalidades a que pode estar sujeito. Caso isso não ocorra, é possível prever um risco de entrave das ações e dos procedimentos entre as instituições envolvidas (PRZYBYSZ, 2007).

#### 4. METODOLOGIA

Este capítulo trata da metodologia aplicada para o desenvolvimento da pesquisa.

O fluxograma da figura 1 apresenta os passos a serem desenvolvidos neste trabalho. A seguir são detalhados cada um desses passos.



**Figura 1.** Fluxograma do desenvolvimento do trabalho.

## 4.1 Levantamento de dados

Foram realizadas consultas a órgãos públicos responsáveis pela gestão do meio ambiente e dos recursos hídricos, ANA e NATURATINS, e na empresa ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS para aquisição de dados e informações.

Foram utilizados dados de outorga (ANA), licenciamento (NATURATINS), além de dados fornecidos pela empresa operadora do Sistema de Esgotamento Sanitário de Palmas/SES (ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS) como vazões, volume de esgoto tratado, relatórios de monitoramento e descritivo da ETE Aurenny e Prata.

## 4.2 Área de estudo

### 4.2.1 Localização Geográfica

As ETEs estão localizadas no município de Palmas. A estação de tratamento de esgotos Aurenny está localizada próxima a ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu, no setor Aurenny 3, próximo ao setor Bertaville, no plano diretor sul, conforme Figura 2.



**Figura 2.** Vista aérea da ETE Aurenny (Fonte: Google Earth, 2016).

Já a estação de tratamento de esgoto Prata está localizada entre as Quadras 607 Sul e 709 Sul, próxima da Avenida LO-15, no plano diretor sul, conforme figura 3.



**Figura 3.** Vista aérea da ETE Prata (Fonte: Google Earth, 2016).

#### **4.2.2 Clima**

O clima de Tocantins, de acordo com Köppen, é do tipo AW – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno, sendo o mês mais chuvoso janeiro e o mais seco agosto, onde a precipitação média anual apresenta variação em torno de 1.500 a 2.100 mm. A classificação climática de Palmas é do tipo clima úmido com moderada deficiência hídrica no inverno C2WA'a', sendo caracterizada por duas estações bem definidas, uma seca e a outra chuvosa. O semestre mais chuvoso compreende os meses de outubro a março, com valores máximos ocorrendo geralmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, representando 90% da precipitação média anual que se enquadra em um regime de chuvas nitidamente tropical (SILVA JÚNIOR, 2016).

#### **4.2.3 Hidrografia**

O município de Palmas está inserido na bacia hidrográfica do rio Tocantins (SEPLAN, 2012).

A ETE Aurenny está localizada na microbacia do Ribeirão Taquaruçu Grande que possui uma área de 458,16 km<sup>2</sup> e alonga-se por aproximadamente 36,9 km no sentido leste-oeste.

O Ribeirão Taquaruçu Grande é um afluente direto do Tocantins na sua margem direita. Suas nascentes se encontram na Serra do Lajeado, dentro da Área de Proteção Ambiental, APA Serra do Lajeado. É formado por duas sub-bacias: Ribeirão Taquaruçuzinho e ribeirão Taquaruçu Grande. Seus principais contribuintes pela margem esquerda são o Ribeirão Taquaruçuzinho, o Córrego Machado e o Córrego Buritizal, e pela margem direita são o Córrego Macacão e o Córrego Tiúba (NETO, 2011).

O Ribeirão Taquaruçu Grande nasce dentro da APA Serra do Lajeado, tendo seu percurso natural dentro de chácaras e fazendas, na região sul de Palmas. A ação antrópica é percebida pelo assoreamento que ocorre anualmente no período chuvoso, principalmente na época de plantio, pois o preparo do solo da maioria das propriedades é feito sem considerar práticas de conservação do solo. No último terço do Ribeirão Taquaruçu Grande, a urbanização se torna mais intensa. Nesta área localiza-se uma parcela da cidade de Palmas e os bairros Taquaralto, Bertaville e Aurenny I, II e III (MARQUES, 2011).

A captação de água pela ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS é feita a jusante da união dos Ribeirões Taquaruçuzinho e Taquaruçu Grande, tendo como vazão de captação 700 L/s. Esta captação abastece parte de Palmas Centro e os bairros de Taquaralto e de Aurenny I, II e III. Também nesta mesma bacia é realizada a diluição dos efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto da Região Sul – Aurenny com vazão de lançamento média de 30 L/s (SANEATINS, 2007).

Nesta bacia também está localizado o distrito de Taquaruçu cujo manancial de abastecimento, o córrego Roncador, é um dos afluentes ao córrego Taquaruçuzinho.

Já a ETE Prata faz o lançamento no córrego Prata, que se localiza ao norte do Ribeirão Taquaruçu Grande e tem sua bacia de contribuição dentro da zona urbana de Palmas com aproximadamente 24,3 km<sup>2</sup> de área de drenagem. Caracteriza-se como um córrego urbano que tem seu uso intenso pela micro e macrodrenagem da região Centro-Sul de Palmas. Seus principais cursos d'água são o Córrego da Prata e o Córrego Cemitério (BARROS, 2007).

Futuramente, com o crescimento da população e da densidade urbana de Palmas, este córrego terá sérios problemas caso suas estruturas de dissipação de energia e os picos de volumes escoados que podem estar acima da sua capacidade não sejam devidamente mantidos, haja vista as condições de impermeabilização urbana.

A bacia do córrego da Prata possui 100% de sua contribuição como área urbana e têm pontos com ocorrência de erosão e assoreamento em estruturas de transposição de canais (como bueiros) pela falta de proteção de margens, pontos inadequados de lançamento dos condutos da macrodrenagem e grandes volumes transportados durante chuvas intensas (SANEATINS, 2007).

#### **4.2.4 Caracterização do Município de Palmas**

O município de Palmas está localizado na região central do Estado do Tocantins. As coordenadas da sede municipal são: latitude 10° 11' 04" Sul e longitude 48° 20' 01" Oeste. A área de 2.218,94 km<sup>2</sup> representa 0,79 % do território estadual e possui como limite Norte os municípios de Aparecida do Rio Negro e Lajeado, ao Sul Monte do Carmo e Porto Nacional, ao Leste Santa Tereza do Tocantins e Novo Acordo, e a Oeste Miracema do Tocantins (MARQUES, 2011).

A sede do Município está situada em uma planície que se apresenta entre a Serra do Carmo e as margens do lago da Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães, popularmente conhecida como UHE Lajeado (PALMAS, 2015).

A principal bacia hidrográfica é a do Rio Tocantins e localiza-se a Oeste de Palmas. Ao Leste tem-se a bacia do Rio das Balsas. Na área de abrangência do município, os principais afluentes do rio Tocantins são os Ribeirões Taquaruçu Grande e São João. Dentre os mananciais existentes na zona urbana pode-se citar o Brejo Cumprido, Água Fria e Taquaruçu Grande, sendo este último o principal manancial (SANEATINS, 2007).

Segundo a Divisão Regional do Estado do Tocantins o município de Palmas está inserido na microrregião de Porto Nacional, considerada região metropolitana de Palmas e composta pelos seguintes municípios: Aparecida do Rio Negro, Brejinho de Nazaré, Fátima Ipueiras, Lajeado, Miracema do Tocantins, Monte do Carmo, Oliveira de Fátima, Palmas, Porto Nacional e Tocantínia (BARROS, 2007).

Em divisão territorial ratificada e revisada na Lei complementar n° 155 de dezembro de 2007, que estabelece o plano diretor participativo de Palmas, o município passa a ser constituído por três distritos: Palmas (sede), as áreas urbanas de Buritirana e Taquaruçu (PALMAS, 2015).

O município de Palmas concentra 17,1% de toda população do Estado do Tocantins (estimativa IBGE 2012), ou seja, 242.070 habitantes para um total de 1.417.694, sendo a



cidade mais populosa, o município também obteve a maior taxa de crescimento no Estado na última década com valor de 66,23%, onde a população passou de 137.335 para 228.332.

Apesar do índice de tratamento de esgoto coletado ser de 100%, Palmas ainda apresenta valores baixos quando se trata de percentual de tratamento do esgoto gerado, atingindo a marca de 35,8%. Em um panorama geral dos municípios mais populosos do Estado, verifica-se a deficiência dos índices de atendimento e tratamento de esgoto, constatando-se a urgente necessidade de investimentos no setor como forma de melhorar as condições de saúde da população afetada (PALMAS, 2015).

#### **4.2.5 Concessão da SANEATINS para Exploração do Serviço de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Município de Palmas**

Para o cumprimento dos objetivos e finalidades previstos fica o Poder Executivo autorizado a transferir à Companhia de Saneamento do Estado do Tocantins – SANEATINS, por concessão, a exploração dos serviços de abastecimento de água e esgoto no município, na forma do Artigo 24, VIII, da Lei nº 8.666/93 com prazo de validade de 25 (vinte e cinco) anos, prorrogável de acordo com a vontade expressa das partes, mediante a autorização do Poder Legislativo Municipal. Ainda conforme a lei, o Poder Executivo é autorizado a transferir à SANEATINS, por alienação, todos os bens móveis, imóveis e equipamentos integrantes do sistema municipal de água e esgoto, com ônus para a adquirente, observados os parâmetros estabelecidos em avaliação prévia, constante do Anexo único da presente lei. Fundamentado nesta lei, vige o contrato n. 385/99 celebrado entre a SANEATINS e o Município de Palmas versando sobre a concessão para exploração dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município. O contrato outorga com absoluta exclusividade e pelo prazo de 25 anos a concessão dos referidos serviços em toda a área do município, englobando todas as atividades, necessárias e inerentes ao fornecimento de água potável e a coleta e tratamento de esgotos sanitários, bem como o atendimento e prestação de serviços complementares aos usuários.

O contrato formaliza, dentre outras cláusulas, a forma, condições e critérios da prestação dos serviços; tarifas, preços, reajustes e revisões; responsabilidades, direitos e obrigações das partes; fiscalização e penalidades; extinção da concessão; prestação de contas e condições gerais e específicas para seu cumprimento.

### **4.3 Diagnóstico das estações de tratamento de esgoto de palmas**

Para auxiliar a proposição de indicadores de desempenho, realizou-se o diagnóstico e análise de desempenho de duas estações de tratamento de esgotos de Palmas. Dessa forma, foi possível compreender, de modo mais aprofundado, o funcionamento, comportamento e desempenho das referidas estações.

Foram obtidas informações referentes às características do esgoto bruto e tratado e vazões diárias de lançamento.

### **4.4 Seleção e caracterização das estações**

Visando conhecer a realidade local do tratamento de esgotos e a disponibilidade de dados operacionais para a criação dos futuros indicadores, foram selecionadas duas ETEs de Palmas como objeto de estudo da presente pesquisa. A seleção das ETEs ocorreu em função do objetivo de se trabalhar com ETEs de portes e processos de tratamento diferentes entre si.

Além disso, foi considerada a facilidade na disponibilização dos dados necessários e na realização das visitas técnicas.

A caracterização das ETEs foi realizada a partir do documento Descritivo de Sistemas de Esgotamento Sanitário de Palmas, de 2010 (SANEATINS, 2010). Esse documento é um relatório da Supervisão de Operação de ETE, em que se encontram consolidadas diversas informações referentes aos sistemas de esgotamento sanitário de Palmas.

As visitas ocorreram nos dias 11 e 15 de maio de 2015.

### **4.5 Análise dos dados**

Segundo a Resolução CONAMA n°. 357/05, entende-se por monitoramento a medição ou verificação de variáveis de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água.

O monitoramento da qualidade da água, assim como da quantidade, é essencial ao planejamento da oferta hídrica, de forma a atender as necessidades dos diferentes usuários de uma bacia hidrográfica.

A avaliação de desempenho das duas estações de tratamento de Palmas foi desenvolvida tendo como base os seguintes dados:

- Dados obtidos do monitoramento mensal (12 meses) realizado pelo Laboratório de Efluentes da ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS no ano de 2015 para o afluente e o efluente final das ETEs;
- Dados outorgáveis do direito de uso de recursos hídricos para diluição de efluentes tratados pelos órgãos competentes, neste caso, ANA e NATURATINS, para o ano de 2015.

Para a eficiência da estação os parâmetros considerados foram:

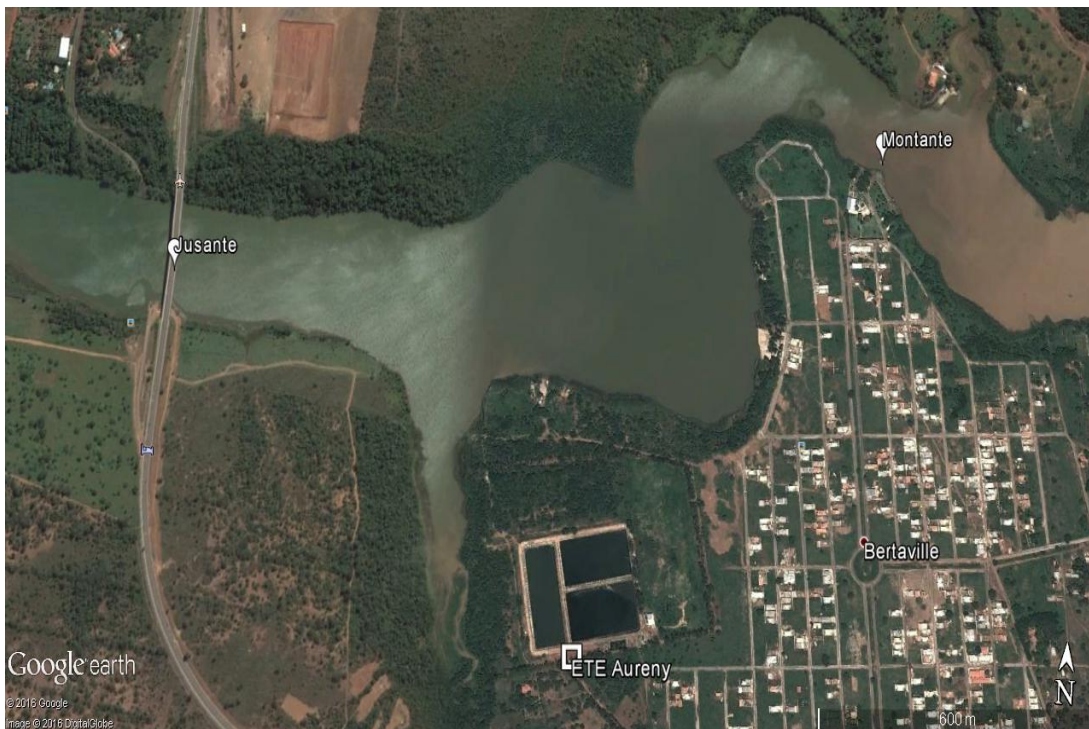
- pH;
- Temperatura;
- Materiais sedimentáveis;
- Substâncias solúveis em hexano;
- DBO<sub>5,20</sub>

Já para a qualidade do corpo receptor os parâmetros considerados, à montante e à jusante do ponto de lançamento, foram:

- *Escherichia coli*
- DBO<sub>5,20</sub>
- Fósforo total
- Cianobactérias
- Clorofila a
- Cor verdadeira
- Sólidos dissolvidos totais
- Nitrito
- Nitrogênio amoniacal
- pH
- Turbidez
- Oxigênio dissolvido
- Nitrato

Para os dados outorgáveis foram analisados a vazão média de lançamento e a carga diária de lançamento de DBO<sub>5,20</sub>.

A Figura 4, apresenta as localizações das coletas de monitoramento do corpo receptor da ETE Aurenny, montante e jusante do ponto de lançamento..



**Figura 4.** Locais de coleta da ETE Aurenly (Fonte: Google Earth, 2016).

A Figura 5, apresenta as localizações das coletas de monitoramento do corpo receptor da ETE Prata, montante e jusante do ponto de lançamento.



**Figura 5.** Locais de coleta ETE Prata (Fonte: Google Earth, 2016).

#### **4.6 Determinação das metas de qualidade**

A avaliação de cada ETE em estudo contou com a definição de metas de concentração, a serem alcançadas pelo efluente final, e metas de eficiência, a serem alcançadas de modo geral pelo sistema. Para determinação das referidas metas, foram consideradas:

- Eficiências de remoção do sistema;
- Metas determinadas pelo CONAMA 430/2011 para o lançamento de efluentes;
- Valores outorgáveis de vazões médias e carga orgânicas de lançamento.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos dos procedimentos estabelecidos e descritos no capítulo 4. Os resultados obtidos permitiram propor/sugerir alternativas de melhorias na operação do sistema de tratamento de esgoto sanitário para a ETE Aurenny e Prata, visando às condições de outorga e enquadramento do corpo hídrico juntamente com a melhoria da qualidade do efluente lançado no Ribeirão Taquarussu.

### 5.1 Diagnóstico das estações de tratamento de esgoto de palmas

O sistema de esgotamento sanitário de Palmas atende apenas a sede municipal, representando 50,3% da população urbana do município, sendo que, deste montante, 100% do volume coletado é tratado. Já os distritos de Buritirana e Taquaruçu não possuem sistema de esgotamento sanitário (PALMAS, 2015).

Na Região Sul atualmente apenas três bairros possuem sistema de coleta de esgotos sanitários: o Aurenny I, II e III. Os efluentes são conduzidos para tratamento na ETE Aurenny.

Atualmente cinco bacias compõem o sistema de esgotamento sanitário do Plano Diretor. Para o tratamento dos esgotos gerados na Região Central estão em operação duas ETES: a ETE Prata e a ETE Norte. As quadras que compõem a bacia do Prata tem seu esgoto tratado na ETE Prata e as quadras que compõem as bacias do Brejo Comprido e Sussuapara têm seus esgotos tratados na ETE Norte. A descrição das ETES em operação pode ser observada no Quadro 5.

**Quadro 5.** Descrição das ETES existentes

ETE	Tecnologia de Tratamento	Q (l/s)	Corpo Receptor
ETE Aurenny	Tratamento biológico através de Lagoas de Estabilização + Tratamento Terciário através de Flotação	50	Reservatório UHE de Lajeado
ETE Prata (**)	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB) + Flotação	39 (*)	Córrego Prata
ETE Norte	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente + Flotação (UASB) _ Lodos Ativados com remoção biológica de nutrientes	480	Reservatório UHE de Lajeado

(\*) tem capacidade para até 70Ll/s, mas opera com 39L/s em função de limitação do corpo receptor;

(\*\*) operará até 2017, sendo o esgoto encaminhado para ETE Norte.

As outorgas de direito de uso de recursos hídricos para diluição dos esgotos tratados são expedidas pela Agência Nacional de Águas por se tratarem de lançamentos no Reservatório da UHE Lajeado, situado no rio Tocantins (caso da ETE Aureny) e pelo NATURATINS (caso da ETE Prata). O quadro 6 apresenta as vazões e cargas outorgadas pelos órgãos para as ETEs Prata e Aureny.

**Quadro 6.** Vazões outorgadas para o lançamento de esgoto tratado

<b>ETE</b>	<b>Prata</b>	<b>Aureny</b>
Coordenadas do Ponto de Lançamento de Efluentes Tratados	Lat: 10°13'27,48"S Long:48°21'8,40" W	Lat: 10°17'25,01"S Long:48°19'32,37" W
Vazão Média de Lançamento (operando 24 h/dia, todos os dias do ano)	104,4 m <sup>3</sup> /h*	178,14 m <sup>3</sup> /h
Vazão Máxima Instantânea de Lançamento (operando 24 h/dia, todos os dias do ano)	104,4 m <sup>3</sup> /h*	267,21 m <sup>3</sup> /h
Carga Diária de Lançamento de DBO <sub>5,20</sub>	-	260,95 Kg/dia
Vazão de Diluição de DBO <sub>5,20</sub>	-	2484,0 m <sup>3</sup> /h
Vazão Indisponível de DBO <sub>5,20</sub>	-	2664,0 m <sup>3</sup> /h

\*Valor permitido pelo Termo de Compromisso firmado entre a empresa concessionária e o órgão ambiental.

A rede coletora de esgotos abrange somente as regiões atendidas por sistema de tratamento de esgoto, numa extensão total de 584.074 metros (Região Central + Sul). Já o número de ligações ao sistema de esgotamento sanitário é de 31.884.

### 5.1.1 Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Aureny

A estação de tratamento de esgotos do Aureny está localizada próxima a ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu. Recebe os esgotos de parte da região sul e tem como processo de tratamento um sistema de lagoas de estabilização em série. A ETE Aureny recebe também para tratamento, os esgotos dos caminhões limpa fossa que descarregam o líquido antes do tratamento preliminar.

O processo de tratamento da ETE Aureny é constituído das seguintes etapas:

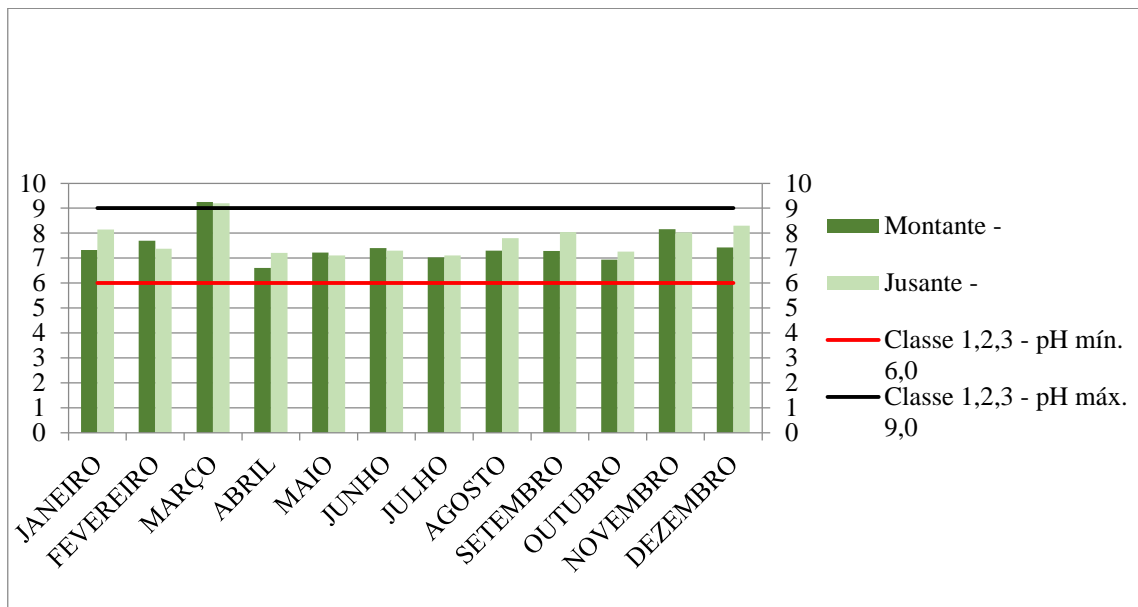
- Tratamento Preliminar (grades de limpeza manual, desarenador manual tipo canal, medidor de vazão tipo Parshall)
- Tratamento Biológico – Lagoas de Estabilização
  - Lagoa Anaeróbia;
  - Lagoa facultativa;
  - Lagoa de maturação.
- Tratamento Terciário – Sistema de flotação para remoção de algas e de fósforo

### 5.1.2 Análise da Qualidade da água para Enquadramento

A avaliação da qualidade do corpo receptor foi realizada a partir dos relatórios de monitoramento realizados mensalmente pelo laboratório de efluentes da empresa.

Os resultados do monitoramento da qualidade do corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento de efluentes e sua adequação perante a Resolução CONAMA n.º. 357/2005, para as Classes 1, 2 e 3.

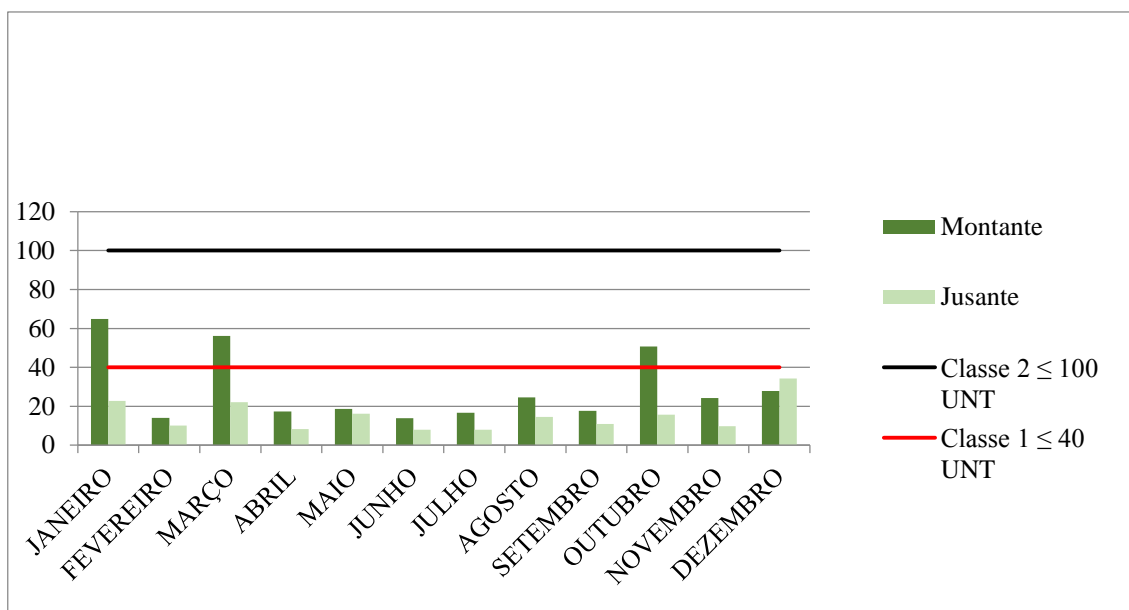
No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro pH atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n.º. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 com exceção do mês de março com o valor do pH sendo maior que 9, tanto à montante quanto à jusante, conforme verificado na Figura 6.



**Figura 6.** Gráfico do monitoramento do pH no corpo receptor da ETE Aurenay.

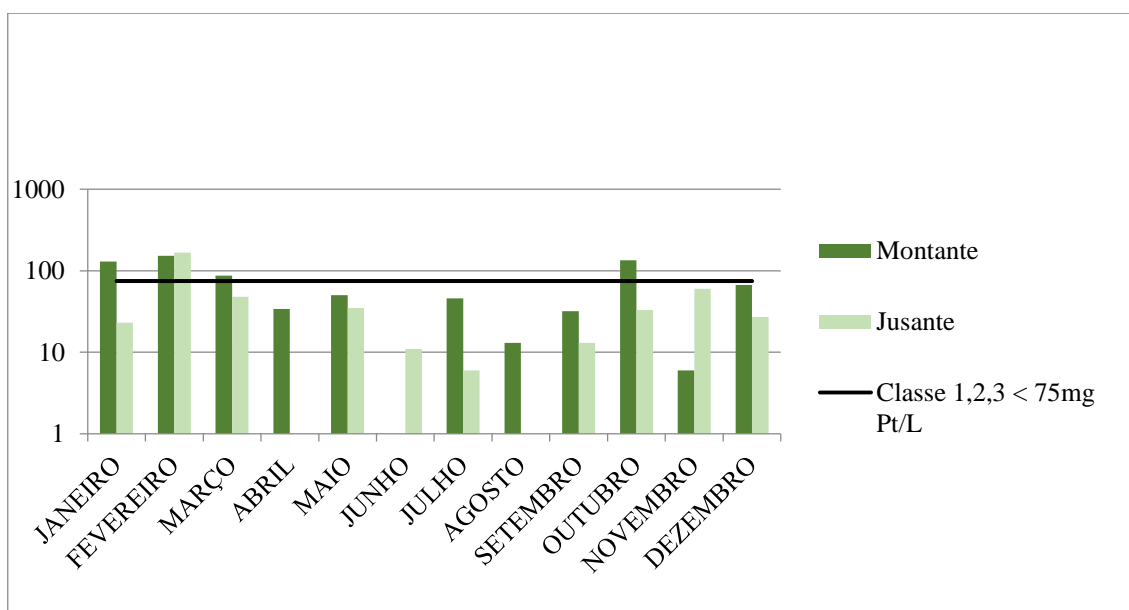
Os limites de Turbidez estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º. 375/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 1 foram excedidos à montante nos meses de janeiro, março e outubro, se enquadrando na classe 2, conforme verificado na figura 7.





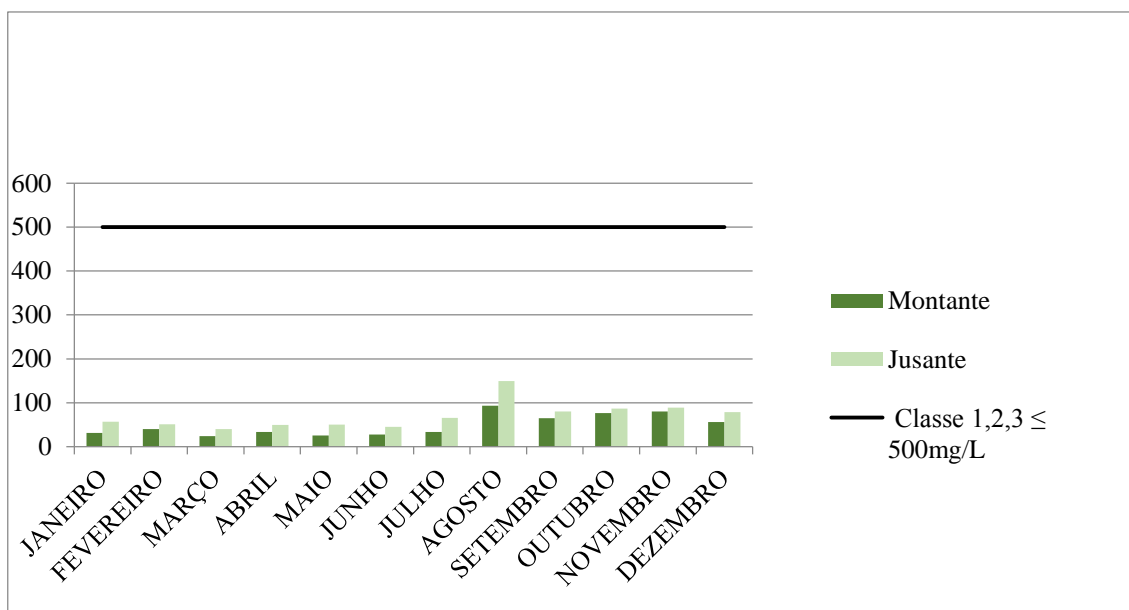
**Figura 7.** Gráfico do monitoramento da Turbidez no corpo receptor da ETE Aurenny.

Os limites de Cor Verdadeira estabelecidos pela Resolução CONAMA n°. 375/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 1, 2 e 3 foram excedidos à montante nos meses de janeiro, fevereiro, março e outubro e à jusante no mês de fevereiro, conforme a figura 8.



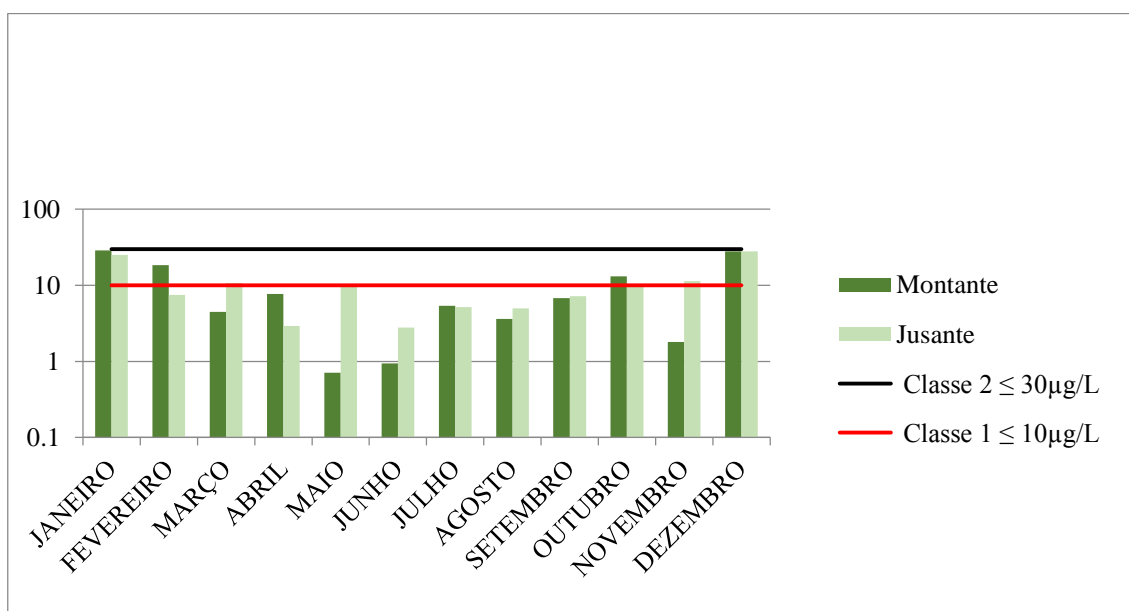
**Figura 8.** Gráfico do monitoramento da Cor Verdadeira no corpo receptor da ETE Aurenny.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1, 2 e 3, conforme a figura 9.



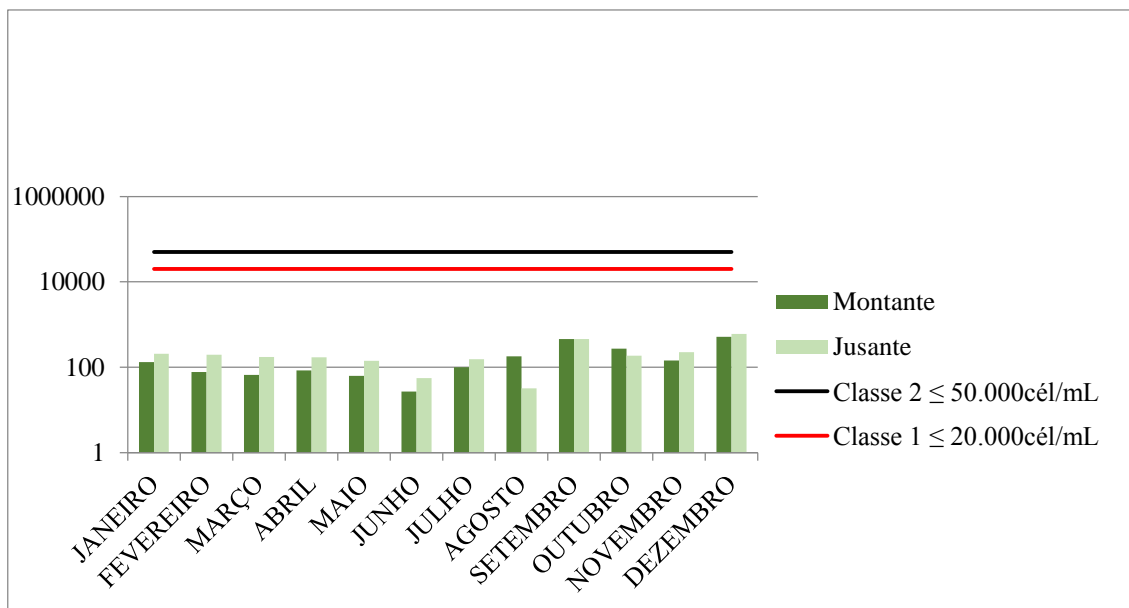
**Figura 9.** Gráfico do monitoramento de Sólidos Dissolvidos Totais no corpo receptor da ETE Aurenny.

Os limites de Clorofila a estabelecidos pela Resolução CONAMA n°. 375/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 1 foram excedidos nos meses de janeiro, fevereiro (montante), março (jusante), outubro e dezembro, se enquadrando estes na classe 2, conforme a figura 10.



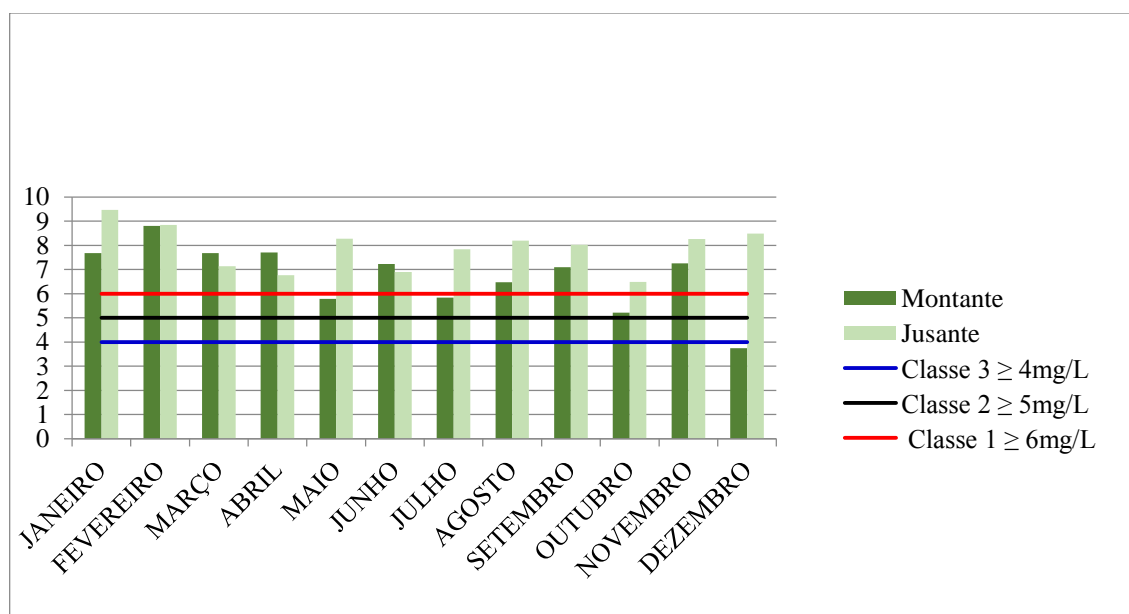
**Figura 10.** Gráfico do monitoramento de Clorofila a no corpo receptor da ETE Aurenny.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Cianobactérias atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme a figura 11.



**Figura 6.** Gráfico do monitoramento de Cianobactérias no corpo receptor da ETE Aurenly.

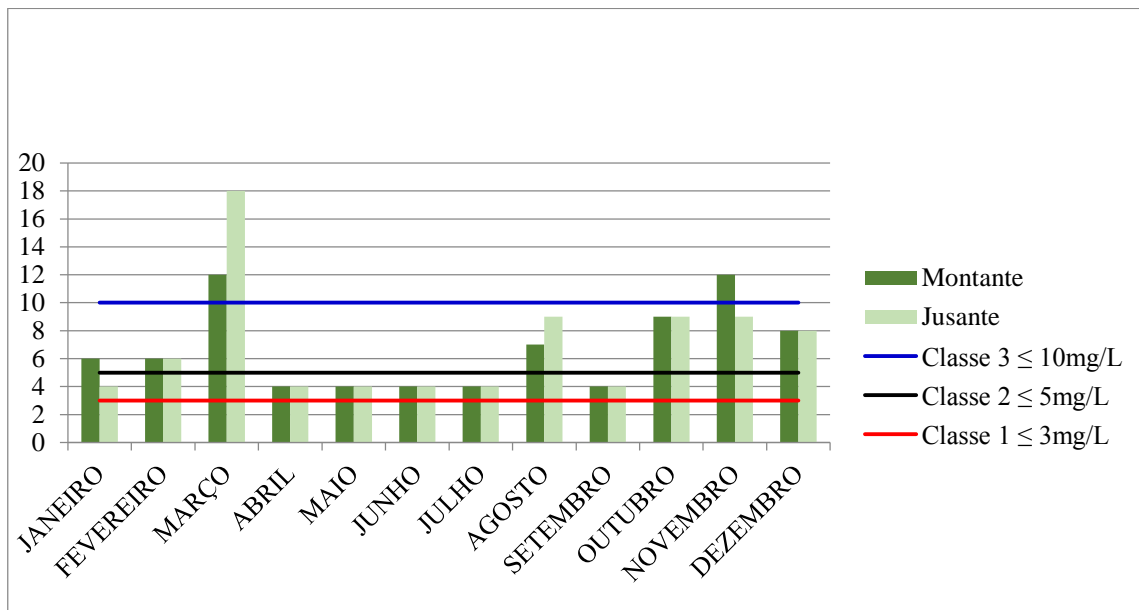
No corpo receptor, o parâmetro Oxigênio Dissolvido não atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 nos meses de maio (montante), julho (montante), outubro (montante), se enquadrando estes na classe 2. Classe 3 para o mês de dezembro (montante do ponto de lançamento), conforme a figura 12.



**Figura 7.** Gráfico do monitoramento do Oxigênio Dissolvido no corpo receptor da ETE Aurenly.

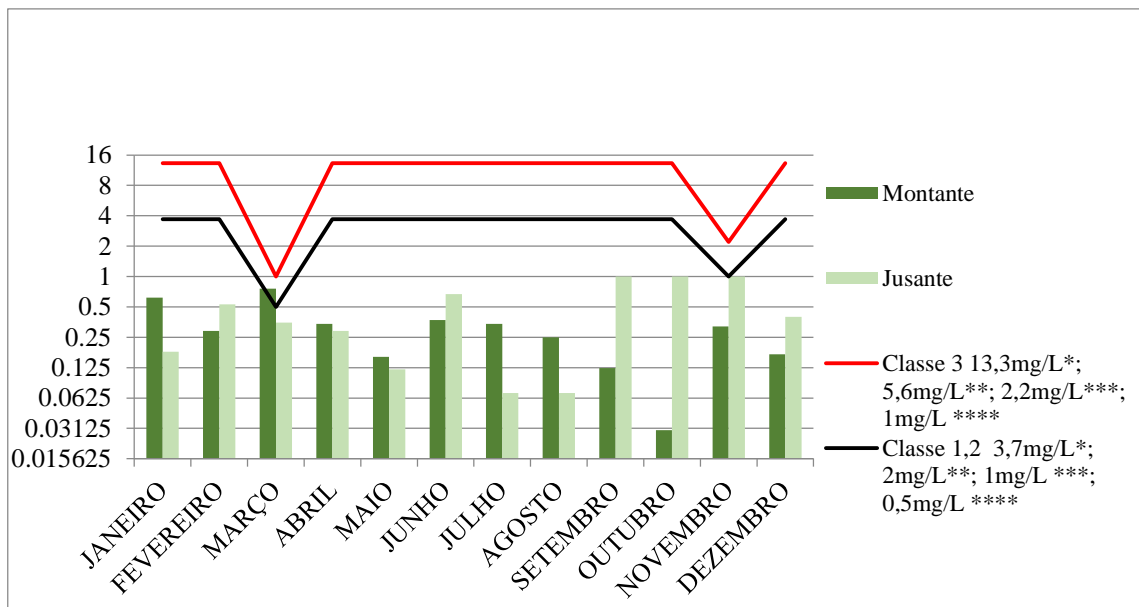
No corpo receptor, o parâmetro DBO não atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1, para a classe 2 os meses de janeiro (jusante), abril, maio, junho, julho, setembro atenderam ao limite. Para o restante,

janeiro (montante), fevereiro, março, agosto, outubro, novembro e dezembro se enquadraram na classe 3, conforme a figura 13.



**Figura 8.** Gráfico do monitoramento da DBO no corpo receptor da ETE Aurenry.

Os limites de Nitrogênio Amoniacal estabelecidos pela Resolução CONAMA n°. 375/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 1 e 2 foram atendidos em todos os meses de 2015 exceto no mês de março à montante do lançamento, ficando esse na classe 3, conforme a figura 14.

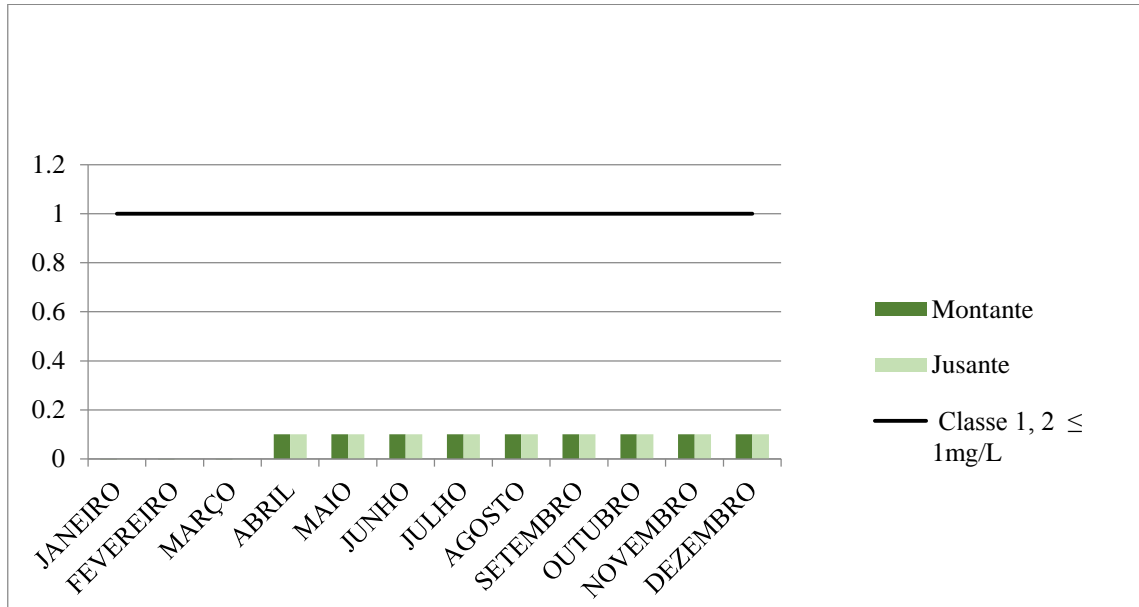


**Figura 9.** Gráfico do monitoramento do Nitrogênio Amoniacal no corpo receptor da ETE Aurenry.

Para Classe 1 e 2: \*3,7mg/L para pH ≤ 7,5; \*\*2mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0; \*\*\*1mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5; \*\*\*\*0,5mg/L para pH > 8,5.

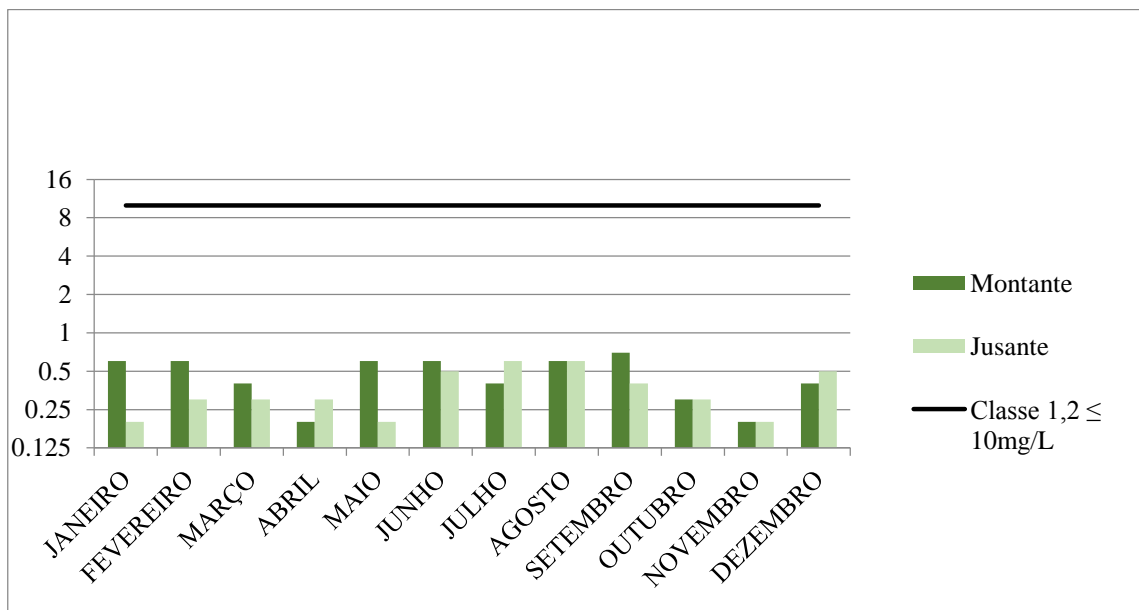
Para Classe 3: \*13,3mg/L para pH ≤ 7,5; \*\*5,6mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0; \*\*\*2,2mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5; \*\*\*\*1mg/L para pH > 8,5.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro nitrito atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme a figura 15.



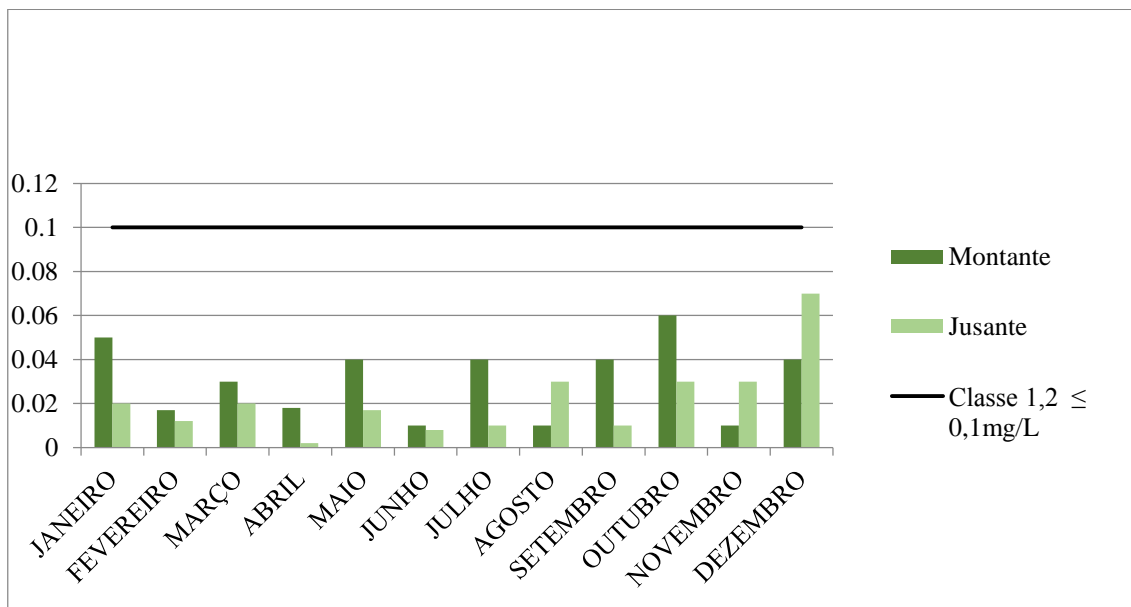
**Figura 10.** Gráfico do monitoramento do Nitrito no corpo receptor da ETE Aurenly.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro nitrato atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme a figura 16.



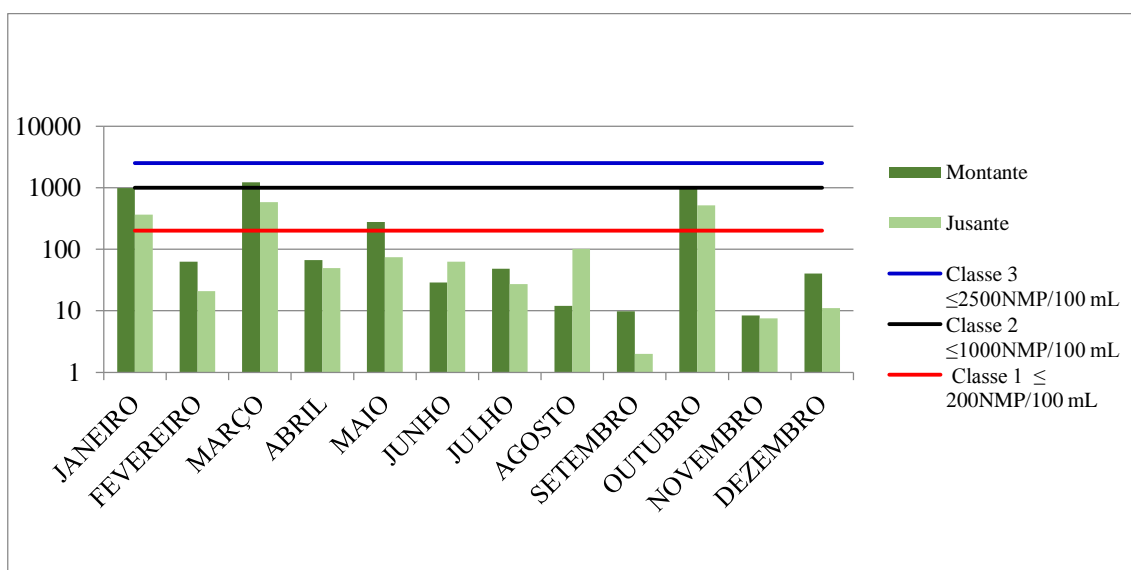
**Figura 11.** Gráfico do monitoramento do Nitrato no corpo receptor da ETE Aurenly.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro fósforo total atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme a figura 17.



**Figura 17.** Gráfico do monitoramento do Fósforo Total no corpo receptor da ETE Aurenly.

No corpo receptor, o parâmetro *Escherichia coli* quantitativo atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 nos meses fevereiro, abril, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro. Para os meses de janeiro, março (jusante), maio (montante) e outubro (jusante) ficaram nos limites da classe 2. Para os meses março (montante) e outubro (montante) ficaram na classe 3, conforme a figura 18.



**Figura 18.** Gráfico do monitoramento da *Escherichia coli* no corpo receptor da ETE Aurenly.

Os resultados do monitoramento demonstraram que o corpo receptor apresenta características adequadas a classe 02 tanto à montante quanto à jusante do ponto de lançamento.

Von Sperling (2005) menciona que a repercussão mais nociva da contaminação de um corpo hídrico por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causada pela respiração dos microrganismos decompositores envolvidos na depuração dos esgotos. Quando a taxa de consumo é superior à taxa de produção, a concentração de oxigênio tende a decrescer.

### **5.1.3 Padrão de Lançamento de Efluentes**

A Lei Estadual nº. 261 de 20/02/91 (TOCANTINS, 1991), que dispõe sobre a Política Ambiental do Estado do Tocantins, em seu artigo 12, proíbe o lançamento no meio ambiente de qualquer forma de matéria, energia ou substâncias às águas, à flora e à fauna que possa torná-las impróprias, nocivas ou ofensivas à saúde ou inconveniente, inoportuna ou incômoda ao bem-estar. A mesma Lei, em seu artigo 15, obriga que atividades potencialmente poluidoras devam ser previamente licenciadas.

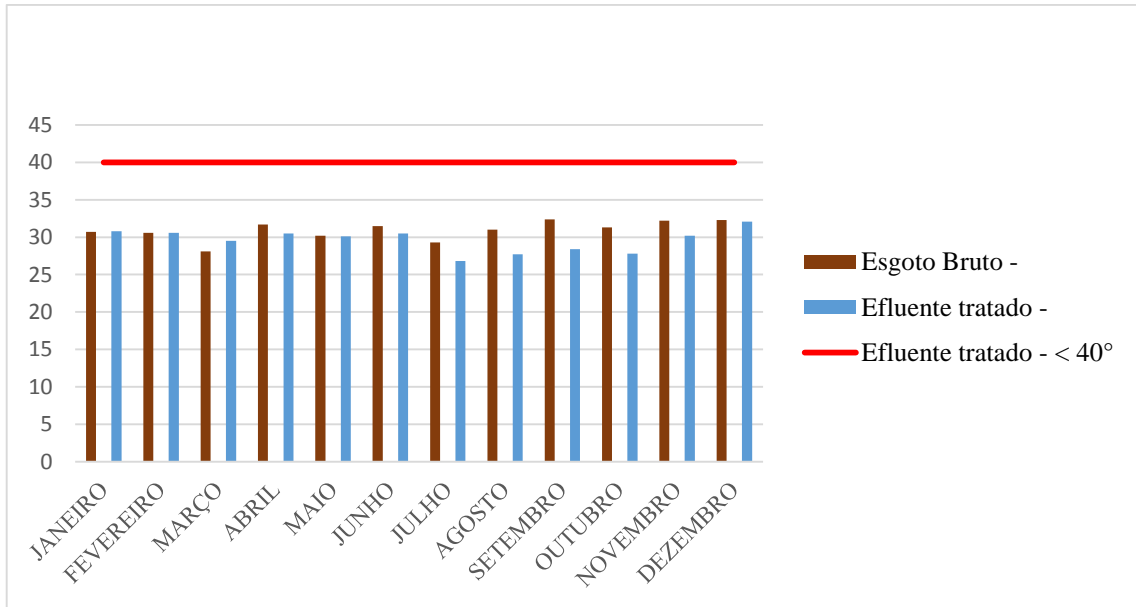
A Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente – COEMA, nº. 07 de 9/8/2005 (COEMA, 2005) enquadra a futura estação de tratamento de esgotos de Palmas, pelo seu tamanho, como de Grande Porte, exigindo todo o processo de licenciamento ambiental para sua legalização. Já para o lançamento subaquático de efluentes é efetuado através de tubulações (emissários), cuja extremidade normalmente é dotada de difusores. Junto ao ponto de lançamento ocorrem os fenômenos de diluição inicial, dispersão e decaimento de carga poluidora.

A junção destes fatores deve propiciar a minimização do impacto do lançamento de forma que sejam atendidas no corpo receptor as características ambientais compatíveis com sua classe de uso.

De acordo com o art. 24 da Resolução CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005), os efluentes de qualquer fonte poluidora só poderão ser lançados direta ou indiretamente nos corpos d'água após o devido tratamento, obedecendo às condições e padrões dispostos na Resolução. Ainda, os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com as metas intermediárias ou finais ou padrões de qualidade da classe de seu enquadramento.

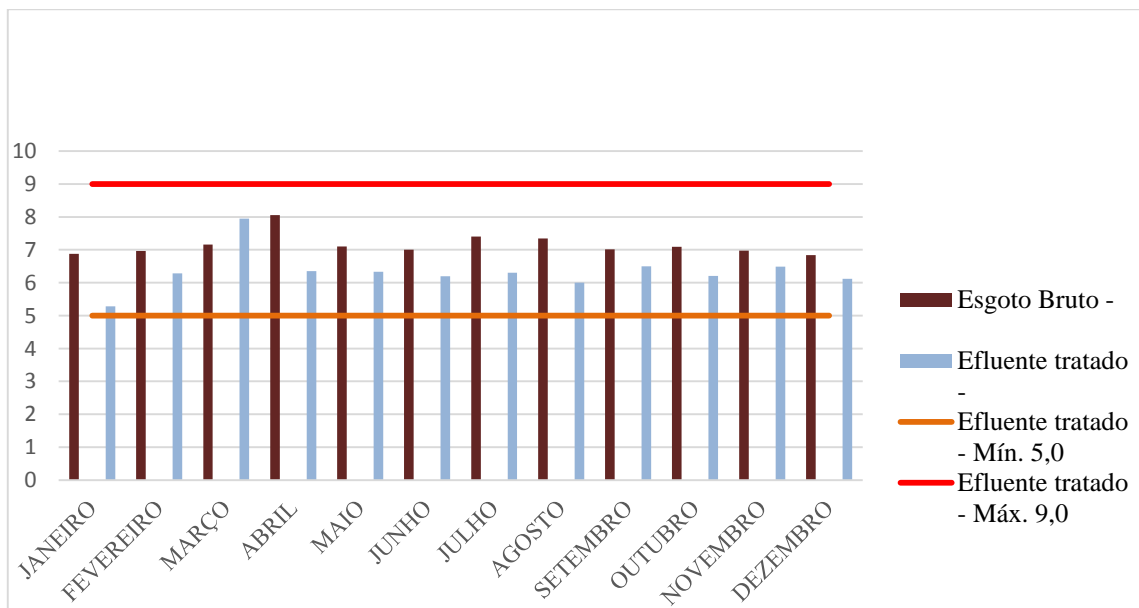
Os resultados do monitoramento da qualidade do efluente tratado da ETE Aurenny lançado no corpo receptor e sua adequação perante a Resolução CONAMA n°. 430/2011 (BRASIL, 2011) são mostrados a seguir.

Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro Temperatura atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA n°. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme a figura 19.



**Figura 19.** Gráfico do monitoramento da Temperatura na ETE Aurenny.

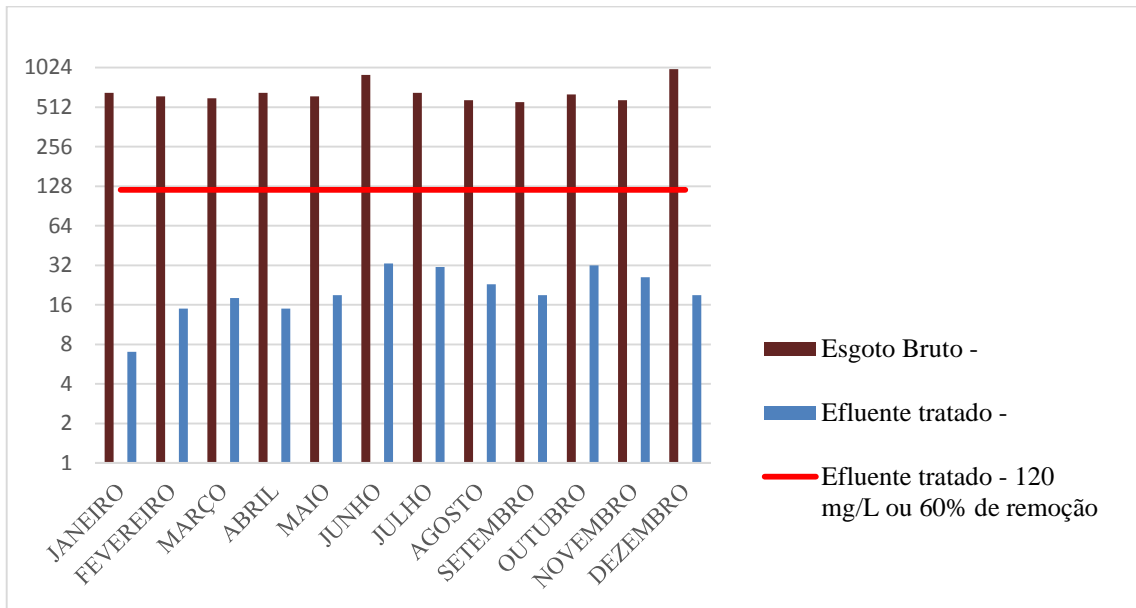
Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro pH atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA n°. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme a figura 20.



**Figura 12.** Gráfico do monitoramento do pH na ETE Aurenny.

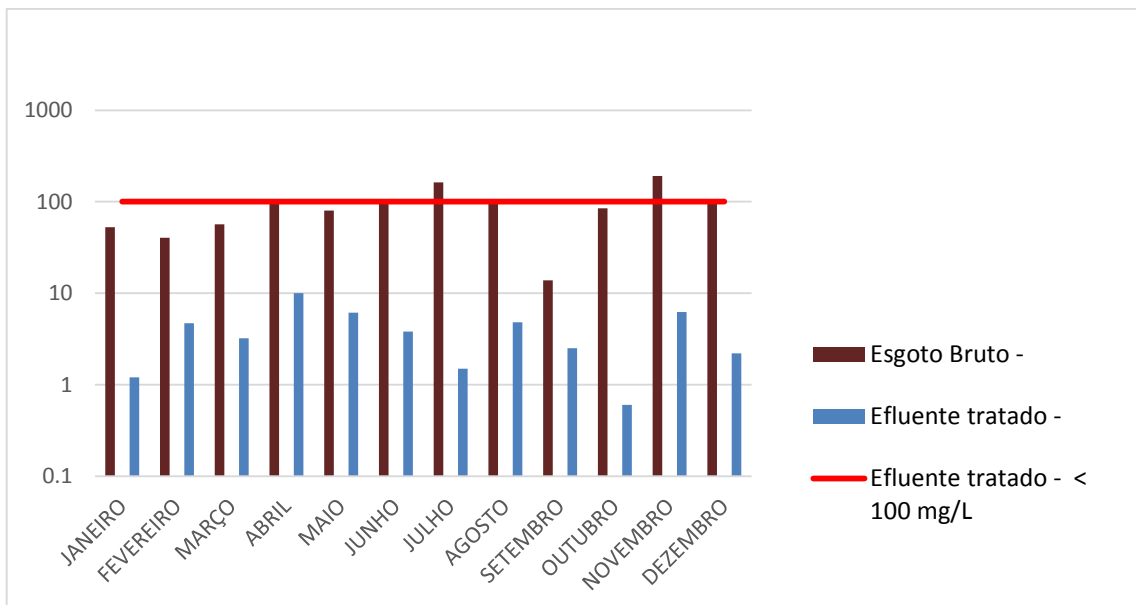


Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro DBO atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA n°. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme a figura 21.



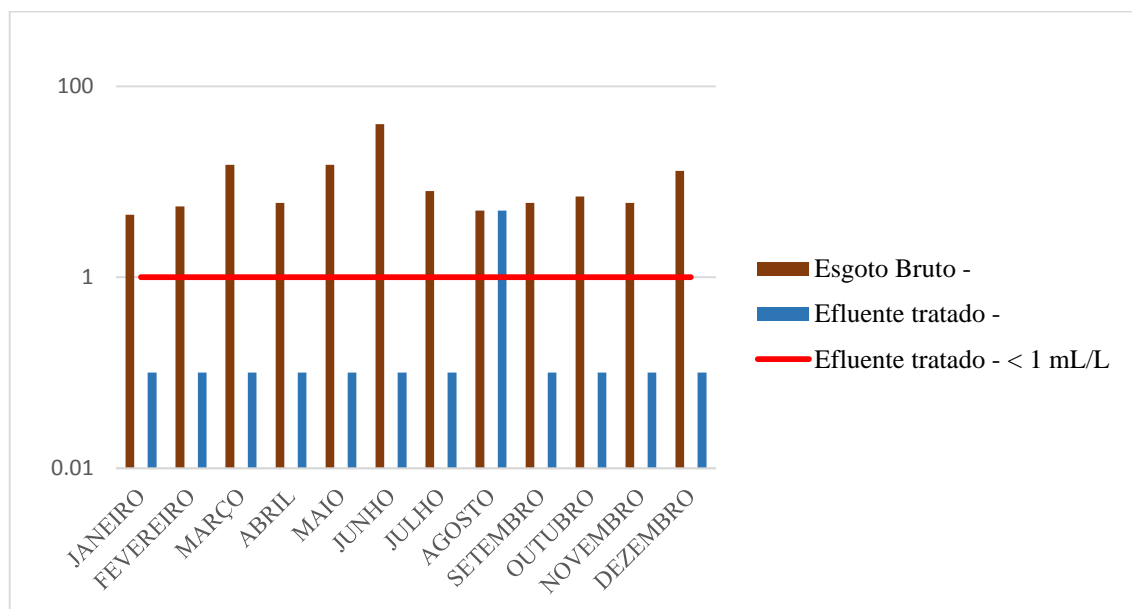
**Figura 13.** Gráfico do monitoramento da DBO na ETE Aurenny.

Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro Substâncias solúveis em hexano atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA n°. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 22.



**Figura 14.** Gráfico do monitoramento da Substância solúveis em hexano na ETE Aurenny.

Para o efluente tratado, com exceção no mês de agosto, o parâmetro Materiais Sedimentáveis atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA n°. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 23.



**Figura 15.** Gráfico do monitoramento de Materiais sedimentáveis na ETE Aurenny.

Os resultados do monitoramento da qualidade do efluente tratado da ETE Aurenny lançado no corpo receptor, Reservatório da UHE Lajeado, mostram que os parâmetros monitorados estão de acordo com a Resolução CONAMA n°. 430/2011 (BRASIL, 2011).

#### 5.1.4 Atendimento à Outorga

A Resolução n°. 458, de 08 de julho de 2009, da Agência Nacional de Águas - ANA (ANA, 2009), outorga a ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS, o direito de uso de recursos hídricos para diluição de efluentes tratados no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Lajeado, situado no rio Tocantins, com a finalidade de esgotamento sanitário da ETE Aurenny, com as seguintes características:

- a) Coordenadas geográficas do ponto de lançamento de efluentes tratados: 10°17'25,01'' de Latitude Sul e 48°19'32,37'' de Longitude Oeste;
- b) Vazão média de lançamento de 178,14 m<sup>3</sup>/h (49,48 L/s), operando 24 h/dia, durante todos os dias do ano;
- c) Vazão máxima instantânea de lançamento de 267,21 m<sup>3</sup>/h (74,23 L/s), operando 24 h/dia, durante todos os dias do ano;

- d) Carga diária de lançamento de DBO<sub>5,20</sub>: 260,95 kg;
- e) Vazão de diluição de DBO<sub>5,20</sub>: 2.484 m<sup>3</sup>/h (690 L/s);
- f) Vazão indisponível de DBO<sub>5,20</sub>: 2.664 m<sup>3</sup>/h (740 L/s).

Conforme o artigo 2 da mesma portaria, a outorga vigorará até 3 de julho de 2020. O quadro 8 apresenta as médias mensais das vazões de lançamento (saída do sistema):

**Quadro 7.** Vazão de lançamento (2015) médias mensais ETE Aurenny

MÊS	Q Méd (L/s)	Q Máx (L/s)	Q Mín (L/s)
<b>Janeiro</b>	42,57	54,80	41,67
<b>Fevereiro</b>	41,91	54,00	40,00
<b>Março</b>	42,20	53,00	41,67
<b>Abril</b>	42,51	48,90	38,80
<b>Mai</b>	41,85	53,00	41,00
<b>Junho</b>	42,24	59,00	41,67
<b>Julho</b>	41,60	41,67	39,50
<b>Agosto</b>	41,56	42,80	39,00
<b>Setembro</b>	42,85	60,30	38,00
<b>Outubro</b>	54,51	64,20	30,00
<b>Novembro</b>	52,92	64,20	38,80
<b>Dezembro</b>	64,20	64,40	64,20

Os maiores valores de vazões, em todos os pontos de amostragens, ocorreram devido ao maior índice pluviométrico na época, nos meses de outubro a dezembro.

Pode-se verificar pelos relatórios de monitoramento a quantidade de carga orgânica lançada no ano de 2015. O quadro 9 apresenta a quantidade de DBO lançada mensalmente:

**Quadro 8.** DBO de entrada e saída do sistema de tratamento referente ao ano de 2015 da ETE Aurenny.

<b>Características do Esgoto Bruto:</b>													
DBO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA MENSAL
(mg/l)	660	620	600	660	620	900	660	580	560	640	580	1000	673,33
<b>Características do Efluente Tratado:</b>													
DBO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA MENSAL
(mg/l)	7	15	18	15	19	33	31	23	19	32	26	19	21,42

O quadro 10 apresenta a comparação com os dados outorgáveis e os dados operacionais (vazão média e DBO). Já o quadro 11 mostra os valores outorgáveis e o quadro 12 os dados operacionais.

**Quadro 9.** Comparativo entre valores outorgados e valores operacionais de 2015 da ETE Aurenny.

OUTORGA		OPERACIONAL			
Vazão (L/s)	Carga Orgânica (KgDBO/dia)	Vazão média tratada (L/s)	DBO média operacional (mg/L)	Carga Orgânica (kgDBO/dia)	DBO carga poluidora (kg/mês)
49,48	260,95	45,91	21,42	84,96	2548,8

**Quadro 10.** Dados de outorga ETE Aurenny.

Vazão (L/s)	49,48
Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	4275,07
Carga Orgânica (Kg DBO/dia)	260,95
DBO (Kg/m <sup>3</sup> )	0,06104
DBO (mg/L)	0

**Quadro 11.** Dados operacionais ETE Aurenny.

Vazão (L/s)	45,91
Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	3966,62
DBO (mg/L)	21,42
DBO (Kg/m <sup>3</sup> )	0,02
Carga Orgânica (Kg DBO/dia)	84,96509

Analisando os valores outorgados com os dados operacionais de 2015 pode-se concluir que a vazão média de lançamento, 45,91 L/s, atende os limites da outorga que é de 49,48 L/s. Porém é necessário averiguar condições futuras de operação na busca do atendimento às classes atuais. Condições tais como aumento da vazão, aumento populacional e aumento de carga orgânica.

## 5.1.5 Sobre a Adequação da ETE Aurenay

### 5.1.5.1 Eficiência de remoção

Os quadros 13 e 14 apresentam os resultados do esgoto bruto (afluente) e do esgoto tratado (efluente) da ETE Aurenay, no ano de 2015. Esses dados foram retirados dos relatórios de monitoramento realizado pela ODEBRECHT AMBIENTAL /SANEATINS.

**Quadro 12.** Porcentagem de remoção da ETE Aurenay.

Parâmetro	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Materiais Sedimentáveis	97,78%	98,18%	99,33%	98,33%	99,33%	99,74%
DBO	98,94%	97,58%	97,00%	97,73%	96,94%	96,33%
DQO	97,58%	96,40%	98,10%	96,70%	98,16%	97,52%
Coliformes termotolerantes	99,99%	95,22%	99,90%	100,00%	100,00%	100,00%
Fósforo Total	97,82%	86,48%	98,89%	93,36%	84,56%	97,75%
Nitrogênio amoniacal total	3,62%	-7,28%	-68,72%	35,55%	30,93%	34,77%
Sólidos Suspensos Totais	98,54%	96,50%	98,07%	98,71%	97,24%	97,50%
Nitrato	98,21%	98,08%	58,33%	93,75%	83,33%	82,14%
Nitrito	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sólidos Totais	35,68%	57,78%	49,83%	29,33%	39,19%	57,26%
Substâncias Solúveis em Hexano	89,09%	96,03%	96,63%	89,60%	95,68%	99,65%

**Quadro 13.** Porcentagem de remoção da ETE Aurenay (continuação).

Parâmetro	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
Materiais Sedimentáveis	98,75%	0,00%	98,33%	98,57%	98,33%	99,23%	90,49%
DBO	95,30%	96,03%	96,61%	95,00%	95,52%	98,10%	96,76%
DQO	94,64%	94,78%	95,81%	95,76%	94,38%	97,45%	96,44%
Coliformes termotolerantes	99,97%	100,00%	99,95%	100,00%	99,96%	99,98%	99,58%
Fósforo Total	98,81%	94,65%	99,49%	98,16%	94,65%	99,17%	95,32%
Nitrogênio amoniacal total	23,59%	-8,58%	22,41%	18,56%	-16,63%	33,13%	8,45%
Sólidos Suspensos Totais	96,32%	87,40%	95,08%	97,00%	93,98%	98,17%	96,21%
Nitrato	87,50%	82,61%	80,95%	94,74%	95,00%	92,86%	87,29%
Nitrito	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sólidos Totais	39,02%	45,00%	46,41%	43,62%	51,29%	62,56%	46,41%
Substâncias Solúveis em Hexano	94,90%	98,31%	99,14%	99,81%	98,47%	98,39%	96,31%

Observa-se, de maneira geral, que a maior parte das eficiências de remoção dos parâmetros analisados encontram-se elevadas, acima de 85%, em virtude dos processos de tratamento empregados. Porém, os parâmetros Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrito e Sólidos Totais, apresentaram valores inferiores a 50%.

A emissão em excesso pode levar ao acúmulo de nutrientes, fenômeno chamado de eutrofização, que faz com que haja o crescimento excessivo de algas e cianobactérias, resultando na alteração da fauna e flora do corpo receptor.

A liberação de sólidos pode levar ao assoreamento do corpo receptor, pois os sedimentos provenientes do efluente contribuem com sedimentos para o rio ou córrego. Aumenta a turbidez da água, reduzindo sua transparência e reduzindo a fotossíntese, gerando impactos na vida aquática.

A baixa remoção desses parâmetros pode trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, comprometendo a qualidade dos efluentes, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição dos seres aquáticos.

A ETE Aurenny apresenta um efluente com resultados médios de eficiência de remoção de 73,93%.

## **5.2 Estação de tratamento de esgotos – ETE Prata**

A Estação de Tratamento de Esgotos - ETE do Prata está localizada entre as Quadras 607 Sul e 709 Sul, próxima da Avenida LO-15. O processo de tratamento consiste de reator anaeróbio de fluxo ascendente, seguido de flotor por ar dissolvido - FAD. O lodo gerado no processo é desidratado em leito de secagem natural e por centrifugação. O efluente tratado da ETE é lançado no Córrego Prata.

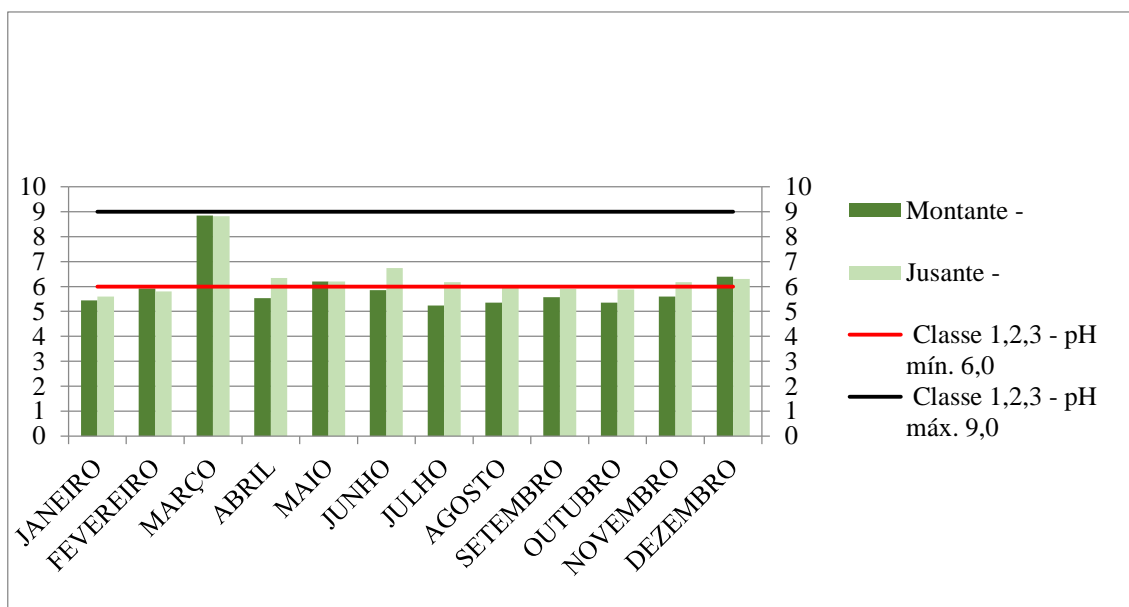
O processo de tratamento da ETE Prata é constituído de:

- Tratamento Preliminar com peneira mecanizada e desarenador mecanizado
- Tratamento Primário: Reator anaeróbio de fluxo ascendente - RAFA
- Tratamento Terciário: Flotação com ar dissolvido
- Tratamento do lodo gerado: Tanques de lodo + centrífuga
- Queimador de Gás
- Unidades auxiliares
  - Casa do operador
  - Casa de centrífuga
  - Tanques de contenção de produtos químicos

### **5.2.1 Análise da Qualidade da Água para Enquadramento**

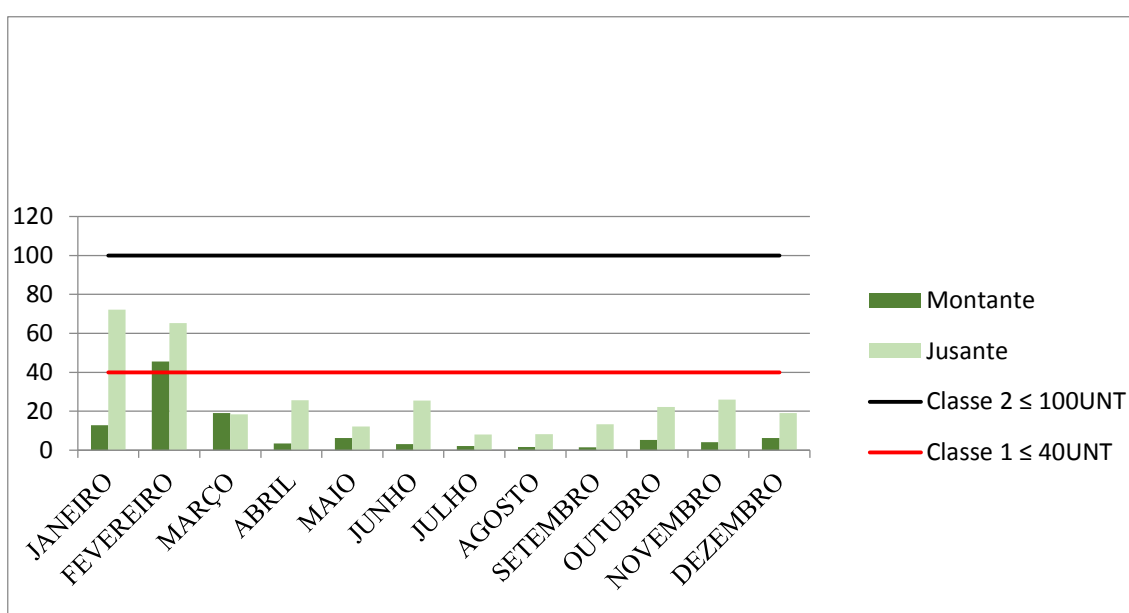
Os resultados do monitoramento da qualidade do corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento de efluentes e sua adequação perante a Resolução CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005), para as Classes 1, 2 e 3 são mostrados a seguir.

No corpo receptor, nos meses de março, abril (jusante), maio, junho (jusante), julho (jusante), novembro (jusante) e dezembro, o parâmetro pH atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA nº. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1, 2 e 3. Para o restante dos meses ficou sem classe, conforme figura 24.



**Figura 24.** Gráfico do monitoramento do pH no corpo receptor da ETE Prata.

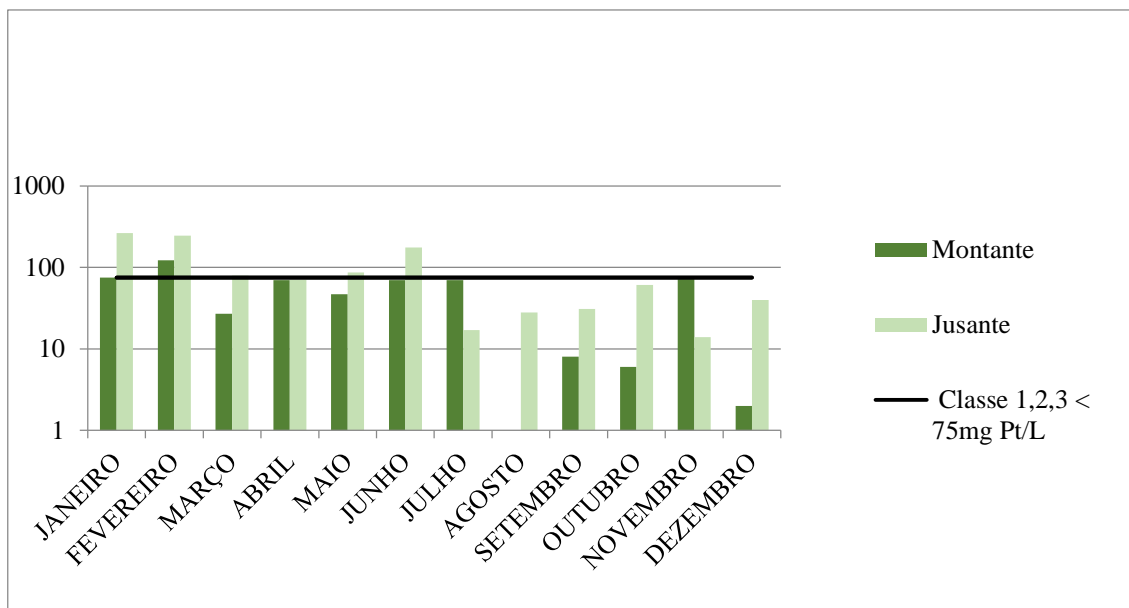
No corpo receptor, com exceção dos meses de janeiro (jusante) e fevereiro atendendo a classe 2, o parâmetro Turbidez atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1, conforme figura 25.



**Figura 25.** Gráfico do monitoramento da Turbidez no corpo receptor da ETE Prata.

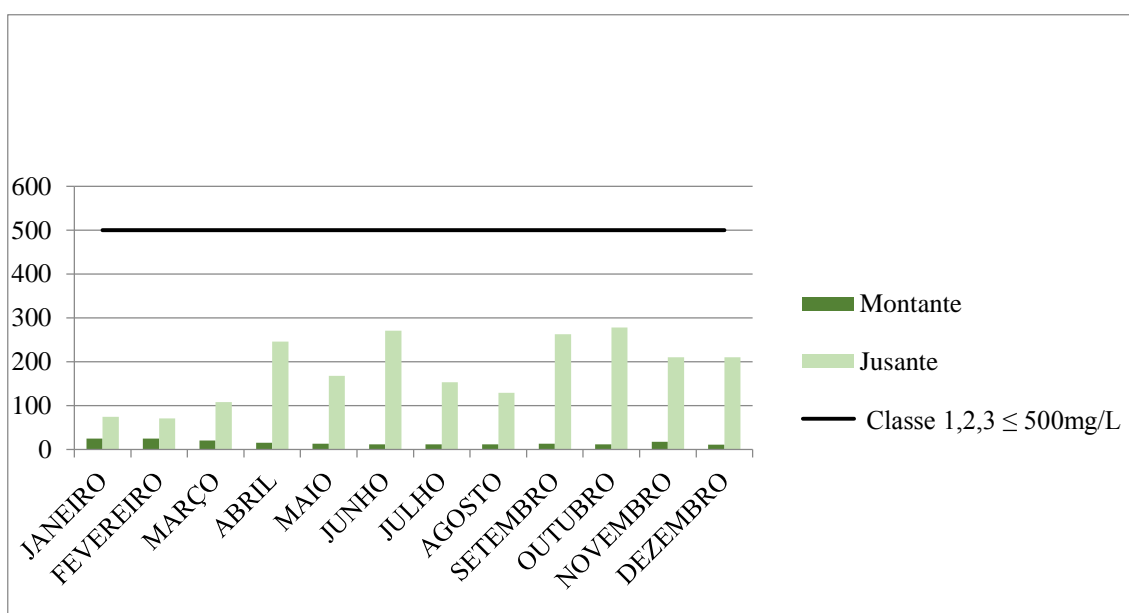
Os limites de Cor Verdadeira estabelecidos pela Resolução CONAMA n°. 375/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 1, 2 e 3 foram excedidos nos meses de janeiro (à jusante), fevereiro, maio (à jusante) e junho (à jusante). Para o restante dos meses foram todos atendidos nas classes 1, 2 e 3, conforme figura 26.





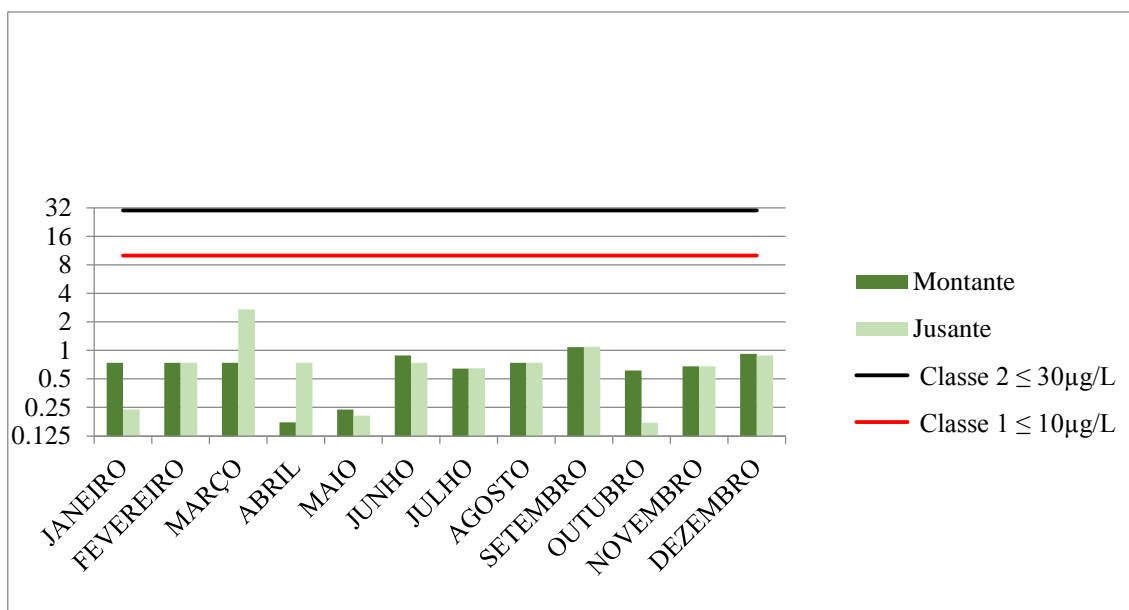
**Figura 16.** Gráfico do monitoramento da Cor Verdadeira no corpo receptor da ETE Prata.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1, 2 e 3, conforme figura 27.



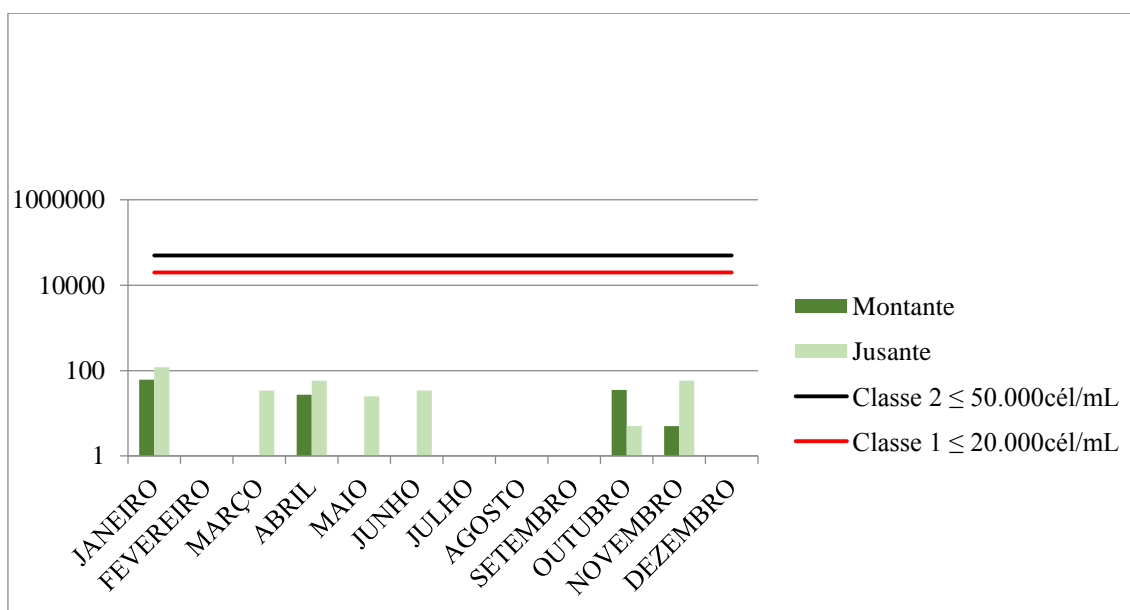
**Figura 27.** Gráfico do monitoramento de Sólidos Dissolvidos Totais no corpo receptor da ETE Prata.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Clorofila a atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme figura 28.



**Figura 28.** Gráfico do monitoramento de Clorofila a no corpo receptor da ETE Prata.

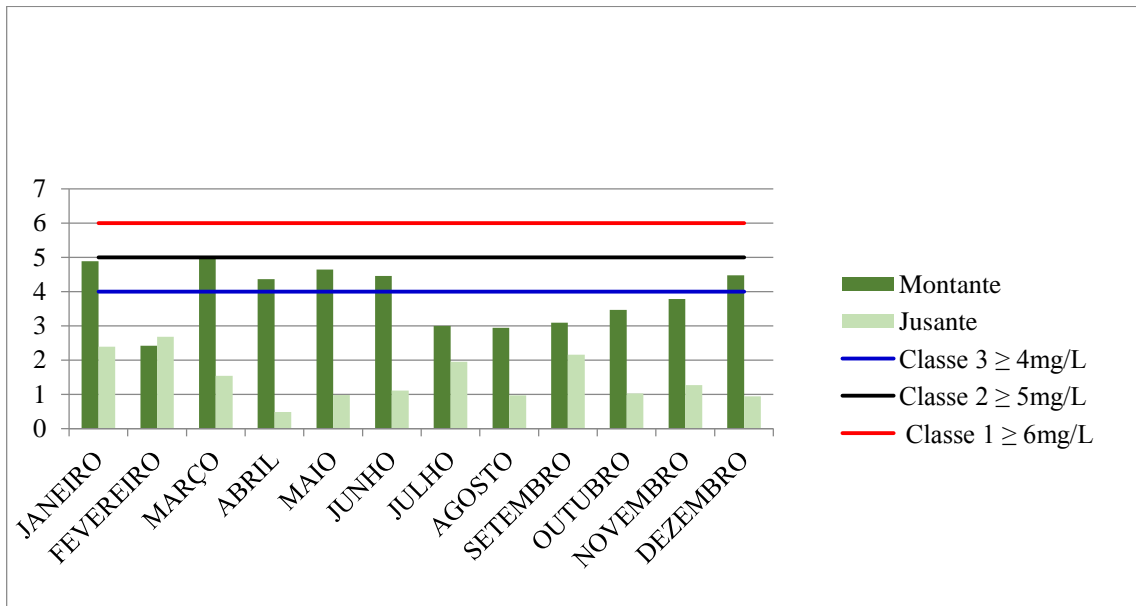
No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Cianobactérias atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme figura 29.



**Figura 29.** Gráfico do monitoramento de Cianobactérias no corpo receptor da ETE Prata.

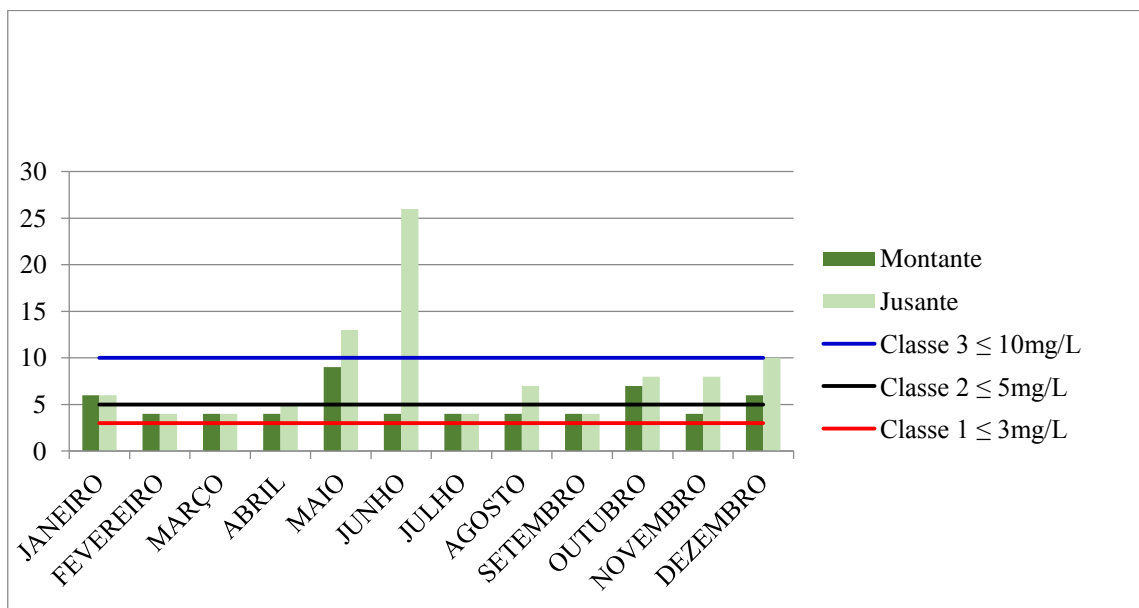
No corpo receptor, nos meses de janeiro, fevereiro, março (montante), abril (montante), maio (montante), junho (montante) julho (montante), agosto (montante), outubro (montante), novembro (montante) e dezembro (montante), o parâmetro Oxigênio Dissolvido atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos

hídricos classe 4, onde preconiza valores superiores a 2. Para o restante dos meses ficou sem classe, conforme figura 30.



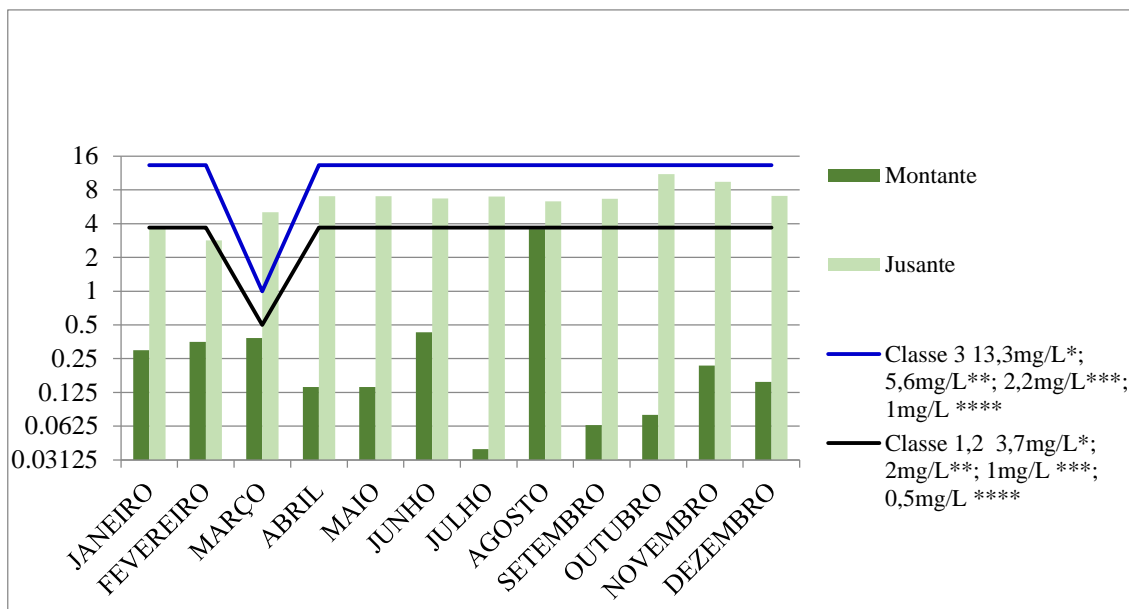
**Figura 17.** Gráfico do monitoramento do Oxigênio Dissolvido no corpo receptor da ETE Prata.

No corpo receptor, o parâmetro DBO não atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1, já para a classe 2 os meses de fevereiro, março, abril, junho (montante), julho, agosto (montante), setembro e novembro (montante) atenderam ao limite. Para os meses, janeiro, maio (jusante), agosto (jusante), outubro, novembro (jusante) e dezembro, os limites se enquadraram na classe 3. Nos meses de maio (jusante) e junho (jusante) ficaram sem classes, conforme figura 31.



**Figura 18.** Gráfico do monitoramento da DBO no corpo receptor da ETE Prata.

Os limites de Nitrogênio Amoniacal estabelecidos pela Resolução CONAMA n°. 375/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe 1 e 2 foram atendidos em todos os meses de 2015 à montante do lançamento. Nos meses de fevereiro a dezembro, ambos à jusante do lançamento, ficaram na classe 3, conforme figura 32.

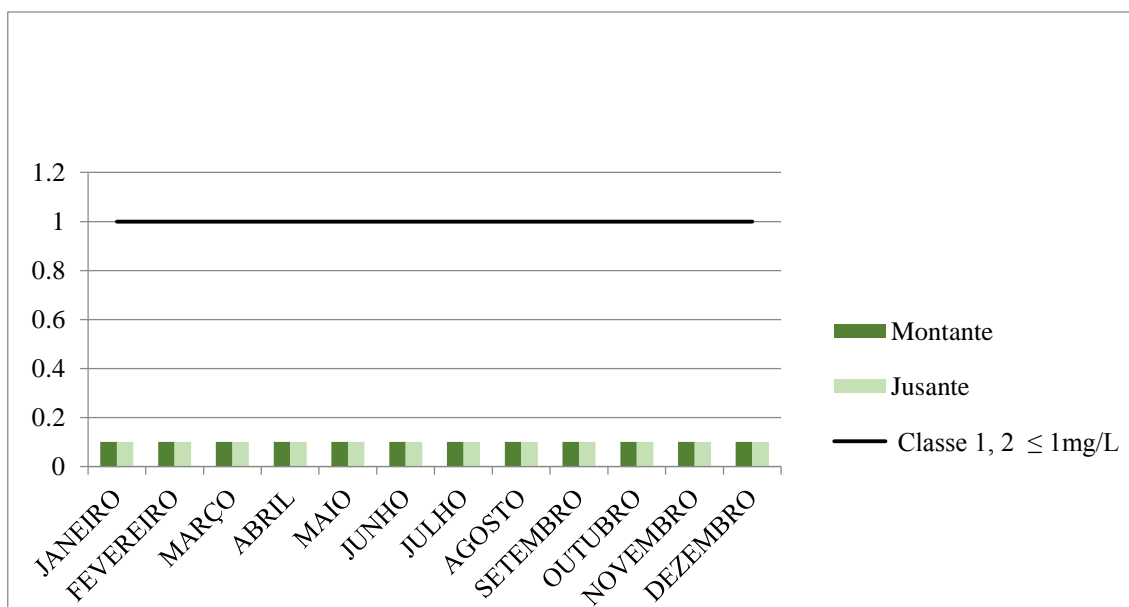


**Figura 32.** Gráfico do monitoramento do Nitrogênio Amoniacal no corpo receptor da ETE Prata.

Para Classe 1 e 2: \*3,7mg/L para pH ≤ 7,5; \*\*2mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0; \*\*\*1mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5; \*\*\*\*0,5mg/L para pH > 8,5.

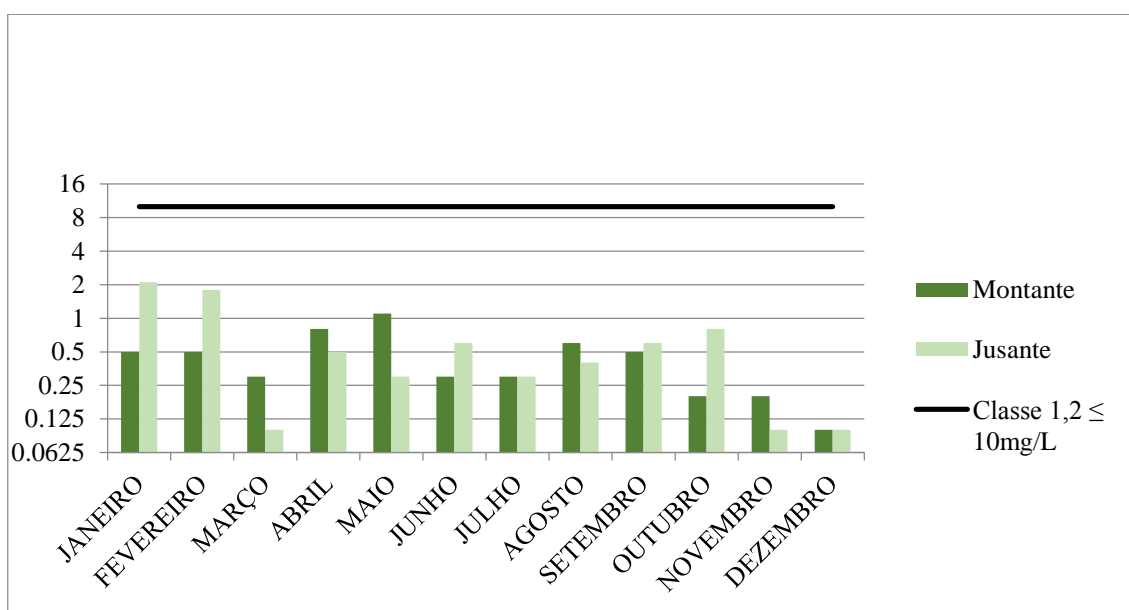
Para Classe 3: \*13,3mg/L para pH ≤ 7,5; \*\*5,6mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0; \*\*\*2,2mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5; \*\*\*\*1mg/L para pH > 8,5.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Nitrito atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme figura 33.



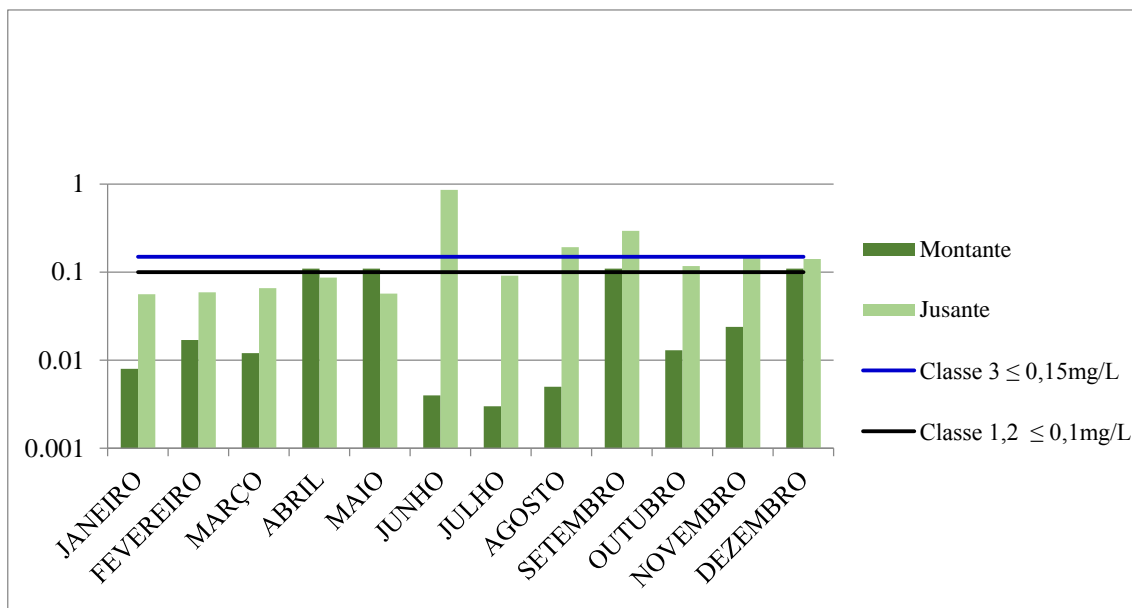
**Figura 33.** Gráfico do monitoramento do Nitrito no corpo receptor da ETE Prata.

No corpo receptor, em todos os meses, o parâmetro Nitrato atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme figura 34.



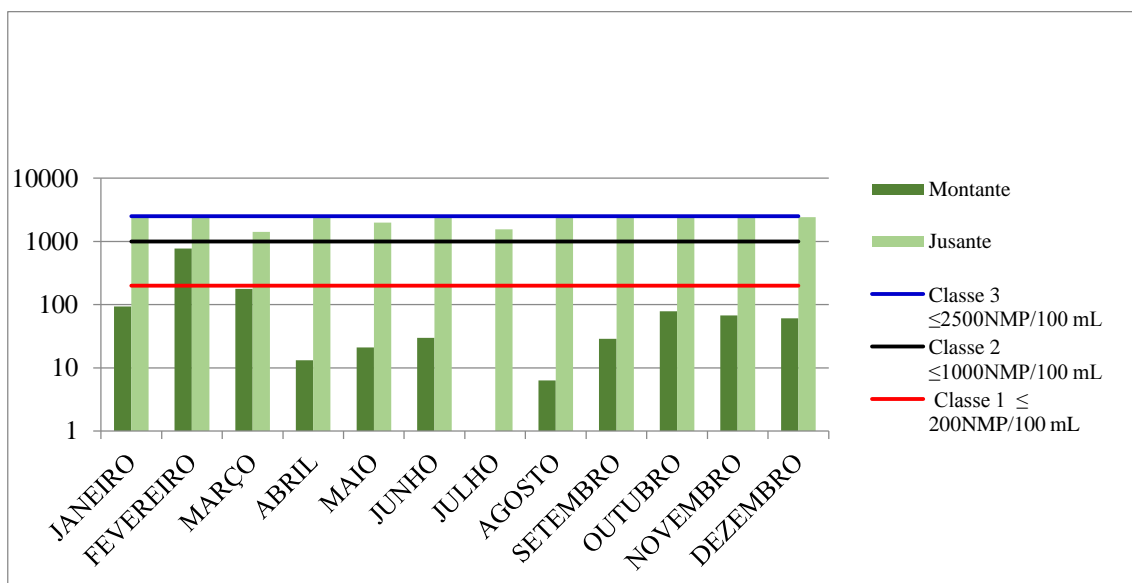
**Figura 34.** Gráfico do monitoramento do Nitrato no corpo receptor da ETE Prata.

No corpo receptor, com exceção dos meses junho (jusante), agosto (jusante), setembro (jusante), outubro (jusante), novembro (jusante) e dezembro (jusante) que se classificam na classe 3, o Parâmetro Fósforo total atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1 e 2, conforme figura 35.



**Figura 35.** Gráfico do monitoramento do Fósforo Total no corpo receptor da ETE Prata.

No corpo receptor, nos meses de janeiro (montante), março (montante), abril (montante), maio (montante), junho (montante), julho (montante), agosto (montante), setembro (montante), outubro (montante), novembro (montante), dezembro (montante) o parâmetro *Escherichia coli* Quantitativo atendeu aos limites estabelecidos no CONAMA n°. 357/05 (BRASIL, 2005) para corpos hídricos classe 1. Para corpos hídricos classe 2, somente o mês de fevereiro (montante do lançamento). Para o restante o parâmetro atendeu a classe 3, conforme figura 36.



**Figura 36.** Gráfico do monitoramento da *Escherichia coli* no corpo receptor da ETE Prata.

Os resultados do monitoramento demonstraram que o corpo receptor, Córrego Prata apresenta características adequadas a classe 2 e 3 tanto à montante quanto à jusante do ponto de lançamento.

Os baixos valores de Oxigênio Dissolvido é devido ao corpo receptor da ETE Prata não possuir vazão suficiente para diluir os efluentes lançados.

O parâmetro Fósforo Total ocorre em elevadas concentrações devido a decomposição de matéria orgânica, causando o crescimento de algas e desestabilizando os ecossistemas aquáticos.

Os altos valores do parâmetro *Echerichia coli* é ocasionado pelo não adequado tratamento do efluente lançado pelo atual sistema de tratamento de esgoto.

### 5.2.2 Padrão de Lançamento de Efluentes

Os resultados do monitoramento da qualidade do efluente tratado da ETE Prata lançado no corpo receptor e sua adequação perante a Resolução CONAMA nº. 430/ 2011 (BRASIL, 2011) são mostrados a seguir:

Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro Temperatura atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA nº. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 37.

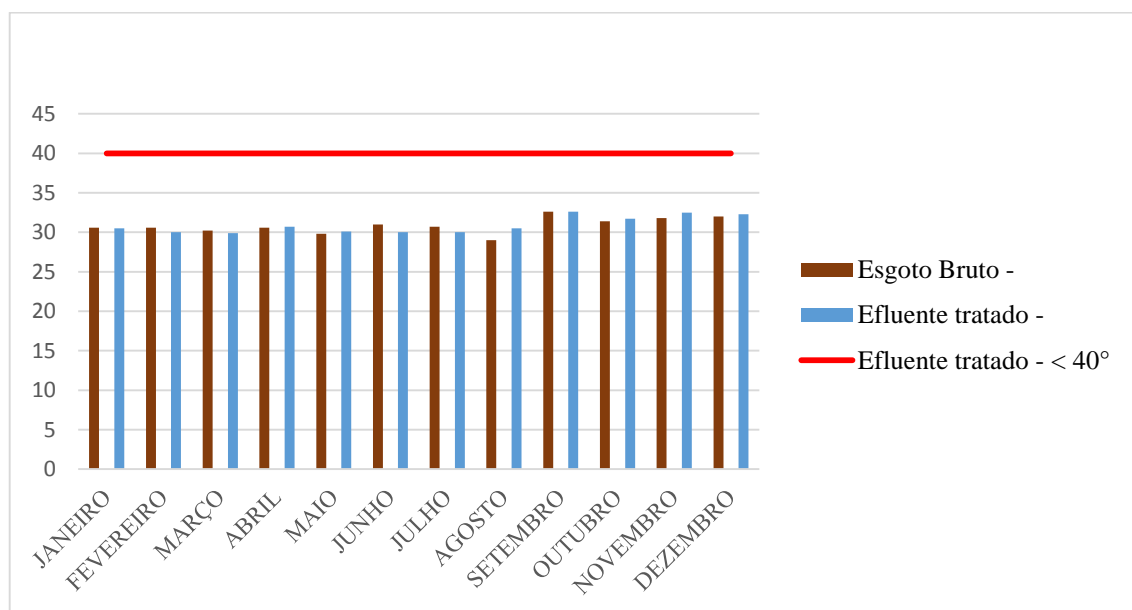
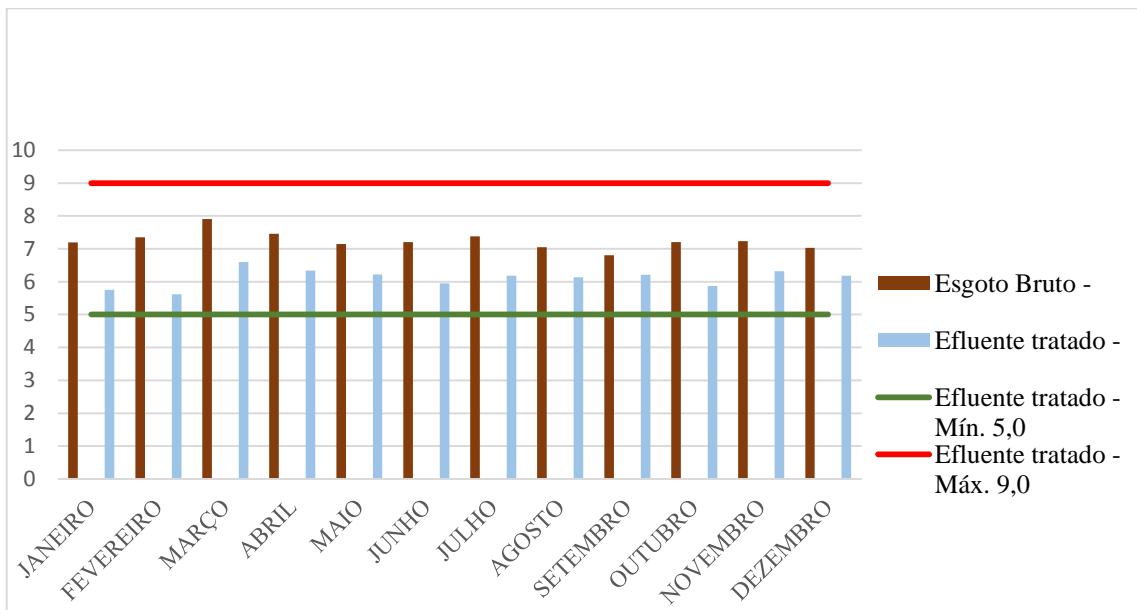


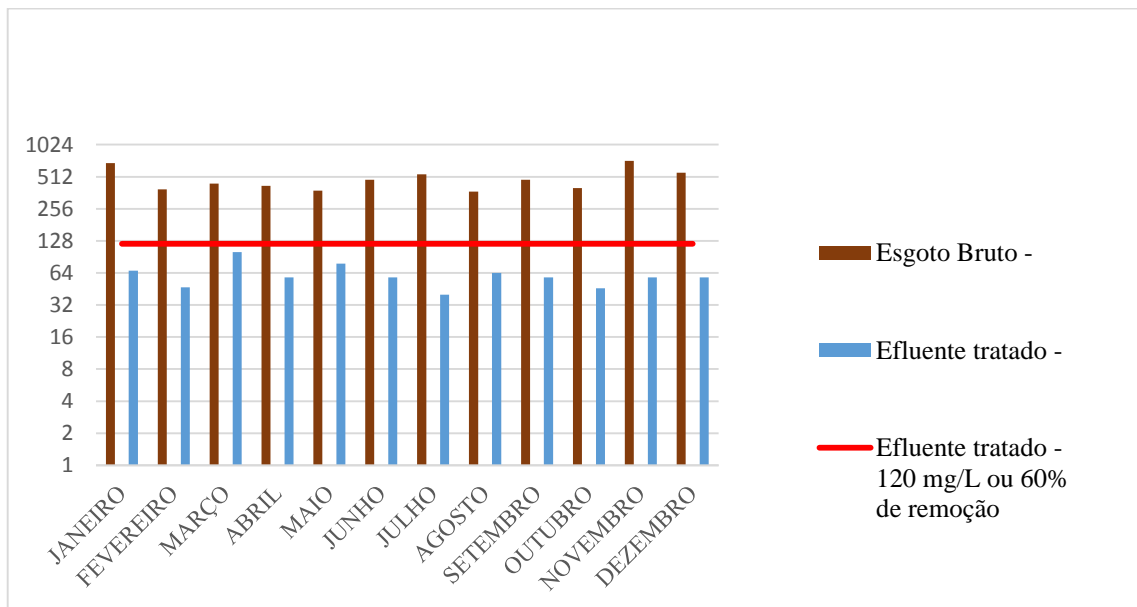
Figura 37. Gráfico do monitoramento da Temperatura na ETE Prata.

Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro pH atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA nº. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 38.



**Figura 38.** Gráfico do monitoramento do pH na ETE Prata.

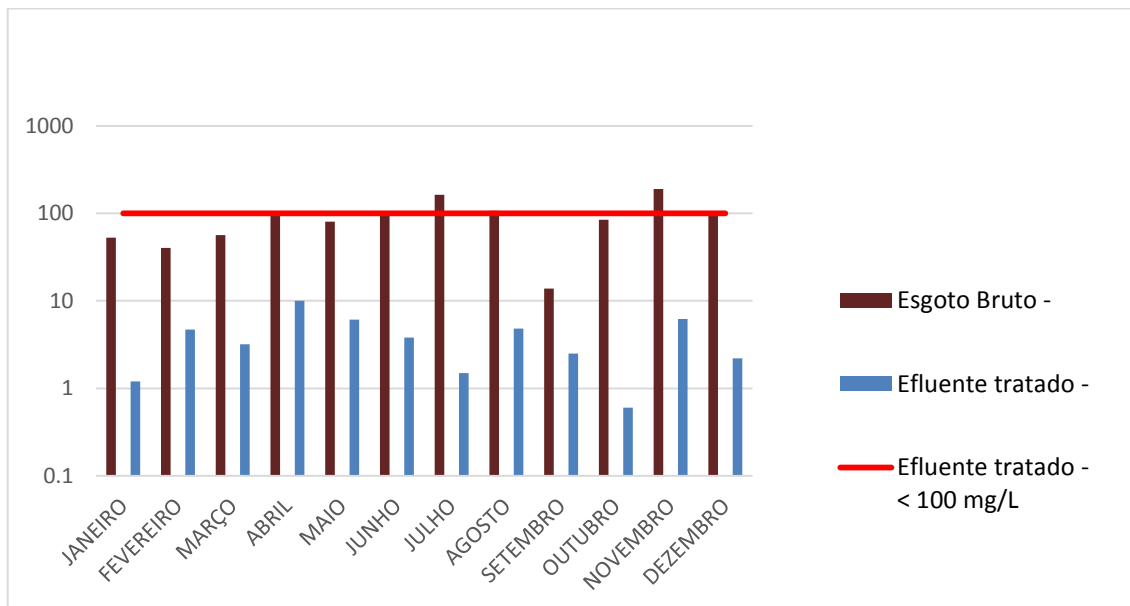
Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro DBO atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA nº. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 39.



**Figura 39.** Gráfico do monitoramento da DBO na ETE Prata.

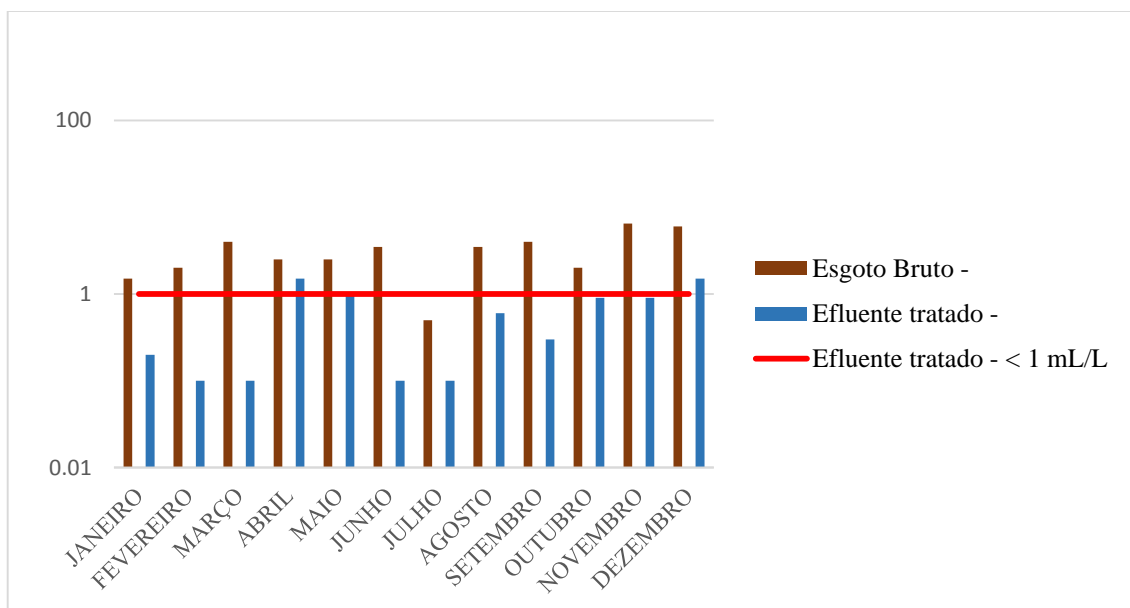


Para o efluente tratado, em todos os meses o parâmetro Substâncias Solúveis em Hexano atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA nº. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 40.



**Figura 19.** Gráfico do monitoramento da Substância solúveis em hexano na ETE Prata.

Para o efluente tratado, com exceção nos meses de abril e dezembro, o parâmetro Materiais Sedimentáveis atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA nº. 430/11 (BRASIL, 2011), conforme figura 41.



**Figura 20.** Gráfico do monitoramento de Materiais sedimentáveis na ETE Prata.

Os resultados do monitoramento da qualidade do efluente tratado da ETE Prata lançado no corpo receptor, Córrego Prata, mostram que os parâmetros monitorados estão de acordo com a Resolução CONAMA nº. 430/2011 (BRASIL, 2011).

### 5.2.3 Atendimento à Outorga

A outorga de lançamento de efluentes deve ser integrada ao enquadramento, pois deverão ser adotados os mesmos parâmetros de enquadramento como sendo os parâmetros outorgáveis.

A ETE Prata está em operação desde o ano 2000 e nesses 16 anos nunca foi dada a outorga de lançamento de efluentes, pois o Córrego Prata mostrou-se incapaz de suportar a carga lançada.

Foi então celebrado um Termo de Compromisso. Desde então este termo vem sendo dado prazo para a empresa desativar a estação. É sabido que esse termo foi celebrado para permitir o lançamento de efluentes com vazão de 29 L/s, em caráter provisório até o ano de 2017.

O quadro 15 apresenta as médias mensais das vazões de lançamento (monitoramento realizado na saída do sistema):

**Quadro 14.** Vazão de lançamento (2015) médias mensais ETE Prata.

MÊS	Q Méd (L/s)	Q Máx (L/s)	Q Mín (L/s)
<b>Janeiro</b>	34,50	314,00	3,10
<b>Fevereiro</b>	38,53	223,80	4,50
<b>Março</b>	37,75	277,00	3,10
<b>Abril</b>	38,89	277,00	4,30
<b>Mai</b>	38,20	109,00	4,30
<b>Junho</b>	45,75	111,00	4,60
<b>Julho</b>	34,23	109,00	4,60
<b>Agosto</b>	34,01	83,80	4,60
<b>Setembro</b>	40,11	83,80	4,60
<b>Outubro</b>	50,69	139,00	4,60
<b>Novembro</b>	45,38	139,00	4,00
<b>Dezembro</b>	41,80	277,00	4,60

Os maiores valores de vazões, em todos os pontos de amostragens, ocorreram devido ao maior índice pluviométrico na época, nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro.

Pode-se verificar pelos relatórios de monitoramento a quantidade de carga orgânica lançada no ano de 2015. O quadro 16 apresenta a quantidade de DBO lançada mensalmente:

**Quadro 15.** DBO de entrada e saída do sistema de tratamento referente ao ano de 2015 da ETE Prata.

<b>Características do Esgoto Bruto:</b>													
DBO (mg/l)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA MENSAL
	686	390	440	420	380	480	540	370	480	400	720	560	488,83
<b>Características do Efluente Tratado:</b>													
DBO (mg/l)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA MENSAL
	67	47	100	58	78	58	40	64	58	46	58	58	61,00

O quadro 17 apresenta a comparação com os dados outorgáveis e os dados operacionais (vazão média e DBO). Já os quadros 18 mostram os valores outorgáveis e o 19 os dados operacionais.

**Quadro 16.** Comparativo entre valores outorgados e valores operacionais de 2015 da ETE Prata.

<b>OUTORGA</b>		<b>OPERACIONAL</b>			
Vazão (L/s)	Carga Orgânica (KgDBO/dia)	Vazão média tratada (L/s)	DBO média operacional (mg/L)	Carga Orgânica (kgDBO/dia)	DBO carga poluidora (kg/mês)
29*	-	39,99	61	210,76	6322,8

\* Vazão permitida por Termo de Compromisso firmado com NATURATINS.

**Quadro 17.** Dados da outorga ETE Prata.

Vazão (L/s)	29
Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	2505,60
Carga Orgânica (Kg DBO/dia)	-
DBO (Kg/m <sup>3</sup> )	-
DBO (mg/L)	-

**Quadro 18.** Dados operacionais ETE Prata.

<b>Vazão (L/s)</b>	39,99
<b>Vazão (m<sup>3</sup>/dia)</b>	3455,14
<b>DBO (mg/L)</b>	61
<b>DBO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	0,06
<b>Carga Orgânica (Kg DBO/dia)</b>	210,76

Analisando os valores outorgados com os dados operacionais de 2015 pode-se concluir que a vazão média de lançamento, 39,99 L/s, não atende os limites da outorga que é de 29 L/s.

## 5.2.4 Considerações Sobre a Adequação da ETE Prata

### 5.2.4.1 Eficiência de remoção

Os quadros 20 e 21 apresentam os resultados do esgoto bruto (afluente) e do esgoto tratado (efluente) da ETE Prata, no ano de 2015. Esses dados foram retirados dos relatórios de monitoramento realizado pela ODEBRECHT AMBIENTAL SANEATINS.

**Quadro 19.** Porcentagem de remoção da ETE Prata 2015.

<b>Parâmetro</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>
Materiais Sedimentáveis	86,67%	95,00%	97,50%	40,00%	60,00%	97,14%
DBO	90,00%	87,95%	77,27%	86,19%	79,47%	87,92%
DQO	90,23%	86,59%	87,97%	86,43%	87,36%	88,11%
Coliformes termotolerantes	99,00%	98,00%	97,35%	99,65%	96,30%	99,98%
Fósforo Total	93,95%	98,50%	95,70%	94,06%	93,46%	-32,77%
Nitrogênio amoniacal total	19,65%	34,44%	32,13%	-28,69%	-66,80%	-23,35%
Sólidos Suspensos Totais	97,86%	94,59%	92,98%	76,96%	69,33%	81,61%
Nitrato	36,59%	65,22%	72,73%	63,64%	50,00%	69,57%
Nitrito	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sólidos Totais	-5,42%	20,22%	38,89%	57,35%	2,95%	22,33%
Substâncias Solúveis em Hexano	97,73%	88,37%	94,33%	89,96%	92,39%	96,30%

**Quadro 20.** Porcentagem de remoção da ETE Prata 2015 (continuação).

<b>Parâmetro</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>MÉDIA</b>
Materiais Sedimentáveis	80,00%	82,86%	92,50%	55,00%	86,15%	75,00%	79,38%
DBO	92,59%	82,70%	87,92%	88,50%	91,94%	89,64%	84,80%
DQO	92,37%	84,75%	88,92%	88,47%	94,28%	87,76%	87,78%
Coliformes Termotolerantes	100,00%	98,94%	99,00%	99,96%	98,30%	94,85%	98,38%
Fósforo Total	98,10%	83,70%	97,92%	93,91%	82,83%	86,43%	73,82%
Nitrogênio amoniacal total	10,60%	-62,19%	-18,79%	-60,48%	-30,86%	6,48%	-5,44%
Sólidos Suspensos Totais	58,93%	61,66%	89,61%	83,43%	81,94%	68,85%	85,55%
Nitrato	25,00%	40,00%	63,33%	63,16%	56,25%	85,00%	59,62%
Nitrito	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sólidos Totais	-8,54%	18,22%	28,77%	-1,40%	45,33%	28,12%	22,72%
Substâncias Solúveis em Hexano	99,08%	95,52%	81,88%	99,29%	96,75%	97,76%	93,18%

Observa-se, de maneira geral, que a maior parte das eficiências de remoção dos parâmetros analisados encontram-se elevadas, em virtude dos processos de tratamento empregados. Porém, os parâmetros Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrito e Sólidos Totais, apresentaram valores inferiores a 50%.

A baixa remoção desses parâmetros pode trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, comprometendo a qualidade dos efluentes, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição dos seres aquáticos.

A ETE Prata apresenta um efluente com resultados médios de eficiência de remoção de 61,04%.

## 6. CONCLUSÕES

Em virtude do que foi mencionado percebe-se a importância do instrumento de outorga como instrumento de proteção dos recursos hídricos, sendo um meio garantidor da acessibilidade a este bem por todos da coletividade.

Para adequada gestão da qualidade da água, é necessário compatibilizar estudos e monitoramento contínuo, permitindo avaliar a disponibilidade de água para atendimento aos usos múltiplos. O instrumento deve ser difundido e discutido não apenas entre os órgãos gestores, mas junto com a comunidade.

É importante destacar que existem outros caminhos para o enquadramento de corpos de água através de vazões de permanência mais ou menos restritivas, ou priorizando metas intermediárias e finais de qualidade da água. O desafio está justamente em olhar sobre toda a bacia e para um horizonte de projeto, conciliando interesses e usos prioritários da bacia e pactuar as metas de qualidade da água. Esta negociação deverá estar estabelecida no plano de recursos hídricos.

Atualmente a ETE Aurenny atende aos dados de outorga (vazão e carga orgânica de lançamento) porém com o aumento da demanda nos próximos 5 a 10 próximos anos, será necessária melhoria nas regras de operação da estação para atender melhor a outorga de lançamento e o enquadramento de corpos hídricos, visto que a tendência é aumentar a vazão devido ao aumento populacional e conseqüentemente a carga orgânica de lançamento. A vazão outorgável é de 49,48 L/s e atualmente a vazão média de lançamento é de 45,91 L/s. Visto que o vencimento da outorga tem prazo até 2020, a empresa deverá elaborar estudo para solicitar o aumento da vazão de lançamento pois os valores analisados estão próximos de não atender o valor outorgável.

Constatamos que o Ribeirão Taquaruçu, corpo receptor da ETE Aurenny, satisfaz as exigências do CONAMA nº. 357/05, enquadrado como corpo receptor de classe 1 e 2.

A ETE Aurenny apresenta um efluente com resultados médios de eficiência de remoção de 73,93%, satisfazendo as exigências do CONAMA nº. 430/11.

Já a ETE Prata está em situação crítica de operação. Pois foi constatado que o corpo receptor, Córrego Prata, não tem condições de atender o lançamento de efluentes da estação. Fato este mostra que a estação nunca teve sua vazão de lançamento outorgável. Pelo termo de compromisso firmado entre a empresa ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS e

NATURATINS a vazão de lançamento é de 29 L/s. Atualmente a estação lança 39,99 L/s, 36% a mais do que o permitido.

Pelas análises dos relatórios mensais de monitoramento, o córrego Prata se enquadra nas classes 2 e 3, as vezes até na classe 4. Apresenta um efluente com resultados médios de eficiência de remoção de 61,04%, satisfazendo as exigências do CONAMA nº. 430/11. Tendo em vista o baixo valor de remoção, a não capacidade do corpo receptor em receber efluentes sanitários, a falta da licença de operação e da outorga de lançamento de efluentes, recomenda-se que a ETE Prata seja desativada em 2016, contrário ao prazo que foi dado pelo órgão ambiental, de 2017.

## **7. RECOMENDAÇÕES**

Uma contribuição desta pesquisa é o de destacar o papel de uma empresa de saneamento no contexto da gestão de recursos hídricos, exigindo integração e articulação dos instrumentos disponíveis visando elevar os índices de coleta e tratamento de esgotos sanitários nos municípios densamente urbanizados.

Para ter um controle melhor da vazão de lançamento recomenda-se a realização de leitura a cada 2 horas, em vista da adequação a outorga.

Como recomendações de melhorias, sugere-se que a companhia de saneamento, ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS, que se configura como principal usuário da bacia dê continuidade aos monitoramentos existentes. Recomenda-se o monitoramento quinzenal, em vez de mensal (feito pela empresa) da qualidade da água uma vez que o monitoramento fornece uma base sólida de informações sobre o comportamento atual e tendencial dos corpos hídricos, sem o qual não é possível aplicar as medidas de gestão.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **RESOLUÇÃO 219, DE 6 DE JUNHO DE 2005.** Diretrizes para análise e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos para fins de lançamento. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2005/219-2005.pdf>> Acesso em: 23 de novembro de 2014.

ANA – Agência Nacional de Águas. **RESOLUÇÃO 458, DE 8 DE JULHO DE 2009.** Outorgar a Companhia de Saneamento do Tocantins - SANEATINS, CNPJ 25.089.509/0001-83, doravante denominada Outorgada, o direito de uso de recursos hídricos para diluição de efluentes tratados no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Lajeado. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2009/458-2009.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2015.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das Águas.** Acesso em: 8 de dezembro de 2015. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/default.aspx#>>.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013.** Brasília. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conj/projeto/indx.html>>. Acesso em: 03 de abril de 2015.

ANTUNES, P. de B. **Direito ambiental**, 8. ed. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2005.

BARROS, E. K. E. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente (APP) e identificação do conflito de uso da terra na bacia do Ribeirão Taquarussu Grande, Palmas – TO.** Monografia. Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2007.

BASSANI, F. **Diagnóstico da Situação Atual do Sistema de Esgotos no Campus 1 da Universidade de Passo Fundo – RS: Parâmetros Iniciais para o Projeto de uma Estação de Tratamento Compacta.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

**BINOTTO, D. Proposta de enquadramento para a bacia hidrográfica do arroio jacutinga, município de Ivorá - RS.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art.21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº.8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 14 de abril de 2015.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº. 9.984 de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de julho de 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm)>. Acesso em: 14 de abril de 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº. 53, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 21 de maio de 2015.

BRASIL. Lei do Saneamento 11.445 – de 05/01/2007 – Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Poder Legislativo. **Diário Oficial da União** 08/01/2007. Brasília, 2007.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;

altera as Leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036 de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.897, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 de janeiro de 2007. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 14 de maio de 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e a altera a Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº. 92, 16 mai. 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 21 de maio de 2015.

BRASÍLIA. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno setorial do Plano Nacional de Recursos Hídricos: Saneamento e recursos hídricos**. Relatório final. Brasília: MMA, 2006.

CHRISTOFIDIS, M. **O enquadramento participativo de corpos d'água como um instrumento da gestão de recursos hídricos com aplicação na bacia do rio Cubatão Sul – SC**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina/SC. Florianópolis/SC. 2006.

CNRH. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **RESOLUÇÃO 16, DE 08 DE MAIO DE 2001**. Disponível em: < [http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14)> Acesso em: 20 de abril de 2015.

CNRH. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **RESOLUÇÃO 91, DE 05 DE NOVEMBRO DE 2008**. Disponível em: < [http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14)> Acesso em: 20 de abril de 2015.

COEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução COEMA/TO nº. 07, de 09 de agosto de 2005. Dispõe sobre o Sistema Integrado de Controle Ambiental do Estado do Tocantins. **Diário Oficial do Estado**, Palmas, TO, nº. 2001, 9 ago. 2005. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/278593/>

COSTA, M; CONEJO, J. **A Implementação do Enquadramento dos Corpos d'água em Bacias Hidrográficas: Conceitos e Procedimentos**. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Campo Grande, Anais/CD-ROM, Campo Grande, 2009.

DEZOTTI, M. **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 360p.

DINIZ, L. T.; BRITES, A. P. Z.; MASINI, L. S.; YAZAKI, L. F. O.; PORTO, M. F. do A.; **Integração da Gestão de Água e o Enquadramento**. In: Workshop Sobre Gestão Estratégica de Recursos Hídricos, 2006b, Brasília. Anais eletrônicos.

FARIA, S. A. de, e FARIA, R. C. de. **Cenário e perspectiva para o setor de saneamento e sua interface com os recursos hídricos**. Revista engenharia sanitária e ambiental, julho/setembro de 2004. Volume 9, nº 03. p. 202-210.

FARIAS, T.Q. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos no ordenamento jurídico brasileiro**. Revista Direito e Liberdade, v. 8, n.1, p. 1-11, 2008.

GARRIDO, R. J. S.. **Como funciona a Outorga de Direito de Uso da Água**. Folha do Meio Ambiente. Recursos Hídricos. Cultura Viva, Editora Ltda. Agosto, 2001. Brasília –DF. p.23-26.

GERBER, L. M. D. **Outorga do direito de uso da água**. Anais Rio de Janeiro: ABES. Disponível em: <<http://www.comiteibicui.com.br/artigos/outorga%20de%20agua.pdf>>. Acesso em: novembro de 2015

GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas, disciplina jurídica das águas doces**. Livro. 3º Edição. São Paulo. Ed. Atlas. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de saneamento**. Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2008**, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em 20/02/2016>

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

MARQUES, A. K. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquarussu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, TO**. Dissertação - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, USP. São Paulo, 2011.

MONTEIRO, R. A. e DA SILVA, L. M. C. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens**. Acessado em novembro de 2015. Disponível em: <[http://143.107.108.83/sigrh/cobranca/pdf/leitura\\_04.pdf](http://143.107.108.83/sigrh/cobranca/pdf/leitura_04.pdf)>

MOTTER, A. F. C. e FOLETO, E. M. **Um olhar sobre a gestão dos recursos hídricos: o caso do comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica dos rios Santa Rosa, Santo Cristo e Turvo - Noroeste do Rio Grande do Sul**. Universidade Regional Integrada. Junho de 2010. Acessado em outubro de 2016. Disponível em: <[http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/126\\_114.pdf](http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/126_114.pdf)>.

NETO, A. R. S. N. **Cenários de Abastecimento Futuro de Palmas com base na simulação da disponibilidade hídrica do Ribeirão Taquarussu Grande**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PALMAS. **Lei Complementar nº. 1.011/2001** prevê a Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo dos Recursos Hídricos. Palmas, 20 de setembro de 2001.

PALMAS. **Diagnóstico do Plano diretor**. Acessado em novembro de 2015. Disponível em<<http://www.palmas.to.gov.br/secretarias/sduh/dados/planodiretordiagnostico/1aspectos/historicos.pdf>>>

PEREIRA, M.; KAYSER, R.B.; COLLISCHONN, W. Integração do Modelo Hidrológico para Grandes Bacias MGB-IPH e Sistemas de Informação Geográfica para suporte à decisão de outorga de direito de uso da água. **REGA**, v. 9, n. 2, p. 21-33, jul./dez. 2012.

PINHEIRO, M. R. de C.; BRANDÃO, F. M.; OLIVEIRA, V. de P. S. e FERREIRA, M. I. P.. **Desafios da integração entre os usos múltiplos e a qualidade da água para a bacia hidrográfica do Rio Macaé**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Vol. 1, No 2. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Essentia Editora. Julho/Dezembro de 2007.

PNRH, **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília, 2006. 135p.

PORTO, M.F.A. **Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R.L.L. e BARROS M.T. Drenagem urbana. UFRGS. Porto Alegre: Ed. da Universidade, ABRH, 1995.

PORTO, M. F. A. et al. **Bacias críticas: bases técnicas para a definição de metas progressivas para seu enquadramento e a integração com os demais instrumentos de gestão**. Curitiba: UFPR – Departamento de Hidráulica e Saneamento, 2006

PRZYBYSZ, L.C.B. **A gestão de recursos hídricos sob a ótica do usuário de saneamento: estudo de caso da bacia do alto Iguaçu**. Curitiba, 2007.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água e desenvolvimento rural**. Artigo Scielo Brasil. 2001. Acessado em outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v15n43/v15n43a24.pdf>>.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 2003. 503p.

RODRIGUES, A. C. DE J. **Aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídrico “outorga” e “enquadramento” para o setor de saneamento no perímetro urbano da bacia do rio Coxipó – Cuiabá/MT**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT.

RODRIGUES, E. G. e AREND, S. C. **A política de gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Sul: sua estrutura e percepção dos comitês de bacia hidrográfica**. SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2006. Acessado em junho de 2015. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/549.pdf>>.

SANEATINS. **Diagnóstico socioeconômico e ambiental da sub-bacia do Ribeirão Taquarussu Grande: perspectiva para tomadas de decisões**. Palmas, 2007

SANEATINS. **Descritivo das Estações de Tratamento de Esgoto, Palmas - TO**. Palmas, 2010.

SANTOS, Q. R. DOS. **Avaliação da influência da precipitação na rede de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto – Feira de Santana, BA**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2013.

SILVA JÚNIOR, J. L. C. Da. **RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO “Avaliação parcial das condições pluviométricas no Estado do Tocantins, durante o período chuvoso 2015/2016**. Palmas, 2016.

TAKEUTI, M. R. S. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização com chicanas**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira - SP.

TOCANTINS. Assembleia Legislativa do Estado do Tocantins. Lei nº. 261, de 20 de fevereiro de 1991, Dispõe sobre a Política Ambiental do Estado do Tocantins. **Diário Oficial do Estado**, Palmas, TO, nº. 60, 20 fev. 1991. Disponível em: <http://www.al.to.gov.br/arquivo/22040>

TOCANTINS. Assembleia Legislativa do Estado do Tocantins. Lei nº. 1307, de 22 de março de 2002, Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Palmas, TO, nº. 1156, 22 mar. 2002. Disponível em: <<http://central3.to.gov.br/arquivo/225863/>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2015

TOCANTINS. Palácio Araguaia. **Decreto nº. 2432 de 6 de junho de 2005**, Regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõe os artigos 8, 9 e 10 da Lei 1307, de 22 de março de 2002. Disponível em: < <http://central3.to.gov.br/arquivo/107424/>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2015

VON SPERLING, M. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Livro. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

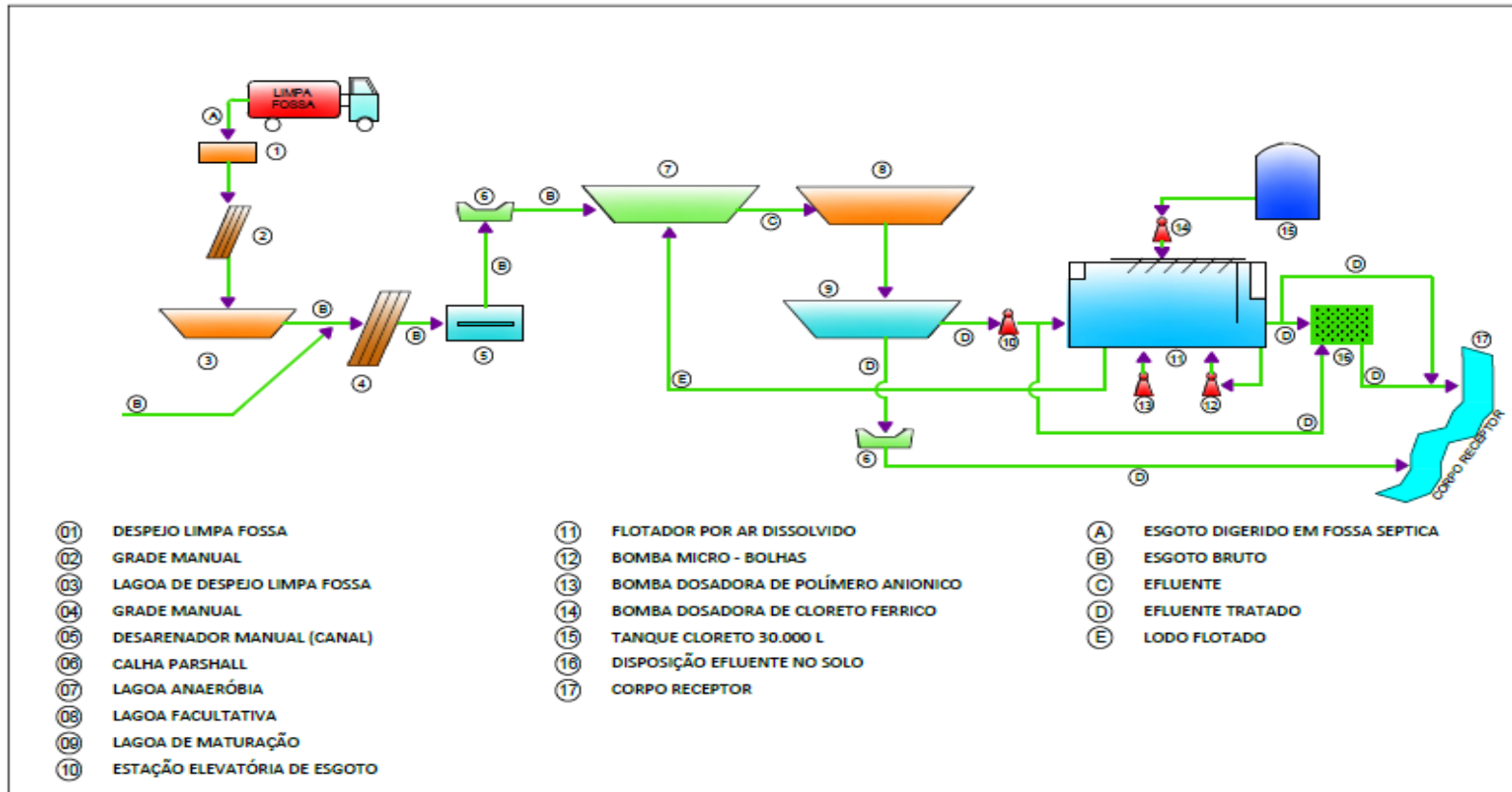


## **8. APÊNDICE**

## ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

ETE AURENY

FLUXOGRAMA DE PROCESSO

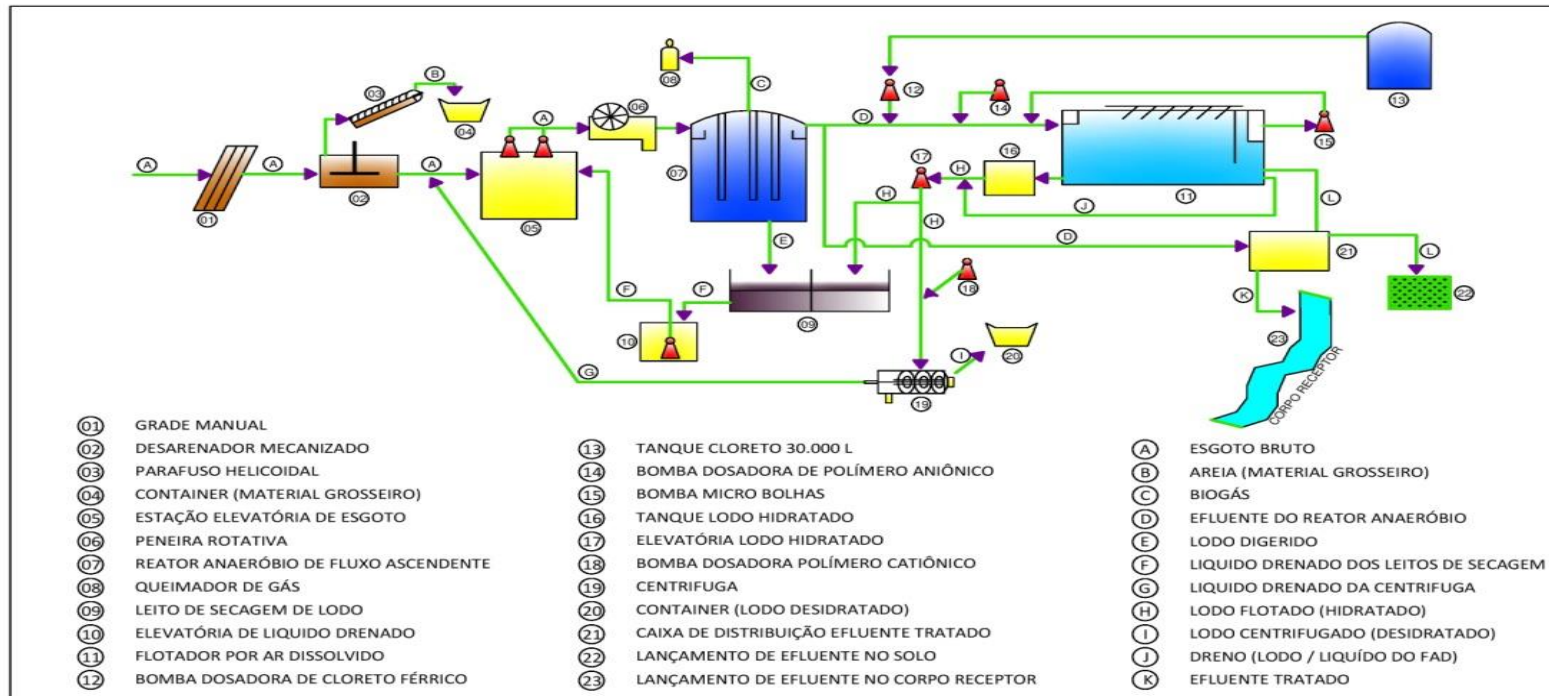


Fluxograma dos processos da ETE Aurenny

## ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

ETE PRATA

FLUXOGRAMA DE PROCESSO



Fluxograma dos processos da ETE Prata