



**Adriana Favacho Curty**

**Tratamento ecológico de efluentes  
domésticos com o uso de *wetlands***

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental.

Orientador: Prof. Celso Romanel  
Coorientador: Prof. Ernani de Souza Costa



**Adriana Favacho Curty**

**Tratamento ecológico de efluentes  
domésticos com uso de *wetlands***

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Celso Romanel**

Orientador

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

**Prof. Ernani de Souza Costa**

Co-Orientador

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental– PUC-Rio

**Prof. Paulo Luiz da Fonseca**

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

**Prof. Elson Antonio do Nascimento**

Universidade Federal Fluminense - UFF

**Prof. Márcio da Silveira Carvalho**

Coordenador Setorial do

Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 08 de novembro de 2018.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Adriana Favacho Curty**

Formada em Arquitetura e Urbanismo pelas Faculdades Integradas Silva e Souza em 1994, com cursos de pós-graduação em Engenharia de Estruturas pela UNISUAM em 2006, e Especialização em Engenharia de Segurança pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2010. Atualmente trabalha fiscalizando o projeto das instalações hidrossanitárias e de combate a incêndio da Base de Submarinos Nucleares da Ilha da Madeira (Itaguaí-RJ).

#### Ficha Catalográfica

Curty, Adriana Favacho

Tratamento ecológico de efluentes domésticos com o uso de wetlands / Adriana Favacho Curty; orientador: Celso Romanel; co-orientador: Ernani de Souza Costa. – 2018.

149 f.; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2018.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil e Ambiental – Teses. 2. Água de reúso. 3. Efluente doméstico. 4. Tratamento ecológico. 5. Wetlands construídos. I. Romanel, Celso. II. Costa, Ernani de Souza. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. IV. Título.

CDD: 624

Haverá ainda, no mundo, coisa tão simples  
e tão pura como a água bebida na  
concha das mãos?  
Mário Quintana, 1994.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, a Deus por me permitir passar por todos os obstáculos ao longo destes dois anos de mestrado.

A Celso Romanel, que acompanhou todos os passos do trabalho, orientando com paciência, dedicação, sabedoria e objetividade.

A Ernani Souza Costa, pelo incentivo ao tema e coorientação desta escrita.

Ao corpo docente do programa de Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio e da Technische Universität Braunschweig, pelo conteúdo programático ministrado com qualidade.

A meus pais, por me apoiarem em todos os momentos, bons ou maus, servindo sempre como porto seguro.

A minha filha, Anna Luiza, por suportar com imensa paciência (e prudência) meus desconfortos, doenças, sentimento de impotência diante desta dissertação e ainda assim saber me incentivar e apoiar para que eu conseguisse concluir.

A meu companheiro, Luiz Claudio, por ter entendido a importância deste curso em minha vida.

A Mariza Silvera, pela disponibilidade sem igual, paciência, horas infinitas disponibilizadas, fossem elas do dia ou da noite (finais de semana e feriados) e que sem sua ajuda certamente não teria conseguido concluir este propósito.

Aos amigos do trabalho, pelos livros emprestados, conversas trocadas e por não me deixar desanimar deste projeto.

Aos entrevistados, pelo convite aceito, ajuda e contribuição indispensável ao projeto, viável e reforçado por suas experiências.

Aos amigos, que direta ou indiretamente acompanharam e incentivaram minha trajetória. E ainda compreenderam minha ausência.

Aos professores, que gentilmente aceitaram participar da comissão examinadora.

E aos funcionários do Departamento de Engenharia Civil, em especial à ex-funcionária Paula Enoy, e ao Bruno dos Reis Araújo pelos constantes auxílios prestados e gentilezas.

## Resumo

Curty, Adriana Favacho; Romanel, Celso (Orientador); Costa, Ernani de Souza (Coorientador). **Tratamento ecológico de efluentes domésticos com uso de wetlands**. Rio de Janeiro, 2018. 149p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A presente dissertação trata da análise do tratamento de efluentes de esgotos domésticos, processado na ETE Ponte dos Leites, município de Araruama, Rio de Janeiro, que se destaca-se por seu enfoque ecológico. A escolha dessa ETE se deu por ser exemplo brasileiro de utilização de recursos naturais na purificação de esgotos, os *wetlands* construídos, nos quais as macrófitas absorvem nitrogênio e fósforo do efluente, elementos que constituem sua fonte de nutrição. Tal tratamento imita o ciclo natural, recuperando flora e fauna, preservando o meio ambiente. Os resultados da pesquisa a qual foi baseada no exemplo que ilustra esta pesquisa e que permitiram listar vantagens e desvantagens. As primeiras reúnem aspectos econômicos, sociais e ambientais enquanto que as desvantagens se referem à ausência de conhecimento acerca da comercialização do reúso do efluente tratado, da disponibilidade de áreas, da necessidade de manejo frequente para não comprometer os resultados e evitar a contínua geração de resíduos sólidos de origem vegetal. A pesquisa de campo sublinhou que a implantação de plantas no processo contribui economicamente e promove resiliência do ambiente. Pode-se concluir que é a tecnologia mais adequada a fim de reaproveitar todo resíduo sólido gerado e favorecer o reúso da água, pois permite a possibilidade de preservação da água desde que o reúso seja empregado para fins que não envolvam o consumo humano.

## Palavras-chave

Água de reúso; efluente doméstico; tratamento ecológico; *wetlands* construídos.

## Extended Abstract

Curty, Adriana Favacho; Romanel, Celso (Advisor); Costa, Ernani de Souza (Co-advisor). **Ecological treatment of domestic effluents with use of wetlands**. Rio de Janeiro, 2018. 149p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The biggest problem of cities, as they reach the 21st century, is to meet the basic needs of their inhabitants. Population growth increasingly requires areas for housing and food production, and a site devoted to the waste generated by this population. With multiplication, the need for natural resources increases.

The most discussed subject in this century is the water crisis. Added to the disastrous consequences that have led to the lack of appeal. The question of water needs to be rethought in relation to traditional management. That is, the capture and availability still come using molds from the beginning of the last century, which have contributed to increase environmental and financial losses, and above all contribute to poor quality of life.

What this research intends to emphasize is the urgency of a change in the concept of treatment of domestic sewage, in order to reach the reuse of the treated effluent, which is the reuse. The hypothesis that it brings is to point out as a possible solution - constructed wetlands.

The constructed wetlands is a type of sewage treatment that allows the reuse of water. The technology is simple, easy to maintain and economically favorable. The environmental advantages are representative with added social aspects. Household effluents are treated by plants known as: macrophytes, these mimic the cycles of nature, are the most appropriate for the purification process, do not use chemicals, nor anthropize areas for the implantation of the treatment plant, and waste generated are totally reused.

The research focuses on the applicability of constructed wetlands, exemplifying architectural and urban design, which served to recover degraded urban areas, restoring natural life. The most relevant point is the resilience of the natural urban environment, of areas that have been degraded. The wetlands favor thermal equilibrium, which evidently represents the life value of the planet's species.

Ecological cycles are cyclical, do not produce wastes that are not used; while industrial practices are linear, producing waste both in manufacturing and consumption (CAPRA, 1982).

The reuse of the treated effluent is not a recent practice, it has been used in several countries since the Old Age. As in Ancient Greece, where domestic effluents were reused as fertilizer and to irrigate agriculture (ABES, 2015). The growing need for water has made reuse a current and prominent theme.

"Water: from the rational use of water to environmental preservation" is a study on the treatment of effluents of domestic origin, processed in the TEP Ponte dos Leites, Araruama municipality, Rio de Janeiro, Brazil, highlighted as a study by aggregate environmental recovery to the enterprise.

The bibliographical review emphasized that as long as there is persistence in permanent and evolutionary abstraction of the water from the sources to supply the cities, the result will be reserved for the lack of drinking water. As we all know, this will promote the disappearance of flora and fauna, and the lack of food, which already threatens the Brazilian context (Manual de Saneamento Fio Cruz, Administrative Rule no. 2914, MS, BRASIL, 2011).

The theoretical reference had authors such as Hespanhol (2015, 1999); Jordão and Pacheco (2009), Salatti et al (2009), the Brazilian regulations regarding, as well as other authors that approach constructed wetlands.

The problem questioned in this study can be summarized in the following question: why are not wetlands built as a model for effluent treatment in Brazil and recovery of degraded urban areas?

The main objective is to show that the constructed wetlands preserve potable water and restore the environment, returning the flora and fauna to the implanted region, because it is a unique process of humus production, which is formed by the decomposition of organic matter from animals and vegetables, being responsible for the fertility of the soil, without which it becomes desertified.

It is important to emphasize the importance of humus, the responsible for the maintenance of the fertile soil, storing rainwater, like a sponge, prevents them from flowing freely over the surface, leading to erosion, floods and droughts. It is known that the problems of water in the world are due to the disappearance of the humus, in the face of anthropic processes. Wetlands treatment mimics the nature cycle, which reuses all waste generated and is economically viable.



The specific objectives list advantages and disadvantages of constructed wetlands, evidencing the emergence of changes in cultural parameters related to reuse of effluents. In addition, they clarify their better suitability for being a treatment process that adds to the by-product economic and ecological values, being able to be the starting point for the recovery of urban areas with the application of filter gardens.

The methodology of this research was generated in the 25 years of professional work in the author's work. In this way, the applied research can contribute to the dissertation being classified as such, by analyzing a real situation, the case study, ETE Ponte dos Leites, implanted in the city of Araruama, state of Rio de Janeiro and aim to solve the problem here.

The theoretical basis was based on materials published in media, the Internet, published articles and bibliography selected to substantiate what will be exposed. There were presentations related to the theme, held at the 28th Congress of Sanitary and Environmental Engineering of the Brazilian Association of Sanitary and Environmental Engineering ABES, from October 4 to 8, 2015 in Rio de Janeiro. It is hoped to compare data of great value for the present moment, 2017, of the problem. The treatment of the effluent by wetlands restores the food web of deteriorated ecosystems, restores the balance to the ecological cycle that preserves life. In this scenario a comparison was made between the treatment model of a conventional TEE and an ecological treatment TEE, with an indication of the economic, social and environmental aspects.

This confrontation reveals that the reuse of the treated effluent is the starting point for the solution of the water crisis. It is important to emphasize that the population has already been consuming reuse water. As an example, the water of the Brazilian rivers, Tietê or Paraíba do Sul, when captured, used, treated and returned to one of them, is an unplanned and unconscious reuse process. Soon the next city will do the same, and so on until reaching the mouth of these rivers (HESPANHOL, 2015).

The current need no longer concerns the removal of solids and filtration of the effluent, needs that have been perceived for 100 years. The problem is the hormones, the nanoparticles present, that only the advanced treatments will guarantee the RPD. It is known that the encounter between the man of the city and

the water resources is out of order, with the serious consequence of the disaster of this network that is vital to him.

This has been repeated throughout human history, as shown in the studies of Jordão and Pessoa (2009). This uneasiness or lack of awareness results in the generation of residues, the extremely harmful production that causes vectors, resulting in the proliferation of various diseases. Therefore, discarding can not be done anywhere. To be taken to the appropriate place, it generates a representative financial liability, with transportation and value per ton. In addition, there is the disappearance of the flora, and as a consequence of the fauna as well. The non-use of chemicals and the use of only a motive force equipment in the treatment process generates a 70% monthly savings, in addition, reuse the waste reduces operational cost.

The consumption of electric energy is very low in the process of treatment by wetlands, it is necessary to emphasize. What is wanted to emphasize is phytopurification. One of the alternatives of treatment of effluents that reuses the by-product, brings together economic value and smoothes the environmental impacts. It goes beyond this, because it starts the process of resilience of that area degraded by man, promoting living conditions to the fauna and flora.

The field research elaborated for this study emphasized that the implantation of plants required in the process of treatment of domestic effluents contributes economically and promotes the resilience of the Environment. It can be concluded that it is the most appropriate technology to favor the reuse of water, since it allows to preserve potable water since the reuse is used for less noble purposes, that is, it makes the liquid economy par excellence. The case study , ETE Ponte dos Leites in the municipality of Araruama, state of Rio de Janeiro, allowed to list technical, economic, social and environmental aspects within the advantages and disadvantages related.

The only treatment process where the solid residue is used for the formation of humus, due to to the presence of plant and animal organic matter. This is responsible for the enrichment of the soil, serves as a kind of sponge, storing water, known as the "black gold." In this ecological model there is no waterproofing of the surface and pipes for the treatment process. The question raised in the introduction was: Why do not constructed wetlands constitute a model of sewage treatment in Brazil?

The study pointed out that the lack of technical knowledge on efficacy gained in phytopurification creates obstacles to the dissemination of the technique widely used successfully in other countries. On the other hand, the company does not receive education to support the reuse of treated effluents, which is the other face of the absence of references to these policies.

It should be noted that there is a concern, in the educational context, regarding the water economy already started early in the schools, but it is a transfer of responsibility, not solving in depth the problematic of the water crisis covers the question of the growth and occupation of urban land near the water bodies, without the protection of their floodplain areas, in order to maintain life and the environment. Cities have grown and today suffer from lack of water for their livelihoods.

Therefore, this type of ecological treatment described here can bring climatic stability, part of that life to destroyed areas, operating its resilience. The ETE area could serve as a leisure area, as the example of Nanterre in France. But for lack of respectful behavior of the community, people disrespect the public space, not obeying the demand for social interaction.

As a consequence, the Ponte dos Leites ETE area is restricted, as is the standard of any TEE. However, there are disadvantages among those found in this type of treatment is the lack of a more elaborate project for the reuse of the treated commercial effluent aggregate, because in the region exemplified there are no ventures near the ETE that want to market for less noble uses.

Wetlands need area availability for their deployment. In the tropical climate, there is a need for frequent management so as not to compromise the quality of the liquid effluent. There is continuous generation of large volume of solid residue of vegetable origin.

The presence of vegetation improves the climate and the natural environment. Consequently, it serves as a shelter for some animal species, before separated by human intervention to interrupt the food web and modify the climate, changing the ecological cycle.

The study showed that the lack of technical knowledge about the effectiveness of phytopurification creates barriers to the spread of technique successfully applied in other countries. Moreover the action of public policies is not of interest since this practice does not bring representative financial returns.

On the other hand, the society does not receive education to support the reuse of treated effluents, which is the other face to the neglect of the references of these policies.

It is clear that there is concern in the educational context concerning the economics of water resources, which has already started early in the schools, but it is a transfer of responsibility, not solving in depth the problem of the water crisis. This highlights the importance of the points raised for future studies that will undoubtedly underline the discrepancy between the treatment of domestic effluents and the applicability of this alternative technology based on the ecological cycle of the wetlands.

## **Keywords**

Reuse water; domestic effluent; ecological treatment; constructed wetlands.

## Sumário

1. Introdução	20
1.1. O problema	22
1.2. Objetivo geral	22
1.3. Objetivos específicos	22
1.4. Estrutura da dissertação	23
2. Água de reuso	24
2.1. Tipos de reuso	26
2.2. Disponibilidade hídrica no Brasil	28
2.3. Regulamentação para a água de reuso no Brasil	31
3. Tratamento de efluentes	34
3.1. Tratamento convencional	34
3.1.1. Processos de tratamento	34
3.1.2. Tipos de tratamento	38
3.2. Tratamento ecológico: jardins filtrantes ( <i>wetlands</i> )	43
3.2.1. A preservação do húmus	49
3.2.2. Aplicação na recuperação do paisagismo	51
3.3. A regulamentação de efluentes líquidos de origem sanitária	54
4. O tratamento por <i>wetlands</i> da ETE Pontes dos Leites	60
4.1. A implantação da ETE Ponte dos Leites	64
4.2. Sistema de coleta do esgoto	67
4.3. Sistema de tratamento do esgoto	70
4.4. Macrófitas	80
4.5. Resíduos líquidos e sólidos	85
4.6. Fauna e flora	89
4.7. Qualidade do efluente	91
5. Conclusão	95
5.1. Aspecto técnico	95
5.2. Aspecto econômico	95
5.3. Aspecto social	95
5.4. Aspecto ambiental	96
5.5. Políticas públicas	96
5.6. Desvantagens	96
5.7. Vantagens	97
Referências bibliográficas	99
Apêndice A	104
Apêndice B	113
Apêndice C	130

## Lista de figuras

Figura 1: Esquema convencional da ETE.	35
Figura 2: Fases de tratamento dos efluentes.	35
Figura 3: Tratamento aeróbio.	39
Figura 4: Funcionamento do tanque de aeração	40
Figura 5: Tratamento anaeróbio.	40
Figura 6: Reator UASB.	41
Figura 7: Finalidades do tratamento de esgoto.	43
Figura 8: Wetland natural.	45
Figura 9: Processo de depuração de <i>wetland</i> natural.	46
Figura 10: <i>Wetland</i> de fluxo subsuperficial.	47
Figura 11: Filtro plantado de fluxo horizontal.	47
Figura 12: Filtro plantado de fluxo vertical.	48
Figura 13: Etapas de tratamento de esgoto por macrófitas.	50
Figura 14: <i>Wetlands</i> – preservação do húmus.	50
Figura 15: Parque do <i>Chemin de L'le</i> .	52
Figura 16: Reservatório natural do Parque do <i>Chemin de L'le</i> .	53
Figura 17: Parque Várzea do Tietê.	54
Figura 18: Filtro plantado por macrófitas.	61
Figura 19: Vista aérea atual da ETE Ponte dos Leites.	61
Figura 20: Vista em perspectiva da ETE Ponte dos Leites.	62
Figura 21 : Localização da ETE Ponte dos Leites.	63
Figura 22: Vista aérea atual da ETE Ponte dos Leites.	65
Figura 23: Vista aérea das lagoas da ETE Ponte dos Leites.	67

Figura 24: Tomada em tempo seco.	68
Figura 25: Rampa de descarregamento do limpa-fossa.	69
Figura 26: Rede coletora município de Araruama.	69
Figura 27: Tratamento de efluente na ETE Ponte dos Leites (fluxograma).	70
Figura 28: Lagoa aerada facultativa.	71
Figura 29: Lagoa de sedimentação.	72
Figura 30: Macrófitas flutuantes na lagoa de sedimentação.	72
Figura 31: <i>Wetlands</i> emergentes: folhagem na e fora da superfície.	73
Figura 32: <i>Wetlands</i> emergentes: conectados ao solo.	73
Figura 33: Extravasor das <i>wetlands</i> emergentes.	74
Figura 34: Lagoa de inundação.	75
Figura 35: Lagoa de inundação – <i>wetlands</i> nativo.	76
Figura 36: Lagoa de inundação – ecobarreiras.	77
Figura 37: Calha Parshall de saída – ecobarreiras dupla.	77
Figura 38: Comparação dos efluentes de entrada e saída na ETE.	78
Figura 39: Efluente de Entrada.	79
Figura 40: Efluente de Saída.	80
Figura 41: Descarte no corpo hídrico.	80
Figura 42: Tipo de macrófitas aquáticas.	81
Figura 43: <i>Wetland</i> emergente.	82
Figura 44: Macrófitas emergentes.	83
Figura 45: Macrófitas emergentes.	83
Figura 46: Macrófitas flutuantes livres.	84
Figura 47: Usina de Compostagem.	85
Figura 48: Subproduto gerado na estação.	86

Figura 49: Alheiras separadas por lotes.	87
Figura 50: Maquinário utilizado no processo de compostagem.	88
Figura 51: Subproduto final – pronto para comercializar.	89
Figura 52: Patos nadando na lagoa de sedimentação.	90
Figura 53: Pássaros presentes na ETE Ponte dos Leites.	90
Figura 54: Jacaré – última espécie animal que apareceu na ETE Ponte dos Leites.	90
Figura 55: Projeto piloto – canteiro com <i>vetiver</i> .	94



## Lista de quadros

Quadro 1: Reúso indireto e direto.	26
Quadro 2: Estação de purificação.	27
Quadro 3: Distribuição irregular dos recursos hídricos.	29
Quadro 4: Projeto Aquapolo (SP).	30
Quadro 5: Comparativo de custos.	67
Quadro 6: Resultados da remoção de nutrientes.	92
Quadro 7: Análise da ETE de Araruama.	93
Quadro 8: Comparação dos parâmetros.	93
Quadro 9: Quantidade de carga orgânica removida.	94

## Lista de tabelas

Tabela 1: Distribuição dos recursos hídricos x densidade demográfica.	29
Tabela 2: Parâmetros inorgânicos: valores máximos.	57
Tabela 3: Parâmetros Orgânicos - Valores máximos.	57

## Siglas

l/s – litros por segundo

g – gramas

l – litro

m – metros

mg/L – miligrama por litro

km<sup>2</sup> - quilômetro quadrado

km – quilômetro

ml – mililitro

°C – graus Celsius

UV - UltraVioleta

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

ONGs – Organizações Não Governamentais

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária

EUA – Estados Unidos da América

m<sup>3</sup>/dia – metro cúbico por dia

m<sup>3</sup>/d – metro cúbico por dia

IFECT - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia

RPD – Reúso Potável Direto

UsEPA – *Unites States Enviroemental Agency*

RZM – *Root Zone Method*

DBO – Demand Biológica de Oxigênio

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

ANA – Agência Nacional das Águas

PROCON - Instituto de Promoção e Defesa do Cidadão e Consumidor

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento Sociedade

Anônima

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

## Introdução

Dispensável é dizer que sem água nada sobrevive. O homem, a fauna, a flora, enfim, o planeta estaria fadado à morte. As evidências acerca do tema, desde longa data, vêm fornecendo indicações de que a água no século XXI será desafio mundial, com novas políticas e diretrizes pertinentes à gestão ambiental devendo ser necessariamente aprimoradas.

A história documenta que a água causou enchentes, secas, poluição dos corpos hídricos, mas também foi elemento imprescindível para o desenvolvimento econômico das principais civilizações antigas, como as do Egito, Grécia, Roma.

Neste século XXI, diante da constatação de uma crise hídrica mundial, a manutenção da saúde ambiental adquire crescente importância. A escassez de água constitui um dos problemas iminentes de maior gravidade. O estudo da Organização das Nações Unidas (ONU, 2006) sobre a falta de água doce no mundo já advertia que a redução de suprimento do líquido ultrapassa a questão da sede, estendendo-se para a degradação do ecossistema, com consequente dano à fauna e flora, como também ao abastecimento alimentar das populações.

O relatório Avaliação Global das Águas Internacionais do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), baseado em 1.500 especialistas aponta que "a falta de água doce provavelmente causará um aumento dos danos ambientais nos próximos 15 anos" (ONU, 2006).

O desafio das cidades contemporâneas é manter o equilíbrio entre a crescente taxa de urbanização e o atendimento às necessidades básicas de seus habitantes. Com o aumento da população cresce a pressão da ocupação sobre os recursos naturais, sendo alarmante as consequências desastrosas que provocam uma reação em cadeia de problemas ambientais, com a diminuição do volume dos rios, o aumento da salinidade que causa prejuízo biológico, e a redução da vegetação ciliar protetora, promovendo o assoreamento dos cursos d'água.

A questão da água precisa ser repensada em relação ao manejo tradicional. Ou seja, a captação e disponibilização do recurso ainda vêm utilizando moldes do início do século passado, que têm contribuído para aumentar os prejuízos

ambientais e financeiros, e sobretudo a qualidade de vida. As cidades em países em desenvolvimento ainda são baseadas em modelos ultrapassados, priorizando a impermeabilização das superfícies naturais e a construção de canalizações artificiais (TUCCI, 2008).

O que esta pesquisa pretende enfatizar é a necessidade de uma alteração no conceito de tratamento de esgoto doméstico, de modo a chegar ao reaproveitamento do efluente tratado, para reuso em jardins, plantações, indústrias, processos de lavagem, etc. Os *wetlands* construídos como um sistema de tratamento de efluentes podem ser uma alternativa técnica e economicamente viável pois são de tecnologia simples, de fácil manutenção e baixo custo, que apresentam vantagens ambientais e sociais. Uma das mais importantes é que promovem a resiliência de áreas naturais, muitas vezes degradadas, atuando para favorecer o equilíbrio térmico e a proteção da flora e fauna, recompondo a qualidade do meio ambiente.

Essa tecnologia imita os ciclos da natureza no tratamento de esgotos domésticos em contraposição aos processos convencionais usualmente empregados. Os ecossistemas<sup>1</sup> são cíclicos, não geram resíduos excedentes, enquanto os processos industriais são lineares, produzindo resíduos tanto na fabricação quanto no consumo (CAPRA, 1982). Estes resíduos representam um dos maiores passivos existentes no tratamento de esgotos, pois precisam de descarte apropriado para não gerar mau cheiro e atrair vetores nocivos à saúde.

Nos últimos 25 anos, *wetlands* construídos vêm sendo aplicados com sucesso por iniciativas governamentais, ONGs ambientais, agências de água e esgoto e também em domicílios privados, subtraindo-lhes despesas e desperdícios de água. Acrescente-se nesse processo a adoção de programas que conservam e reutilizam a água, preservando o ciclo de renovação e a conservação de rios, lagos e drenagens em geral.

---

<sup>1</sup>Ecossistema é o “sistema que inclui os seres vivos e o ambiente, com suas características físicoquímicas e as interações entre ambos;” *Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa*, 2001.

## 1.1

### O problema

Podem os *wetlands* construídos se constituir em modelo de tratamento de efluentes no Brasil e recuperação de áreas urbanas degradadas?

## 1.2

### Objetivo geral

Mostrar que os *wetlands* construídos preservam a água e recuperam o ambiente [1], devolvendo a flora e a fauna à região onde são implantados, sendo um modelo de tratamento que produz húmus, responsável pela manutenção do solo fértil, e imitam o ciclo da natureza, com reaproveitamento de todo resíduo gerado, além de serem economicamente viáveis.

## 1.3

### Objetivos específicos

- 1) Apresentar as vantagens e desvantagens dos *wetlands* construídos como tipo de tratamento.
- 2) Evidenciar a necessidade da mudança dos parâmetros culturais relativos ao reuso de efluentes
- 3) Mostrar como os *wetlands* construídos são sustentáveis, sendo um processo de tratamento que agrega ao subproduto valores econômicos e ecológicos;
- 4) Evidenciar a recuperação de áreas urbanas com a aplicação de jardins filtrantes.

## 1.4

### Estrutura da dissertação

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo o capítulo atual a introdução ao tema da pesquisa.

O segundo capítulo dedica-se ao tema que envolve o uso de águas residuais do tratamento de esgotos domésticos (efluentes). Reporta-se à situação hídrica, suas causas, lista os tipos de reuso e países que adotam sua aplicação como recurso para a escassez de água, apresenta a regulamentação brasileira, nomeia autores e respectivos estudos para o aprofundamento do assunto.

O terceiro capítulo aborda o tratamento de efluentes convencional e ecológico (*wetlands*), enquanto que o quarto capítulo dedica-se à apresentação do *wetlands* construídos da ETE Ponte dos Leites, com relato de coleta de dados obtidos por entrevistas.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas no decorrer desse estudo, com a intenção de apontar aspectos econômicos, ambientais, sociais e técnicos relacionados com o desenvolvimento da pesquisa. Pretende sublinhar um novo aspecto da prática ambiental, que consiste no tratamento ecológico dos efluentes e resuso da água por meio da construção de *wetlands*.

## 2

### Água de reuso

A reutilização do efluente tratado não é uma prática nova, e tem sido utilizada em todo o mundo desde a antiguidade. Existem relatos de que na Grécia esgotos domésticos eram utilizados como adubo e também para irrigar plantações (ABES, 2015).

Atualmente, a demanda crescente por água tem feito do reuso um tema de grande importância. Kubler et al. (2015) afirmam que em 2008 havia cerca de 50 milhões m<sup>3</sup>/dia de água de esgoto reutilizados mundialmente. Deste montante, 21 milhões m<sup>3</sup>/dia eram de esgoto tratado em 43 países, sendo os Estados Unidos da América (EUA) o maior utilizador em volume. Em países como Cingapura e Kuwait, a água de reuso representava mais de 10% da água utilizada e em Israel, 75% dos efluentes eram reutilizados, principalmente na agricultura.

Conforme Rossetto et al. (2015), o reuso não é uma novidade, sendo aplicado em países com condições hídricas desfavoráveis, como Cingapura e Estados Unidos, principalmente nos estados da Califórnia e do Texas.

Hespanhol (2015) afirma que a solução da crise hídrica é a água de reuso pois:

[...] devido às mudanças climáticas, o milagre dificilmente virá do céu. As chuvas não estão dando conta de conter o colapso da água [...]. A solução pode estar na água que se tenta esconder e ignorar dentro dos tubos de esgoto. A água deve ser julgada por sua qualidade e não pelo seu histórico [...] (HESPANHOL, 2015).

Greenway (2005) refere o reuso como recurso contra a escassez de água na Austrália, afirmando que “*constructed wetlands can be designed to maximise the removal of both nutrients and pathogens by enhancing macrophyte diversity and natural disinfection processes by incorporating lagoons*” (p. 501).

Bahaman Sheikh (2001), em relação às condições climáticas da Arábia Saudita, explica que os *wetlands* construídos são economicamente vantajosos e tecnicamente eficientes no processo de tratamento dos efluentes por promoverem uma barreira aos contaminantes presentes. No estado de Utah, nos EUA, estudos realizados por Yue Zhang (2012) confirmam que o custo de implantação de



*wetlands* é baixo e podem remover até 87% de poluentes, com comprovada eficiência na agricultura em uma pequena região em Mount Pleasant.

A partir das pesquisas desses autores, pode-se concluir que os esgotos tratados têm papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, como substitutos para o uso de águas destinadas a fins menos nobres (agricultura, indústrias, jardinagem, lavagem de ruas, automóveis, moradias etc). Com essa prática procura-se preservar as fontes de água de boa qualidade, necessárias para atender ao abastecimento da população e outros fins, como a criação de animais.

No Brasil, entretanto, Hespanhol (2015) argumenta que “a nossa percepção cultural inibe a utilização de esgoto como água potável ou não potável”, porém a população já consome água de resuso sem se dar conta. Aquele autor exemplifica que a água retirada dos rios Tietê e Paraíba do Sul, ao ser utilizada, tratada e devolvida, constitui na realidade um procedimento de reuso não planejado e inconsciente para a população em geral.

Barbosa et al. (2014), no trabalho intitulado *Viabilidade do reuso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca*, constata que:

O entendimento de que o reuso de água é um importante componente da gestão de recursos hídricos é explicitado na literatura do tema por especialistas do assunto, mas esta prática ainda é incipiente no Brasil e sua regulamentação ainda é incompleta, nas escalas nacional e estadual (BARBOSA, SANTOS e PINTO MEDEIROS, 2014),

enquanto que Barros et al (2012) fazem uma breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira, concluindo que:

Para a eficácia da legislação ambiental, por meio da utilização dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, é necessário mais do que só a normatização de vias de comando e controle. São imprescindíveis outras políticas públicas, como trabalhar junto à população na conscientização e divulgação de políticas educacionais com investimentos nos aspectos voltados para a sustentabilidade, mudança de hábitos de consumo e estilo de vida.

O descaso sobre a escassez de água, e conseqüente prática do desperdício, vem afetando milhões de pessoas, com prejuízos econômicos significativos no setor industrial, que precisa de água em muitos processos. Este fato vem provocando discussões sobre mudanças climáticas, padrões de consumo,

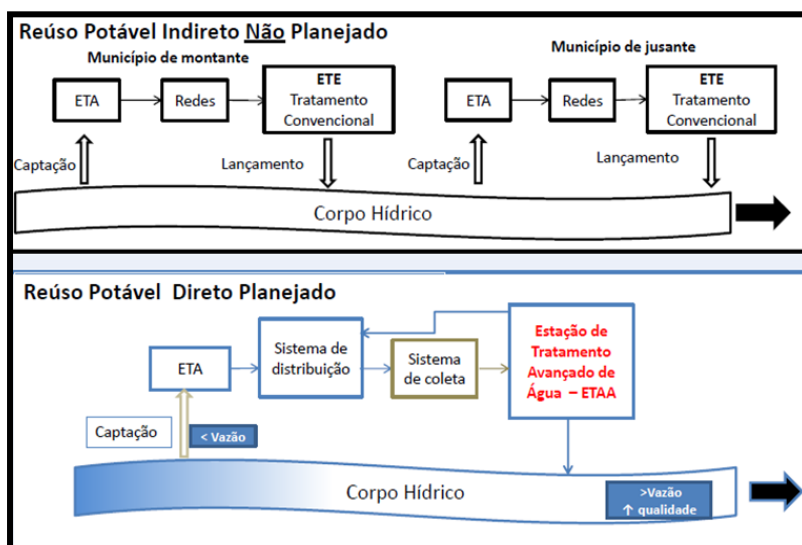
recuperação ambiental, investimentos e alternativas de abastecimento (AGÊNCIA BRASIL, 2017).

## 2.1

### Tipos de reuso

No reuso potável indireto não planejado (Quadro 1), a estação de tratamento de água faz a captação no corpo hídrico e entrega na adutora da rede de distribuição de uma cidade. Após o uso do recurso pelos habitantes, resta o efluente que é encaminhado para a ETE, onde é tratado e devolvido no mesmo corpo, tendo agora qualidade melhor atenda os parâmetros da Portaria nº 2914. A cidade seguinte efetua captação e refaz todo o processo citado, e assim todas as cidades situadas ao longo de um rio irão fazer o reuso não planejado desse recurso.

Quadro 1: Reuso indireto e direto.



Fonte: Rossetto, 2015.

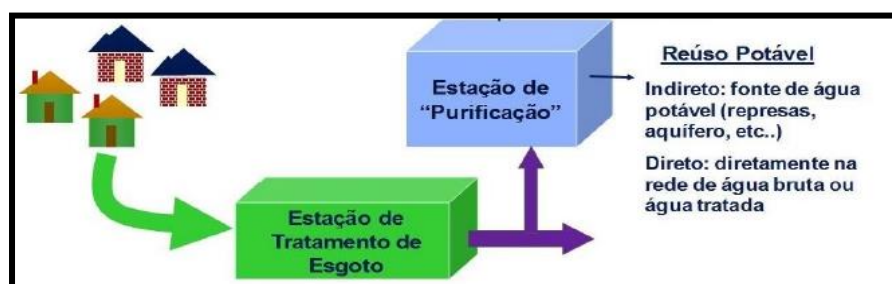
Esta modalidade de reuso é feita na água usada em alguma atividade humana, que é descartada no meio ambiente, sendo que a jusante é novamente utilizada em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. No trajeto até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

No reuso potável direto planejado (Quadro 1), o volume captado é menor, há o reaproveitamento do efluente tratado, aumentando a vazão do corpo hídrico. Ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local da utilização, não sendo descartados no meio ambiente. É o caso de maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação (IFECT, 2012).

Os vários tipos de tratamento de tecnologia avançada permitem que o reuso seja potável e direto, com o emprego de membranas, de carvão ativado biologicamente, em osmose reversa e no oxidativo.

A água proveniente desses processos apresenta qualidade superior à normalmente utilizada, pois os órgãos reguladores no Brasil exigem que a água potável atenda aos parâmetros da Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011). Para atingir a qualidade de potabilidade, a água de reuso, após passar por uma estação de tratamento de efluente (ETE), deve ser encaminhada para uma estação de purificação a fim de ser utilizada para fins mais nobres (Quadro 2).

Quadro 2: Estação de purificação.



Fonte: Kubler et al, 2015, p.11.

A Organização Mundial da Saúde também estabeleceu níveis de tratamento e critérios de qualidade que devem ser adotados para os seguintes tipos de reuso:

- Reuso agrícola para produtos não comestíveis;
- Reuso ambiental;
- Reuso industrial;
- Reuso recreacional com restrições;
- Reuso municipal em áreas restritas;
- Reuso municipal em áreas públicas;

- Reuso recreacional sem restrições;
- Reuso agrícola para produtos comestíveis;
- Reuso potável incluindo reabastecimento de aquíferos.

O reuso potável direto (RPD) está sendo praticado em países como Cingapura, Austrália, Bélgica, África do Sul, Namíbia e Estados Unidos, dentre outros países. Segundo Kubler et al. (2015), nos Estados Unidos a US EPA – *United States Environmental Protection Agency* – publicou em 2004 diretrizes para níveis de tratamento e critérios de qualidade para vários tipos de reuso, mas cada estado norte-americano pode adotar legislações específicas. Há mais de 50 anos o reuso da água é empregado nos Estados Unidos:

- em Bakersfield, na Califórnia, efluentes são utilizados na irrigação desde 1912;
- em Lubbock, no Texas, há reaproveitamento de água desde 1938;
- em Orange County, na Flórida, o projeto denominado CONSERV II tem fornecido água de reuso desde 1986;
- em Monterey County, na Califórnia, a água de reuso passa por filtração em uma estação com capacidade de 110mil m<sup>3</sup>/d, sendo usada para irrigar culturas de produtos comestíveis, com segurança comprovada em análises de laboratório.

## 2.2

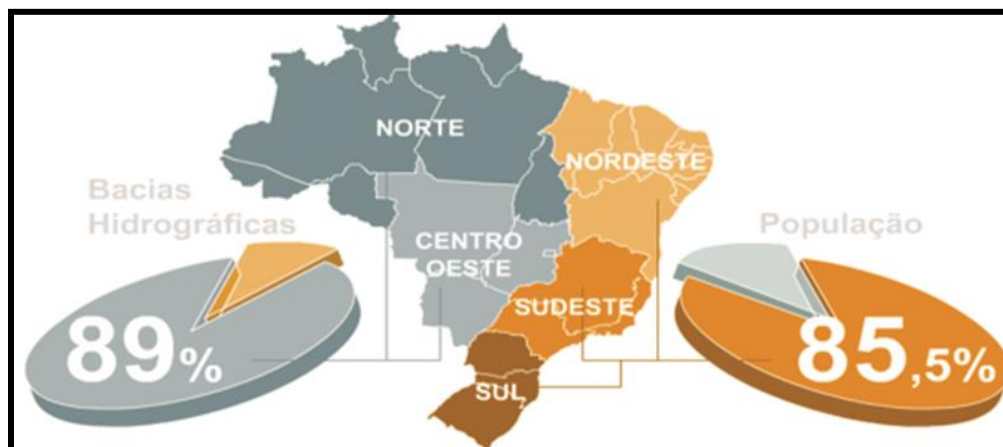
### Disponibilidade hídrica no Brasil

O Brasil, país de extensão continental, é privilegiado no que se refere às suas reservas de água, muito embora elas também se distribuam irregularmente no interior de seu território. A rede hidrográfica possui seis grandes bacias: Amazônica, do Tocantins, do São Francisco, do Paraná, do Paraguai e do Uruguai.

O Brasil dispõe de 15% das reservas de água doce mundial. Dos 113 trilhões de metros cúbicos de água disponíveis para a vida terrestre, 17 trilhões estão em território brasileiro. O potencial hídrico superficial brasileiro tem cerca de 89% concentrados nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde vivem 14,5% da

população. O restante do potencial hídrico superficial é distribuído nas demais regiões, onde habitam 85,5% da população, que representam 90,8% da demanda de água do Brasil (AMORIM, 2005), conforme Quadro 3.

Quadro 3: Distribuição irregular dos recursos hídricos.



Fonte: ANA, 2015.

A distribuição da água no território brasileiro é naturalmente desigual, com as áreas menos povoadas concentrando a maior parte dos recursos hídricos. A Tabela 1 ilustra a relação entre densidade demográfica e disponibilidade de água entre as diversas regiões do país.

Tabela 1: Distribuição dos recursos hídricos x densidade demográfica.

Região	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

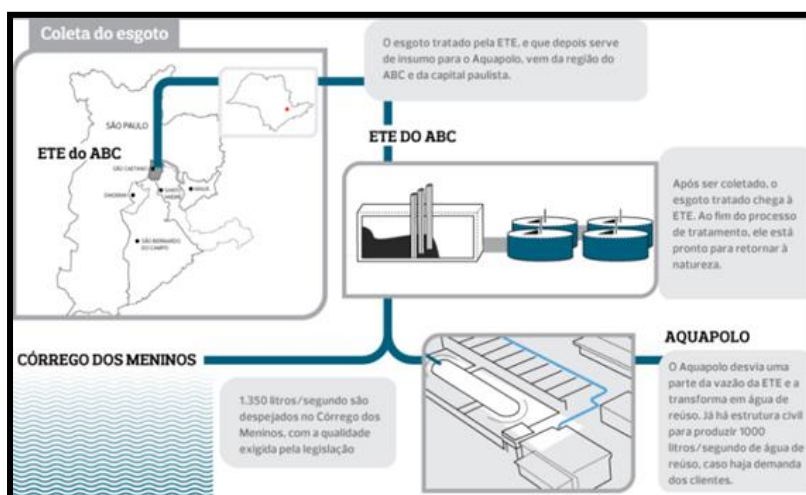
Fonte: IBGE/ANA, 2010.

Apesar das condições climáticas que asseguram chuvas abundantes e regulares em boa parte do território, os períodos de seca são mais frequentes segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2003). Conflitos de uso e restrições

de consumo podem afetar o desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, a qualidade de vida, acentuando a disparidade entre regiões. Segundo Santos (2014), houve forte disputa política entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, envolvendo a transposição do rio Paraíba do Sul, por ocasião de um longo período de seca que afetou drasticamente os reservatórios de abastecimento de água em cidades de ambos os estados, principalmente a capital paulista.

No estado de São Paulo, implantou-se o projeto Aquapolo, o quinto maior do mundo para produção de água de reuso industrial, em uma parceria entre BRK Ambiental e a SABESP. O Polo Petroquímico da Região do ABC (Quadro 4) é abastecido em 650 litros de água por segundo, comparativamente similar ao abastecimento de uma cidade de 500 mil habitantes, como Santos. A planta desse projeto pode produzir até 1000 litros de água por segundo, provindos de tecnologia de tratamento avançada.

Quadro 4: Projeto Aquapolo (SP).



Fonte: Site da Aquapolo<sup>2</sup>.

Em São Paulo, a SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A) foi a primeira no Brasil a desenvolver estudos pilotos, estabelecendo parâmetros e condições operacionais para fazer um sistema real para RPD.

<sup>2</sup>Disponível em: <<http://www.aquapolo.com.br/quem-somos/processo-aquapolo/?modal=2>>. Acesso em: 03.set.2016.

## 2.3

### Regulamentação para a água de reuso no Brasil

Na discussão sobre a busca de meios alternativos para o reaproveitamento da água, o reuso é pauta cada vez mais recorrente na agenda do mundo empresarial, do universo de órgãos ambientais, dos governos e do próprio cidadão. A regulamentação dos parâmetros para a utilização da água de reuso tem sido objeto de uma quantidade significativa de estudos, o que fortalece a importância do tema desta dissertação.

A preocupação com o racionamento e a escassez de água estão presentes na Constituição Brasileira de 1988, na qual um capítulo especial<sup>3</sup> para o ambiente, “inclui a defesa deste entre os princípios da ordem econômica” (BRASIL, 1988). Importa acrescentar que a Constituição da República Federativa do Brasil, aprovada pela Assembleia Nacional Constituinte em 22 de setembro de 1988 e promulgada em 5 de outubro de 1988, é a lei fundamental e suprema do Brasil, servindo de parâmetro de validade a todas as demais espécies normativas, situando-se no topo do ordenamento.<sup>4</sup> Anteriormente, o Decreto n.º 24.643, de 10 de julho de 1934, denominado Código das Águas, foi a primeira intervenção do governo federal em relação ao saneamento. Até a década de 1930, o saneamento era delegado a empresas estrangeiras, assim como uma série de outros serviços públicos; aos poucos, as empresas estrangeiras responsáveis pelos serviços de água e esgotos no Brasil foram nacionalizadas e estatizadas.

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia especial criada pela Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, como a entidade federal responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH. A missão da ANA é implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos

---

<sup>3</sup> O artigo 23 diz que é “competência da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das formas” (Inciso VI). Além de legislar concorrentemente sobre “conservação da natureza, defesa do solo e recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição” (Artigo 24 inciso VI). Apresenta três artigos referentes à proteção de áreas de mananciais: art. 170, art. 186 e art. 225. (BRASIL, 1988).

<sup>4</sup>Sobre a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em:<<https://www.google.com.br/search?q=A+Constituição+da+República+Federativa+do+Brasil+de+1988>>. Acesso em: 05 out.2016.

recursos hídricos, regulando o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável em benefício da atual e futuras gerações.

A regulamentação do reuso direto não potável de água foi feita inicialmente pelo Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (CNRH) por meio da Resolução n.º 54, de 28 de novembro de 2005. Esta resolução considera apenas a forma de reuso direto, não citando a recarga dos aquíferos, que é uma forma de reuso indireta. Esta última consiste em injetar a água em determinado ponto do aquífero e coletá-la em outro ponto do mesmo, localizado mais à jusante do primeiro, de modo a tirar vantagem da capacidade de filtração do solo para remoção de determinados contaminantes.

A Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, revogada pela Portaria 2914/2011, dispõe normas de qualidade da água para consumo humano. Estabelece as responsabilidades por parte de quem produz água, e as soluções alternativas ficam a cargo de quem tem “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias governamentais, com a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Responsabiliza os órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e controle das águas brutas (sem tratamento), de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento ao consumo humano.

A Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

De acordo com o artigo 2º, os serviços públicos responsáveis são regidos por princípios fundamentais de universalização do acesso e integralidade, ou seja, o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico.

Isto significa que tais prestações de serviço permitem acessibilidade dentro das necessidades da população e ainda “maximiza a eficácia das ações e resultados com abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente...”

Um ponto importante para este estudo também está definido nessa legislação, que sublinha a “utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e



progressivas, incluindo a integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos [...].”

### **3**

## **Tratamento de efluentes**

Cabe esclarecer que o termo esgoto caracteriza os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas. Estas, mais uma vez se reitera, podem ser provenientes dos usos doméstico, comercial e industrial, de utilidades públicas, de áreas agrícolas, superfícies de infiltração e pluviais.

Este estudo se atém aos esgotos domésticos que provêm de residências, edifícios comerciais ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas e outros dispositivos de uso doméstico. Esses são constituídos por água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, gorduras, produtos de limpeza e águas de lavagem. Podem receber também água de chuva e tudo que um rio transporta, as chamadas contribuições pluviais.

Atualmente as tecnologias convencionais de tratamento biológico de esgoto são projetadas para atender aos parâmetros de qualidade fixados por resoluções que estabelecem o grau de tratamento ao qual o efluente deverá ser submetido, preservando assim as qualidades originais do corpo hídrico (JORDÃO e PESSOA, 2009).

### **3.1**

#### **Tratamento convencional**

##### **3.1.1**

#### **Processos de tratamento**

Cabe destacar que a própria natureza é capaz de tratar os contaminantes presentes nos rios, lagos, mar. Porém, o esgoto usualmente tem enorme quantidade de contaminantes, o que exige o auxílio de uma ETE, que basicamente reproduz a ação da natureza mais rápida e eficientemente.

A função das ETEs é tratar águas contaminadas pela ação humana antes que sejam devolvidas ao ambiente, de modo a não causar danos ecológicos e à

saúde do homem. Objetiva-se a restituição dessas águas com uma qualidade igual ou superior às anteriormente recebidas.

O esquema (fig.1) descreve os passos do tratamento convencional de efluentes e a definição dos tipos de resíduos resultantes do processo: o líquido e o sólido, que são passíveis de reaproveitamento.

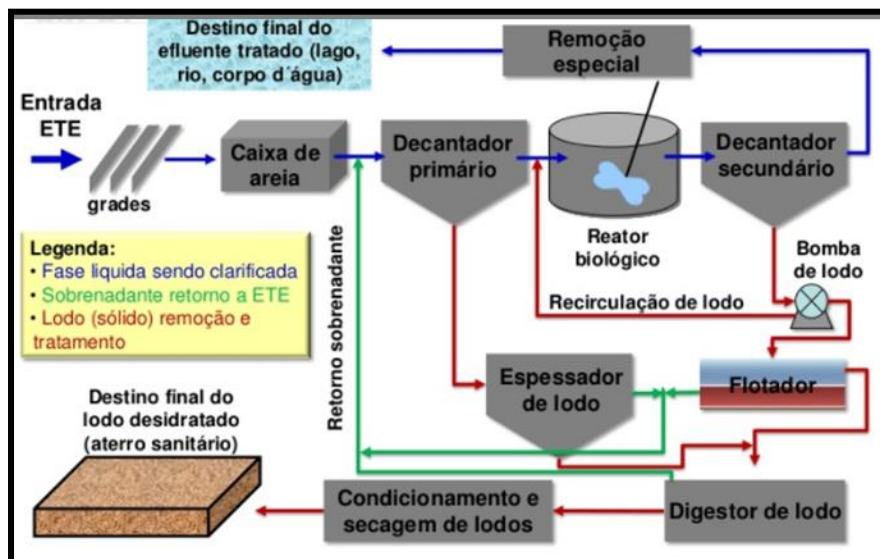


Figura 1: Esquema convencional da ETE.  
Fonte: Carvalho et al, 2010.

Os processos de tratamento que consistem em remover poluentes contidos no esgoto são de natureza física, química e biológica, de acordo com a categoria dos poluentes. Tais operações não atuam isoladamente, com as transformações realizadas (fig. 2) influenciando nos fenômenos inerentes às demais fases.

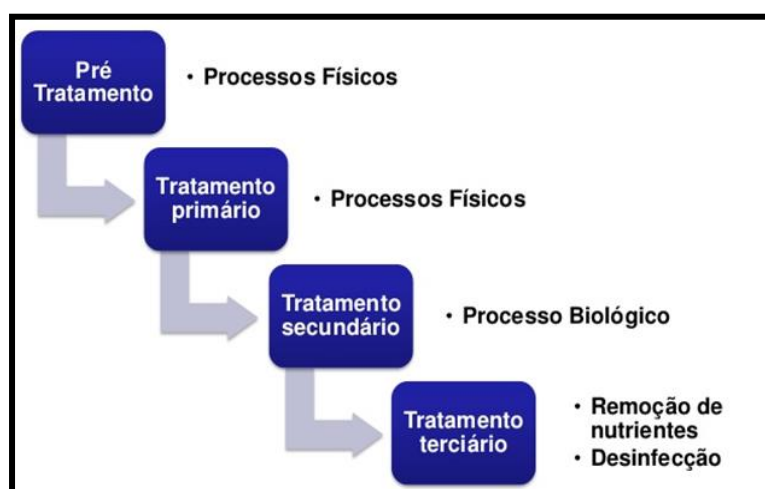


Figura 2: Fases de tratamento dos efluentes.  
Fonte: Carvalho et al, 2010.

A característica principal do **processo físico** é a remoção das substâncias fisicamente separáveis dos líquidos, ou que não estão dissolvidas. Nele se incluem:

- a remoção dos sólidos grosseiros;
- a remoção dos sólidos sedimentáveis, inclusive remoção de areia;
- a remoção dos sólidos flutuantes.

Além destas remoções, também são considerados processos físicos de tratamento:

- remoção da umidade do lodo;
- filtração dos esgotos;
- incineração do lodo;
- diluição dos esgotos;
- homogeneização dos esgotos ou do lodo.

Os **processos químicos** de tratamento são raramente empregados separadamente. Para tal, utilizam-se produtos químicos, modalidade eleita quando os processos físicos e biológicos não atendem ou não atuam eficientemente nas características que se deseja reduzir ou remover, ou para que tenham sua eficiência melhorada (JORDÃO e PESSOA, 2009). Os procedimentos mais comuns durante o tratamento do esgoto são:

- coagulação e floculação;
- precipitação química;
- elutriação<sup>5</sup>;
- oxidação química;
- cloração;
- neutralização ou correção do PH.

Os **processos biológicos** de tratamento são os que dependem da ação de microrganismos presentes nos esgotos. Transformam componentes complexos em compostos simples, tais como sais minerais, gás carbônico e outros. Essa modalidade procura reproduzir, em dispositivos projetados, os fenômenos

---

<sup>5</sup> Elutriação é o mesmo que decantação. Disponível em:< <https://www.dicio.com.br/efluente>>. Acesso em: 11 jun. 2016.

biológicos observados na natureza, sem ocasionar alto custo (JORDÃO e PESSOA, 2009). Os principais processos biológicos de tratamento são:

- oxidação biológica: aeróbia (lodos ativados, filtros biológicos aeróbios, valos de oxidação e lagoas de estabilização) e anaeróbia (reatores anaeróbios de fluxo ascendente, ou de manta de lodo, lagoas anaeróbias e tanques sépticos);
- digestão de lodo aeróbia, anaeróbia e fossas sépticas.

Além dos processos citados, vários outros vêm evoluindo de forma positiva. Estes “tratamentos avançados” constituirão, na opinião de Jordão e Pessoa (2009, p.96), “formas normais de tratamento, à medida que o desenvolvimento tecnológico torná-los economicamente viáveis e de metodologia mais simples.” Dentre eles são mencionados:

- adsorção por carvão;
- eletrólise;
- troca de íons;
- filtração rápida;
- filtração por membranas, incluindo micro, ultra e nanofiltração;
- osmose reversa;
- “*gas stripping*.”<sup>6</sup>

Cabe acrescentar que os tratamentos convencionais de esgotos são processos criados para remover as substâncias indesejáveis e nocivas ao ambiente, ou as transformar em subprodutos aceitáveis pelas regulamentações, que as classificam como reaproveitáveis ou passíveis de retorno à natureza.

---

<sup>6</sup> *gas stripping*: remoção de gás. Disponível em: <<http://www.linguee.com.br/ingles-portugues/traducao/gas+stripping.html>>. Acesso em: 11 jun.2017.

### 3.1.2

#### Tipos de tratamento

No **tratamento preliminar** é feita a remoção dos sólidos grossos presentes nos esgotos sanitários, tais como papéis, plásticos, cabelos, areia etc. O gradeamento, realizado por grades e peneiras, é a fase inicial em qualquer sistema adotado. Esses sólidos, se não forem retirados adequadamente, podem causar danos a tubulações, equipamentos, bombas e ainda prejuízo no desenvolvimento posterior do processo de tratamento (TRINDADE, 2012).

A eliminação da areia do esgoto exige a desarenação, que ocorre na caixa de areia, a fim de evitar danos por abrasão aos equipamentos da ETE. Ou seja, visa diminuir a possibilidade de obstrução das tubulações, tanques, orifícios e sifões da estação, além de facilitar o transporte do líquido, principalmente do lodo, em suas diversas fases.

O **tratamento primário** consiste na remoção de frações de sólidos dissolvidos e/ou suspensos sedimentáveis e materiais flutuantes (óleos e graxas). A depender do tipo de sistema de tratamento utilizado, parte da matéria orgânica em suspensão será removida, podendo ser retiradas também frações de sólidos dissolvidos nos efluentes: sólidos em suspensão (diâmetro superior a  $10^0\mu\text{m}$ ) e sólidos dissolvidos (diâmetro inferior a  $10^{-3}\mu\text{m}$ ). Os processos mais usados nessa fase são a sedimentação e flotação (coagulação e floculação). A coagulação é feita com o uso de hidróxidos insolúveis de ferro e alumínio, os quais são removidos em sedimentadores, arrastando consigo partículas coloidais e íons dissolvidos. Já a floculação se realiza com o uso de polímeros que interagem com as partículas em suspensão, formando flocos que se sedimentam; a fase sólida é separada da líquida pela ação de pequenas bolhas de gás que, ao aderirem às partículas, provocam a diminuição de sua densidade aparente, arrastando-as para a superfície. Uma alternativa para esses resíduos gerados, contendo alumínio, é sua utilização na fabricação de argilas refratárias (Programa de Pesquisas de Saneamento Básico - PROSAB, 2014).

O **tratamento secundário** engloba todos os processos biológicos de tratamento de efluentes, tanto de natureza aeróbia quanto anaeróbia. Visa converter a matéria orgânica dos efluentes em materiais inorgânicos (carbonato, sulfato etc.) e em material biológico sedimentável, removido em tanques de

sedimentação. Os processos biológicos aeróbios mais utilizados são: lodo ativado, filtro biológico, biorreatores a membrana (MBR), lagoa de aeração e lagoa de estabilização (PROSAB, 2014).

O **tratamento aeróbio** (fig. 3) é utilizado normalmente com as funções de tratamento primário e secundário, sendo responsável pela remoção de matéria orgânica na forma de sólidos suspensos e dissolvidos.

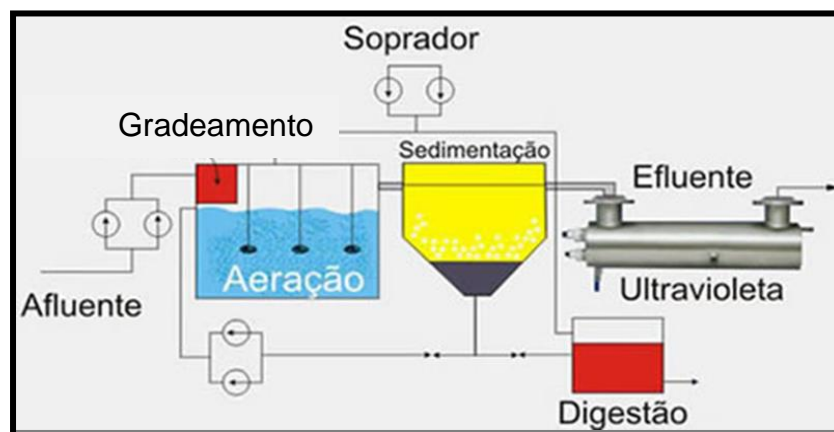


Figura 3: Tratamento aeróbio.  
Fonte: Tratamento aeróbio de efluentes.<sup>7</sup>

Este processo utiliza a técnica de fornecimento de oxigênio ao sistema aquoso poluído, onde se permite, por determinado tempo, o desenvolvimento de organismos aeróbios (lodo ativado), que se alimentam dessa matéria orgânica poluidora. A matéria orgânica é transformada em gás carbônico e em mais microorganismos que seguem se alimentando e multiplicando.

Os processos de tratamento aeróbio podem exercer as funções de tratamento secundário ou terciário, a depender do tipo de reator utilizado e das cargas orgânicas aplicadas. Os reatores são caracterizados pela presença de oxigênio atuante no funcionamento do reator biológico, o que permite o crescimento de microrganismos aeróbios, responsáveis pela degradação da matéria orgânica e pela remoção do nitrogênio.

Os reatores de lodos ativados, tanque de aeração, lagoa aeróbia, biofiltro aerado submerso, filtro de areia descendente, biodiscos e filtros plantados são exemplos de reatores aeróbios (fig. 4).

<sup>7</sup>Disponível em: <<http://jpcomunicacoes.com.br/snatural.com.br/Estacao-Compacta-Efluentes-Tratamento.html>> Acesso em: 20 ago.2017.

O **tratamento anaeróbio** (fig. 5) consiste na degradação da matéria orgânica pela ação das bactérias anaeróbias (na ausência de oxigênio), gerando metano e compostos inorgânicos como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$  e outros metabólitos.

Esses processos evoluíram desde o século XIX com a fossa moura (França, 1881) até os reatores biológicos atuais, como os filtros anaeróbios, reator de leito expandido ou fluidificado, biodisco rotatório e Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA).

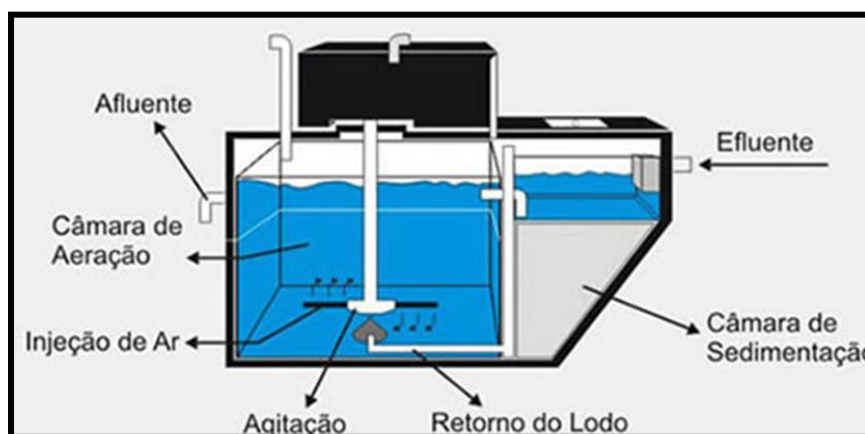


Figura 4: Funcionamento do tanque de aeração<sup>8</sup>  
Fonte: Tratamento aeróbio de efluentes.

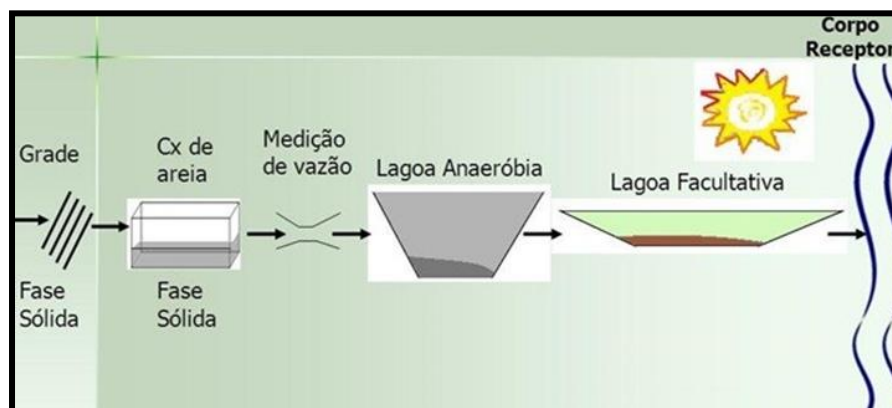


Figura 5: Tratamento anaeróbio.  
Fonte: Vasconcelos. Lagoa anaeróbio e o sistema australiano.<sup>9</sup>

<sup>8</sup>Disponível em: <<http://jpcomunicacoes.com.br/snatural.com.br/Estacao-Compacta-Efluentes-Tratamento.html>> Acesso em: 20 ago.2017.

<sup>9</sup> Disponível em: < <http://www.logicambiental.com.br/lagoa-anaerobia/>>. Acesso em: 20 ago. 2016.



Um reator biológico permite o crescimento de microrganismos anaeróbios e facultativos, que são responsáveis por parte significativa da remoção da matéria orgânica dos esgotos. Existem alguns tipos de reatores anaeróbios, como o tanque séptico, o filtro anaeróbio, a lagoa anaeróbia, o reator anaeróbio compartimentado e o reator UASB de fluxo ascendente com manta de lodo (fig. 6).

O **tratamento terciário ou avançado** consiste numa série de processos para melhorar a qualidade dos efluentes provenientes dos tratamentos primários ou secundários. Ainda não utilizados amplamente a nível industrial devido às exigências crescentes de qualidade dos efluentes e pela possibilidade de reciclagem ou reuso da água.

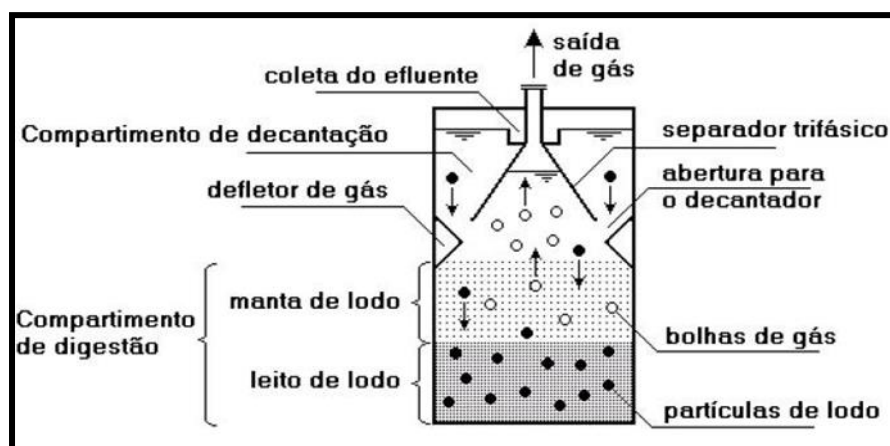


Figura 6: Reator UASB.

Fonte: Estação de Tratamento de esgoto.<sup>10</sup>

Quando ocorre a remoção de frações de compostos na forma inorgânica, em especial de nitrogênio e fósforo, caracteriza-se o nível de tratamento terciário. A importância de esta operação ser feita até o nível terciário é dada em função da necessidade de remoção de sólidos em suspensão, carga orgânica residual de micropoluentes, sais minerais, metais tóxicos e nutrientes (nitrogênio e fósforo). Estes compostos nutrientes, se lançados em corpos d'água, principalmente em lagos, podem desencadear o processo de eutrofização (Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, 2014).

<sup>10</sup> Disponível em: < <http://www.samaepomero.de.com.br/index.php?pg=1078> > Acesso em: 02 jul. 2016.

A eutrofização (ou eutroficação) normalmente é um processo de origem antrópica (provocado pelo homem). Trata-se de uma concentração de matéria orgânica, composta de fosfatos e nitratos, acumulada em ambientes aquáticos. A quantidade excessiva de minerais induz à multiplicação de microrganismos (algas) que habitam a superfície da água, formando uma camada densa, impedindo a penetração da luz, o que implica na redução da taxa fotossintética nas camadas inferiores, ocasionando déficit de oxigênio para atender e sustentar a vida de organismos aeróbios (peixes e mamíferos aquáticos). Em consequência, aumenta o teor de matéria orgânica no meio<sup>11</sup>, com mortalidade de peixes e mudanças na biodiversidade aquática, comprometendo a água destinada ao abastecimento público. Tal processo é mais comum em lagos e represas, ambientes mais favoráveis, embora possa ocorrer também nos rios, com menor frequência.

O **polimento** é responsável pela remoção de frações remanescentes de sólidos suspensos, nutrientes, ou ainda de organismos patogênicos, capazes de causar doenças ao homem (FUNASA, 2014). Tais elementos não são removidos por sistemas de tratamento biológicos convencionais.

A **disposição final** dos efluentes tratados depende de dois fatores principais: o nível de tratamento alcançado e as condições do local de disposição. O lançamento de efluentes na rede pluvial ou em um corpo d'água é prática limitada por padrões de lançamentos mínimos, estabelecidos pelos órgãos competentes. A qualidade do efluente deverá estar de acordo com os parâmetros solicitados pela legislação estadual ou municipal vigente.

O tratamento de esgotos pode ter duas finalidades: a primeira visa atender os padrões regulamentados e a segunda praticar o reuso da água (fig. 7). Segundo Hespanhol (2015), os tratamentos estão sendo feitos de maneira planejada, caminhando em direção ao reuso de água potável para atender a demanda da população.

---

<sup>11</sup>Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/eutrofizacao.htm>>. Acesso em: 01maio 2016.

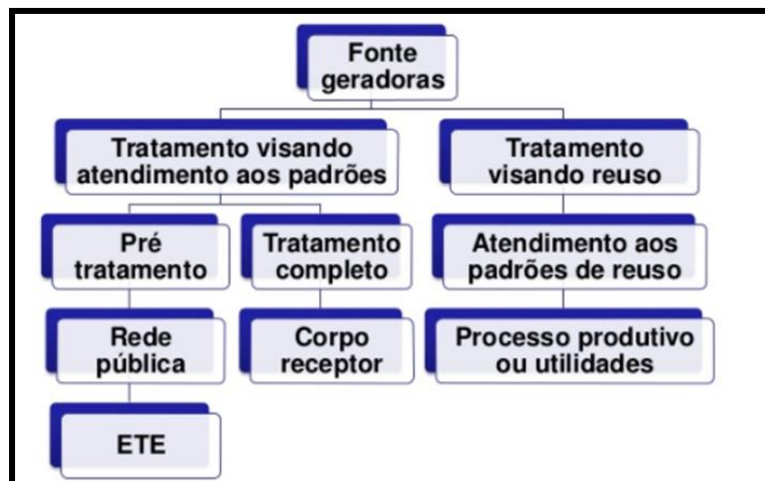


Figura 7: Finalidades do tratamento de esgoto.  
Fonte: Carvalho et al, 2010..

### 3.2

#### Tratamento ecológico: jardins filtrantes (*wetlands*)

No Brasil, os *wetlands* (terras úmidas) são geralmente nomeados pela própria terminologia em língua inglesa. Constituem-se de leitos de raízes em zonas úmidas, filtros plantados, tanque de macrófitas, filtros plantados com macrófitas, áreas alagadas, alagados construídos ou artificiais, áreas inundadas, ou leitos cultivados.

No presente trabalho, utiliza-se o termo *wetlands* para designar o tratamento por filtros plantados com macrófitas. A fitopurificação é uma das alternativas de tratamento de efluentes que reaproveita o subproduto, agrega valor econômico e mitiga os impactos ambientais, além de iniciar o processo de resiliência de uma área degradada, trazendo contribuição à restauração da fauna e flora.

A fitopurificação tornou-se instrumento de motivação econômica, pois o resíduo oferece um novo modelo de negócio de baixo custo, econômico e com enorme benefício ao ambiente. Os *wetlands* são considerados filtros biológicos que possuem microorganismos capazes de promover reações de depuração do efluente. Tais microorganismos, com sua diversidade genética, degradam várias substâncias presentes na água, alimentando-se enquanto promovem seu crescimento (POÇAS, 2015).

As *wetlands* processam os nutrientes, fósforo e nitrogênio, preservando a natureza. Esta tecnologia alternativa de tratamento consegue aproveitar o ambiente de solo alagado, onde o rizoma das plantas é responsável pela despoluição das águas residuárias, podendo executar funções semelhantes ao tratamento convencional dos esgotos domésticos, por meios físicos, químicos e biológicos (SILVA, 2007). Adicionalmente, o processo de tratamento torna-se mais acessível economicamente, se comparado aos sistemas terciários compactos e mecanizados pois possui baixo custo de implantação, operação e manutenção em relação aos sistemas convencionais. O ideal para locais com disponibilidade de área com baixo custo de aquisição.

Cabe acrescentar também que o Brasil oferece condições climáticas e ambientais favoráveis à implantação das *wetlands*, além de apresentar enorme carência de tratamento em águas residuárias, especialmente em pequenos e médios municípios (VALENTIN, 2003). Outra vantagem é a flexibilidade de escolha do local de implantação, definição das variáveis hidráulicas e maior facilidade no manejo da vegetação, com o propósito de obter grande eficiência de remoção de matéria orgânica e nutrientes (SANTIAGO et al, 2015).

A caracterização das águas residuárias e da vegetação pode ser feita a partir da observação de diversos parâmetros. Para monitorar a quantidade da água, são utilizados o volume e a vazão do afluente. Para a qualidade, são observadas suas principais características biológicas (microorganismos), físicas (cor, turbidez, odor e temperatura) e químicas (PH, alcalinidade, acidez, dureza, conteúdo de ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo e oxigênio dissolvido, DQO<sup>12</sup> e DBO<sup>13</sup>) (VON SPERLING, 1996).

É preciso esclarecer que as **wetlands naturais** consistem em áreas de transição entre um sistema terrestre e um aquático (fig. 8), conhecidas na natureza como terras úmidas, brejos, várzeas, pântanos, manguezais ou lagos rasos. Os igapós da Amazônia são um exemplo de *wetland* natural.

---

<sup>12</sup> DQO = Demanda Química de Oxigênio.

<sup>13</sup> Idem.



Figura 8: Wetland natural.  
Fonte: Borma e Rennó, 2015.<sup>14</sup>

Este ecossistema é exemplo do processo de autodepuração (fig.9), porque se constitui por áreas que sofrem inundações constantes ou intermitentes, e que desenvolveram uma vegetação adaptada à vida em solos alagados.

A vegetação responsável por todo este processo de purificação da água consiste nas **macrófitas** (Apêndice A), que incluem desde plantas aquáticas vasculares até algumas algas, cujos tecidos podem ser visivelmente identificados. Estas plantas são vasculares e utilizam a energia solar para assimilar nitrogênio e fósforo na produção de matéria orgânica, o que serve de fonte de energia para seres vivos, como as bactérias e fungos (BRIX, 1994).

O sistema de macrófitas flutuantes caracteriza-se pela presença de plantas com folhas na superfície da água, livres ou enraizadas. As plantas submersas, como a nomenclatura explica, podem também ser livres ou enraizadas, porém possuem tecidos fotossintéticos totalmente imersos.

---

<sup>14</sup> Disponível em: < <http://slideplayer.com.br/slide/8853353/>>. Acesso em: 13.set.2016.

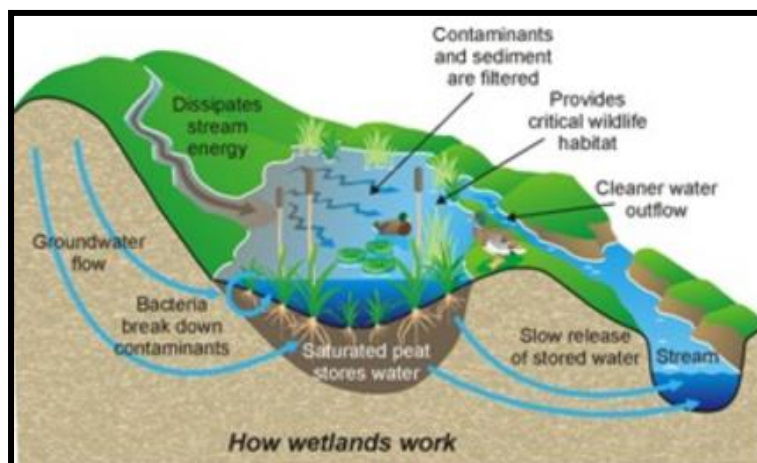


Figura 9: Processo de depuração de *wetland* natural.  
Fonte: Borma e Rennó, 2015.

Nesse ecossistema, a água, o solo e os vegetais degradam a matéria orgânica, reciclando os nutrientes. Em consequência, melhoram a qualidade da água, ou seja, tornam o ecossistema equilibrado (ANJOS, 2005). Segundo Kletecke (2011), os parâmetros utilizados para caracterizar a vegetação se referem à taxa de crescimento das plantas, área foliar e índice de área foliar. Os dados são avaliados em diferentes condições ambientais, quantificando os nutrientes (fósforo e nitrogênio) exportados a partir da produção de biomassa.

Para a *Environmental Protection Agency* (EPA, 2000), as *wetlands* construídas atendem a filtragem de águas residuais. Podem ser formadas por uma ou mais células de tratamento em conjunto, de modo controlador, ou seja, fazem a captação dos efluentes primários e os trata com o efluente secundário. Em um sistema de tratamento de uma *wetland construída*, ocorrem vários processos, com maior ou menor intensidade, mas que contribuem para a melhoria da qualidade do efluente (UNEP, 2004). Dentre eles, destacam-se:

- A desnitrificação, com conseqüente remoção de nitrato;
- A adsorção de íons amônio e de metais pelos argilominerais;
- A adsorção de íons metálicos, de pesticidas e de compostos à base de fósforo pela matéria orgânica;
- A decomposição de matéria orgânica biodegradável, tanto aeróbia quanto anaeróbia;
- A remoção de patógeno por microorganismos, retirada de metais pesados e outras substâncias tóxicas por macrófitas, decomposição de orgânicos tóxicos através de processos anaeróbios.

Kadlec e Wallace (2009) dividem as *wetlands* construídas em dois tipos básicos: as de **fluxo superficial**, com plantas flutuantes, submersas ou emergentes e as *wetlands* de **fluxo subsuperficial**, que podem ser de fluxo horizontal ou vertical. As *wetlands* construídas de fluxo superficial são empregadas para solos mais argilosos, com baixa permeabilidade, e também para terrenos que possuem uma declividade reduzida.

No tipo subsuperficial (fig. 10), o efluente a ser purificado é introduzido em um substrato filtrante que permite condições de fluxo. Na configuração de fluxo horizontal, o efluente a ser tratado é disposto na porção inicial do leito, na zona de entrada, que costuma ser composta por brita, areia e cascalho, permitindo percolação através do material filtrante até atingir a porção final, na extremidade da zona de saída, composta pelo mesmo material da entrada. A percolação tende a estabelecer um fluxo horizontal, impulsionado pela declividade de fundo (fig. 11).

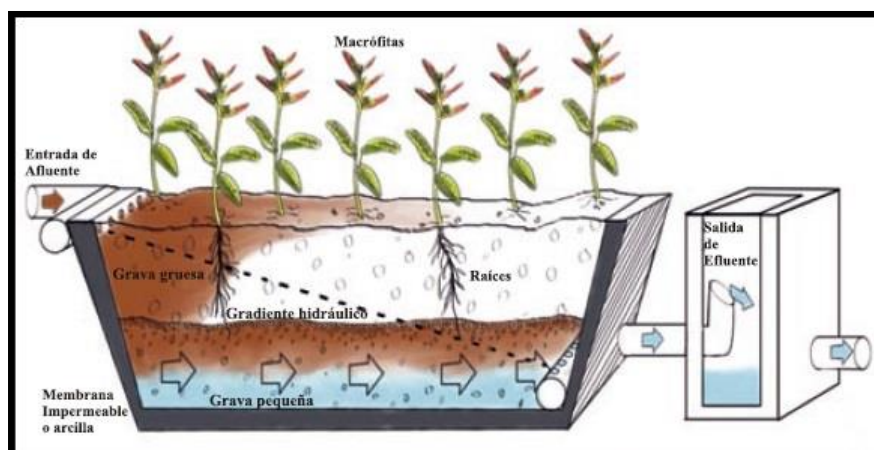


Figura 10: *Wetland* de fluxo subsuperficial.  
Fonte: Peña et al., 2013.

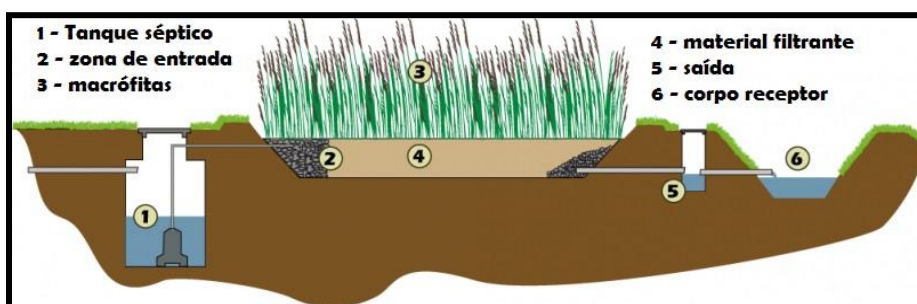


Figura 11: Filtro plantado de fluxo horizontal.  
Fonte: Adaptado de wetlantec.<sup>15</sup>

<sup>15</sup>Wetlantec: imagem disponível em: <<http://www.wetlantec.com/en/constructed-wetland-filter/>>. Acesso em: 26.set.2016.

As macrófitas empregadas são plantadas diretamente no material de preenchimento. O processo de depuração e transformação dos componentes físicos, químicos e biológicos dos esgotos se dá por meio de uma combinação de elementos e mecanismos, em que o princípio básico é a formação do biofilme aderido às raízes das plantas.

Esta concepção de *wetlands* construídas aplicada ao tratamento de águas residuárias foi desenvolvida inicialmente durante a década de 1970 na Alemanha. O primeiro tipo de fluxo horizontal entrou em operação em 1974 em Othfresen, sendo o processo chamado de zona de raízes – *root zone method* (RZM). A macrófita utilizada naquele projeto piloto, conhecida popularmente como junco comum (*common reed*), continua sendo empregada em toda Europa (SEZERINO, 2006).

As *wetlands* construídas de fluxo vertical são estruturadas por módulos escavados em terreno com superfície plana, impermeabilizado nas laterais e no fundo, a fim de evitar que o efluente a ser tratado percole para camadas mais profundas do solo e atinja o lençol freático (fig. 12).

Os módulos são preenchidos com um material filtrante, composto na maioria das vezes por camadas de areia e brita. As macrófitas são dispostas do mesmo modo que nas *wetlands* construídas de fluxo horizontal, ou seja, diretamente no material filtrante interno.

As *wetlands* de fluxo subsuperficial horizontal ou vertical vêm sendo utilizados no tratamento descentralizado de esgoto na região sul do Brasil, em condomínios residenciais e áreas de preservação ambiental (FUNASA, 2014).

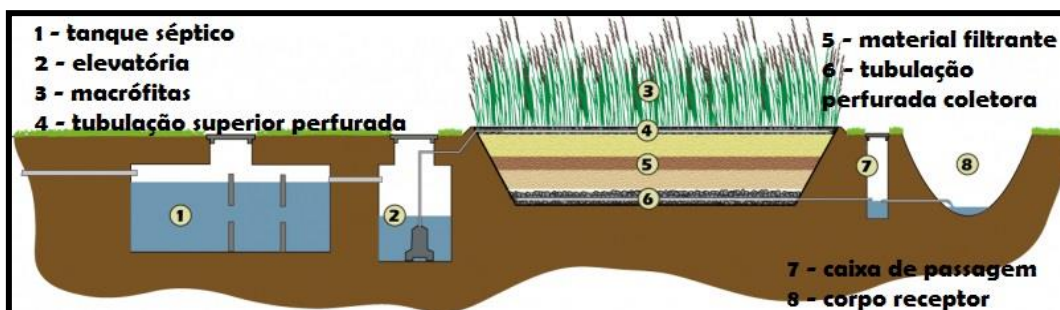


Figura 12: Filtro plantado de fluxo vertical.

Fonte: Adaptado de wetlantec.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Wetlantec: imagem disponível em: <<http://www.wetlantec.com/en/constructed-wetland-filter/>> Acesso em: 26.set.2016.



A alimentação de efluente no filtro plantado vertical deve ser realizada por meio de bombas hidráulicas, acionadas manualmente ou por meio de sistema automatizado. O número de acionamentos diários depende do dimensionamento do reator. A disposição do efluente no filtro plantado de fluxo vertical é realizada por tubulações perfuradas dispostas ao longo da seção longitudinal, na porção superior do filtro. Estas tubulações podem ser cobertas por britas, para evitar contato com o esgoto. Tal disposição caracteriza o fluxo vertical com o efluente a ser tratado disposto na porção superior do filtro, percolando verticalmente até o fundo, sendo coletado por tubulações perfuradas, drenando o líquido tratado (FUNASA, 2014).

As estações de tratamento de esgoto por macrófitas são projetadas sob critérios de engenharia (fig.13). As técnicas de construção variam de acordo com a característica do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de poluentes, da área disponível e do interesse paisagístico (SALATI et al, 2009; SEZERINO, 2006).

### 3.2.1

#### **A preservação do húmus**

Os jardins filtrantes (*wetlands*) são considerados áreas de uma rica biodiversidade, graças à presença de grande número de espécies com inúmeras funções ecológicas. Dentre elas, destacam-se a purificação das águas, a degradação da matéria orgânica colaborando para fertilizar o solo, os ecossistemas aquáticos, servindo de refúgio para algumas espécies, além de proporcionar certa harmonia paisagística (fig. 14).

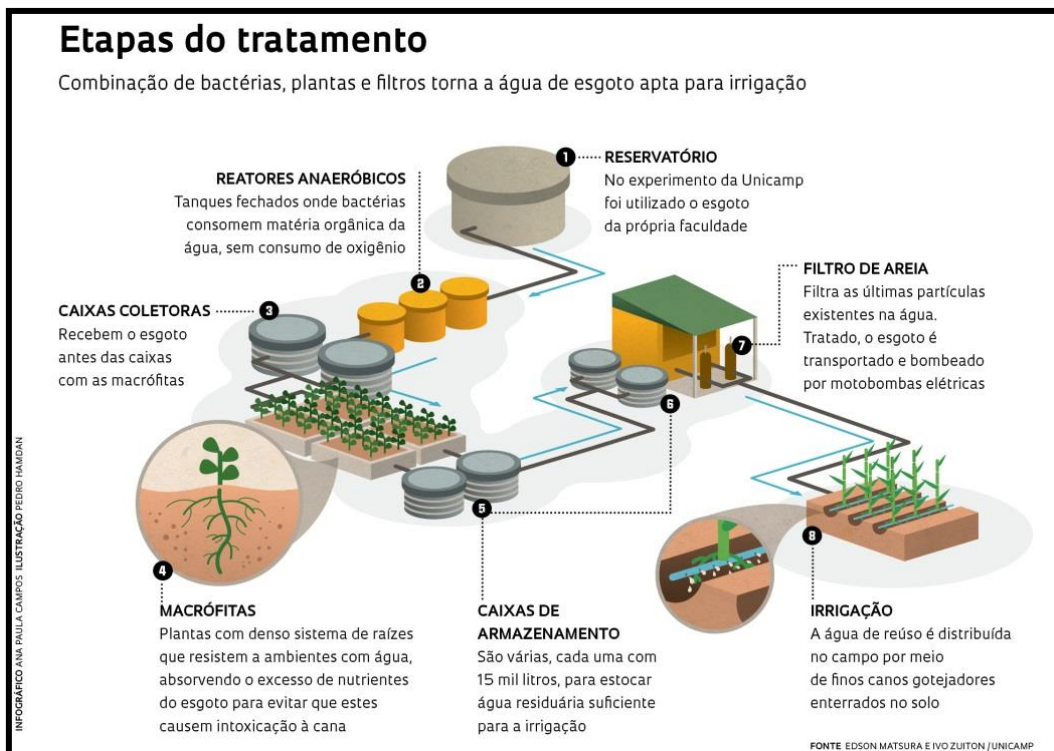


Figura 13: Etapas de tratamento de esgoto por macrófitas.  
Fonte: Silveira, 2015.<sup>17</sup>

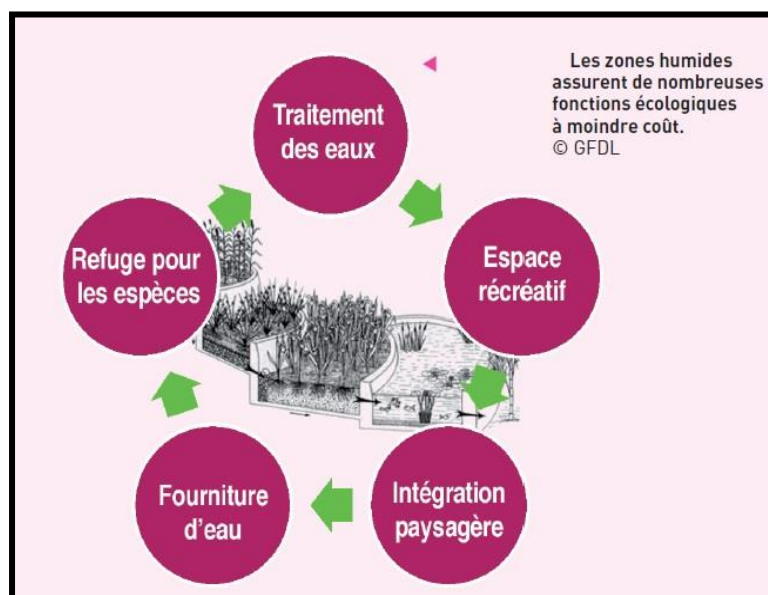


Figura 14: Preservação do húmus.  
Fonte: *La phyto-épuration: des plantes pour traiter les eaux usées.*

No centro do ecossistema está o solo e neste, o húmus, pelo fato de o solo ser um suporte orgânico, onde as raízes se fixam e de onde retiram seus nutrientes.

<sup>17</sup> Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/03/13/a-contribuicao-do-campo/>>. Acesso em: 26.set.2016.

O húmus é uma substância orgânica, complexa, cuja presença no solo faz a diferença entre a terra fértil e a desertificada. É chamado de “ouro marrom da terra”, porque é ele que regula o regime de água do solo, servindo de esponja e impedindo que ela escorra pela superfície, acarretando erosão, inundações e secas. Um grama de húmus é capaz de armazenar até 50g de água no solo.

Problemas de água no mundo também são devidos ao desaparecimento do húmus em processos antrópicos. A não renovação dessa biomassa no ciclo de formação do húmus marca o início dos problemas relacionados à água: escassez, poluição, cheias e secas. A purificação por plantas é um caminho para preservação da biomassa animal, rica em azoto (estrume, lamas, resíduos humanos). Para que haja formação de húmus, deve haver presença simultânea de biomassa animal e da biomassa vegetal, rica em carbono (celulose).

Assim, em aparente contradição com o objetivo do saneamento sustentável, que é eliminar a poluição e proteger a saúde, deve-se ter também como meta a transformação da matéria orgânica excretada pelos animais na formação de húmus.

### 3.2.2

#### **Aplicação na recuperação do paisagismo**

O processo de ocupação urbana sem planejamento vem promovendo a devastação de áreas de vegetação nativa. Isto ocorre de modo incessante, repetidamente, o que o torna ainda mais nocivo e marcante. A degradação do entorno de várzeas se acentua com a construção de aterros para expansão de aglomerações urbanas.

As *wetlands* construídas têm papel de peso na recuperação da umidade dessas áreas. Porque podem recriar um ecossistema mais equilibrado, pois autodepuram a água, promovem maior umidade da região, auxiliando na recuperação da flora e fauna, e proporcionando melhor conforto térmico às cidades.

A organização internacional *Wetlands International* (WASH) publicou em janeiro de 2010 um caderno de benefícios decorrentes da implantação de *wetlands* tais como: regularização climática, ganhos socioculturais, possibilidade de

atividades recreativas e de lazer e, principalmente, a oportunidade de educação ambiental direta ou indiretamente (WASH, 2010).

O *Parc du Chemin de L'île*, em Nanterre, França, construído entre 2003 e 2006, e expandido em maio de 2012, obteve a certificação de espaço verde ecológico. O parque é parte de uma grande ação de revitalização urbana. Tecnologias apropriadas são utilizadas para contribuir com a despoluição das águas do rio Sena por meio de sistemas naturais integrados. No final do processo, a água limpa é utilizada para irrigar hortas comunitárias.<sup>18</sup>

Oferece aos visitantes 14.5 hectares de relaxamento e lazer (fig. 15). Exemplifica o conceito de recomposição urbana, pois se tratava de antiga área industrial e de estradas e vias férreas. Hoje gera uma nova atividade econômica, social e urbana de qualidade.

O projeto buscou uma aliança entre cidade e natureza, regenerando a biodiversidade local com a criação de áreas e conexões verdes entre bairros, e despoluindo parte da água do rio Sena por meio de jardins aquáticos filtrantes (WASH, 2010).

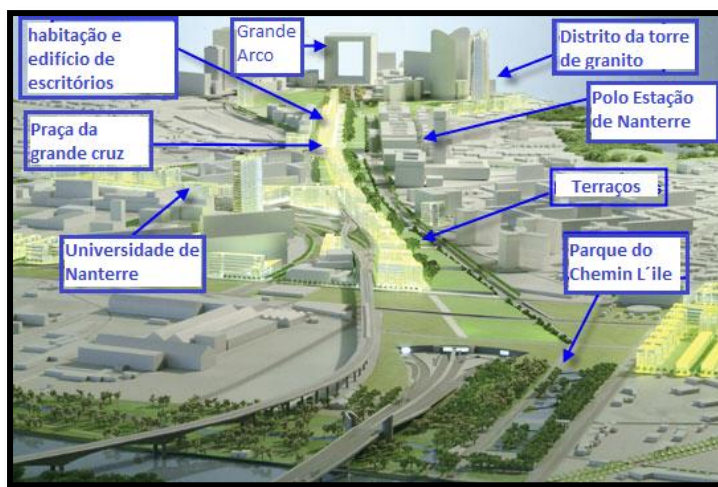


Figura 15: Parque do *Chemin de L'île*.  
Fonte: Feijó, 2015.<sup>19</sup>

A água produzida no processo de fitodepuração é utilizada na irrigação das plantações e hortas familiares ou é retornada purificada para o rio. Desta forma,

<sup>18</sup>Disponível em: <<http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-praticas/parc-du-chemin-de-lile-em-nanterre-contribui-para-despoluicao-do-rio-sena>>. Acesso em: 13.set.2016.

<sup>19</sup> Disponível em: < <https://ecotelhado.com/a-utilizacao-de-wetlands-no-paisagismo-e-desenho-urbano-parque-na-franca-contribui-para-a-despoluicao-do-rio-sena/>>. Acesso em: 13.set.2016.

promove-se a formação de áreas de desova de peixes, enriquecendo o ecossistema do parque. O reservatório natural protegido (fig. 16) favorece a manutenção da biodiversidade, constituindo-se em um refúgio para aves e animais.

O projeto busca, pela educação ambiental, a integração com a população local, incorporando modelos de utilização de energias alternativas (eólica, solar, produção de biogás), com aproveitamento da biomassa e recomposição das áreas ciliares (SALATI, E. FILHO et. al, 2002).



Figura 16: Reservatório natural do Parque do *Chemin de L'le*.  
Fonte: Feijó, 2015.<sup>20</sup>

No Brasil, também existe um projeto similar para a recuperação do rio Tietê, desenvolvido pelo arquiteto Ruy Othake, denominado Parque Várzeas do Tietê (fig. 17). Terá 75 km de extensão e 107 km<sup>2</sup> de área, o que fará dele, quando concluído, o maior parque linear do mundo.

Pretende recuperar as condições ambientais do rio, desde sua nascente em Salesópolis até a barragem da Penha, com 33 núcleos de equipamentos de cultura, esporte e lazer, 230 km de ciclovia. Projetado como uma via Parque, com acesso de carro aos núcleos, atenderá a população dos municípios da bacia do Alto Tietê, beneficiando mais de 3 milhões de pessoas, com a criação de unidades de conservação e desenvolvimento de ações educativas para assegurar a sustentabilidade ambiental e econômica do parque.

---

<sup>20</sup>Idem.

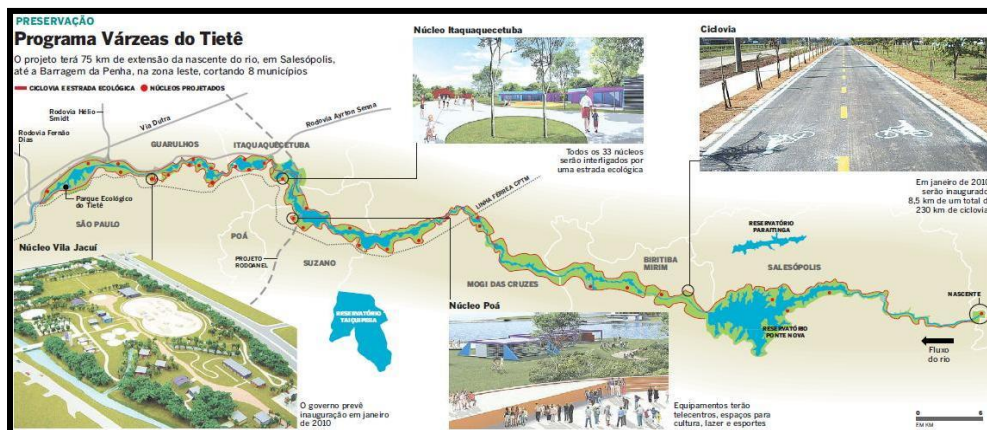


Figura 17: Parque Várzea do Tietê.  
Fonte: Programa várzeas do Tietê.<sup>21</sup>

### 3.3

#### A regulamentação de efluentes líquidos de origem sanitária

No Brasil, mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais eram lançados no início do século XXI diretamente nos corpos de água, sem qualquer tipo de tratamento (SRH/MMA, 2006).

A lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como “Lei da Água de Janeiro de 1997”, completou 20 anos sendo atualmente considerada legislação de referência em vários países. O artigo 1º reforça a noção de finitude da água e de seu uso prioritário nas políticas públicas:

[...] a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; [...]

Nos artigo 11 e 12 determina que:

Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Art. 12. Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público, os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

Na Seção III: Da Outorga de Direitos de Uso de Recursos Hídricos

<sup>21</sup> Disponível em: <[http://farm3.static.flickr.com/2482/3743835177\\_0610ea6b32\\_o.jpg](http://farm3.static.flickr.com/2482/3743835177_0610ea6b32_o.jpg)> . Acesso em: 13.set.2016.

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Cabe discutir neste ponto o significado de outorga: concessão de lei ou ordenamento estabelecido por quem detém poder? Uma vez que o Inciso V menciona uma outorga de direitos de uso de recursos hídricos, a questão a esclarecer é como se outorga “outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água em um corpo de água”.

Deve-se também mencionar a diretriz DZ-215.R-4 de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária aprovada pela deliberação CECA nº 4886, de 25 de setembro de 2007, republicada no DOERJ (Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro), de 08 de novembro de 2007, com o objetivo de controlar a “poluição das águas que resultem na redução de carga orgânica biodegradável de origem sanitária [...]”. Com base na ABNT/NBR 7229 adota os limites “mínimos de remoção de carga orgânica e sólidos em suspensão para dimensionamento de tratamento de efluentes sanitários” com níveis de remoção associados às tecnologias atuais e “independente de a capacidade dos corpos hídricos assimilarem.”

O que ressalta é a ausência de legislação que regule o reúso, pois a água foi usada e tratada, podendo, portanto, ser reutilizada. Nesta dissertação, o efluente tratado na ETE Ponte dos Leites, não reaproveitada por falta de lei aprovada.

O Brasil ainda caminha na definição de uma legislação nacional específica acerca da qualidade de água para reúso. Por segurança, adotam-se os parâmetros da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, que “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.” Devido a grandes danos ambientais gerados pela água descartada no processo, a legislação atuou de modo a estabelecer limites aceitáveis de contaminantes (CONAMA 375/2005.)<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup>Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 30 nov.2016.

A resolução CONAMA 430/2011 complementa e altera as condições e padrões de lançamento de efluentes da Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Na Seção II: das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, o Art. 16 define que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedecem as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis”.

I - Condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 a 9;
- b) temperatura inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mg/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- e) óleos e graxas: óleos minerais, até 20 mg/L; óleos vegetais e gorduras animais, até 50 mg/L;
- f) ausência de materiais flutuantes;
- g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO, sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

II - Padrões de lançamento de efluentes:

A Resolução CONAMA 430/2011 nas tabelas 2 e 3 define condições e padrões específicos para o lançamento dos efluentes em corpos d'água após tratamento, porém, não contempla os parâmetros de nitrogênio e fósforo. A presença destes elementos causa a eutrofização, nociva à preservação ambiental de *wetlands construídos*, conforme mencionado anteriormente.



Tabela 2: Parâmetros inorgânicos: valores máximos.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores máximos</b>
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01- mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn

Tabela 3: Parâmetros Orgânicos - Valores máximos.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores máximos</b>
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (soma de 1,1+1,2cis+1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno- 0,84 mg/L fenóis totais (reagentes a 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C6H5OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

A isenção de restrições legais, por não configurar uma licença para não poluir, está licenciando o oposto, uma vez que na mesma Resolução o Artigo 5º estabelece que “os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais do seu enquadramento”. Ou seja, não obriga o controle das concentrações de nitrogênio e fósforo para lançamento mas, em contrapartida, é rígida quanto aos efeitos de lançamento nos corpos hídricos.

O critério de controle de qualidade leva em consideração as condições dos locais de recebimento de efluentes, sendo assim, o foco da Resolução 430/2011 se volta para os efeitos da diluição de nutrientes pelo corpo receptor.

A Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000, estabelece as categorias de avaliação das águas doces, salobras e salinas, destinadas à balneabilidade enquanto que o Decreto-Lei nº134, de 16 de junho de 1975, “dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências”. O Art.1 do decreto considera poluição como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, direta ou indiretamente”. O Art. 2 inciso 2 considera poluição como “quaisquer tipos de resíduos lançados nas águas, no ar ou no solo, direta ou indiretamente, através de quaisquer meios de lançamentos, inclusive a rede pública de esgotos.”

A Lei nº 2.661, de 27 de dezembro de 1996 faz a regulamentação do disposto no art. 274 (atual 277) da Constituição do Estado do Rio de Janeiro, em relação à exigência de níveis mínimos de tratamento de esgotos sanitários, antes de seu lançamento em corpos d'água. A Lei nº 4.692/05, que altera o Art. 2 da Lei 2661, afirma que “para o despejo de esgotos sanitários em corpos hídricos, o tratamento primário completo deverá assegurar eficiências mínimas de remoção de DBO dos materiais sedimentáveis, e garantir a ausência virtual de sólidos flutuantes, com redução mínima na faixa de 30% (trinta por cento) a 40% (quarenta por cento) da DBO, estabelecendo que o órgão ambiental irá informar as diretrizes para o monitoramento do esgoto bruto e afluente tratado”.

A Lei nº 3.467, de 14 de setembro de 2000, dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente do Estado do Rio de Janeiro. Considera infração administrativa ambiental toda ação ou omissão

dolosa ou culposa que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente. Estabelece também que o infrator será obrigado a reparar ou indenizar os danos ambientais por ele causados.

O Decreto nº 1.633, de 21 de dezembro de 1977, regulamenta em parte o Decreto-Lei nº 134, de 16 de junho de 1975, instituindo o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras, ou seja, objetiva organizar “a implantação e funcionamento de qualquer equipamento ou atividade que forem considerados poluidores ou potencialmente poluidores, [...] e qualquer equipamento e combate à poluição do meio ambiente, no Estado do Rio de Janeiro.”

A Portaria SERLA nº567, de 07 de maio de 2007, “estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos para cadastro, requerimento e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro.”

A legislação aprovada pela Comissão Estadual de Controle Ambiental – CECA, com base no Decreto-Lei nº 134/75 e Decreto nº 1.633/77, determina as seguintes normas técnicas, critérios e diretrizes para monitoramento de efluentes:

- DZ-101 – Corpos d'Água – Usos Benéficos;
- NT-202 – Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos;
- DZ-205 – Diretriz de Controle de Carga Orgânica em Efluentes Líquidos de Origem Industrial;
- MF-402 – Método de Coleta de Amostras de Efluentes Líquidos Industriais;
- MF-438 – Método de Determinação de Resíduos Não Filtráveis Total, Fixo e Volátil (Método Gravimétrico);
- MF-439 – Método de Determinação de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO;
- DZ-942 – Diretriz de Implantação do Programa de Autocontrole – PROCON.

## O tratamento por *wetlands* da ETE Ponte dos Leites

Este capítulo descreve como é feito o tratamento de efluentes de esgoto de origem doméstica, processado na ETE Ponte dos Leites, estação que se destaca por seu enfoque ecológico. O nome Ponte dos Leites faz referência ao bairro em que está implantada no município de Araruama, estado do Rio de Janeiro.

A escolha da referida ETE como exemplo para ilustração desta pesquisa se deu por ser um exemplo, no Brasil, do método de utilização de recursos naturais (*wetlands*) para purificação de esgotos. Utiliza espécies vegetais denominadas macrófitas que absorvem justamente os elementos nocivos (nitrogênio e o fósforo) presentes no efluente doméstico, pois são fonte de nutrição para o crescimento do vegetal.

O conhecimento básico para a elaboração da pesquisa foi adquirido através de entrevista semiestruturada efetuada em 26 de outubro de 2017, com Wemerson Oliveira, Supervisor da Estação de Tratamento de Esgotos Ponte dos Leites. A ETE tem a capacidade de tratamento de 200 l/s, quantidade significativa para esse tipo de tratamento por plantas.

Essa tecnologia tem sido utilizada de forma descentralizada, como em condomínios residenciais no sul do Brasil. Para cada unidade residencial com 5 habitantes, projeta-se uma pequena área, em torno de 10m<sup>2</sup>, plantada com macrófitas específicas para tratamento do esgoto de origem doméstica. A contribuição de esgoto é de 130 litros/habitante ao dia, com carga inicial de DBO de 300mg/L e, após tratamento, apresenta um efluente com DBO final de 15 mg/L, com uma vazão de 0,65 m<sup>3</sup>/dia (fig. 18).

Na ETE Ponte dos Leites (fig. 19), o tratamento é realizado para atender a um município com população aproximada de 144.000 habitantes. Na América Latina, é considerada a maior ETE que imita o ciclo ecológico, purificando as águas cinzas comportadas em lagoas, transformando o efluente proveniente de esgoto doméstico em um efluente tratado, que poderá ser descartado na natureza ou encaminhado para reuso sem danos ambientais. Na área, embora tenha sido antropizada, a presença do verde é abundante, tornando o lugar agradável mesmo

se tratando de uma estação de tratamento de esgoto, devolvendo várias espécies animais para a região.



Figura 18: Filtro plantado por macrófitas.  
Fonte: FUNASA, 2014.



Figura 19: Vista aérea atual da ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba.

O tratamento do esgoto recebido é feito de forma sustentável, sem utilização de produtos químicos e com baixo consumo de energia elétrica. Percebe-se que não há motores ligados ou outro tipo de equipamento. A vazão de entrada atual na ETE é de 170 litros por segundo e são utilizadas plantas nativas emergentes e flutuantes (fig. 19) do pantanal mato-grossense e da bacia do rio Nilo, no norte da África. A ETE está implantada em uma área aproximada de 6,8 hectares, que faz com que o verde das plantas responsáveis pelo tratamento configure uma paisagem ecológica isenta de odores para a vizinhança (fig. 20).

Há diversas espécies de macrófitas que podem ser utilizadas no tratamento por vegetais, porém a escolha depende de alguns parâmetros que devem ser pesquisados previamente, pois a tolerância a ambientes saturados de água ou esgoto e o potencial de crescimento depende dos nutrientes contidos no esgoto *in natura*.



Figura 20: Vista em perspectiva da ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba.

Uma das divisas da ETE é vizinha a um condomínio de classe média (Ponte dos Leites), com aproximadamente 5 mil lotes, e a outra tem como limite o bairro do Outeiro, com moradias mais simples. Analisando-se o mapa da área, é visível a diferença: o arruamento do bairro Ponte dos Leites obedece um desenho geométrico enquanto o do Outeiro é menos elaborado (fig. 21).



Figura 21 : Localização da ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Google Maps<sup>23</sup>

A presença do verde na ETE Ponte dos Leites, apesar de não constituir um projeto paisagístico, embeleza a área na qual está implantada. A vegetação (macrófitas) conserva os ecossistemas aquáticos e terrestres, preservando a biodiversidade.

No processo de tratamento não há sobras, tudo é reaproveitado, distintamente do modo convencional que apresenta matéria insolúvel durante e no fim do tratamento. O resíduo gerado, lodo e plantas, são transformados em adubo orgânico de qualidade, aproveitado para o desenvolvimento de mudas, paisagismo e reflorestamento. Esse modelo simples e de baixo custo, sem nocividade ao ambiente, pode servir de exemplo para outras cidades em várias regiões do Brasil. As três espécies vegetais encontradas na ETE são adaptadas ao clima tropical e eficientes no tratamento de efluentes de origem doméstica.

A Concessionária Águas de Juturnaíba, que faz parte do Grupo Águas do Brasil, assumiu desde março de 1998 a distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto nas cidades de Araruama, Saquarema e Silva Jardim, na Região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro. À época, apenas 0,7% da população contava com esgoto tratado e o sistema de abastecimento de água apresentava vazão de 600 litros por segundo. Hoje possui 5 estações de tratamento de esgoto sob concessão nos municípios de Araruama, Saquarema e Silva Jardim.

<sup>23</sup>Disponível em: < [PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713899/CA](https://www.google.com.br/maps/place/R.+dos+Gant%C3%B3is+-+Outeiro,+Araruama+-+RJ/@-22.8806825,-2.3674288,1005m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9768e50ac70b59:0x.> Acesso em: 12.12.2017.</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

## 4.1

### A implantação da ETE Ponte dos Leites

Antes da implantação da ETE Pontes dos Leites, a área atual era desabitada. A prefeitura do município de Araruama, na década de 90, aproveitou para instalar a estação de tratamento por ser local afastado do centro da cidade. A ideia de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes surgiu devido ao tipo de efluentes produzido na região, fundamentada em publicações de casos de sucesso em outros países de diferentes climas.

O projeto teve que ser adaptado às condições climáticas da região, com seleção de macrófitas que melhor se ajustassem ao tratamento. A fim de obter o propósito almejado, foi montada uma equipe multidisciplinar de profissionais com experiência internacional, somada à expertise de pessoas que atuavam na região, além do apoio do comitê de bacias e Organizações Não Governamentais (ONGs). Implantada a estação, surgiu um comércio com geração de empregos, contribuindo para o início da fixação da população no entorno da ETE.

O sistema implantado inicialmente foi o australiano. Após passar pelo tratamento preliminar, o efluente era destinado a uma lagoa anaeróbia, cujo processo gerava odores, indo depois para uma lagoa facultativa e, por fim, para a lagoa de maturação.

Em 2004, a concessionária conseguiu colocar a ETE Ponte dos Leites para operar com um novo *layout*, passando a uma estação aeróbia com lagoa aerada facultativa, com módulos de 250 litros. A dimensão da lagoa é de 200m x 100m, 50% aeróbia e 50% de sedimentação.

Em 2005 a ETE Ponte dos Leites foi inaugurada e, após 4 anos de funcionamento, sofreu reforma. Uma das alterações foi o aumento da capacidade no tratamento de esgoto, passando de 100 l/s para 200 l/s. Além disso, foi dividida em dois módulos, um com capacidade de 50 l/s e outro de 150 l/s, e implantou-se o sistema de tratamento por *wetlands*. A subdivisão ocorreu para que o funcionamento da ETE não fosse interrompido caso houvesse algum problema na operação de um dos módulos. A subdivisão das lagoas de sedimentação e aerada facultativa é visível na fig. 22.





Figura 22: Vista aérea atual da ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba, 2017.<sup>24</sup>

Um estudo foi iniciado para entender qual o benefício dos modelos de aeradores existentes na estação. Após alguns testes, verificou-se que os motores não eram aeradores e sim misturadores, ou seja, eles não acrescentavam oxigênio, apenas misturavam o efluente. Este fato foi comprovado após testes realizados com metade dos motores desligados durante 6 meses. Após este período, todos os motores foram desligados, assim permanecendo por mais um ano.

Como a Concessionária Águas de Juturnaíba tinha um histórico de medições dos parâmetros de qualidade da remoção de DBO com os motores ligados, foi fácil fazer uma análise comparativa dos resultados com os motores desligados. O monitoramento dos parâmetros mostrou que oscilações ocorrem nas seguintes condições: do dia para a noite; de dias ensolarados para dias nublados; de dias com vento para dias sem vento, porém não foi constatada influência dos motores ligados ou não.

<sup>24</sup>Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/ete-ecologica-de-juturnaiba-e-considerada-a-maior-da-america-latina\\_10206\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/ete-ecologica-de-juturnaiba-e-considerada-a-maior-da-america-latina_10206_10_0)>. Acesso em: 23 jul.2016.

Em 2010, quando a Licença Operacional (LO) da ETE foi renovada junto ao INEA, este exigiu que as lagoas de aeração (facultativa) e a de sedimentação fossem impermeabilizadas com manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), além da instalação de poços de monitoramento no entorno, a fim de controlar possível contaminação do lençol freático. Os poços de monitoramento têm aproximadamente 6 metros de profundidade, sendo o lenço freático raso devido à pouca distância (700 metros) da lagoa de Araruama. O INEA também exigiu que em 5 anos fossem impermeabilizadas todas as lagoas e os motores retirados.

O arranjo da estação era um modelo antigo, de quando ainda se operava com os motores ligados nas lagoas de aeração, que serviam para equalização, pois o efluente podia ser contido nos corpos lagunares em constante movimentação (fig. 23).



Figura 23: Vista aérea das lagoas da ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Vista aérea da ETE.<sup>25</sup>

A retirada dos motores gerou uma grande economia na conta de energia elétrica, que era maior do que a folha de pagamento da estação, conforme mostra o Quadro 5. A ETE hoje conta com apenas 12 funcionários, entre operadores e auxiliares, para fazer a manutenção e o manejo das macrófitas.

Quadro 5: Comparativo de custos.

Custo	Estação convencional	Estação ecológica
Produtos químicos	77 mil/mês	Custo zero
Energia elétrica	20 mil	2,5 mil /mês

Fonte: ETE Ponte dos Leites.

<sup>25</sup> Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/ete-ecologica-de-juturnaiba-e-considerada-a-maior-da-america-latina\\_10206\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/ete-ecologica-de-juturnaiba-e-considerada-a-maior-da-america-latina_10206_10_0)>. Acesso em: 23 jul.2016.

Esta informação reforça o baixo custo operacional de *wetlands*. A vegetação é que desempenha a função purificadora do efluente, não necessitando eletricidade para este fim.

## 4.2

### Sistema de coleta do esgoto

Inicialmente a maioria das conexões de esgoto do município era direcionada para as redes pluviais. O sistema de coleta de esgoto atual da ETE Ponte dos Leites pode ser realizado de duas maneiras distintas: em tempo unitário ou absoluto.

No sistema separador absoluto, o coletor é individual, possui uma rede de galeria pluvial e uma galeria de esgoto interligada à cada unidade residencial, unifamiliar ou multifamiliar.

As águas são provenientes não só do esgoto, mas também de chuvas; estas vão para a rede pluvial, e as primeiras para a rede de esgotos sanitários. Em alguns países, prevalece o sistema unitário, no qual são recolhidas as águas de chuva e esgotos em uma única galeria.

No município de Araruama foram construídas galerias pluviais e de esgoto, mas devido à falta de conhecimento e de fiscalização, a população irregularmente interligou o esgoto nas galerias de escoamento pluvial. Assim, em ocasiões de muita chuva o esgoto era despejado livremente na lagoa de Araruama, cuja balneabilidade foi reduzindo.

O projeto da Concessionária Águas de Juturnaíba consistiu na criação de valas de interceptação do volume de afluente que iria desaguar na lagoa de Araruama, trazendo-o para tratamento na ETE Ponte dos Leites. No período normal, o volume recolhido é de 169 l/s, equivalente a 14.601.600 litros por dia, e no pico da temporada é de 189 l/s, equivalente a 16.329.600 litros por dia.

O sistema de coleta de esgoto atual é misto, com as águas pluviais e o esgoto recebidos para tratamento na ETE Ponte dos Leites, sendo o volume deste último muito maior e a carga menor, uma vez que o esgoto chega diluído.

O sistema de captação é composto por 27 elevatórias, que contêm gradeamento grosseiro, médio e caixas de areia. Conta ainda com 51 interceptações, entre valas e manilhas, além de possuir uma rede de 9,78 km de

troncos coletores e 51,41 km de redes separadoras, perfazendo um total de 61,19 km em rede de captação.

Em 2004, a concessionária Águas de Juturnaíba optou pelo sistema de tomada em tempo seco (fig. 24), com o índice pluviométrico monitorado com frequência pois influencia diretamente nas atividades. Em tempos de estiagem, a limpeza das barragens precisa ser feita para evitar mau cheiro na proximidade dos rios mas, em contrapartida, todo o esgoto coletado é enviado para a ETE.



Figura 24: Tomada em tempo seco.  
Fonte: ETE Ponte dos Leites, 2017.

As captações estão localizadas estrategicamente em vários pontos no entorno da lagoa de Araruama, a fim de coletar o máximo de esgoto conduzido pelas canalizações de drenagem pluvial.

O esgoto bruto trazido por caminhões é encaminhado para os biodigestores costuma chegar com uma carga orgânica entre 1000 a 2000 DBO. Na etapa inicial do processo anaeróbio, esta carga é reduzida de 70 a 75%. Esta fase introdutória é necessária para equalizar o efluente antes de entrar na estação. Caso o volume fosse descarregado diretamente na estação, causaria impacto muito grande de carga. Como o ciclo ecológico de depuração da matéria orgânica é mais lento, haveria necessidade de uma maior área para tratar a quantidade aportada. A ETE Ponte dos Leites tem em sua licença uma averbação para receber caminhões a vácuo limpa fossa; estes descarregam em um módulo projetado com rampa (fig. 25) para que o caminhão chegue perto do ponto de recepção.



Figura 25: Rampa de descarregamento do limpa-fossa.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Isto revela a importância do conhecimento do efluente que irá ser tratado para a escolha e eficiência do sistema de tratamento a ser utilizado, ou seja, para cada tipo de efluente, de clima e de região, há um modelo de tratamento.

A capacidade do módulo destinado ao recebimento do descarregamento dos caminhões limpa fossa é de até 250m<sup>3</sup>/dia, mas atualmente o volume recebido gira em torno de 110 a 120m<sup>3</sup>/dia. Os caminhões são necessários, pois há pontos isolados, mais distantes, e como ainda não há grande quantidade de moradias para a implantação de uma rede coletora (fig. 26), os caminhões fazem a coleta.

Cabe acrescentar que a ETE, além de receber dos caminhões, por sistema de bombeamento de 31 elevatórias, também pode receber esgoto bruto da rede coletora implantada e das tomadas em tempo seco, que é encaminhado diretamente para a lagoa (aerada) facultativa.

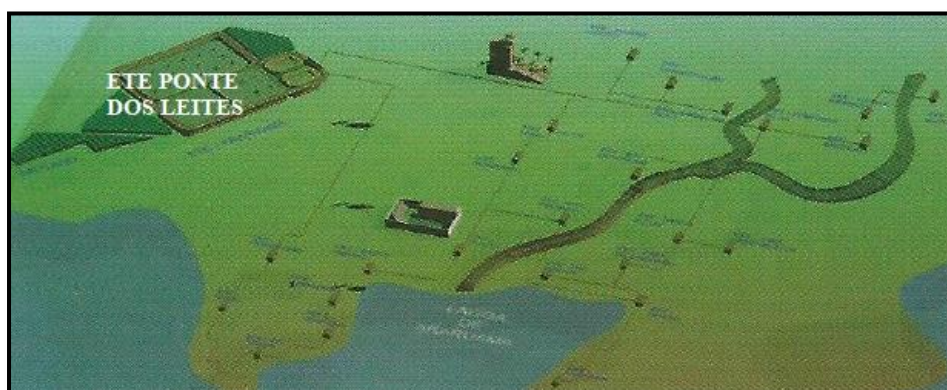


Figura 26: Rede coletora município de Araruama.  
Fonte: Concessionária Água de Juturnaíba.

### 4.3

#### Sistema de tratamento de esgoto

O esgoto chega na ETE por caminhão ou pela rede coletora, como já foi visto. Após esta etapa, o efluente já com carga orgânica reduzida, é dirigido para a fase de tratamento preliminar (fig. 27).

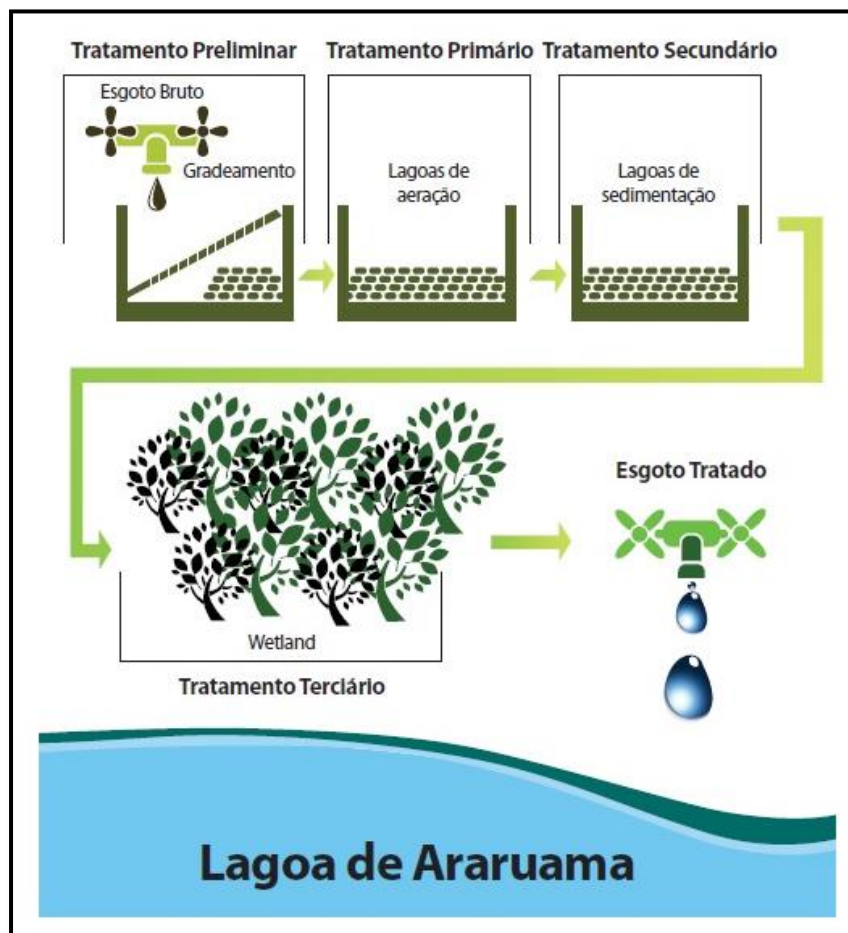


Figura 27: Tratamento de efluente na ETE Ponte dos Leites (fluxograma).  
Fonte: MZUFV, 2010.

A entrada do efluente, já equalizado, passa pelo gradeamento fino, depois pela calha Parshall para a medição da vazão e, por fim, alcança a caixa de areia, de onde é retirada a parte mais sólida. Nesta fase preliminar ainda são retirados pequenos sólidos que se mantiveram presentes no efluente e na areia, que é separada por precipitação. Logo após, o efluente é encaminhado para a lagoa aerada facultativa com dimensão de 200m x 100m.

O tratamento primário ocorre na lagoa (aerada) facultativa (fig. 28), com condição aeróbia superficial, mantida devido à ação da luz solar e do vento, e condição anaeróbia predominante no fundo da lagoa.



Figura 28: Lagoa aerada facultativa.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

As lagoas, hoje facultativas, possuem um grande espelho d'água e, por estarem em uma região com incidência frequente de vento, são mais intensamente oxigenadas. Elas variam de 1,80m a 2,00m de profundidade, permitindo que a água seja oxigenada pela troca com o meio ambiente. Pode-se constatar que até 1,50m de profundidade, a luz solar penetra, promovendo uma proliferação de algas responsáveis pela oxigenação da água. Há uma fase anóxica, próxima ao fundo, que devido à ausência de oxigênio realiza as reações anaeróbicas.

O controle de odor é feito de duas em duas horas, sendo este mais um aspecto positivo da operacionalidade da referida ETE. A média de oxigênio dissolvido na água é de 3,0 a 3,5%.

Na continuidade do processo de tratamento, o efluente sai da lagoa facultativa e vai para a de sedimentação. Nesta, inicia-se o processo secundário, com a etapa inicial de tratamento por plantas aquáticas, as salvínias, que cumprem a função primária de purificação. A lagoa de sedimentação (fig. 29) tem 7 metros de profundidade.



Figura 29: Lagoa de sedimentação.  
Fonte: Foto da Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

As macrófitas flutuantes (fig. 30) podem ser enraizadas ou não; sua folhagem principal, a coroa, flutua livremente na superfície da água. As coroas não crescem muito, pois a quantidade de nutrientes disponíveis é muito grande. Há operadores para o cuidado das plantas, com uma programação de manejo diário, para não comprometer a qualidade do tratamento.



Figura 30: Macrófitas flutuantes na lagoa de sedimentação.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Após passar pela lagoa de sedimentação, os efluentes vão para as *wetlands* emergentes, iniciando a última etapa do tratamento, o terciário. A eficiência é distinta entre as *wetlands* emergentes e flutuantes. As primeiras têm a folhagem principal em contato com o ar, podendo estar na superfície da água ou acima dela, com as raízes conectadas ao solo, de onde fazem o aporte de nitrogênio.



As *wetlands* emergentes (figs. 31 e 32) processam uma evapotranspiração muito grande, cerca de 30 a 40% do efluente que entra. A perda de água pela transpiração e evaporação torna a vazão do efluente reduzida (Monteiro, 2009). O processo de tratamento é ideal para o tipo de efluente existente.



Figura 31: *Wetlands* emergentes: folhagem na e fora da superfície da água.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.



Figura 32: *Wetlands* emergentes conectadas ao solo.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

O efluente, ao entrar nas *wetlands*, percorre caminho que passa sobre taludes e por canais não comunicáveis, alternadamente, até o final das *wetlands*, onde o efluente cai na caixa extravasora (fig. 33), posteriormente encaminhado para o canal de escoamento que leva à lagoa de inundação.



Figura 33: Extravasor das *wetlands* emergentes.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

O processo de entrada de efluentes nas *wetland* emergentes é por batelada 5 por 1, i. e., o percurso não é contínuo. O processo de tratamento nessa fase inicia no primeiro dia, quando a comporta de entrada fica aberta para o enchimento das *wetlands*. Ao fim desse dia, a comporta (em azul, na figura 33) é fechada e assim permanecerá por 5 dias, para dar tempo de as raízes absorverem o nitrogênio e fósforo do efluente. Ao final do quinto dia, a comporta é aberta, com o efluente encaminhado para a lagoa de inundação.

A ETE Ponte dos Leites possui 3 *wetlands* emergentes. A poda é realizada por ordem cronológica, aproximadamente de dois em dois meses. Enquanto a vegetação de uma *wetland* é podada, as plantas das duas outras encontram-se em idades diferentes, umas na fase de crescimento e outras atingindo a idade adulta. Este fato foi observado durante a visita, com as 3 *wetlands* apresentando tamanhos e colorações diferentes.

Cabe acrescentar que se pode navegar na área da lagoa de inundação (fig. 34). Nela são preservadas espécies nativas da região, de brejo, que podem retirar impurezas do efluente, caso ainda existam. Percebe-se, ao se caminhar no entorno da lagoa, que não há cheiro desagradável proveniente de decomposição de matéria orgânica.



Figura 34: Lagoa de inundação.

Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

A lagoa de inundação funciona como regulagem de vazão pois, ao abrir a comporta, informa que há uma “elevação na vazão”, o que dá um pico na descarga da *wetland*. No momento em que a comporta é fechada, a vazão fica muito baixa, indicando que o efluente foi estancado para que o *wetland* possa voltar a ser cheia. Com o andamento é contínuo, não há muita oscilação de vazão.

O tamanho do espelho d’água dessa lagoa é muito grande, fazendo com que uma alteração entre 5 a 10 cm de lâmina d’água seja muito difícil de ser percebida na calha Parshall de saída onde se mede a vazão.

A vazão média da ETE fica em torno de 139 a 179 l/s, com capacidade diária de tratamento em torno de 15.000 m<sup>3</sup> por dia para uma população de 144.000 habitantes. Em uma estação convencional da mesma concessionária para uma população de 36.000 habitantes, a vazão média é de 50 l/s, além dos gastos com produtos químicos e energia elétrica.

No tratamento convencional o processo que é feito por plantas denomina-se precipitação, que é a adição de um coagulante como cloreto férrico ou sulfato de alumínio na água, para que esses promovam a união de pequenas partículas e matérias orgânicas dissolvidas neste, a fim de formarem blocos a serem

removidos. O resultado final pretendido é o mesmo: a retirada do fósforo e nitrogênio.

A lagoa de inundação, além de ter uma profundidade entre 20 e 30 m, propicia muita troca, o que causa um processo de desinfecção. Em uma estação convencional esta desinfecção é realizada pela aplicação de produtos químicos, o mais conhecido sendo o cloro, cujo custo é expressivo e, se não usado nas dosagens certas, é agente prejudicial ao ambiente. No sistema por *wetlands* utiliza-se a radiação ultravioleta (UV) em substituição ao cloro para desinfecção.

Na lagoa de inundação, há outra espécie de planta, o sambabaião (fig.35) planta nativa da região do brejo existente antes da implantação da estação. Na segunda metade da lagoa de inundação, próximo à saída, preserva-se, mantido como um berçário, o brejo natural remanescente da área nativa, onde também é aportado e retirado nitrogênio e fósforo, caso haja remanescimento.



Figura 35: Lagoa de inundação – *wetlands* nativo.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Alguns órgãos ambientais preferem fazer a captação do efluente tratado próximo à calha Parshall de saída e daí para o corpo hídrico, que fica no final dessa lagoa. O solo é de turfa, coberto por 30 cm de água, com pouca capacidade de sustentação.

Observou-se que a lagoa de inundação está sempre monitorada. São utilizadas ecobarreiras (fig. 36) em vários pontos para obstruir a passagem de vegetação que não pertence à área nativa preservada, pois nesta só há espécies

nativas. O berçário das salvinhas fica em uma área isolada por duas ecobarreiras colocadas no início da lagoa. Há uma outra barreira no pescoço, onde se estreita a passagem da água, e outras nas saídas das lagoas de sedimentação e próxima à saída para a calha Parshall (fig. 37).



Figura 36: Lagoa de inundação – ecobarreiras.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

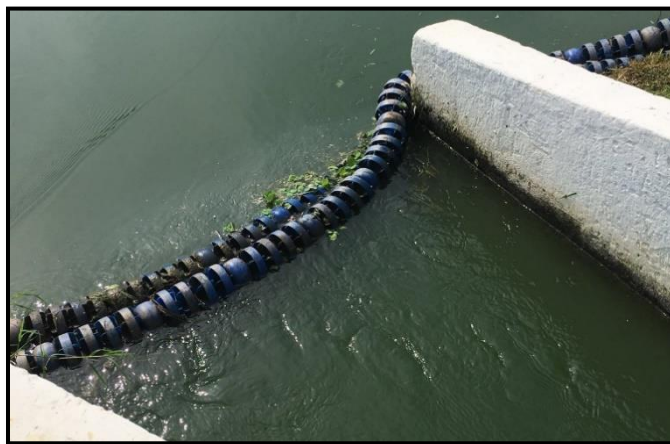


Figura 37: Calha Parshall de saída – ecobarreiras duplas.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

O período de tratamento requer que o efluente permaneça de 6 a 7 dias em *wetlands* emergentes, de 3 a 4 dias na lagoa de sedimentação com *wetlands* flutuantes.

O TDH (Tempo de Detenção Hidráulica) do efluente está entre 14 a 15 dias. O efluente passa pela calha de saída após 16 a 17 dias da data de entrada.

Este TDH é diferenciado devido ao tamanho da estação, cuja tecnologia imita o ciclo da natureza. A água tratada que sai das *wetlands*, quando as comportas são abertas, ou por extravasores, é o excesso.

A ETE também faz o controle da quantidade de sólidos sedimentáveis. O limite é até 1mL (um mililitro) para cada 1000 mL. O objetivo é indicar o volume de sólidos sedimentáveis dos esgotos que serão decantados em um determinado período. Faz-se o teste da seguinte forma: se as amostras contiverem lodo, são colocadas para decantar em uma proveta de 1000mL. Caso contrário, em um cone Imhoff de 1000mL. Deixa-se repousar por 1 hora, fazendo-se então a leitura do volume de sólidos sedimentados.

Na ETE Ponte dos Leites, esse teste é realizado da seguinte maneira: são colocados 1000 ml em um cone Imhoff. Após 40 minutos, mexe-se na parede para ver se há alguma partícula presa, e depois de mais 20 minutos, faz-se a medição. Observando-se a foto (fig. 38), percebe-se que a ETE Ponte dos Leites não tem problema de sólidos.



Figura 38: Comparação dos efluentes de entrada e saída na ETE.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Pode-se dizer então que o resultado final do processo de tratamento na estação ecológica ETE Ponte dos Leites é que o efluente entra em forma de esgoto, carregado de matéria orgânica com presença de sólidos sedimentados como quase 20 mg/L (fig. 39). Após o tratamento por plantas, sai com um volume

muito baixo de sólidos sedimentáveis, com matéria orgânica e microorganismos desprezíveis. A cor esverdeada é devida ao fitoplâncton<sup>26</sup>.



Figura 39: Efluente de Entrada.

Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Na fig. 40 está apontado o limite permitido (1mg/L) de sólidos sedimentáveis, sendo devolvido ao corpo hídrico um volume de água com qualidade bem melhor do que a água existente neste. O volume descartado (fig. 41) é equivalente a 7 piscinas olímpicas por dia, o que o faz possível de reutilização. Atualmente, a estação ainda não tem capacidade de reaproveitamento da água, que poderia ter um destino mais nobre por ser inodora, sem contaminantes e adequada para possível reúso em indústrias, por exemplo, mas cuja demanda é baixa no município de Araruama.

<sup>26</sup> Fitoplâncton: conjunto de organismos aquáticos microscópicos que têm capacidade fotossintética, vivem dispersos flutuando na coluna d'água. Disponível em: < [www.infoescola.com/biologia/fitoplancton/](http://www.infoescola.com/biologia/fitoplancton/) >. Acesso em: 15 abr.2016.



Figura 40: Efluente de Saída.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.



Figura 41: Descarte no corpo hídrico.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

#### 4.4

#### Macrófitas

As macrófitas cultivadas em *wetlands* construídas são denominadas hidrófitas, macrófitas aquáticas ou plantas aquáticas, dentre outros sinônimos. Trata-se de uma espécie de vegetação que cresce entre ambientes de transição, aquáticos e terrestres, responsável pela purificação do efluente por meio de um ciclo ecológico natural.



Essas plantas precisam de nutrientes para seu desenvolvimento, como todo ser vivo. Ao se alimentarem do nitrogênio e fósforo, presentes na matéria orgânica existente no meio, elas não geram resíduo, porque neste ciclo o resíduo gerado é igual a nutriente, o que não acontece no tratamento convencional, que gera resíduo tanto durante quanto no final do processo de tratamento do efluente.

As macrófitas mais utilizadas em *wetlands* de países de climas tropical e subtropical são papiros, juncos, lírios, taboas e palmas, adaptadas a níveis de saturação de água elevados. As macrófitas flutuantes, adaptadas às mesmas condições, são a lemna, azola, pistia, salvinia e aguapé.

As macrófitas adaptadas ao meio aquático são classificadas em cinco principais grupos ecológicos. A fig. 42 ilustra os tipos e o meio em que cada um deles melhor se adapta.

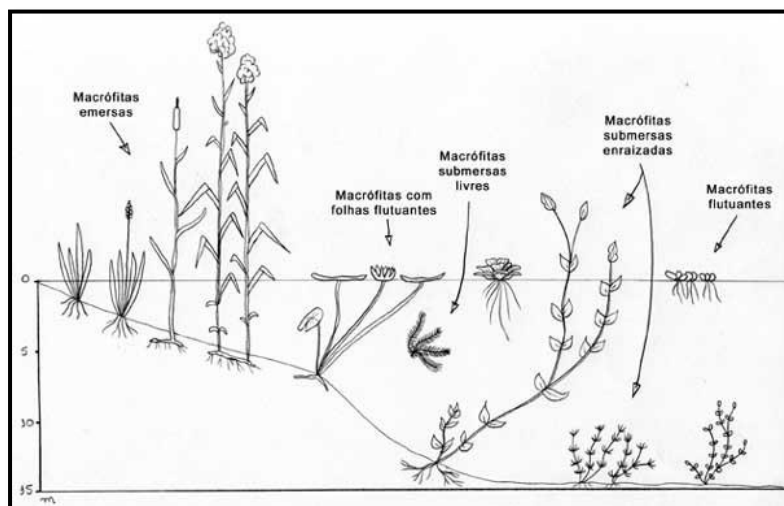


Figura 42: Tipo de macrófitas aquáticas.  
Fonte: Petruzzella, 2013<sup>27</sup>

Há macrófitas emergentes ou emersas, cujas raízes se fixam no sedimento e sua folhagem e flores permanecem, em parte, fora d'água, como a taboa (*Typha domingensis*), o capim navalha (*Cladium jamaicense*, *Fuirena umbellata*), o junco (*Eleocharis sp.*) e o papiro (*Cyperus giganteus*).

Em outro tipo de macrófitas aquáticas, as folhas flutuam, como a vitória-régia (*Victoria amazonica*), o lírio d'água (*Nymphaea sp.*) e a lagartixa (*Nymphoides sp.*).

<sup>27</sup> Disponível em: <<https://limnonews.wordpress.com/2013/07/11/o-maravilhoso-mundo-das-macrofitas-aquaticas/>> Acesso em: 12 nov.2017.

As macrófitas submersas podem ser livres como o lodo (*Utricularia sp.* e *Ceratophyllum sp.*) ou submersas fixas no sedimento, como o musgo d'água (*Mayaca fluviatilis*) e o lodinho branco (*Elodea sp.*).

O último grupo é das flutuantes, que são os aguapés ou também conhecidas no pantanal mato-grossense como camalote (*Eichhornia sp.*), orelha-de-onça (*Salvinia sp.*) e a famosa alface d'água (*Pistia stratiotes*).

Ainda existem as macrófitas anfíbias que não conseguem suportar períodos secos e de cheia (p.ex. Mimosa, Florzeiro).

Na ETE Ponte dos Leites, apenas dois grupos aquáticos são utilizados: as macrófitas emersas ou emergentes e as macrófitas flutuantes (Apêndice A). As 3 espécies emergentes de macrófitas utilizadas para fazer o tratamento de efluente nessa estação são todas da família do Papiro<sup>28</sup>: o papirão, o papirinho e a sombrinha chinesa (fig. 43).



Figura 43: *Wetland* emergente.

Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

As macrófitas emergentes, quando adultas, mudam de cor, indicação de que é necessária a poda. O papirão chega a uma altura em torno de 1,80 a 2,00m (fig. 44). Na ETE existem três áreas com *wetlands* emergentes de idades distintas.

<sup>28</sup> “Rubrica: angiospermas. erva aquática (*Cyperus papyrus*) da fam. das ciperáceas, rizomatosa e entouceirada, de caules triangulares, altos e flexíveis, com catafilos na base e tufo de folhas aciculares, vistosas, no ápice, entre as quais brotam pequenas espigas em tom creme, depois marrom; luando, mabu, mábu, papiro-do-egito, periperiaçu [Nativa da África central e do Vale do Nilo (rara no Alto Nilo)]. Esp. na Antiguidade, pelas hastes us. na confecção de choupanas, barcos, sandálias, esteiras e outras obras trançadas, e esp. de folhas para escrever, tb. chamadas papiro e de onde procede o termo *papel*.” *Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa 1.0*, 2001.

Observou-se uma com idade adulta, quase na época da poda, outra que havia sido podada 2 semanas antes (fig. 45) e uma com 1 mês após a poda. Essas 3 áreas possuíam os 3 tipos emergentes, porém devido a diferentes idades distintas apresentavam diferentes colorações.



Figura 44: Macrófitas emergentes.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.



Figura 45: Macrófitas emergentes.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

O papiro é cortado no caule deixando apenas parte do caule com a raiz, para brotar novamente, enquanto que a sombrinha chinesa exige apenas ser dobrada na água para brotar. O papirinho tem duas funções principais: a primeira é evitar o efeito borda, ou seja, ele está na borda do talude para evitar que a sombrinha chinesa se prolifere; a segunda é evitar a erosão do talude, pois têm raízes radiculares e grandes.

As macrófitas flutuantes livres (fig. 46), cujas raízes permanecem embaixo da superfície e não se fixam a nenhum substrato, ocorrem em lugar protegido, em

águas paradas. São conhecidas como **salvínias**<sup>29</sup>, que iniciam o processo de tratamento na lagoa de sedimentação. Necessitam de manejo diário, o que é um fator determinante no êxito do resultado de tratamento.



Figura 46: Macrófitas flutuantes livres.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Se não fossem utilizadas as salvínias, seria preciso adicionar cloreto férrico, produto químico de custo elevado e que demanda mineração, transporte de caminhão, com queima de combustível (diesel<sup>30</sup>) gerando impacto ambiental. O fato de substituir o cloreto férrico por salvínias gera uma economia de aproximadamente 75%.

Para manter a eficiência do tratamento por *wetlands*, é necessário podar as plantas no tempo certo, para não comprometer o resultado do tratamento. O procedimento da poda é efetivo, porque a planta em crescimento precisa de mais nutrientes do que a planta adulta, portanto consome mais nitrogênio e fósforo. A poda das macrófitas emergentes deve ser realizada em períodos aproximados de 2 meses; retira-se toda a folhagem, deixando-as com os caules bem curtos.

A capacidade de absorção da planta é demonstrada em um gráfico denominado rampa de performance. Este gráfico mostra que há uma estabilização, quando o vegetal chega à fase adulta; a partir de uma determinada idade, começa a declinar, morre e se transforma em matéria orgânica.

<sup>29</sup> Nome científico: *Salvinia auriculata* - Família: *Salviniaceae*. Disponível em: <<http://faunaeflora.terradagente.g1.globo.com/flora/aquaticas/NOT,0,0,1223635,Orelha-de-onca+S+a-.aspx>> Acesso em: 12.nov.2017.

<sup>30</sup> Diesel ou gasóleo: óleo derivado da destilação de petróleo bruto, combustível para motores, constituídos basicamente por hidrocarbonetos. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/química/óleo-diesel.htm>>. Acesso em: 15 abr.2016.

O manejo das macrófitas flutuantes é realizado semanalmente, para que as menores possam crescer, depurando o nitrogênio; o volume retirado é de aproximadamente 50% do total. Logo, todo o lodo produzido na ETE Ponte dos Leites é caracterizado como vegetal, pois fica em torno de 40 a 46 toneladas por semana, com grande acúmulo de água nas macrófitas flutuantes.

Na ETE Ponte dos Leites a poda é realizada por funcionários que conhecem a época da poda e do manejo, com base na coloração e tamanho das folhas. Todos os resíduos sólidos produzidos na área da ETE, seu maior passivo ambiental, são destinados a uma usina de compostagem (fig. 47).



Figura 47: Usina de Compostagem.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

## 4.5

### Resíduos líquidos e sólidos

Na maioria absoluta das estações de tratamento de esgoto no Brasil, o lodo residual, a matéria orgânica é um passivo ambiental, pois precisa ser separado e depois transportado de caminhão até um aterro. Este transporte gera um custo por tonelada de matéria orgânica depositada em aterro, o que aumenta o custo total do processo de tratamento de esgotos.

O lodo é um subproduto sólido que constitui a matéria orgânica resultante do processo de tratamento. Para retirar esse sólido é necessário transformá-lo em

outro subproduto. Por exemplo: se há uma estação de lodo ativado onde é criada uma manta de lodo, esta deverá ser descartada de maneira correta, colocando esse sólido em um biodigestor ou executando outro processo para reduzir o seu volume. O mais importante é que o lodo gerado deve ser tratado separadamente, já que tem alto poder poluidor.

A retirada da manta de lodo produzido nas lagoas com sistema facultativo na ETE Ponte dos Leites, é necessário fazer uma drenagem de fundo. Por esse motivo existem duas lagoas a fim de facilitar a manutenção. Mas esse procedimento não é frequente devido a qualidade do efluente.

A ETE Ponte dos Leites trata um tipo de efluente, caracterizado da seguinte forma: um líquido com 1% de sólido.

Os resíduos sólidos provenientes da estação são compostos de vegetais provenientes da poda do papiro, papirinho, sombrinha chinesa, aguapé e da salvinia, como também de gramados da ETE. A usina de compostagem absorve todo esse resíduo, com redução de 70% em volume e produção de adubo de boa qualidade para aplicação em jardinagem, reflorestamento e paisagismo (fig. 48).

Além das 46 toneladas processadas por semana, ainda existem outros resíduos sólidos: gordura, areia, pequenos pedaços de plástico e outros materiais grosseiros retidos no gradeamento das elevatórias e no tratamento preliminar. Estes resíduos, de 4 a 8 toneladas por semana, são destinados para aterros.



Figura 48: Subproduto gerado na estação.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

No interior da usina de compostagem apenas percebe-se o cheiro de terra adubada, mas os seguintes procedimentos devem ser rigorosamente mantidos durante a compostagem: virar as alheiras de 7 em 7 dias, para aerar, manter a temperatura do núcleo em torno de 70°C (centígrados) e conservar a umidade em torno de 60% para assegurar um processo de compostagem aerado. Se fosse um processo por biodigestão, anaeróbio, o vegetal seria colocado sob uma lona, com produção de chorume que deveria ser drenado e tratado.

No galpão, o resíduo gerado pela poda das plantas é moído, formando um composto fino, que é misturado com o lodo em uma composteira. Depois, é disposto em alheiras separadas por lote (fig. 49), para o controle de qualidade do processo. Do resíduo sólido gerado na estação, apenas 10% é misturado com o vegetal extraído e disposto em alheiras que chegam a uma temperatura de 70°C.



Figura 49: Alheiras separadas por lotes.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

No processo de compostagem são utilizados vários equipamentos mostrados na fig. 50.

Na ETE Ponte dos Leites, o lodo residual do tratamento do esgoto não é problema, e sim a solução, pois o subproduto final leva em torno de 47 dias contados a partir da poda. O vegetal, se não for triturado, levará até 100 dias para chegar ao subproduto final, devido às fibras. O subproduto final é peneirado e

classificado em 3 tipos: o adubo pronto, o adubo fibroso e o que material que não compostou, que volta para alheira, acelerando a compostagem como se fosse um blend.



Figura 50: Maquinário utilizado no processo de compostagem.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

Na ETE Ponte dos Leites, o lodo residual do tratamento do esgoto não é problema, e sim a solução, pois o subproduto final leva em torno de 47 dias contados a partir da poda. O vegetal, se não for triturado, levaria até 100 dias para chegar ao subproduto final, devido às fibras. O subproduto final é peneirado e classificado em 3 tipos: o adubo pronto, o material fibroso e a parcela que não compostou, a qual volta para alheira, para acelerar a compostagem como se fosse um *blend*.

A compostagem e a poda são terceirizadas; essa parceria não gera custos para a concessionária, porque a empresa contratada fica com o subproduto (adubo orgânico) para comercializar (fig. 51).

Um cálculo da economia gerada com o processo de compostagem concluiu que o volume gerado (46 toneladas semanais), se fosse transportado para o aterro mais próximo, localizado a 40 km, envolveria despesas da ordem de 16 mil reais por mês.





Figura 51: Subproduto final – pronto para comercializar.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

As outras ETEs convencionais da mesma Concessionária levam os resíduos sólidos gerados para serem dispostos nessa usina de compostagem, onde são recebidos e transformados. O modelo de negócios da ETE de Araruama além de ser sustentável, é também rentável.

O presente estudo pode servir de divulgação para empresas do ramo que ainda não adotaram a cultura do reuso de efluentes, ou mesmo desconhecem o processo ou não tiveram informações suficientes sobre o mesmo. O tratamento implantado nessa ETE não exige tecnologia complexa nem consome vultosos recursos de mão de obra.

#### 4.6

#### Fauna e Flora

Como as *wetlands* dispensam o uso de produtos químicos, o ambiente torna-se perfeito para as aves da região. Percebe-se, ao caminhar por toda área da ETE, a presença de muitos pássaros e outros animais. Alguns defendem seus ninhos, vários voam e nadam livremente (figura 52) e outros sentem-se tão à vontade no ambiente que pousam no caminho e ali permanecem, mesmo com a presença de pessoas se movimentando nas proximidades (fig. 53).



Figura 52: Patos nadando na lagoa de sedimentação.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.



Figura 53: Pássaros presentes na ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

O mais novo habitante da ETE Ponte dos Leites é um jacaré, que havia aparecido na lagoa facultativa, três dias antes da ocasião da visita, para tomar confortavelmente banho de sol (fig. 54).



Figura 54: Jacaré – última espécie animal que apareceu na ETE Ponte dos Leites.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

As espécies estão catalogadas no livro de fauna e flora da ETE Ponte dos Leites, preparado com auxílio da Universidade de Viçosa, que enviou técnicos para identificação e catalogação da flora e fauna (Apêndice B). O relatório afirma que “um importante princípio do design ecológico é que resíduo é igual a alimento”. O livro também cita o gavião caramujeiro, desaparecido da região nativa, e que retornou após a implantação do sistema das *wetlands*.

Importa a questão da proliferação de mosquitos na ETE Ponte dos Leites, por se tratar de um passivo dos sistemas de brejo. A pesquisa epidemiológica realizada pelo município de Araruama concluiu que em certos períodos do ano (períodos curtos) há um aumento do número de insetos em toda Região dos Lagos, não somente na ETE. Esse mosquito é uma espécie nativa, herbívora, ou seja, que não suga sangue. Além disso, os peixes comem as larvas dos mosquitos que são depositadas na água.

#### 4.7

##### **Qualidade do efluente**

Atualmente a lagoa de Araruama ainda possui pontos que não são balneáveis, embora na maior parte do tempo a qualidade da água seja satisfatória. Quando ocorrem chuvas a qualidade da água piora por até 48 horas após o evento e em determinados pontos da lagoa o fluxo hidráulico não permite troca com a água do mar.

Cabe registrar que quando a qualidade da água da lagoa de Araruama fica fora do padrão, esta não difere muito do padrão estabelecido pelo INEA. O monitoramento é feito rotineiramente e os resultados das análises estão disponíveis no site do INEA. Com base em tais resultados, percebe-se que em diversos momentos a lagoa atinge o padrão de qualidade exigido.

A principal causa de poluição da lagoa de Araruama são as saídas de bocas de lobo das vias públicas que coletam as águas das chuvas e as encaminham para as galerias pluviais e fluviais. Estas ainda possuem interligações com a rede de esgoto e fazem o lançamento final diretamente no corpo hídrico.

A Concessionária Águas de Juturnaíba elaborou um projeto para mitigar a poluição da lagoa. Construiu um interceptor, ou seja, uma barragem de nível, direcionando o efluente para uma elevatória, e esta enviando para a estação.

A medição não pode ultrapassar a marca de 1ml/l, segundo a NBR.10.561. A remoção de nutrientes diários e anual do esgoto é significativa (Quadro 6) e, para a lagoa de Araruama, representa a recuperação da vida do corpo hídrico, bem como a melhoria da qualidade de vida dos moradores da região, pois podem utilizar a lagoa para lazer, praticar esporte e outras atividades livres de agentes patológicos.

Quadro 6: Resultados da remoção de nutrientes.

NUTRIENTE	MATÉRIA ORGÂNICA	NUTRIENTES	SÓLIDOS	ÓLEOS E GRAXAS
DIÁRIO	2.043,02 Kg	52,85 kg	1.176,94 Kg	77,33 Kg
ANUAL	746 ton	19 ton	430 ton	28 ton

Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba, 2016.<sup>31</sup>

O teor de matéria sólida é o de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento. A remoção da matéria sólida é fonte de uma série de operações unitárias de tratamento, ainda que represente apenas 10% dos esgotos. Além desse controle também é feito o controle pluviométrico na estação, por causa das tomadas em tempo seco.

As análises realizadas na ETE Ponte dos Leites (Quadro 7) geram relatórios mensais que informam a data e a vazão no dia da medição, além de relacionar os locais onde foram feitas as medições e os parâmetros medidos.

O relatório também fornece um gráfico (Quadro 8) que indica os valores de carga orgânica medida nos pontos de coleta e o efluente monitorado. As medições se referem a amostras dos efluentes retirados nos diversos pontos da referida ETE, em um intervalo de 12 horas, com coletas de amostras de hora em hora.

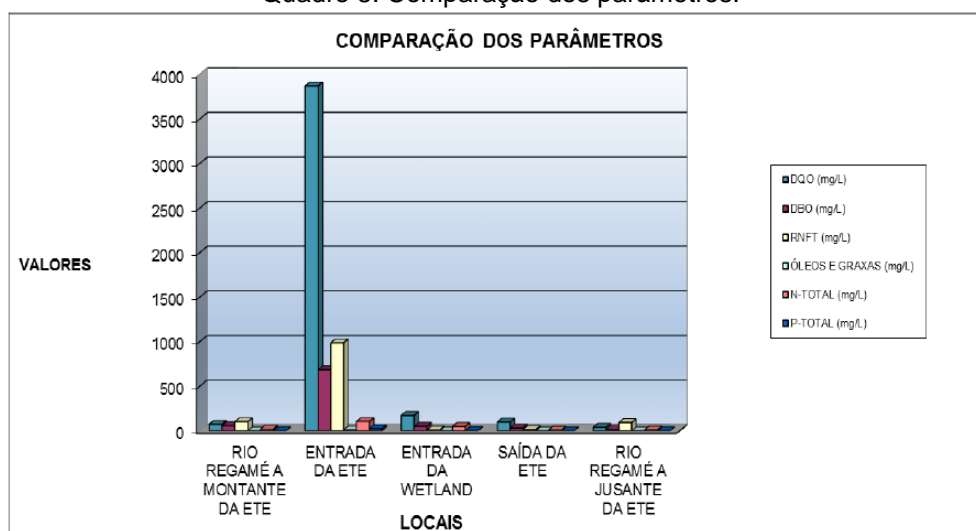
<sup>31</sup> O resultados mostrados no Quadro 06 foram disponibilizados pela ETE Ponte dos Leites, são de testes realizados pelo Laboratório Oceanus Hidroquímica, em dezembro de 2015, que comprovam que esse tipo de tratamento é eficiente (Apêndice C).

Quadro 7: Análise da ETE de Araruama.

ETE ARARUAMA					
VAZÃO DA ETE (L/seg)	189				
DATA DA COLETA	02/12/2015				
PARÂMETROS	LOCAL				
	RIO REGAMÉ A MONTANTE DA ETE	ENTRADA DA ETE	ENTRADA DA WETLAND	SAÍDA DA ETE	RIO REGAMÉ A JUSANTE DA ETE
DQO (mg/L)	74	3870	174	98	40
DBO (mg/L)	56,92	684,44	50,4	32	16,2
RNFT (mg/L)	102	987	10	14	92
ÓLEOS E GRAXAS (mg/L)	<10	11	<10	<10	<10
N-TOTAL (mg/L)	18,43	104,87	48,89	8,36	9,59
P-TOTAL (mg/L)	0,95	24,79	2,52	0,37	0,83
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	>24196	>24196	2613	3448	>24196
MBAS	<0,1	2,5	<0,1	<0,1	<0,1

Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba, 2015.

Quadro 8: Comparação dos parâmetros.



Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba, 2015.

Observa-se no gráfico (Quadro 8) a grande variação do parâmetro de DBO na entrada e na saída da ETE. Um resumo é apresentado na conclusão do relatório (Quadro 9), indicando a carga orgânica removida, por meio da análise de cada parâmetro isoladamente. Todos os relatórios estão disponíveis no site do INEA. Os laudos que expressam os resultados obtidos em determinados pontos de coleta estão no Apêndice C.

Quadro 9: Quantidade de carga orgânica removida.

PARÂMETROS	CARGA ORGÂNICA REMOVIDA (kg/dia)
DQO	61.595,25
DBO	10.654,08
RNFT	15.888,70
ÓLEOS E GRAXAS	X
N-TOTAL	1.575,97
P-TOTAL	398,77
<i>Escherichia coli</i>	X

Fonte: Concessionária Águas de Juturnaíba, 2015.

Na ETE Ponte dos Leites há um estudo, ainda em desenvolvimento, acerca de um projeto piloto de *wetland* de fluxo vertical subsuperficial. A vegetação é o *vetiver*, também utilizado na fabricação de fixação de perfumes, que se mostrou muito eficiente na limpeza de efluente e na contenção de taludes nas bordas de rodovias, afim de evitar erosão. Esse projeto piloto (fig. 55) está sendo desenvolvido com o intuito de reduzir as áreas de tratamento, que é uma das desvantagens das *wetlands* emergentes pois precisam de grandes áreas para tratamento de efluentes.



Figura 55: Projeto piloto – canteiro com *vetiver*.  
Fonte: Foto de Adriana Curty, 26 de outubro de 2017.

## 5

### Conclusão

O *wetlands* construído da ETE Ponte dos Leites, no município de Araruama, Estado do Rio de Janeiro, permitiu listar as seguintes considerações:

#### 5.1

##### Aspecto técnico

Para a elaboração de qualquer estação de tratamento, primeiramente é preciso saber o tipo de efluente a ser tratado, para que se possa definir o processo utilizado no tratamento e a finalidade do efluente. Na utilização de *wetlands* construídas há ausência de resíduos no processo de tratamento, ausência de produtos químicos, com a utilização de tecnologia simples e de baixo custo baseada em plantas macrófitas.

#### 5.2

##### Aspecto econômico

A não utilização de produtos químicos no processo de tratamento gera mensalmente uma economia de até 70%, o reaproveitamento do resíduo sólido agrega valor comercial e reduz custos operacionais, poucas máquinas e número reduzido de funcionários são necessários para realizar todas as etapas do processo, o consumo de energia elétrica é baixo pois as plantas fazem o processo dentro de um ciclo ecológico que não precisa de energia.

#### 5.3

##### Aspecto social

A sociedade precisa mudar de cultura, passando a aceitar o reuso dos efluentes tratados, livrando-se do preconceito relativo ao reaproveitamento de esgotos. Deve exigir das prefeituras uma rede de saneamento adequada, ter

consciência de que as instalações sanitárias não podem ser conectadas às redes de águas pluviais e realizar que a água potável é um recurso finito, que não pode ser desperdiçado, mas substituído por águas reutilizadas em tarefas de jardinagem, lavagem de carros e calçadas, aplicações industriais etc. A área da ETE pode servir como uma área pública de lazer, como no exemplo do *Parc du Chemin de L'ile*, na França.

## 5.4

### Aspecto ambiental

As *wetlands* construídas promovem a recuperação da flora, com a consequência restauração da fauna, o que vem possibilitando o retorno de espécies desaparecidas da região do município de Araruama. O fato de o efluente tratado ser descartado no corpo hídrico não compromete a qualidade deste; o tratamento imita o ciclo natural; o fato de não utilizar produtos químicos no tratamento de efluentes na ETE Ponte dos Leites promove a recuperação sustentável de áreas naturais.

## 5.5

### Políticas públicas

A regulamentação é evasiva, afirmando que não pode alterar a qualidade mas sem determinar as características desta qualidade; a regulamentação que define alguns parâmetros não limita valores para nitrogênio e fósforo; a regulamentação não configura uma licença para não poluir.

## 5.6

### Desvantagens

Falta realizar um estudo do reuso do efluente tratado com valor comercial agregado, o que não foi possível nesta pesquisa devido à ausência de demanda de água reutilizada por empresas localizadas em Araruama; a implantação da ETE necessita de disponibilidade de grandes áreas; dependendo da localização o custo de aquisição da área inviabiliza a implantação; em clima tropical, é necessário o



manejo frequente para não comprometer os resultados; há grande e contínua geração de resíduos sólidos de origem vegetal.

## 5.7

### Vantagens

O processo imita o ciclo ecológico e por isso não produz resíduos durante o tratamento; a ETE beneficia a qualidade do corpo hídrico localizado na divisa do terreno, porque descarta à jusante o efluente tratado com água de qualidade superior; não há utilização de produtos químicos, que possuem custos elevados de importação; baixo consumo de energia elétrica; baixo custos com a mão de obra; o único processo de tratamento onde o resíduo sólido serve para formação de húmus, devido à presença de matéria orgânica vegetal e animal, responsável pelo enriquecimento do solo; a presença de área verde favorece o clima e o ambiente natural, servindo de refúgio para algumas espécies animais; neste modelo ecológico não há impermeabilização da superfície e tubulações para o processo de tratamento.

O problema questionado na introdução foi por que as *wetlands* construídas não se constituem em modelo de tratamento de efluentes no Brasil? O estudo apontou que a ausência de conhecimentos técnicos sobre a eficiência adquirida no processo de tratamento por vegetais gera obstáculos para a divulgação da técnica amplamente utilizada com êxito em outros países. Além disso, a ação das políticas públicas não é incentivada, uma vez que tal empreendimento não oferece retorno financeiro. Por outro lado, a sociedade não recebe informações para apoiar o reuso de efluentes tratados, outro aspecto de ausência das referidas políticas públicas.

Outro ponto positivo da implantação das *wetlands* construídas é a recuperação de áreas urbanas degradadas, o que ocorreu na França e em Araruama.

Esta pesquisa selecionou como o fator mais importante a ocupação do solo urbano próximo aos corpos hídricos, não preservando suas áreas de várzea a fim de manter a vida e as condições ambientais propícias. As cidades cresceram e hoje sofrem com a falta de água para se manter; esse tipo de tratamento ecológico poderia aumentar o conforto térmico e recuperar áreas urbanas degradadas.

Fica assim realçada a importância da observação destes pontos para estudos futuros que, com certeza, estarão sublinhando a discrepância entre o tratamento convencional de esgotos domésticos e o alternativo baseado no ciclo ecológico das *wetlands*. Assim, fica a sugestão que outras pesquisas sejam no futuro realizadas para a preservação e recuperação das lagoas Rodrigo de Freitas, da Tijuca, de Jacarepaguá, de Marapendi e da Lagoa do Camorim.

## Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Relatório de conjuntura hídrica no Brasil, 2014*. Disponível em:

<[http://www2.ana.gov.br/Pagina/imprensa/noticia.aspx?id\\_notícia=12683](http://www2.ana.gov.br/Pagina/imprensa/noticia.aspx?id_notícia=12683)>.

Acesso em: 20 mar. 2015.

Artigo nº 20 da Lei nº 9.433/97: CNRH, por meio da Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005.

AGÊNCIA BRASIL. Mais de 850 municípios brasileiros enfrentam problemas por falta de água em 2017. Disponível em:<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-03/mais-de-850-municipios-brasileiros-enfrentam-problemas-por-falta-de-agua-em> Acesso em: 30 mar.2017.

AMORIM, R. da S. *Abastecimento de água de uma refinaria de petróleo: caso REPLAN*. 193f. 2005. Mestrado (Sistema de Gestão). Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro 2005.

ANJOS, J.A.S.A. Análise da eficiência da várzea do ribeirão Parelheiros na melhoria de qualidade das águas que afluem à represa Guarapiranga. 2005. Dissertação. (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, 2005.

Análise da eficiência da várzea do ribeirão Parelheiros na melhoria de qualidade das águas que afluem à represa do Guarapiranga, São Paulo

BRASIL. Constituição Federal de 1988 e o Meio Ambiente. Disponível em: <[www.conteudojuridico.com.br/artigo,a-constituicao-federal-de-1988](http://www.conteudojuridico.com.br/artigo,a-constituicao-federal-de-1988)....Acesso em: 15 mar.2015.

BRASIL Ministério da Saúde. Portaria n.2.914, de dezembro de 2011. Disponível em:<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em:20 mar.2015.

BRASIL Ministério da Saúde. Portaria n.2.914 de 12 de dezembro de 2011. Disponível em:< [www.saude.mg.gov.br](http://www.saude.mg.gov.br) >. Acesso em: 20 mar.2015.

BRASIL Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Arranjos tecnológicos para tratamento de esgotos sanitários de forma descentralizada. Brasília: Funasa, 2014a.

BRASIL Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA. Resolução n.357, de 17 de março de 2005, Brasília: CONAMA.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria RH, 2006

BRASIL Agência Nacional das Águas (ANA). *Relatório de conjuntura hídrica no Brasil*, 2014b. Disponível em:

<[http://www2.ana.gov.br/Pagina/imprensa/noticia.aspx?id\\_notícia=12683](http://www2.ana.gov.br/Pagina/imprensa/noticia.aspx?id_notícia=12683)>.

Acesso em: 20 mar. 2015.

BRIX, H. Use of constructed wetlands in water pollution control: historical development, presente status, and future perspectives. *Water Science and Technology*, 30 (11), 209-223.

CADERNO SETORIAL DE RECURSOS HÍDRICOS: saneamento / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 68 p. ; il. color.; 27cm

CIDADES E SOLUÇÕES – Estação de tratamento de esgoto de Araruama. Produção de André Trigueiro, 2014. Rio de Janeiro: Globo News, reportagem.

CARLI, L.; CONTO, S.; BEAL, L.; PESSIN, N. Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior: estudo de caso da universidade de Caxias do Sul. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS*, 2013. Disponível em:<[www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/download/.../pdf](http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/download/.../pdf)>. Acesso em: 12 jul.2014.

CARVALHO, K.Q. de; PASSIG, F. H; KREUTZET, C, Tratamento de efluentes / 1. ed. — Curitiba: Ed. UTFPR, 2011.92 p.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº430, de 13 de março de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário oficial da República Federativa do Brasil, DF, n.92. Seção 1, p. 89, 16 maio 2011.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº357, 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 República Federativa do Brasil, DF, ano 142, n. 53. Seção 1, p. 58-63, 18 março 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº397, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário oficial da República Federativa do Brasil, DF, n.66. Seção 1, p.68-69, 07 de abril de 2008.

Crise hídrica em São Paulo. Disponível em: <<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2014-11-06/em-meio-a-cri-se-hidrica-sao-paulo-usara-esgoto-tratado-no-abastecimento.html>>. Acesso em

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Constructed wetlands treatment of municipal wastewaters. Disponível em:<<http://water.epa.gov/type/wetlands/restore/upload/constructed-wetlands-design-manual.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

FRACCAROLI, V.M. Matematicamente falando da escassez da água no planeta Terra utilizando as mídias tecnológicas, 2011. Disponível em: <<http://www.cq.ufam.edu.br/moleculas/agua/agua.html>>. Acesso em: 15out.2012.

GARCIA, D. Reúso de Água no Contexto do Plano Nacional de Recursos Hídricos - 2º Simpósio Internacional de Reúso de Água ABES - PR - Curitiba – Abril 2015.

GOPAL, B. Natural and constructed wetlands for wastewater treatment: potentials and problems. *Water Science Technology*, v. 40, n. 3, 1999. p. 27-35.

HESPANHOL, I. Esgotos como Recurso Hídrico – Parte I: Dimensões Políticas, Institucionais, Legais, Econômico-financeiras e Sócio-culturais, Engenharia, Instituto de Engenharia de São Paulo, nº 523, ano 55, São Paulo.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos - RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 7, n. 4, Out/Dez 2002, 75-95

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2003. IBGE: Instituto ...Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/.../pnad2003/>>. Acesso em: 20 mar.2015.

IFECT - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, 2012 – Tratamento de Água e Efluentes - Processos Químicos – Bahia, 2012. Discente: Monique Eva de Jesus Trindade - Docente: Iara Santos. Disponível em:<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfPAYAH/tratamento-agua-efluentes>> Acesso em: 18.jun.2016.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. *Tratamento de esgotos domésticos*. 5.ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2009.

KADLEC, R.; WALLACE, S.D. *Treatment wetlands*. Boca Raton: Lewis Publisher, 2009.

KLETECKE, R.M. *Remoção/exportação de nutrientes de esgoto doméstico utilizando plantas ornamentais*. *Hedychium coronarium*, *Heliconia psittacorum*, *Cyperus alternifolius* e *Colocasia esculenta*. 310p. 2011. Tese. Doutorado. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011,

KUBLER, H.; FORTIN, A.; MOLLETA, L. *Reúso de água nas crises hídricas e oportunidades no Brasil*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária-ABES, 2015 Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/pdf/Reuso\\_nas\\_Crises.pdf](http://abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crises.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2016.

Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

MONTEIRO, R.C. de M. Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo “wetlands” para tratamento de água cinza visando o reúso não potável. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado) escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2009.

MOTTA, A.R.P.; BORGES, C.P.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K.P.; ARAÚJO, P.M.; BRANCO, L.P.N. - Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: revisão. *Eng.Sanit. Ambiental* – v. 18 n. 1, jan/mar 2013 – 15-26, Salvador – Bahia.

ONU. *Falta de água doce pode causar danos ambientais*. Disponível em: <[noticias.terra.com.br/.../0,,OI928916-EI299,00-Falta+de+agua+doc...](http://noticias.terra.com.br/.../0,,OI928916-EI299,00-Falta+de+agua+doc...)>. Acesso em: 31 maio 2016.

PEÑA-SALAMANCA E.J., MADERA-PARRA, C.A; SÁNCHEZ, J.M, MEDINA-VÁSQUEZ, J. Bioprospección de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación: caso *Heliconia psittacorum* (heliconiaceae). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 37(145): 469-481, 2013.

PENA, R.F.A. 2015. Distribuição de água no Brasil. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em: 21 abr.2016.

POÇAS, C.D. *Utilização da tecnologia de wetlands para tratamento terciário: controle de nutrientes*. 2015. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Pós-graduação em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

PROGRAMA FANTÁSTICO. Reúso de água. Reportagem, 2012, Série Planeta Terra-Lotação Esgotada. Produção Luiza Scheliga e Elaine Camilo, 2015. Rio de Janeiro: Globo, reportagem em videocassete.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB. *Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção*. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/prosap/livros/prosab5\\_tema%202.pdf](http://www.finep.gov.br/prosap/livros/prosab5_tema%202.pdf)>. Acesso em: 5 fev.2014.

RENNÓ, C.D; BORMA, L.S. *Processos hidrológicos: Ecohidrologia*. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/8853353/>>. Acesso em: 13 set.2016.

ROSSETO, R. *O desafio da implantação de um processo de reúso de água*. 2º Seminário Internacional de Reúso de Água. 28 de agosto de 2015. SANASA/CAMPINAS, 2015.

SALATI FILHO, Enéas et al. *Melhoria da qualidade da água da várzea do Parelheiros através dos sistemas de “wetlands” construídos*. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México. 27 a 31 out. 2002. Disponível em:< <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-046.pdf>>. Acesso em: 6 fev.2014.

SALATI, Enéas; SALATI FLHO, Enéas; SALATI, Eneida. *Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas*. Instituto Terramax-Consultoria e Projetos Ambientais, Piracicaba-SP, 2009.

SANTIAGO, A.F; CALIJURI M.L; LUIS, P.G. Potencial para utilização de sistemas de wetlands no tratamento de águas residuárias: uma contribuição à sustentabilidade dos recursos hídricos no Brasil. *Rev. Natureza & Desenvolvimento*, v.1, n.1, 2005. p.29-39.

Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal (SEMARH). Programa de água de usos diversos. Plano de Gestão Integrada da Qualidade Ambiental no Distrito Federal - Brasília-DF, 2012. (REVISTA)

SEZERINO, P.H. Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (Constructed Wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob

condições de clima subtropical. 171f. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2006.

SILVA, S.C. Wetlands construídas de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos. 231f. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2007.

SILVA, L.A.R. Distribuição da água pelo mundo, 2010. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-pelo-mundo.html>. > Acesso em: 23 abr. 2015.

WAN ALWI, S.R.; MANAN, Z.A.; SAMINGIN, M.H.; MISRAN, N. A holistic framework for design of cost-effective minimum water utilization network. *Journal of Environmental Management*, vol. 88, n. 2, July 2008, p. 219-252.

TRINDADE,

UNEP-UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME: Integrated Watershed Management – ecohydrology & phytotechnology – Manual 2004. Disponível em: <[http://www.unep.or.jp/ietc/publications/WaterSanitation/integrated\\_watershed\\_mgmt\\_manual/index.asp](http://www.unep.or.jp/ietc/publications/WaterSanitation/integrated_watershed_mgmt_manual/index.asp)>. Acesso em: 03 dez. 2012.

UN DESA - United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241. Disponível em: <[https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key\\_findings\\_wpp\\_2015.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf)> Acesso em: 18.jun.2016.

VALENTIM, M.A.A. Desempenho de leitos cultivados para tratamento de esgoto: contribuição para concepção e operação. 208f. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte, MG: Ed.UFMG, V.1, 2005. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2007. 588p.

VON SPERLING, M. – Princípios do tratamento biológico de águas residuárias V.2 – Princípios básicos do tratamento de esgotos – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996 b, 211 p.

ZINATO, M.C.; OLIVEIRA, C. Água e Saneamento Básico. POSEAD, Universidade Gama Filho. Brasília-DF, 2008 (apostila).

WASH – Wetlands and Water, Sanitation and Hygiene. Wetlands International, janeiro de 2010. Disponível em: [www.wetlands.org](http://www.wetlands.org)>. Acesso em: 10 fev.2010.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Water in crisis. 2009. Disponível em: <<http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=25>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

## APÊNDICE A

### A) Macrófitas emergentes encontradas na ETE Ponte dos Leites

#### A.1) Papiro do Egito

**Nome científico:** *Cyperus papyrus*

**Origem:** Nativa do Egito e Palestina,

**Curiosidades:** “Herbácea aquática, pertence à família Cyperaceae, perene, rizomatosa, entouceirada, de 1,20-2,50 m de altura com hastes firmes, mais ou menos triangular e medula macia. Cada haste é coberta por um denso aglomerado de fios finos, verde-claros de 10-30 cm de comprimento. Inflorescências marrom-clara, entre as folhas e sem efeito ornamental. É de grande efeito ornamental quando plantada a beira de lagos, espelhos d’água e tanques. Cultivados diretamente em solo fértil, lamacento e à uma boa profundidade, para firmar os caules pesados ou plantados em vasos submersos em um ambiente aquático.”

**Condições climáticas:** Tropical, Equatorial, Subtropical; sensível ao vento, temperaturas frias e geadas

Fonte: <<http://www.floresefolhagens.com.br/papiro-do-egito-cyperus-papyrus/>>



Fonte: Adriana Curty, 2017

#### A.2) Papirinho

**Nome científico:** *Cyperus prolifer* - Família: Cyperaceae

**Origem:** Originária da África do Sul e Madagascar.

**Curiosidades:** Herbácea perene, rizomatosa, ereta, entouceirada, com numerosas hastes de 30 a 60 cm de altura, com hastes cilíndricas e esponjosas, não ramificadas, tendo na extremidade três brácteas foliosas pontiagudas de cerca de 2



cm de comprimento, onde está afixada uma inflorescência composta de dezenas de racemos com pedúnculos, medindo de 7 a 9 cm de comprimento e flores amarronzadas.

**Condições climáticas:** Cultivada em sol pleno ou meia-sombra, necessita de limpeza no outono e após o frio, quando as folhas ficam queimadas. Cultivada em beira de lagos, espelhos d'água, tanques artificiais e lagos naturais, pois requer umidade permanente. Sensível a baixas temperaturas (LORENZI et al., 2008).

Fonte: < <http://www.viveiroespacobotanico.com.br/planta/mini-papiro>>



Fonte: Adriana Curty, 2017

### A.3) Sombrinha Chinesa

**Nome científico:** *Cyperus alternifolius*

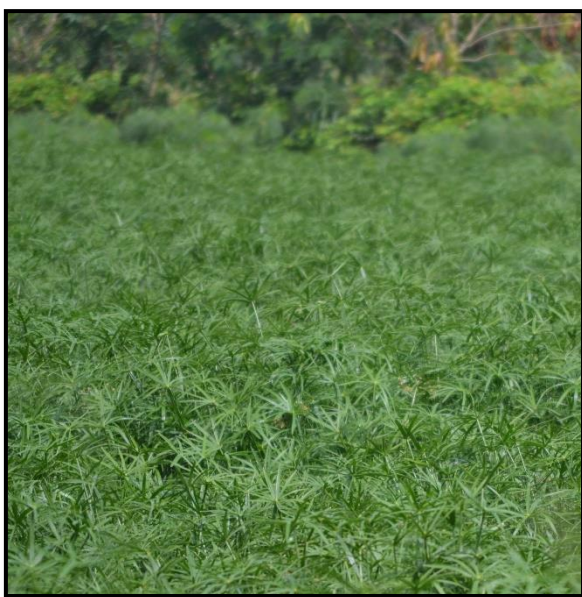
**Origem:** Madagascar

**Curiosidades:** “O *Cyperus alternifolius* ganhou o nome de sombrinha-chinesa devido à forma que tomam suas folhas. Esta planta possui as hastes finas e resistentes e proporciona um belo efeito ornamental. Na mesma família (Cyperaceae) estão também outras plantas mais conhecidas, como o papiro (*Cyperus papyrus*), que era utilizado pelos egípcios para a confecção do papiro, e o papiro-brasileiro (*Cyperus giganteus*) que é nativo do Brasil.”

**Condições climáticas:** “Desenvolve-se sob sol-pleno ou meia-sombra. Apesar de suportar o sol muito forte e frio intenso, nessas condições geralmente fica com as folhas queimadas e com mau aspecto. Quando cultivada diretamente no solo bem

drenado, seu desenvolvimento pode ficar comprometido, devendo permanecer à meia-sombra. Já em solo úmido ou ainda em solo alagado, com coluna de água em torno de 5cm, aceita sol pleno. Mostra-se, assim, uma ótima planta para ser cultivada em lagos ornamentais, desde que suas raízes sejam mantidas sob controle. Cresce até cerca de 1,5 metro de altura.”

Fonte: <https://www.jardineiro.net/plantas/sombrinha-chinesa-cyperus-alternifolius.html>



Fonte: Adriana Curty, 2017

## **B) Macrófitas flutuantes encontradas na ETE Ponte dos Leites**

### **B.1) Salvínia**

**Nome científico:** *Salvinia auriculata* - Família: *Salviniaceae*

**Origem:** “Presente na América, de Cuba ao Paraguai, e abundante no Pantanal.

**Curiosidades:** Planta aquática flutuante livre, pteridófita, possui taxas elevadas de crescimento e a sensibilidade dessas plantas a diferentes agentes tóxicos justificam a sua utilização como bioindicadores de poluição em ecossistemas aquáticos . As raízes (na verdade, folhas modificadas) saem de uma estrutura em formato de âncora, abaixo das folhas, que se comportam como esponja, segurando água e sedimentos.”

**Condições climáticas:** “Meia-sombra, Pleno Sol. Subtropical, Tropical, Tropical de altitude, Tropical úmido.”

Fonte: [http://www.tudosobreplantas.com.br/asp/plantas/ficha.asp?id\\_planta=21674](http://www.tudosobreplantas.com.br/asp/plantas/ficha.asp?id_planta=21674)



Fonte: Adriana Curty, 2017

### C) Outras plantas da ETE Ponte dos Leites

#### **Samambaia gigante do Brejo**

*Acrostichum cf. danaeifolium* langsd.&fisch. - Pteridophytas - pteridaceae



Fonte: <http://www.fernandosantiago.com.br/acrosticum.htm>

#### **Blechnum sp.**

Pteridophyta – Blechnaceae



Fonte: <http://picssr.com/photos/30879509@N04/favorites/page4?nsid=30879509@N04>

**Alface D'água**

*Pistia stratiotes* L. - - Angiosperma – Araceae



Fonte: <https://hiveminer.com/Tags/araceae,pistia/Interesting>

**Erva Capitão**

*Hydrocotyle bonariensis* Lam. - Para sol, - Angiosperma – Umbelliferae



Fonte: <http://www.remediosdavovo.com.br/2015/03/erva-capitao-acaricoba.html>

**Junquinho**

*Eleocharis interstincta* (Vahl) roem.&schult. — Angiosperma- Cyperaceae



Fonte: <https://gobotany.newenglandwild.org/species/eleocharis/erythropoda/>

### **Paineira do Brejo**

*Typha angustifolia* L. - Taboa, - Angiosperma – Typhanaceae



Fonte:

<http://faunaeflora.terradagente.g1.globo.com/flora/aquaticas/NOT,0,0,1223748,Taboa.aspx>

### **Feijão Guandú**

*Cajanus cajan* (L) millsp - - Angiosperma- Fabaceae



Fonte:

<https://sementescaicara.bbshop.com.br/copy-of-feij%C3%A3o-guandu-an%C3%A3o-pacote-com-11-kg>

### **Sabiá, Sansão do Campo**

*Mimosa caesalpiniaefoliabenth.* - Angiosperma- Fabaceae



Fonte: [http://www.popflock.com/learn?s=Mimosa\\_caesalpiniaefolia](http://www.popflock.com/learn?s=Mimosa_caesalpiniaefolia)

**Embaúba Vermelha**

*Cecropia glaziovii* snethlage - Angiosperma- Cecropiaceae



Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starr\\_031118-0039\\_Cecropia\\_obtusifolia.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starr_031118-0039_Cecropia_obtusifolia.jpg)

**Losma Branca, Fazendeiro**

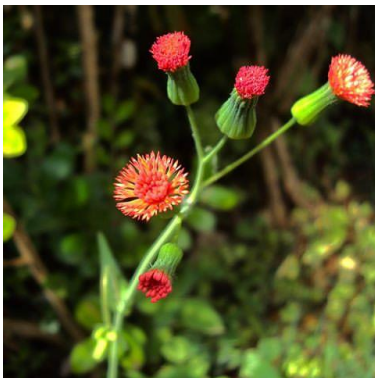
*Parthenium hysterophorus* L. - Angiosperma- Compositae



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/1538656/>

**Algodão de Preá, Pincel de Estudante**

*Emilia sonchifolia* (L.) DC. - Angiosperma- compositae



Fonte: <http://www.thepicta.com/tag/Serralhinha>

**Erva Baleeira**

*Cordia curassavica* (Jacq)roem. - Angiosperma- Boraginaceae



Fonte: <http://natural.enternauta.com.br/cha/cha-de-erva-baleeira/>

**Erva de Bicho, Cataia**

*Polygonum persicaria* L. - Angiosperma- Polygonaceae



Fonte: <https://fatornatural.com/erva-de-bicho-para-hemorroidas/>

**Cruz de Malta**

*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) p.h. raven - Angiosperma- Onagraceae



Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ludwigia\\_octovalvis5.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ludwigia_octovalvis5.jpg)

**Vassourinha de Botão, Erva Botão, Falsa Poaia**

*Spermacoce verticillata* L. - Angiosperma- Rubiaceae



Fonte:

[https://www.fmcagricola.com.br/portal/manuais/infestantes\\_verao/files/assets/seo/page274.html](https://www.fmcagricola.com.br/portal/manuais/infestantes_verao/files/assets/seo/page274.html)

**Lírio do Brejo, Jasmim do Brejo**

*Hedychium coronarium* j.konig - Angiosperma - Zingiberaceae



Fonte:

<http://www.aplantadavez.com.br/2016/03/lirio-do-brejo-hedychium-coronarium.html>



## APÊNDICE B

### FAUNA DA ETE PONTE DOS LEITES

A Fauna é diversificada cujas as espécies ali encontradas encontraram um ambiente propício para sua propagação. Essas foram catalogadas pela Universidade de Viçosa (2010).

#### A) PEIXES

##### 1) Lambari do rabo amarelo



Fonte: <https://inpn.mnhn.fr/photos/uploads/webtofs/inpn/ant/100611.jpg>

**Nome científico:** *Astyanax bimaculatus*

Amplamente conhecidos na América do Sul. Estes peixes podem atingir 20 cm de comprimento.

##### 2) Traíra preta



Fonte: <http://www.amazon-exotic-import.de/Galerie/Salmier/Bilder/Hoplias%20malabaricus%20Orinoco.jpg>

**Nome científico:** *Hoplias malabaricus*

Ocorre nas bacias hidrográficas e em todo tipo de ambiente, inclusive em áreas poluídas. É uma espécie de médio porte chegando a 40 cm.

##### 3) Cascudo



Fonte: [https://www.suedamerikafans.de/loricariidae/hypostomus/francisci/francisci\\_01.jpg](https://www.suedamerikafans.de/loricariidae/hypostomus/francisci/francisci_01.jpg)

**Nome científico:** *Hypostomus auroguttatus*

Região Neotropical. O comprimento padrão médio é de aproximadamente 25 cm, ocorrem nos ambientes de água parada e de fundo arenoso e lamacento, bem como nas áreas de corredeiras com fundo pedregoso.

**4) Tilápia do Nilo**

Fonte: [https://c1.staticflickr.com/7/6140/6022031744\\_6404264efb\\_b.jpg](https://c1.staticflickr.com/7/6140/6022031744_6404264efb_b.jpg)

**Nome científico:** *Oreochromis niloticus*

Foi introduzida no Brasil na década de 1970. Atualmente esta amplamente distribuída por praticamente todas as bacias brasileiras principalmente as do sudeste.

**5) Barrigudinho ou Guppies**

Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Guppy\\_-\\_Poecilia\\_reticulata.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Guppy_-_Poecilia_reticulata.jpg)

**Nome científico:** *Poecilia reticulata*

Estão distribuídos pela região Neotropical, atingindo maior diversidade no Norte da América do Sul, são encontrados em pequenos córregos e até em poças temporárias.

## B) ANFÍBIOS

### 1) Rã Manteiga



Fonte: <http://1.bp.blogspot.com/-U1B6sR9olAw/TcrT8o51iDI/AAAAAAAAAis/-hJFJwfebbo/s1600/Leptodactylus.jpg>

**Nome científico:** *leptodactylus latrans*

Encontrada por toda a América do Sul podendo ser encontrado tanto em áreas abertas como florestais.

### 2) Perereca-verde de Coxas Laranja



Fonte: [https://c1.staticflickr.com/4/3724/12553022534\\_5b27e2af00\\_b.jpg](https://c1.staticflickr.com/4/3724/12553022534_5b27e2af00_b.jpg)

**Nome científico:** *Hypsiboas albomarginatus*

Encontradas nas áreas de baixadas abertas ou borda de mata. Trata-se de uma espécie com distribuição ampla pela Bacia da Amazônia e Mata Atlântica, ocorrendo de Pernambuco a Santa Catarina (Frost, 2010; Izecksohn e Carvalho-e-Silva, 2001) e se adapta bem a ambientes antropizados.

### 3) Pererequinha



Fonte: [http://www.madrean.org/imglib/verte/eol/201603/original\\_1458850616\\_tn.jpg](http://www.madrean.org/imglib/verte/eol/201603/original_1458850616_tn.jpg)

**Nome científico:** *Dendropsophus pseudomeridiana*

Canta nas margens de brejos de baixadas abertas ou bordas de mata. Sua distribuição abrange apenas o estado do Rio de Janeiro (Izecksohn e Carvalho-e-Silva, 2001) e não sabe ao certo como se está espécie adapta-se com facilidade em ambientes antropizados.

#### 4) Perereca de Banheiro



Fonte: [https://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000\\_0000/0211/1803.jpeg](https://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000_0000/0211/1803.jpeg)

**Nome científico:** *Scinax alter*

Perereca pequena muito comum nos brejos da baixada aberta. A espécie distribuirse por uma área litorânea extensa que abrange os estados do Espírito Santo ao Paraná (Frost, 2010; Izecksohn e Carvalho-e- Silva, 2001)

### RÉPTEIS

#### 1) Cobra D'água



Fonte:

[http://www.ufrgs.br/herpetologia/R%C3%A9pteis/Liophis%20miliaris\\_arquivos/image006.jpg](http://www.ufrgs.br/herpetologia/R%C3%A9pteis/Liophis%20miliaris_arquivos/image006.jpg)

**Nome científico:** *Liophis miliaris*

Não causa nenhum risco para os seres humanos, não tem dentes inoculadores de veneno, podendo chegar a 115 cm de comprimento. De hábitos diurnos e semi-aquáticos a cobra d'água se alimenta de peixes, rãs de maior porte, entre outros.

#### 2) Jacaré



Fonte: Adriana Curty, 26/10/2017.

Esta espécie apareceu na estação no dia 23/10/2017, ainda não foi catalogado.

## C) AVES

Na ETE Ponte dos Leites foram registradas 45 espécies de aves, o que corresponde a cerca de 2,5% das espécies brasileiras.

### 1) Maçarico-grande-de-perna-amarela

**Nome científico:** *Tringa melanoleuca*



Fonte:

[https://www.hbw.com/sites/default/files/styles/ibc\\_2k/public/ibc/p/Tringa\\_melanoleuca\\_Daniela\\_19\\_02\\_2012.jpg?itok=wOJsYxLh](https://www.hbw.com/sites/default/files/styles/ibc_2k/public/ibc/p/Tringa_melanoleuca_Daniela_19_02_2012.jpg?itok=wOJsYxLh)

### 2) Garibaldi

**Nome científico:** *chrysomus ruficapillus*



Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/UE2MhcTW9dk/maxresdefault.jpg>

### 3) Marreca-pé-vermelho, Ananaí

**Nome científico:** *amazonetta brasiliensis*



Fonte:

[https://www.hbw.com/sites/default/files/styles/ibc\\_1k/public/ibc/p/72D\\_5231a\\_bewerkt-1.jpg?itok=QbLC8ihg](https://www.hbw.com/sites/default/files/styles/ibc_1k/public/ibc/p/72D_5231a_bewerkt-1.jpg?itok=QbLC8ihg)

#### 4) Tesourão, Fragata

**Nome científico:** *Fregata magnificens*



Fonte:

[https://www.marlinmag.com/sites/marlinmag.com/files/styles/500\\_1x\\_/public/import/2012/files/\\_images/201209/Sea-bird.jpg?itok=kFZ0MvoL](https://www.marlinmag.com/sites/marlinmag.com/files/styles/500_1x_/public/import/2012/files/_images/201209/Sea-bird.jpg?itok=kFZ0MvoL)

#### 5) Biguá

**Nome científico:** *Phalacrocorax brasilianus*



Fonte:

[https://www.hbw.com/sites/default/files/styles/ibc\\_1k/public/ibc/p/847\\_neotropic\\_cormorant\\_phalacrocorax\\_brasilianus\\_cocha\\_camungo\\_peru\\_20091110\\_2\\_1200.jpg?itok=rfo0ld5j](https://www.hbw.com/sites/default/files/styles/ibc_1k/public/ibc/p/847_neotropic_cormorant_phalacrocorax_brasilianus_cocha_camungo_peru_20091110_2_1200.jpg?itok=rfo0ld5j)

#### 6) Bico-de-lacre

**Nome científico:** *Estrilda astrild*



Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Estrilda\\_astrild\\_-\\_Mairipora%2C\\_Sao\\_Paulo%2C\\_Brazil\\_-adult-8.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Estrilda_astrild_-_Mairipora%2C_Sao_Paulo%2C_Brazil_-adult-8.jpg)

**7) Socozinho****Nome científico:** *Butorides striata*

Fonte: [http://www.macaubiodiversity.org/wp-content/uploads/2013/10/Butorides-striata\\_e1.jpg](http://www.macaubiodiversity.org/wp-content/uploads/2013/10/Butorides-striata_e1.jpg)

**8) Sanã Parda****Nome científico:** *Laterallus melanophaius*

Fonte:

[http://www.wikiaves.com.br/midias2/fotos/m2189/2189826\\_e51fe746959041098afb66ba99f74d7f.jpg](http://www.wikiaves.com.br/midias2/fotos/m2189/2189826_e51fe746959041098afb66ba99f74d7f.jpg)

**9) Carão****Nome científico:** *Aramus guaraúna*

Fonte:

[http://www.wikiaves.com.br/midias2/fotos/m2517/2517792\\_cdd7a83252ade3d982470e5559b70c99.jpg](http://www.wikiaves.com.br/midias2/fotos/m2517/2517792_cdd7a83252ade3d982470e5559b70c99.jpg)

**10) Saracura-sanã****Nome científico:** *pardirallus nigricans*

Fonte:

[www.wikiaves.com.br/midias2/fotos/m2462/2462761\\_2cfd365f3981c26e2954c29901ce6e04.jpg](http://www.wikiaves.com.br/midias2/fotos/m2462/2462761_2cfd365f3981c26e2954c29901ce6e04.jpg)

**11) Savacu, garça-dorminhoca****Nome científico:** *Nycticorax nycticorax*

Fonte: [http://birds.nature4stock.com/wp-content/uploads/2009/02/img\\_0423.jpg](http://birds.nature4stock.com/wp-content/uploads/2009/02/img_0423.jpg)

**12) Garça-branca-pequena****Nome científico:** *Egretta thula*

Fonte: <http://www.jeffpippen.com/birds/snowyegret.htm>

**13) Teque-teque****Nome científico:** *Todirostrum poliocephalum*

Fonte: <https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/species/gyhtof1/overview>



**14) Garça-branca-grande****Nome científico:** *Ardea alba*

Fonte: [http://www.naturezabrasileira.com.br/foto/22636/garca\\_branca\\_grande\\_casmerodius\\_albus\\_ou\\_ardea\\_alba.aspx](http://www.naturezabrasileira.com.br/foto/22636/garca_branca_grande_casmerodius_albus_ou_ardea_alba.aspx)

**15) Urubu-da-cabeça-amarela****Nome científico:** *Cathartes burrovianus*

Fonte: <http://zoologia2013.blogspot.com.br/2014/12/urubu-de-cabeça-amarela-cathartes.html>

**16) Gavião-caramujeiro****Nome científico:** *Rostrhamus sociabilis*

Fonte: [http://www.ecoregistros.org/site\\_br/imagen.php?id=90374](http://www.ecoregistros.org/site_br/imagen.php?id=90374)

**17) Gavião-carijó****Nome científico:** *Rupornis magnirostris*

Fonte: [http://www.avesderapinabrasil.com/rupornis\\_magnirostris.htm](http://www.avesderapinabrasil.com/rupornis_magnirostris.htm)

**18) Carcará****Nome científico:** *Caracara plancus*Fonte: [http://www.avesderapinabrasil.com/caracara\\_plancus.htm](http://www.avesderapinabrasil.com/caracara_plancus.htm)**19) Lavadeira-mascarada****Nome científico:** *Fluvicola nengeta*Fonte: <http://passarinhando.com.br/index.php/component/k2/item/343-lavadeira-mascarada-fluvicola-nengeta>**20) Rolinha-caldo-de-feijão****Nome científico:** *Columbina talpacoti*Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/rolinha-columbina-talpacoti/>

**21) Frango-d`água-comum****Nome científico:** *Gallinula chloropterus*

Fonte: <http://www.fotografandopassarinhos.com.br/2014/10/frango-dagua-comum-gallinula-galeata.html>

**22) Andorinha-do-campo****Nome científico:** *Progne tapera*

Fonte: <http://avesdevicosa.blogspot.com.br/2010/12/andorinha-do-campo.html>

**23) Quero-quero****Nome científico:** *Vanellus chilensis*

Fonte: [http://es.treknature.com/gallery/South\\_America/Brazil/Center-West/photo150341.htm](http://es.treknature.com/gallery/South_America/Brazil/Center-West/photo150341.htm)

**24) Batuíra-de-bando**

**Nome científico:** *Charadrius semipalmatus*



Fonte: [http://www.ecoregistros.org/site\\_br/imagen.php?id=28255](http://www.ecoregistros.org/site_br/imagen.php?id=28255)

**25) Juriti-pupu**

**Nome científico:** *Leptotila verreauxi*



Fonte: <http://passarinhandoc.com.br/index.php/component/k2/item/868-juriti-pupu-leptotila-verreauxi>

**26) Andorinha-pequena-de-casa**

**Nome científico:** *Pygochelidon cyanoleuca*



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/81124164@N00/5943002836>

**27) Anu-preto**

**Nome científico:** *Crotophaga ani*



Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/anu-preto-crotophaga-ani/>

**28) Coruja-buraqueira**

**Nome científico:** *Athene cunicularia*



Fonte: [http://www.avesderapinabrasil.com/athene\\_cunicularia.htm](http://www.avesderapinabrasil.com/athene_cunicularia.htm)

**29) Curitié**

**Nome científico:** *Certhiaxis cinnamomeus*



Fonte: <http://passarinhando.com.br/index.php/component/k2/item/282-curutie-certhiaxis-cinnamomeus>

**30) Pombo-doméstico**

**Nome científico:** *Columba livia*



Fonte: <https://www.treknature.com/gallery/photo150173.htm>

**31) Guaracava-de-barriga-amarela****Nome científico:** *Elaenia flavogaster*

Fonte: <http://passarinhandoc.com.br/index.php/component/k2/item/979-guaracava-de-barriga-amarela-elaenia-flavogaster>

**32) Casaca-de-couro-da-lama****Nome científico:** *Furnarius figulus*

Fonte: <http://ismaeljsnature.blogspot.com.br/2013/08/casaca-de-couro-da-lama-furnarius.html>

**33) Suiriri-cavaleiro****Nome científico:** *Machetornis rixosa*

Fonte: <http://passarinhandoc.com.br/index.php/component/k2/item/245-suiriri-cavaleiro-machetornis-rixosa>

**34) Bentevizinho-de-asa-ferrugínea****Nome científico:** *Myiozetetes cayanensis*

Fonte: <http://asbelezasdenossoquintal.blogspot.com.br/2015/05/bentevizinho-de-asa-ferruginea.html>

**35) Bentevi****Nome científico:** *Pitangus sulphuratus*

Fonte: [http://www.avespampa.com.ar/Great\\_Kiskadee.htm](http://www.avespampa.com.ar/Great_Kiskadee.htm)

**36) Suriri****Nome científico:** *Tyrannus melancholicus*

Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/suiriri-tyrannus-melancholicus/>

**37) Jaçanã****Nome científico:** *Jacana jacana*

Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/jacana-jacana/>

**38) Corruíra, Cambaxirra****Nome científico:** *Troglodytes musculus*Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/corruira-troglodytes-musculus/>**39) Freirinha****Nome científico:** *Arundinicola leucocephala*Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/freirinha-arundinicola-leucocephala/>**40) Pardal****Nome científico:** *Passer domesticus*Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/pardal-passer-domesticus/>



**41) Sanhaço-cinzent****Nome científico:** *Thraupis sayaca*Fonte: [http://www.avespampa.com.ar/Sayaca\\_Tanager.htm](http://www.avespampa.com.ar/Sayaca_Tanager.htm)**42) Canário-da-terra-verdadeiro****Nome científico:** *Sicalis flaveola*Fonte: <http://riodejaneiroambiental.blogspot.com.br/2009/10/sicalis-flaveola-canario-da-terra.html>**43) Fifi -verdadeiro****Nome científico:** *Euphonia chlorotica*Fonte: <https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/species/puteup1/overview>

**44) Pássaro-preto, Melro****Nome científico:** *Gnorimopsar chopi*Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/parque-estadual-vila-velha-pr/>**45) Coleiro-do-brejo****Nome científico:** *Sporophila collaris*Fonte: <https://casadospassaros.net/coleiro-do-brejo/>**46) Sabiá-do-campo****Nome científico:** *Mimus saturninus*Fonte: <http://apassarinhologa.com.br/sabia-campo-mimus-saturninus/>

# APÊNDICE C



## RELATÓRIO DE MONITORAMENTO



## EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

ARARUAMA

Dezembro 2015



Sumário

1. Considerações.....Pag.2

2. Análises ETE Araruama.....Pag.3

3. Laudos .....Pag.4

## 1. CONSIDERAÇÕES

Este relatório é o produto dos resultados das coletas de amostras de efluentes das estações de tratamento de esgoto da Concessionária. As datas das coletas são demonstradas nas planilhas com gráfico e índice de carga orgânica removida, bem como nos laudos do laboratório contratado para a realização de análises.

As coletas são compostas por amostras dos efluentes retirados nos diversos pontos das respectivas estações de tratamento de esgoto (ETEs), em um intervalo de 12 horas, sendo coletadas amostras de hora em hora.

As planilhas e os laudos demonstram os resultados obtidos em determinados pontos de coleta. Por meio desses resultados, pode-se ainda obter a eficiência de remoção de cada parâmetro analisado. O item que demonstra a carga orgânica removida representa a remoção diária de impurezas, referindo-se à redução de carga orgânica nas ETEs, por meio da análise de cada parâmetro isoladamente.

Saudações,



---

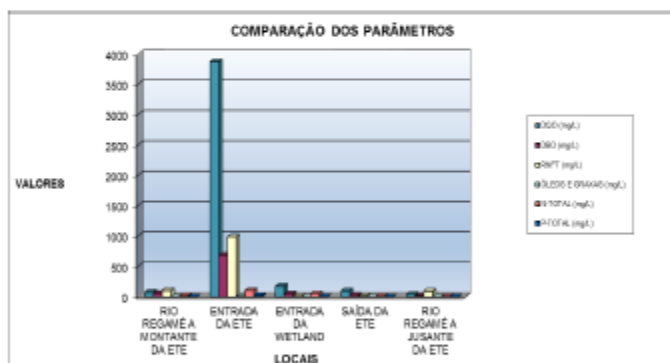
Felipe Andrade Vitorino

Responsável Técnico

CRQ: 02302197

## 2. ANÁLISES ETE ARARUAMA


ETE ARARUAMÁ					
VAZÃO DA ETE (L/seg)	189				
DATA DA COLETA	02/12/2015				
PARÂMETROS	LOCAL				
	RIO REGAMÉ A MONTANTE DA ETE	ENTRADA DA ETE	ENTRADA DA WETLAND	SAÍDA DA ETE	RIO REGAMÉ A JUSANTE DA ETE
DQO (mg/L)	74	3870	174	96	40
DBO (mg/L)	56,92	684,44	50,4	32	16,2
RNFT (mg/L)	102	987	10	14	92
ÓLEOS E GRAXAS (mg/L)	<10	11	<10	<10	<10
N-TOTAL (mg/L)	18,43	104,87	48,89	8,36	9,59
P-TOTAL (mg/L)	0,95	24,79	2,52	0,37	0,83
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	>24196	>24196	2613	3448	>24196
MBAS	<0,1	2,5	<0,1	<0,1	<0,1



PARÂMETROS	CARGA ORGÂNICA REMOVIDA (kg/dia)
DQO	61.595,25
DBO	10.654,08
RNFT	15.888,70
ÓLEOS E GRAXAS	X
N-TOTAL	1.575,97
P-TOTAL	398,77
<i>Escherichia coli</i>	X

RODOVIA AMARAL PEIXOTO km 91 – BANANEIRAS – ARARUAMA – RJ – CEP.: 28970-000  
 TEL/FAX (22) 3201 – 1000  
[www.aguasdejuturnaiba.com.br](http://www.aguasdejuturnaiba.com.br)

## 3. Laudos

 <b>Hidroquímica</b> <small>Empresa do Grupo Oceanus</small>		<b>LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA</b>		
<small>REGULADA Nº01/2007/05.11.1   REG. Nº 634   026140370.11.18            www.oceanus.br.br   www.hidroquimica.com.br</small>				
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO: 63818/2015-1.0</b>				
<b>DADOS REFERENTES AO CLIENTE</b>				
Empresa Solicitante:	Comunidade Aquária de Amarama S/A			
Endereço:	Rodovia Amarel Peixoto, 91			
Cidade:	Bananeiras			
Estado:	Paraná			
UF:	Rio de Janeiro			
CNPJ:	26.670.000			
Nome do Solicitante:	Fazenda Oceano			
Dados para contato:	Tel: 3207-1349   hidroquimica@aguasdejuturnaiba.com.br			
Processo Comercial:	11913899-1			
<b>IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA</b>				
Referência Hidroquímica:	01/2015			
Detalhamento do cliente:	RSO SEGURA INSTALAV			
Dados Adicionais:	---			
<b>DADOS REFERENTES À AMOSTRA</b>				
Data de Coleta:	03/12/2015 09:45:00	Data de Recebimento:	03/12/2015	
Temperatura de resfriamento (°C):	4,0	Tipo de Coleta:	Simplex	
Colônia:	Cliente	Tipo de Amostra:	Esueto Saneado	
Informações Adicionais:	---	Observações:	As análises foram realizadas de acordo com a legislação.	
<b>PRINCIPAIS DADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA</b>				
Legislação de Referência: NBR 12218-10 e NBR 12218-11				
<b>PARÂMETROS</b>				
Método de Análise: 03/12/2015				
Parâmetros	Método	Resultados	LD	Nº 2015-10 - 01 - 015-1
DMCO 15 dias	mg/L	56,30	1,00	Até Legislação de Referência
DMCO	mg/L	14	15	---
Condutividade Total	mg/L	8,95	0,05	---
Hidrocarbonetos Totais	mg/L	9,43	0,30	18
Óleos e Gorduras Totais	mg/L	1,10	0,5	20
pH	M.A.	7,11	Valor Referencial	entre 6,5 e 8,5
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1,80	1	Até Legislação de Referência
Substâncias Tóxicas que Passam para o Ar de Marinha	mg/L	<0,1	0,1	2,0
<b>PARÂMETROS ADICIONAIS</b>				
Método de Análise: 03/12/2015				
Parâmetros	Método	Resultados	LD	Nº 2015-10 - 01 - 015-1
Coliformes Totais	NMP/100 ml	<24 UFC	1,0	---
Coliformes fecais	NMP/100 ml	<24 UFC	1,0	---

Página 1 de 3

 Estado:  
 Rua Almirante Cochrane, 51, Tijaraá,  
 Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20030-340  
 Tel: (21) 2567-0818 / 2567-0811

 Filial:  
 R. Arantes Lobo, 80, Rio Comprido,  
 Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20030-400  
 Tel: (21) 3260-1900 / 2560-3023

 Anexo: HC.008.006 ver o Anexo 03/0086 / RPN  
 RELATÓRIO DE ENSAIO: 63818/2015-1.0



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG. INEA 050155926/11 30- REG.PQA-1881613095/11 18  
www.oceanus.br.br / www.hidroquimica.com.br

---

**REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS**

Coliformes Totais Escherichia coli/Total coliformes: SMDWW 8001 A e B - Tabela Múltipla Horizontal  
DBO: SMDWW 8010-B, 5-Day BOD Test  
DQO: SMDWW 8020 - D, Closed Reflux, Colorimetric Method  
Coroção Total: SMDWW 8030-F-E, Azoic Acid Method  
MBAS: SMDWW 8040-C, Spectrocolor - Anilino Sulfonatos em MBAS  
Nitrogênio Total: SMDWW 8050-N  
Cloro e Cloroal: SMDWW 8060-D, Specter Chloration Method  
pH: SMDWW 8000-H-S, Electrode Method  
Sólidos Suspensos Totais: SMDWW 8040-D, Total Suspended Solids Gravimetric at 100-180°C

**OBSERVAÇÕES GERAIS**

Os resultados referem-se somente à amostra analisada.  
 Toda amostragem de campo se realiza sob supervisão por técnico e sem nenhuma alteração e sem a aprovação por escrito de Oceanus - Hidroquímica.  
 As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padrão da SMDWW 2177 e USDF.  
 Sempre Ter controle no Laboratório Oceanus.  
 Abreviações:  
 Análise - Menor Que o Limite de Quantificação  
 USFPA - United States Environmental Protection Agency  
 ID - Identificação  
 LCS - Laboratory Control Sample  
 LC - Lista de Catalogo  
 LD - Limite de Quantificação  
 NA - Não Aplicável  
 ND - Não Detectado  
 NMP - Número Mais Próximo  
 NO - Não Disponível  
 PDS - Polychlorinated Biphenyls  
 SMDWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20<sup>th</sup> Edition - 2012  
 TPH - Total Petroleum Hydrocarbons  
 UFD - Unidades Formadoras de Colônia  
 VMP - Valor Máximo Permitido  
 Os dados de amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

**INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS**

De acordo com os parâmetros analisados, que constam nos Limites NT 202/11, 04 de dezembro de 1986 aprovada pela Deliberação CEEA nº 1007/03 (Os resultados) não satisfazem as normas permitidas.


Mãe: Rua Américo Castro, 17, Tijuca, Rio de Janeiro - RJ CEP: 20220-940 Tel: 51 1292-8810 / 2947-8871

Filial: R. Amador Lobo, 28, Rio Comprido, Rio de Janeiro - RJ CEP: 20270-450 Tel: 501 1093-7000 / 1094-9400

Anexo: RELATÓRIO nº 03 Data: 04/03/18 FPP RELATÓRIO DE QUAIS 400182012-1.0


Página 3 de 9



RESPONSÁVEL	
Relatório emitido por:	Cecilia Martins
Relatório revisado por:	Ricardo Secos, Erick Figueiredo, Roberta Soares
Responsável técnico:	 Dr. Rosalvo Lobo Responsável Técnico CPF: 0283966
Data de emissão do laudo:	Rio de Janeiro, 22 de dezembro de 2015
<b>LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS</b>	
Nº da Amostra: 63018-2015-1-B	
Cliente: Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	
Data de recebimento: 22/12/2015	
Código: 316594 - Identificação da Amostra: RIO REGIME MONTANTE	
Amostras acondicionadas adequadamente?	Sim
Etiquetas ou embolagens das amostras estão fechadas e não apresentam sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão integros?	Sim
Os rótulos e códigos de identificação das amostras?	Sim
A cadeia de custódia concorda com a proposta comercial?	Sim
Terminalino utilizado	TI-007
Amostras estão dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostras suficientes para todos os análises?	Sim
Os frascos estão apropriados para o tipo de análise?	Sim
Dieta limpa do campo	---
Solutores Sedimentáveis de Campo	---
As irregularidades de recebimento foram notificadas?	
Notificação enviada para:	Data:
Comentários:	
Responsável pelo recebimento: Axel Martins	

Página 3 de 3

Mem: Rua Afonso de Albuquerque, 37, Tijuca, Rio de Janeiro - RJ CEP: 20220-900 Tel: (21) 2547-0819 / 2547-9871  
 Filial: R. Amândeo Lobo, 37, Rio Comprido, Rio de Janeiro - RJ CEP: 20220-900 Tel: (21) 2549-7000 / 2549-2625  
 Anexo: HQ AMF 006, ram. 0, Torre 04/0056 / RPPS, RELATÓRIO DE ENQUADRAMENTO 63018-2015-1-B



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG. INEA/LACV 000005.11.101 REG. INEA/LACV 012000.11.10  
www.oceanus.lacv.br | www.hidroquimica.com.br

**RELATÓRIO DE ENSAIO: 63015/2015-1.0**

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Comissão para a Água de Juturnaíba S/A
Endereço:	Rodovia Amarel Peixoto, 91
Bairro:	Bananeiras
Cidade:	Araruama
UF:	Rio de Janeiro
CNPJ:	06.970.000
Nome do Solicitante:	Fábrica Indústria
Dados para contato:	22 3261-1048   fap@aguadejuturnaiba.com.br
Procedimento:	110200.01

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Definição Hidroquímica:	219422
Definição de cliente:	ETE PUMER DO LITORAL - BARRAGEM
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	02/10/2015 06:05:35	Data de Recebimento:	02/10/2015
Temperatura de armazenamento (T <sub>5</sub> ):	4,0	Tipo de Coleta:	Simplex
Correção:	Clareza	Tipo de Amostra:	Estuário-Saferido
Informações Referenciais:	---	Observações:	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica

**RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA**

Legenda: C=Clareza; S=Tem. Compensada

FÍSICO-QUÍMICO					
Módulo de Ensaio: 101-03015					
Parâmetro	Unidade	Resultado	LG	Item Compensado	
DBP - 5 Dias	mg/L O <sub>2</sub>	88,44	1,00	---	
DBP	mg/L	95,0	0,1	---	
Fluoreto Total	mg/L	21,75	0,04	---	
Nitrogênio-Nitrosato	mg/L	38,08	0,01	---	
Nitrogênio Total	mg/L	94,87	0,10	---	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,1	0,0	---	
pH	mg/L	7,30	Módulo de Ensaio	---	
Sólidos em Suspensão Total	mg/L	387	1	---	
Sólidos em Suspensão Total Filtrados em Membrana	mg/L	0,5	0,1	---	

METEOROLÓGICO					
Módulo de Ensaio: 101-03015					
Parâmetro	Unidade	Resultado	LG	Item Compensado	
Umidade Relativa	%	74,08	0,8	---	
Pressão Atmosférica	hPa	1013,08	0,8	---	

Município: Araruama

Rua Amarel Peixoto, 91 - Tijuca

Rio de Janeiro - RJ - CEP: 28960-000

Tel: (21) 2567-8819 / 2567-1871

Filial:

R. Amarel Peixoto, 91 - Rio Comprido

Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20254-450

Tel: (21) 2594-7000 / 2594-9025

Água de Juturnaíba S/A - CNPJ: 06.970.000

LABORATÓRIO DE ENSAIO: 000.02010-1.0

Página 1 de 4

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713899/CA

 <b>LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA</b>	
<small>REG. INEA/09-159070.11-18 / REG. ANVISA/01-59.05.11.18 www.aguasdoBrasil.br / www.hidroquimica.com.br</small>	
<b>REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS</b>	
Colorimetria: Tabela Espectrofotométrica (SMWW 2020 A e B) - Tabela Múltipla Normal DBO: SMWW 5210-B - 5-Day BOD Test DQO: SMWW 5210 - 5 - Closed Reflux, Colorimetric Method Fosforo Total: SMWW 4500-P-E - Algorimto Ascorbimétrico NÍTRIO: SMWW 2040-C Substrato - Alorimto Substrato de MORA Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3-F - Phenyl Method Nitrogênio Total: SMWW 4500-N Oxigênio e Gás: SMWW 2000-D - Starch Indicator Method pH: SMWW 4500-H-0 - Colorimetric Method Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2040-D - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	
<b>OBSERVAÇÕES GERAIS</b>	
<input type="checkbox"/> Os resultados relativos ao ambiente à análise analisada. <input type="checkbox"/> Este Relatório de Enunciado pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica. <input type="checkbox"/> As análises são controladas e gerenciadas segundo as normas padronizadas SMWW 21 <sup>TM</sup> e USEPA. <input type="checkbox"/> * Serviço realizado no Laboratório Oceanus. <input type="checkbox"/> Acreditado:	
Ambiente - Não se trata de Limite de Quantificação USEPA - United States Environment Protection Agency ET - Emissão LQD - Laboratory Control Sample LQ - Limite de Detecção LQ - Limite de Quantificação NA - Não Aplicável ND - Não Detectado NMP - Norma Máx. Permitida NT - Não Quantificável PCB - Polychlorinated Biphenyls SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 21 <sup>TM</sup> Edition - 2012 TRH - Total Petróleo e Hidrocarbonetos UPC - Unidades Formadoras de Colônia VMP - Valor Máximo Permitido Os dados de análise fornecidos são de responsabilidade do cliente.	
<b>RESPONSÁVEL</b>	
Realizado emite por: <u>Carolina Lúcio</u>	Realizado revisado por: <u>Roberto Ribeiro, Richard Santos, Erick Fagundes</u>
Responsável técnico: 	
Data de emissão do laudo: <u>Rio de Janeiro, 23 de dezembro de 2015</u>	
Página 2 de 4	
MEO: Rua Almeida Copernico, 11, Torres, Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20263-040 Tel: (21) 2567-0018 / 2567-9871	Físic: R. Américo Lobo, 30, Pça. Copacabana, Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20260-040 Tel: (21) 2569-7000 / 2569-9800



**Hidroquímica**  
Empresa do Grupo Oceanus

**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.ANB-090189005.11.10 / REG.ANB-090189005.11.10  
www.oceanus.com.br / www.hidroquimica.com.br

**LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS**  
Nº de Análise: 63915 2015-13

Cliente: Companhia Águas de Juturnaíba S/A	
Data de recebimento: 02/12/2015	
Código: 31642   Identificação da Amostra: ITE PONTE DOS LOTES - ENTRADA	
Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa de embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo o(s) amostra(s) estão devidamente etiquetados?	Sim
Os rótulos e demais de identificação nas amostras?	Sim
A todos os recipientes colocados com a proposta correspondente?	Sim
Temperatura utilizada:	11,00T
Amostras são dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Higienização de recipientes e frascos para todos os análises?	Sim
Os frascos e tampas apropriados para o tipo de amostra?	Sim
Claro sem sedimentos	---
Sólidos Sedimentáveis de Campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Data: \_\_\_\_\_

Notificação enviada para: \_\_\_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_

Responsável pelo recebimento: Axel Martins


Mat: \_\_\_\_\_  
Rua Nereide Cochran, 03, Tijuca  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 20950-048  
Tel: 011 3567.8818 / 2907.0871

Filial  
R. Antônio Lobo, 04, Rio Comprido  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 20270-498  
Tel: 011 3298.7088 / 3903.0805

Anexo: 02-ANB-088/16-0 Data: 04/03/16 / 16/11  
RELATÓRIO DE ONSA: 639152015-13

Página 9 de 4

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713899/CA


 <b>Hidroquímica</b> <small>Empresa do Grupo Oceania</small>		<b>LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA</b>		
<small>PRÉD. IMB LANCHEIRAS 11, 30 / PRÉD. REA LANCHEIRAS 11, 30            www.oceania.br.br / www.hidroquimica.com.br</small>				
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO: 63016-2015-1.0</b>				
<b>DADOS REFERENTES AO CLIENTE</b>				
Empresa Solitante:	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A			
Rodovia:	Rodovia Amaral Peixoto, 91			
Município:	Bananeiras			
Cidade:	Araruama			
UF:	Rio de Janeiro			
CNPJ:	28.979-000			
Nome do Substituto:	Prépio Vitorino			
Endereço para envio de amostra:	22.261-1048 - Itaipu vitorino@aguasdejuturnaiba.com.br			
Processo Comercial:	11579015-1			
<b>IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA</b>				
Referência Hidroquímica:	21582			
Referência do cliente:	670 PONTE DOS LITES - WESTLAND			
Outras Referências:	---			
<b>DADOS REFERENTES À AMOSTRA</b>				
Data de Coleta:	09/12/2015 09:25:30	Site de Recolhimento:	03-12-2015	
Temperatura de armazenamento (°C):	4,3	Tipo de Coleta:	Simplex	
Coletor:	Claris	Tipo de Amostra:	Estuário Garbato	
Informações Relevantes:	---			
Observações:	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica			
<b>RESULTADOS ANALITICOS DA AMOSTRA</b>				
Legislação de Referência: N° 2004-116 - LM - 2015-1.4				
<b>INTELAZOL</b>				
Índice dos Ensaios: 09/12/2015				
Parâmetros	Unidade	Resultados	LG	MP - 2015-18 - IN - 21582-1
DBP <sub>5</sub> - 5 dias	mg/L	0,00	1,00	Vida Legislação ou Norma
DBP <sub>20</sub>	mg/L	0,00	0,00	---
Fenóis Total	mg/L	2,32	0,02	---
Nitrogênio Total	mg/L	46,36	0,10	10
Cloro e CloroP Total	mg/L	4,12	0,0	00
pH	N.A.	7,29	Não Aplicável	entre 5,0 e 9,0
Índice em Suspensão Total	mg/L	12	1	Vida Legislação ou Norma
Substâncias Volatilizadas que Reagem com o Ácido de Muriato	mg/L	<0,1	0,1	0,0
<b>INTELAZOL/COLO</b>				
Índice dos Ensaios: 09/12/2015				
Parâmetros	Unidade	Resultados	LG	MP - 2015-18 - IN - 21582-1
Condutividade Total	µMPT/50 mL	294196	1,8	---
Turbidez	NTU/50 mL	2619	1,8	---

Página 1 de 3

 Matriz:  
 Rua Almeida Cochrane, 37, Tijucas,  
 Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20250-040  
 Tel: (21) 2967-6919 / 2967-3871

 Filial:  
 R. Antônio Lobo, 26, Rio Comprido,  
 Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20250-408  
 Tel: (21) 2963-7069 / 3963-3805


 Anexo: HQ-RJ-0891 Rev. 0, Data: 04/03/08 / RPR  
 RELATÓRIO DE ENSAIO: 63016/2015-1.0


 <b>LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA</b>	
<small>PROJ. REALUNO/18/02/08 11.10 / PROJ. REALUNO/16/03/08 11.10 www.omonas.kia.br / www.Hidroquimica.com.br</small>	
REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS	
Coliformes Totais/Escherichia coli/Termotolerantes: SMDWW 9220 A e B - Tabela Múltipla Normal DBO: SMDWW 5210-B - 5 Day BOD Test DQO: SMDWW 5210 - D - Closed Reflux, Colorimetric Method Flúoreo Total: SMDWW 4500 PF E - Ascorbic Acid Method Metais: SMDWW 8000-C - Sulfitado - Anions Sulfitado de H&M Nitróxio Total: SMDWW 4500-M Óleo e Gordas: SMDWW 5520 D - Soxhlet Extraction Method pH: SMDWW 4500 H-B - Colorimetric Method Sólidos Suspensos Totais: SMDWW 2540 D - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	
OBSERVAÇÕES GERAIS	
<input type="checkbox"/> Os resultados referem-se somente à amostra analisada. <input type="checkbox"/> Toda Relatório de Análise só pode ser reproduzido por meio e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da <b>Domus - Hidroquímica</b> . <input type="checkbox"/> As amostras são coletadas e preservadas segundo as normas padronizadas SMDWW 22 <sup>TM</sup> e USEPA. <input type="checkbox"/> * Serviço terceirizado no Laboratório Oceanus. <input type="checkbox"/> Abreviações: Analítica = Menor Que o Limite de Quantificação USEPA = United States Environmental Protection Agency ID = Identificação LCS = Laboratory Control Sample LD = Limite de Detecção LO = Limite de Quantificação NA = Não Aplicável ND = Não Detectável NMP = Número Mais Provável NO = Não Objetável PCB = Polychlorinated Biphenyls SMDWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 22 <sup>TM</sup> Edition – 2012 TPH = Total Petroleum Hydrocarbons. UFC = Unidades Formadoras de Colônia VMP = Valor Máximo Permitido Os dados da amostra fornecida são de responsabilidade do solicitante.	
INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	
De acordo com os parâmetros solicitados, que constam nos Limites NT-202-R-10, 04 de dezembro de 1986 Aprovada pela Deliberação CGEA nº 1027/03, o resultado(s) do(s) parâmetro(s) não satisfizer(em) os limites permitidos.	
Página 2 de 3	
<small>Méico: Rua Alencastro Coimbra, 37, Tijuca, Rio de Janeiro - RJ CEP 20550-640 Tel: (21) 2967-8810 / 2967-3871</small>	<small>Filial: R. Aníbal Lages, 30, Rio Comprido Rio de Janeiro - RJ CEP 20250-450 Tel: (21) 3288-7090 / 3963-3825</small>



 <b>LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA</b>					
REG. INCLAM/1999/PA 11 10 / REG. INCLAM/03/008 11 10 www.aguasdoBrasil.com.br / www.3404@aguasdoBrasil.com.br					
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO: 63017/2015-1.0</b>					
<b>DADOS REFERENTES AO CLIENTE</b>					
Projeto/Rede de	Comunidade Água de Araruama S/A				
Endereço	Rodovia Amarel Peixoto, s/n				
Bairro	Bananeiras				
Cidade	Araruama				
UF	RJ de Jurema				
CNPJ	08.970.000				
Nome do Gestor/da	Felipe Vitorino				
Dados para contato:	33 3201 1040 - felipe.vitorino@aguasdoBrasil.com.br				
Processo Comarcial	11972/2015-1				
<b>IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA</b>					
Estação Hidroquímica	316891				
Estação de coleta	PTE POA01 OCEANUS - SAUSA				
Dados Adicionais	---				
<b>DADOS REFERENTES À AMOSTRA</b>					
Data de Coleta	02/12/2015 09:37:00	Data de Recebimento	02/12/2015		
Temperatura de resfriamento (°C)	4,6	Tipo de Coleta	Simplex		
Corador	Claro	Tipo de Amostra	Quarta Serviço		
Informações Adicionais	---	Observações	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica		
<b>RESULTADOS ANÁLISES DA AMOSTRA</b>					
Legislação de Referência: RT - 202, R. 30 - 02 - 215/04					
<b>BIOLÓGICO</b>					
Método de Análise: 05/12/2010					
	Parâmetros	Unidade	Resultados	LD	NT - 202/018 - 02 - 216 R-1
1	DO - 5 min	mg/L	21	1,00	sem Legislação de Normas
2	Cloro	mg/L	99	10	---
3	Fluoreto Total	mg/L	6,07	6,09	1
4	Manganês Dissolvido	mg/L	4,00	9,00	0,0
5	Nitrogênio Total	mg/L	8,08	6,15	10
6	Fluor e Fluoreto Total	mg/L	118	18	---
7	Cloro Livre	mg/L	118	18	100
8	Cloro Livre e Cloro Livre Ativo	mg/L	118	18	100
9	pH	N.A.	7,52	Não Aplicável	entre 6,5 e 8,0
10	Sólidos em Suspensão Total	mg/L	14	1	sem Legislação de Normas
11	Sólidos Sedimentáveis	mg/L	0,4	0,1	---
12	Substâncias Tóxicas que Reagem com a Azul de Metileno	mg/L	40,1	0,1	0,0
<b>BACTERIOLÓGICO</b>					
	Parâmetros	Unidade	Resultados	LD	NT - 202/018 - 02 - 216 R-1
1	Coliformes Totais	NMP/100 ml	2410	1,8	---
2	Fermentantes	NMP/100 ml	3445	1,8	---



 <b>Hidroquímica</b> <small>Empresa do Grupo Oceanus</small>		<b>LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA</b>	
<small>REG. INEA SP/01204970.11.10 / REG. INEA SP/1413300.11.10            www.oceanus.br   www.hidroquimica.com.br</small>			
REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS			
Coliformes Totais/Escherichia coli/Termotolerantes: SMDWW 8229 A e B - Tubos Múltiplos Normal DBO: SMDWW 8010. B. - 5-Day BOD Test DQO: SMDWW 5220 - D - Closed Reflux, Colorimetric Method Fósforo Total: SMDWW 4500-P E - Ascorbic Acid Method Metais: SMDWW 8153.C Substâncias - Análise por Indução de Plasma Nitrogênio Amoniacal: SMDWW 4500-NH <sub>3</sub> F - Phenate Method Nitrogênio Total: SMDWW 4500-N Óleos e Gorduras: SMDWW 5220 D - Soxhlet Extraction Method pH: SMDWW 4500 H-D - Colorimetric Method Sólidos Sedimentáveis: SMDWW 2540 F - Bellville Solids Sólidos Suspensos Totais: SMDWW 2540 D - Total Suspended Solids Grav at 100-110°C			
OBSERVAÇÕES GERAIS			
<input type="checkbox"/> Os resultados referem-se somente à amostra analisada. <input type="checkbox"/> Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica. <input type="checkbox"/> As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMDWW 22 <sup>th</sup> e USEPA. <input type="checkbox"/> Serviço Especializado no Laboratório Oceanus. <input type="checkbox"/> Alterações: Qualidade e Método Que o Limite de Quantificação USEPA - United States Environmental Protection Agency ID - Identificação LCS - Laboratory Control Sample LD - Limite de Detecção LQ - Limite de Quantificação NA - Não Aplicável ND - Não Detectável NMP - Número Máx. Frasco NO - Não Objeto PCB - Polychlorinated Biphenyls SMDWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22 <sup>th</sup> Edition - 2012 TPH - Total Petroleum Hydrocarbons UFG - Unidades Formadoras de Colônia VMP - Valor Máximo Permitido De acordo com o método, fornecido sob a responsabilidade do solicitante.			
INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS			
De acordo com os parâmetros solicitados, que constam nos Listas NT-302 R.13, 04 de dezembro de 1995 aprovado pela Deliberação-COCA 17 1997. Os resultados (ou parâmetros) substituem os limites permitidos.			
Página 2 de 3			
Matric: Rua Almeida Cochrane, 37, Tijuca, Rio de Janeiro - RJ CEP 20250-040 Tel: (21) 2587-6911 / 2587-3381	Filial: R. Aristides Lobo, 36, Rio Comprido Rio de Janeiro - RJ CEP 20250-450 Tel: (21) 2585-7000 / 2585-3400	Anexo: HD-ANE-0881 rev. 0 - Data: 04/03/2011   BRN RELATÓRIO DE ENSAIO: 609112015-13	




**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG. INSC. UNIFORMES 11.10 / REG. INSC. UNIFORMES 11.10  
www.oceanus.br / www.hidroquimica.com.br

---

**RESPONSÁVELS**

Realizado em/por: Caixa Mediana  
Realizado avaliado por: Mariana Ribeiro, Rafael Santos, Erick Paquimbo, Roberta Soares

Responsável Técnico:  
  
 Dr. Horácio Leite  
 Responsável Técnico  
 CRB-02339/05

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 23 de dezembro de 2016.

**LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS**

Nº de Amostras: 63017-2016-1.0

Cliente: Concessionário Águas de Juturnaíba S.A.	
Data de recebimento: 05/12/2016	
Código: 218467   Identificação da Amostra: 616 PONTE DOS LEITES - SADA	
Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está lacrada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os frascos e caixas de amostras identificam as amostras?	Sim
A caixa de amostras contém um protocolo correto?	Sim
Formulário anexado	TI-907
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
há quantidade de amostra suficiente para todos os análises?	Sim
Os frascos estão apropriados para o tipo de análise?	Sim
Cabo livre de carga	--
Sedimentos de Carga	--

As irregularidades de recebimento foram notificadas? \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
 Notificação enviada para: \_\_\_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_

Responsável pelo apontamento: Axel Martins

Marc:  
Rua Almeida Coimara, 37, Tijuca,  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 20580-840  
Tel: (21) 2507-0810 / 2507-2871

Filial:  
R. Antônio Leite, 30, Rio Comprido,  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 20230-438  
Tel: (21) 2580-1000 / 2580-2820

Amo: HD-ABC-080 rev 0 Data: 04/15/08 / PPH  
RELATÓRIO DE ENCAD: 05170016-1.0

Página 3 de 3

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713899/CA

Hidroquímica		LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA		
<p>AV. ARAUJO 1500/05, 11, 10 / RUA ARAUJO 1500/05, 11, 10 www.aguasdoBrasil.br / www.hidroquimica.com.br</p>				
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO: E3020-2015-1.0</b>				
<b>DADOS REFERENTES AO CLIENTE</b>				
Empresa Solicitante:	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A			
Endereço:	Rodovia Amarel Peixoto, 91			
Bairro:	Bananeiras			
Cidade:	Araruama			
UF:	RJ de Jurema			
CEP:	28.970-000			
Nome do Solicitante:	Felipe Vitorino			
Dados para contato:	22 3201-1049 - feipe.vitorino@aguasdejuturnaiba.com.br			
Processo Comercial:	11873045-1			
<b>IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA</b>				
Referência Hidroquímica:	210305			
Referência do Cliente:	RQ KWAMF J DUMTE			
Dados Adicionais:	---			
<b>DADOS REFERENTES À AMOSTRA</b>				
Data de Coleta:	02/12/2015 16:30:00	Data de Recebimento:	02/12/2015	
Temperatura de armazenamento (°C):	4,0	Tipo de Coleta:	Simplex	
Coletor:	Cliente	Tipo de Amostra:	Efluente Sanitário	
Informações Relevantes:	---	Observações:	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica	
<b>RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA</b>				
Legislação de Referência: NBR 12216-1 (M) - 215,174				
<b>PARÂMETROS</b>				
Início da Análise: 02/12/2015				
Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT-202-R-10 e D2-215-R-4
DO <sub>20</sub> - 5 dias	mg/L	9,30	1,00	Vide Legislação ou Normas
DO <sub>5</sub>	mg/L	9,6	3,0	---
Índice Total	mg/L	8,93	6,00	---
Nitrogênio Total	mg/L	0,58	0,10	1,8
Demanda Química Total	mg/L	< 10	30	38
pH	mg/L	7,24	Não Aplicável	entre 5,0 e 9,0
Sólidos em Suspensão - Totais	mg/L	31	---	Vide Legislação ou Normas
Sólidos em Suspensão que flutuam com o 4,2% de álcool	mg/L	< 0,1	0,1	0,0
<b>PARÂMETROS</b>				
Início da Análise: 02/12/2015				
Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT-202-R-10 e D2-215-R-4
Coliformes Totais	NMP/100 mL	< 24128	1,8	---
Bactérias coliformes	NMP/100 mL	< 24128	1,8	---

Página 1 de 3

Mãe:  
Rua Afonso Cochrane, 57, Tijuca,  
Rio de Janeiro - RJ CEP 20096-900  
Tel: (21) 2567-6600 / 2567-3871

Filia:  
R. Ararúas Lobo, 06, Rio Comprido,  
Rio de Janeiro - RJ CEP 20254-400  
Tel: (21) 8294-7000 / 8003-8628

Anexo: HQANE-086 rev 0 (Data: 04/03/08 / RPR)  
RELATÓRIO DE ENSAIO: 020202015-1.0





**Hidroquímica**  
Empresa do Grupo Águas do Brasil

**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG. REA 100/0500/05.11.10 / REG. REA UNIA010/05.1.1.13  
www.oceanus.br.br / www.hidroquimica.com.br

---

RESPONSABILIDADES

Amostra enviada por: Cassio Mátchea  
 Número enviado por: Marcos Filizola, Rafael Santos, Erika Papulino

Responsável técnico:   
Dr. Ronaldo Lobo  
 Responsável Técnico  
 CRB-023390.

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 02 de dezembro de 2013

---

**LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS**

Nº de Análise: 63029-2013-1.0

Cliente: <u>Companhia Águas de Juturnaíba S/A</u>	
Data de recebimento: <u>02/12/2013</u>	
Código: <u>318045</u>   Identificação da Amostra: <u>RIO RIOJANE JUSANTE</u>	
Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Os rótulos ou etiquetas das amostras estão fechadas e não apresentam sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo (devidamente as amostras estão etiquetadas)?	Sim
Os rótulos e caixas de amostra identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	Sim
Tamponado utilizado	( ) Sim
Amostra está dentro do prazo para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todos os análises?	Sim
Os frascos foram acondicionados adeq. tipo de amostra?	Sim
Outro tipo de tampão	---
Situação: <u>Bananeiras de Contigo</u>	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
 Notificação enviada para:          Data:         

Observações:  
        

Responsável pelo recebimento: Ara Matino

Matriz:  
Rua Almeida Cochares, 17, Tijuca,  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 20550-900  
Tel.: (21) 3287-8818 / 3287-9271

Filial:  
R. Antônio Lobo, 06, Rio Comprido,  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 20250-490  
Tel.: (21) 3287-7001 / 3287-9320

Atendimento: 08h às 18h, Segunda a Sexta - 689  
 RELATÓRIO DE ENGAO: 0000005-1.3

Página 2 de 3

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1713899/CA