



**INFLUÊNCIA DO EFLUENTE GERADO POR UMA  
TERMOELÉTRICA LANÇADO EM UM CORPO D'ÁGUA –  
ESTUDO CASA NA UTE MANAUARA-MANAUS/AM**

**ALCIMAR DE JESUS FRANÇA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL E PROCESSOS  
CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO:  
PROCESSOS E GESTÃO AMBIENTAL**

Dissertação orientada pelo Professor Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues  
Mendes

**Belém – PA  
2015**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO  
URBANO**

**INFLUÊNCIA DO EFLUENTE GERADO POR UMA  
TERMOELÉTRICA LANÇADO EM UM CORPO D'ÁGUA –  
ESTUDO CASA NA UTE MANAUARA-MANAUS/AM**

**ALCIMAR DE JESUS FRANÇA**

**Belém – PA  
2015**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E  
SANEAMENTO URBANO**

**INFLUÊNCIA DO EFLUENTE GERADO POR UMA  
TERMOELÉTRICA LANÇADO EM UM CORPO D'ÁGUA –  
ESTUDO CASA NA UTE MANAUARA-MANAUS/AM**

**ALCIMAR DE JESUS FRANÇA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano com área de concentração em Processos e Gestão Ambiental da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

**Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes**

**Belém – PA  
2015**

**INFLUÊNCIA DO EFLUENTE GERADO POR UMA  
TERMOELÉTRICA LANÇADO EM UM CORPO D'ÁGUA –  
ESTUDO CASA NA UTE MANAUARA-MANAUS/AM**

**ALCIMAR DE JESUS FRANÇA**

Dissertação submetida para banca de qualificação ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (PPCS), com área de concentração em Saneamento Urbano do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC-UFGPA).

Aprovada em 25 de Fevereiro de 2015.

---

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira  
(Coordenador do PPCS)

---

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes  
(Orientador – UFGPA)

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Adelson Bezerra de Medeiros  
(Examinador Externo – UFGPA)

---

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira  
(Examinador Interno – UFGPA)

## ***AGRADECIMENTOS***

Agradeço a Deus e aos orixás por ter dado saúde e força para superar as dificuldades.

Agradeço a minha família, que me deram a força que precisava quando a situação ficou difícil.

Agradeço aos amigos que me incentivaram e ajudaram contribuindo com pesquisa e dicas para realização deste trabalho: Marco Dantas “IN MEMÓRIA” amigo que sempre me incentivou neste processo; Marcia Cordeiro com suas generosas dicas, Roberta Ribeiro, Tereza Filipe, Orlewilson Alysson com o apoio nas pesquisas; Oiama Guedes, Arley Silva, Rui Noronha, Jeudsson Brito e Alfredo Costa com as informações técnica.

Agradeço a Universidade Federal do Pará – UFPA em especial ao Coordenador do Programa Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira e ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM destaque ao Dr. Jandecy Cabral Leite por proporcionar o Curso de Mestrado na cidade de Manaus-AM contribuindo para o desenvolvimento pessoal e intelectual daqueles que tem interesse em obterem uma maior qualificação para o sucesso profissional.

Agradeço a todos os docentes que contribuíram para o desenvolvimento do meu conhecimento na área da pesquisa.

Agradeço Paulo Cesar Rocha Gomes, diretor da Companhia Energética Manauara, pelo apoio e disponibilização de informações técnicas, que permitiram a realização desse trabalho.

Agradeço especialmente ao meu orientador Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, pela orientação, compressão e apoio nos momentos difíceis por que passei durante essa jornada, pela força e ajustes necessários para conclusão deste trabalho.

*Ninguém vale pelo que sabe, mas pelo que faz com aquilo que sabe.*

*Leonardo Boff*

*Dedico este trabalho de dissertação aos meus pais, Angelina Cerqueira de Jesus e Marcelino Luiz da França “IN MEMÓRIA” que me educaram e me fizeram chegar aonde cheguei.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Gasodutos de Transporte – Brasil-América do Sul	30
	Localização da UTE Manauara no ramal de gás natural da Cidade de	
Figura 2.2	Manaus	30
Figura 2.3	Mapa das regiões hidrográficas do brasil apresentado o potencia hídrico.	32
Figura 2.4	Área sob Proteção Legal na Amazônia	33
Figura 2.5	Tipo de Centras Elétricas	34
Figura 4.1	Localização da UTE Manauara	55
Figura 4.2	Usina Termoelétrica Manauara	56
Figura 4.3	Motor WARTSILA 18V46 GD	56
Figura 4.4	Corte transversal Ilustrativo da unidade geradora na usina	57
Figura 4.5	Diagrama Sistema de coleta e tratamento de água oleosa	58
Figura 4.6	Canaletas casa de máquinas	59
Figura 4.7	Caixa de drenagens de água oleosa da decantação dos tanques de óleo combustível	59
Figura 4.8	Canaletas da Sala de Compressores	59
Figura 4.9	Vaso que recolhe os resíduos líquidos do Gás Natural	60
Figura 4.10	Centrifugas de tratamento de óleo combustível	60
Figura 4.11	Separadoras de óleo lubrificante	45
Figura 4.12	Sistema de tratamento de água contaminada com óleo	61
Figura 4.13	Sistema de tratamento de água contaminada com óleo	61
Figura 4.14	Fluxograma da estação de tratamento de efluentes	62
Figura 4.15	Amostragem na entrada da ETE	63
Figura 4.16	Amostragem na saída da ETE	63
Figura 4.17	Amostragem na saída da usina	64
Figura 4.18	Amostras retiradas da entrada e saída da ETE e da saída da usina respectivamente	64
Figura 4.19	Amostragem no Igarapé à montante da Usina	64
Figura 4.19	Amostragem no Igarapé à montante da Usina	65
Figura 4.22	Igarapé da comunidade São João	65
Figura 4.23	Igarapé da comunidade São João	66
Figura 4.24	Igarapé da comunidade São João	66
Figura 4.25	Igarapé da comunidade São João	67
Figura 4.26	Igarapé da comunidade São João assoreamento para caminho	67
Figura 4.27	Igarapé da comunidade São João assoreamento para caminho	68
Figura 4.28	Igarapé da comunidade São João lançamento de esgoto	68
Figura 5.1	Localização geofísica da usina Manauara.	83
Figura 5.2	Relação de consumo de oleo combustivel e geração de borra em Kg	86
Figura 5.3	Relação de consumo de oleo combustivel e geração de borraem %	86

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1: Empreendimentos de Geração	35
Tabela 5.1: Parâmetros definidos na LO 262/06-07 e os limites CONAMA 430/2011	70
Tabela 5.2: Resultados das análises de laboratório da saída da ETE (2008-2009)	72
Tabela 5.3: Resultados das análises de laboratório da saída da ETE (2010-2011)	73
Tabela 5.4: Resultados das análises de laboratório da saída da ETE (2012-2014)	74
Tabela 5.5: Resultados de DQO e DBO	81
Tabela 5.6: Resultados de DQO na saída da Usina e do Igarapé	83
Tabela 5.7: Resultados de DQO e DBO do Igarapé a jusante da UTE Manauara	84
Tabela 5.8: Consumo de Óleo Combustível (OCA1) e geração de borra	85



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1: Resultado de pH – Análise 2008 a 2014	75
Gráfico 5.2: Resultado de óleo e graxas – Análise 2008 a 2014	75
Gráfico 5.3: Resultado de Fenóis – Análise 2008 a 2014	76
Gráfico 5.4: Resultado de Turbidez – Análise 2008 a 2014	76
Gráfico 5.5: Resultado de Sólidos Sedimentados – Análise 2008 a 2014	77
Gráfico 5.6: Resultado de Sulfeto – Análise 2008 a 2014	77
Gráfico 5.7: Resultado de DQO – Análise 2008 a 2014	78
Gráfico 5.8: Resultado de Condutividade – Análise 2008 a 2014	78
Gráfico 5.9: Resultado de Temperatura – Análise 2008 a 2014	79
Gráfico 5.10: Relação entre DBO Análise 2008 a 2014	79
Gráfico 5.11: Relação entre DQO e DBO Análise 2008 a 2014	80
Gráfico 5.12: Relação entre DQO e DBO Análise 2008 a 2014	81
Gráfico 5.13: Taxa de Remoção DQO e DBO Análise 2013 a 2014	82
Gráfico 5.14: Resultados de DQO na saída da Usina e do Igarapé	83
Gráfico 5.15: Resultados de DQO e DBO do Igarapé a jusante da UTE Manauara	84

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AIA</b>	Avaliações de Impacto Ambiental
<b>ANEEL</b>	Agencia Nacional de Energia Elétrica
<b>BEN</b>	Balanco Energético Nacional
<b>BIG</b>	Banco de Informações de Geração
<b>C02</b>	Dióxido de Carbono
<b>CGH</b>	Central Geradora Hidrelétrica
<b>CH4</b>	Metano
<b>COMDEMA</b>	Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxigênio
<b>EIA</b>	Estudos de Impactos Ambientais
<b>EOL</b>	Central Geradora Eólica
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Efluente
<b>HFO</b>	Heavy Fuel Oil
<b>IPAAM</b>	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>kV</b>	Kilo volt
<b>LO</b>	Licença Operacional
<b>MDL</b>	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia
<b>MW</b>	Mega Watt
<b>NEPA</b>	National Environmental Policy Act,
<b>ONS</b>	Operador Nacional do Sistema Elétrico
<b>PCH</b>	Pequena Central Hidrelétrica
<b>pH</b>	Potencial Hidrogênionico
<b>PNE</b>	Plano Nacional de Energia
<b>RIMA</b>	Relatório de Impacto Ambiental
<b>SAO</b>	Sistema Separador Água e Óleo
<b>SE</b>	Subestação elevadora

<b><i>SIN</i></b>	Sistema Interligado Nacional
<b><i>UFV</i></b>	Central Geradora Solar Fotovoltaica
<b><i>UHE</i></b>	Usina Hidrelétrica
<b><i>UTE</i></b>	Usina Termoelétrica
<b><i>UTN</i></b>	Usina Termonuclear
<b><i>ONU</i></b>	Organização das Nações Unidas

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO I</b>	<b>16</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.2	<i>Identificação e justificativa da proposta da dissertação</i>	17
1.3	<i>Objetivos</i>	18
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	18
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	19
1.4	<i>Hipótese</i>	19
1.5	<i>Contribuição e Relevância da pesquisa</i>	19
1.6	<i>Delimitação da Pesquisa</i>	20
1.7	<i>Estrutura do trabalho</i>	21
	<b>CAPÍTULO II</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTADO DA ARTE</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<i>Geração de Energia Elétrica</i>	23
2.1.1.	<i>Fontes de Energias Renováveis</i>	23
2.1.2.	<i>Energia Hidráulica</i>	24
2.1.3	<i>Energia Solar</i>	24
2.1.4	<i>Biomassa/Biogás</i>	25
2.1.5	<i>Energia Eólica</i>	25
2.1.6	<i>Energia Geotérmica</i>	26
<b>2.2</b>	<i>Energia não Renovável</i>	27
2.2.1	<i>Petróleo</i>	27
2.2.2	<i>Carvão</i>	28
2.2.3	<i>Nuclear</i>	28
2.2.4	<i>Gás Natural</i>	29
<b>2.3</b>	<i>Geração de Energia Elétrica Termoelétrica</i>	31
<b>2.4</b>	<i>Gestão Ambiental</i>	35
<b>2.5</b>	<i>Questões Ambientais Contemporâneas</i>	38
<b>2.6</b>	<i>Avaliações De Impacto Ambiental(AIA)</i>	40
<b>2.7</b>	<i>ISO 14000 e ISO 14001</i>	43
<b>2.8</b>	<i>Gestão Ambiental Em Termoelétricas</i>	46
<b>2.9</b>	<i>Monitoramento</i>	47
<b>2.10</b>	<i>Tratamento de Efluente</i>	50
	<b>CAPÍTULO III</b>	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO</b>	<b>52</b>
<b>3.1</b>	<i>Especificação do Problema da Pesquisa</i>	52
<b>3.2</b>	<i>Delineamento da Pesquisa</i>	53
<b>3.3</b>	<i>Design da Pesquisa</i>	54
	<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DA PESQUISA: ESTUDO DE CASO</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<i>A empresa em estudo</i>	55
<b>4.2</b>	<i>Processo de geração de energia)</i>	56

<b>4.3</b>	<i>Estação de Tratamento de Efluente</i>	<b>57</b>
4.3.1	<i>Coleta e Armazenamento de Água Oleosa</i>	58
4.3.2	<i>Estações de Tratamento de Efluente (ETE) - WS0700 (SENITEC)</i>	61
4.3.3	<i>Amostragem</i>	62
4.3.4	<i>Situação do Igarapé da comunidade São João</i>	65
	<b>CAPÍTULO V</b>	<b>69</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS</b>	<b>69</b>
<b>5.1</b>	<i>Discursão dos resultados das análises da Estação de Tratamento de Efluente (ETE)</i>	72
<b>5.2</b>	<i>Discursão dos resultados das análises do Igarapé</i>	82
<b>5.3</b>	<i>Gerações de resíduo da Estação de Tratamento de Efluente</i>	84
	<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>88</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>88</b>
<b>6.1</b>	<i>Conclusão</i>	88
<b>6.2</b>	<i>Sugestões para Trabalhos Futuros</i>	89
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>90</b>

## RESUMO

A energia termoelétrica, apesar de ser um fator determinante no desenvolvimento da região norte, elenca pontos negativos em relação ao seu processo de geração contribuindo para causar impactos nocivos ao meio ambiente. Para região norte, em particular o Estado do Amazonas, as usinas termoelétricas tornou-se solução para atender as demandas de energia. Num projeto para construção de uma usina termoelétrica o descarte do efluente deve ser um ponto importante de estudo e avaliação. Monitorar os parâmetros definidos pelas legislações é de fundamental importância para verificar o grau de poluição do efluente na água. Os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), que indiretamente determinam a quantidade de matéria orgânica existente no meio, são variáveis de destaque para avaliação da qualidade do efluente. A criação de indicadores é necessária na construção dos parâmetros de comparação. A biodegradabilidade pode ser um indicador e é definido pela relação entre o DQO e o DBO. Este trabalho está pautado no estudo de caso na Usina Termoelétrica Manauara, atualmente uma usina bicomustível que utiliza gás natural (GN) e óleo combustível pesado (HFO), mas que antes de 2010 utilizava apenas óleo combustível. A avaliação da qualidade do efluente abrangerá ambos os períodos e a CONAMA 430/2011 é a resolução balizadora para avaliação dos resultados. O monitoramento ambiental tem a função de adquirir o maior número de informações possíveis para medir os impactos positivos e negativos de um processo. Monitorar os parâmetros definidos na Licença Operacional (LO) conjuntamente com a eficiência da Estação de Tratamento de Efluente (ETE) proporciona conhecimento e elementos para avaliar a conformidade com as legislações. Os requisitos da ISO14001 orientam quanto ao processo de gestão ambiental que podem ser usados para implementar um sistema de gestão sem que haja necessariamente a obrigatoriedade da empresa entrar no processo de certificação.

**Palavras – Chaves:** Usina Termoelétrica, Tratamento de Efluente, Monitoramento.

## ABSTRACT

The thermal energy, even been a relevant factor to the development of north region, list negatives points related with power generation contributing to cause harmful impacts to the environment. To north region, especially Amazonas State, the power plants become solution for supply that demands. Developing a power plant project construction is very important evaluate the wastewater discharge. Monitoring the parameters defined by legislation is fundamental in order to check the pollution into water. The parameters of Biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD), that indirectly determines the quantity of organic material into environment, are important variables to evaluate the quality of wastewater. The designing of indicators is necessary to set the parameters of comparison. The biodegradability can be an indicator and it is defined for the relation among COD and BOD. This article is oriented in a case studies at Manauara power plant, currently running in dual fuel using Natural Gas (NG) and Heavy Fuel Oil (HFO, but before 2010 was running just with HFO. The evaluation of wastewater quality will include both period and the regulation of CONAMA 430/20111 will be the resolution applied to evaluate the results. The environment monitoring has the function of acquire as many as possible number of information in order to measure the positive and negative impacts of a process. Monitoring the defined parameters in the Operational License (OL) together with the Wastewater Treatment Station (WTS) provides knowledge and elements to evaluate the conformity with legislations. The requirement of ISO14000 guides the environment management process to be applied to implement a management system without the need of the companion goes into a certification.

**Keyword:** power plant, wastewater treatment, monitoring

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica, apesar de ser um fator determinante no desenvolvimento de uma região, elenca pontos negativos em relação ao seu processo de geração, transmissão, distribuição e consumo, contribuindo também para causar impactos nocivos ao meio ambiente. Questões relacionadas com o meio ambiente deixaram sua forma de ideologia restrita aos grupos ecologistas, para atingir dimensões econômicas e mercadológicas em todo o mundo. Desenvolvimento sustentável, tecnologia limpa, energia verde, pegada ecológica e gestão ambiental passaram a fazer parte das agendas de todas as esferas, sejam governamentais, empresarias ou acadêmicas. As ações que dizem respeito ao meio ambiente demonstram que não se trata de uma questão de modismo e sim da própria sobrevivência humana.

No Brasil o modelo de geração de energia elétrica é o hidrotérmico, dos 3.336 empreendimentos de geração 1.836 são termoelétricas, em termo de geração representam uma produção de energia aproximada de 28% da produção nacional (ANEEL, 2014). Para a região norte a energia termoelétrica é fator determinante para seu desenvolvimento, o estudo sobre os efeitos ambientais dos empreendimentos que atenderão a esta demanda é fundamental, para avaliar os impactos ambientais nas regiões onde serão construídos.

Atualmente, essas questões ambientais estão entre os principais limitadores da expansão de usinas termelétricas movidas a derivados de petróleo. De outro lado, se constituem no impulso para o desenvolvimento de mecanismos e tecnologias que atenuem ou compensem os impactos ambientais (ANEEL, 2014). No projeto para construção de uma usina termoelétrica, ademais da matriz energética, o descarte dos efluentes deve ser um ponto importante de estudo e avaliação. Tendo este fato em vista, o tratamento, monitoramento e o descarte dos efluentes são os objetos centrais de estudo desde trabalho.

Monitorar os parâmetros do efluente definidos pelas legislações é de fundamental importância para verificar o grau de poluição de um efluente ou de corpo d'água e os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), que indiretamente determinam a quantidade de matéria orgânica existente no meio, serão as variáveis que serão destacadas para avaliação da qualidade do efluente.

Segundo Dezotti (2008) a relação entre DQO e DBO fornece indicação de biodegradabilidade do efluente, para valores na faixa de 1,5 e 2,5 sugerem efluentes com



poluentes de maior biodegradabilidade e que valores superiores a 5 efluente com materiais não biodegradáveis.

Apresentar a relação entre DQO e DBO do efluente lançado pela UTE Manauara, empresa do estudo de caso desta pesquisa, permite avaliar a influência no igarapé da comunidade São João, e avaliar a eficiência da Estação de Tratamento de Efluente (ETE) através da taxa de remoção demonstrará a qualidade deste tratamento, é outra vertente do estudo desta pesquisa.

A gestão Ambiental que se dedica a planejar, organizar, direcionar, controlar e implantar ações relevantes para as questões ambientais vem tomando força em todos os ramos das atividades humanas (DONAIRE,1999). Nas empresas programas como o Responsible Care, implantação da ISO14001, indica a ponta do iceberg das possibilidades que o assunto apresenta. Esta norma estabelece requisitos para implementação de um sistema de gestão ambiental que leva em consideração requisitos legais e informações sobre aspectos ambientais significativos, que pode ser implantado em qualquer organização (RIBEIRO NETO, 2008).

A gestão ambiental tem um papel importantíssimo no desenvolvimento sustentável e o monitoramento é parte fundamental neste processo, medir é o primeiro passo para se definir um diagnóstico, a máxima que contra fatos não há argumentos, é perfeitamente aplicada na questão do monitoramento. (ZILBERMAN, 1997)

O monitoramento da poluição no corpo da água consiste da medição dos poluentes que são lançados no meio e monitoramento do meio onde este é lançado. A criação de indicadores é necessária na construção dos parâmetros de comparação, a biodegradabilidade pode ser um indicador, é definido pela relação entre o DQO e o DBO. (DEZOTTI -2008)

## 1.2 IDENTIFICAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA DA DISSERTAÇÃO

A geração de energia através de usinas termoeletricas apresenta dois aspectos ambientais importantes: as emissões gasosas que poluem o ar e os efluentes líquidos, que contaminam a água com os resíduos oleosos provenientes dos vários processos operacionais.

As usinas termoeletricas existentes no estado amazonense são fundamentais para atender à demanda de energia, uma vez que, apesar de possuir um grande potencial hídrico a topologia local inviabiliza a construção de usinas hidroelétricas, devido aos grandes impactos ambientais causados pelas inundações de grandes áreas, resultando que a geração de energia não supriria a demanda.

Atualmente o estado do Amazonas possui uma hidroelétrica que gera 250 mega watts (MW), representando aproximadamente 18% dos 1.404 MW da energia do parque gerador e que atende a demanda da capital e dos municípios de Iranduba e Presidente Figueiredo. A potência nominal do parque gerador do interior é de 479 MW, energia termoelétrica, perfazendo um total de 1.874 MW (Eletrobrás Amazonas Energia, 2014). Isto demonstra a importância das termoelétricas para o atendimento das necessidades de energia do estado.

A Eletrobrás Amazonas Energia apresenta uma previsão de crescimento médio no mercado de energia de 6% a.a, para os próximos 10 anos. A previsão é de 2.764 MW em 2022, com uma condição geofísica desfavorável para integração o Sistema Elétrico Nacional, que aumenta a probabilidade de que o suprimento desta energia seja fornecido através de termoelétricas.

A Resolução CONAMA 430/2011, no Art. 16 define que: “[Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos...]”. Em julho de 2013, o estado do Amazonas estabeleceu a resolução COMDEMA 034/2013, onde estão definidos os parâmetros padrões para as condições de lançamento de efluente, Assim, os parâmetros a serem, estabelecidos para efeito de conformidade do efluente lançados pela UTE Manauara serão os determinados na referida resolução.

Outro aspecto importante a ser analisado é o impacto consequente à mudança da principal matriz energética para gás natural.

## 1.3 OBJETIVOS

### ***1.3.1 Objetivo Geral***

Propor melhorias no monitoramento ambiental realizado no efluente líquido, a partir da avaliação do sistema de tratamento de efluente de uma usina termoelétrica que usa como a principal fonte de energia o gás natural, com ênfase nas variáveis DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), demonstrando a eficiência do sistema de tratamento, a qualidade do efluente lançando no igarapé da comunidade São João e a influencia da mudança da matriz energética na geração de efluente.

### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Avaliar o sistema de tratamento de efluentes com ênfase nas variáveis DBO e DQO;
- Demonstrar a influencia da mudança da matriz energética, de óleo combustível para o gás natura, na eficiência do tratamento do efluente UTE Manauara;
- Determinar a influência do efluente lançado no corpo d'água, igarapé da comunidade São João;
- Propor melhorias no monitoramento ambiental realizado no tratamento de efluente liquido.

### **1.4 Hipótese**

A relação entre DQO e QBO denota que o efluente na saída da Estação de Tratamento de Efluente é biodegradável?

O lançamento do efluente no igarapé da comunidade São João gera impactos negativos neste corpo d'água?

A mudança da matriz energética de óleo combustível, como o principal, para o gás natural influenciou na qualidade do tratamento do efluente e na geração de bora decorrente deste tratamento?

### **1.5 CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DA PESQUISA**

O Sistema aquático vem sofrendo por conta das ações das atividades humanas, entre elas estão às atividades industriais, que produzem efeitos imediatos ao fazer lançamento de efluentes.

A resolução CONAMA 430, de maio de 2011, dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. O Art. 3º define que: “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

No estado do Amazonas as licenças ambientais para os empreendimentos são concedidas pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM - que, no caso da Licença Operacional – LO 262/06-07 para a UTE Manauara, que apresenta, entre suas

restrições e/ou condições para validade da licença, o seguinte enunciado, no item 7, o qual se refere ao monitoramento de efluentes líquidos:

Realizar o monitoramento semestrais dos efluentes líquidos oriundos do Sistema Separador Água e Óleo - SAO, realizado por laboratório licenciado e cadastrado neste IPAAM, os lados analíticos indicarem no mínimo os seguintes parâmetros para as análises: **pH, óleo e graxas, índice de fenóis, turbidez, materiais sedimentados, sulfeto, DQO e condutividade**, devendo ser encaminhado semestralmente a este instituto[...].

Sendo o efluente de uma usina termoeletrica oriundo do tratamento do óleo combustível e, portanto com uma carga alta de óleo e graxas, índice de fenóis, turbidez, materiais sedimentados, sulfeto e matéria orgânica avaliada indiretamente pelo DQO, monitorar a qualidade deste efluente antes de lançamento no corpo d'água é essencial para mantê-lo estáveis ambientalmente. O monitoramento da estação de tratamento tem como objetivo principal obter as características físico-químicas do efluente tratado. Os resultados das análise de laboratório servem para comparação com a legislação ambiental e são balizadores da eficiência do tratamento.

Para Sánchez (2008) o monitoramento ambiental é controlar o desempenho ambiental do empreendimento e se for detectado algum problema, o empreendedor deve ser capaz de adotar medidas corretivas dentro de prazos razoáveis. Portanto monitorar as condições dos efluentes que é lançado no corpo d'água é de fundamental importância para diminuir o impacto de lançamento e enquadrar o efluente aos padrões estabelecidos nas legislações é uma questão de sobrevivência das empresas.

A pesquisa realizará o monitoramento na estação de tratamento de efluente, entrada e saída para avaliar a eficiência do tratamento e no igarapé para verificar o grau de contaminação. Atualmente o monitoramento é realizado na saída da estação de tratamento, não avaliando a eficiência do tratamento e nem o impacto do lançamento no igarapé.

A relevância desta pesquisa está na demonstração de que a carga de efluente lançada no igarapé não gera impactos ambientais significativos e validar junto aos órgãos públicos e comunidade que as atividades da empresa atende as delimitações das resoluções vigentes.

## 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Os sistemas de tratamento de efluentes se baseiam na modificação das substâncias poluidoras dissolvidas para posterior separação das fases sólidas e líquidas. O tratamento

incide em uma série de métodos físicos, químicos ou biológicos que retiram os poluidores que prejudicam a água. Muitas substâncias tóxicas e perigosas se forem descartados no meio ambiente sem tratamento, podem poluir, contaminar e provocar alterações nas propriedades da água.

A poluição faz com que água sofra modificações em suas características, porém existe um processo de autodepuração, que é a tendência de restabelecimento do corpo d'água a condições anteriormente existentes antes do recebimento das cargas poluentes. Dessa forma, a autodepuração de um curso d'água é a inclinação que o mesmo tem de receber uma carga poluidora, a qual vai de forma gradativa se diluindo ao longo de seu curso, mediante ações naturais. Todavia, há um limite de carga poluidora a ser lançada ao corpo receptor, já que existe um nível mínimo de oxigênio dissolvido (ponto crítico) e este deve estar acima de um dado valor. Quando a exigência de oxigênio é muito alta para que a poluição seja neutralizada a tendência é a de que todo o oxigênio seja consumido (FERREIRA, 2003).

A pesquisa delimita-se no tratamento do efluente de uma usina termoeletrica, na influencia da mudança da matriz energética, na qualidade do tratamento e no impacto do lançamento do efluente no corpo d'água, igarapé da comunidade São Joao.

## 1.7. ESTRUTURA DO TRABALHO

**Capítulo I** – Introdução: Apresentação resumida do contexto que estimularam á realização deste trabalho. Os objetivos, justificativa, relevância e delimitação da pesquisa também fazem parte deste capítulo.

**Capítulo II** – Revisão Bibliográfica, o suporte teórico para fundamentar as interpretações sobre temas abordados, que consistem no processo de geração de energia elétrica, panoramas sobre o sistema geração no Brasil, as matrizes energéticas e o tratamento do efluente líquido resultado desta geração.

**Capítulo III** – Metodologia, forma pela qual se estabelece os procedimentos para desenvolver métodos e técnicas das coletas e análise de dados da pesquisa, definindo a especificação, o problema, caracterização e designer da pesquisa.

**Capítulo IV** – Apresentação do Estudo de Caso na Companhia Energética Manauara, perfil da empresa e o processo do tratamento de efluente.

**Capítulo V** – Avaliação e discussão dos resultados da analises de laboratórios.

**Capítulo VI** – Conclusão, Sugestão para trabalhos futuros e referências.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTADO DA ARTE

O objetivo deste capítulo é a contextualização teórica para delinear a pesquisa, que pode ser definidas como: “um procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo de conhecimento” (Lakatos e Marconi 2010, *apud* Ander-Egg, 1978).

A ênfase será dada a seções sobre a geração de energia, as matrizes energéticas, tratamento de efluente líquido, monitoramento, legislação, ISO 14000, e gestão ambiental.

Existe uma intrínseca relação entre energia, meio-ambiente e desenvolvimento sustentável. “De fato, uma fonte segura de energia é fundamental para o desenvolvimento econômico” (BRENHAS, 2008 *apud* FERREIRA, 2007). Esta reflexão torna-se importante porque sabe-se que as atividades humanas necessitam de energia para sua realização, desde a revolução industrial até os dias atuais e, que em nossa época, são os combustíveis fósseis que regem a economia e a política do planeta. No Brasil, segundo o Balanço Energético Nacional de 2014, mais de 15% das fontes de energia primária são originadas do petróleo e do gás natural.

O Brasil é um país que possui diversas fontes de energia capazes de gerar eletricidade. O Balanço Energético Nacional (BEN) apresenta a energia hidráulica como a principal fonte de geração de energia elétrica, constando no BEN de 2011 como sendo de 81,9%. No entanto, em 2013 esta matriz passou a ser 70,6% em relação às outras fontes. A diminuição da energia elétrica gerada por esta fonte foi suprida pela geração de termoelétricas com matriz de derivadas de combustíveis fósseis, aparecendo no BEN de 2011 como de 6,9% e passando a 14,7% em 2013.

A região Norte, apresenta uma topografia com grandes áreas planas, faz com que a implantação de barragens para geração de energia ocasione alagamento de grandes áreas com obtenção de pouca capacidade de geração de energia. Além disso, os órgãos responsáveis pela defesa ambiental no Brasil aumentaram as restrições para a construção de hidrelétricas.

No Estado do Amazonas, a energia elétrica tem nos combustíveis fósseis a principal fonte de geração, existindo apenas uma hidroelétrica, a de Balbina, que está localizada no rio Uatumã a Bacia Amazônica. A interligação da capital, Manaus, ao Sistema Interligado Nacional (SIN) ocorrida em julho de 2013 em caráter experimental, fez com que o estado saísse da condição geofísica de sistema isolado para fazer parte de um sistema onde poderá

importar ou exportar energia. O sistema de transmissão para esta interligação tem aproximadamente 1,8 mil quilômetros, atravessando a floresta e rios da região amazônica.

As usinas termoelétricas contribuem para atenuarem na produção de energia na região, contudo, em termos ambientais, a geração a partir da queima de combustíveis fósseis, como o óleo diesel ou o óleo combustível, gera maiores custos financeiros e ônus ambientais. Neste contexto; o gás natural vem ganhando destaque como matriz energética brasileira, sendo uma nova opção com perspectivas de minimizar o risco de déficit de energia a curto e longo prazo, além de ser estrategicamente interessante para diversificar as fontes de energia do país e reduzir os impactos ambientais decorrentes.

Segundo Moutinho (2002) “[...] o maior uso do gás natural nas indústrias, térmicas, residências e no transporte, contribui grandemente para a melhoria dos padrões ambientais e setor energético, cooperando principalmente para o aumento da qualidade do ar em grandes áreas urbanas”.

O gasoduto Urucu-Coari-Manaus é o meio para realizar-se uma mudança significativa na matriz energética do estado do Amazonas, ao permitir a substituição do óleo combustível pelo gás natural.

## 2.1. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia está em todos os ambientes e é farta, não tem massa e não é palpável; mas é possível ver e sentir os efeitos da energia. Tudo que ocorre na natureza, da germinação de uma semente à erupção de um vulcão, envolve energia.

### ***2.1.1. Fontes de Energias Renováveis***

As energias renováveis estão acessíveis como uma fonte não esgotável. Elas decorrem do fluxo natural da luz do Sol, dos ventos ou da água na Terra. Com a auxílio de equipamentos especiais pode-se capturar parte desta energia e utilizá-la em residências e outras instalações. Enquanto durar a luz do Sol, a água e os ventos continuarão a fluir e árvores e outras plantas continuarão a crescer, oferecendo direito a uma fonte de energia inesgotável (STANO, 2007).

O Balanço Energético Nacional (BEN, 2013) apresenta o Brasil com predominância da matriz de origem renovável na geração elétrica, com destaque para a geração hidráulica.

### **2.1.2. Energia Hidráulica**

Energia hidrelétrica é o aproveitamento do fluxo da água, como fonte de energia. É possível utilizar uma queda d'água de um rio, e viabilizar o melhor local para a construção de uma usina. O que possibilita a conversão da energia mecânica em elétrica é o movimento da água em turbinas ligadas a geradores.

Por ser o recurso natural mais abundante do planeta – segundo dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008) – estima-se que o potencial hidráulico do Brasil seja de 260 GW.

No final do século XIX o Brasil construiu sua primeira hidrelétrica, no município de Diamantina (MG), usando as águas do Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha e gerando uma potência de 0,5 megawatt (MW) e linha de transmissão de dois quilômetros de extensão.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) adota três classificações, para determinar o tamanho da usina, conforme sua potência instalada:

- Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW);
- Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

Da mesma forma, seu tamanho também determina a dimensão da rede de transmissão, que levará sua energia aos centros de consumo. Quanto maior a usina, mais distante estará os centros de consumo atendidos por ela, que muitas vezes atravessam as regiões do país.

### **2.1.3 Energia Solar**

Obtida pela luz do sol, que chega ao planeta nas formas térmica e luminosa, a energia solar pode ser captada com painéis solares. Sua irradiação em nossa superfície é suficiente para atender milhares de vezes o consumo mundial, porém essa radiação não atinge nossa crosta uniformemente, dependendo de variáveis como, estação do ano, latitude, condições atmosféricas, etc. Se compararmos na matriz energética mundial, a energia solar ainda tem uma participação pouco expressiva. Generalizou-se o uso da energia solar, para a obtenção de energia térmica, com utilização em vários setores, que vão do industrial ao residencial e também para obtenção de calor e eletricidade (CCEE, 2014).

Nosso país é privilegiado, em termos de radiação solar, tendo no Nordeste uma das melhores regiões do mundo nesse quesito. Diferentemente das regiões Sul e Sudeste, mais distantes da linha do Equador, e onde essa radiação é bem menor.



Segundo Rosa (2007), o Brasil é um país que possui a maior parte de seu território localizada em uma região de alto potencial de aproveitamento de energia solar. Assim, pode-se considerar que é possível empregar sistemas de captação de energia solar em qualquer região do país.

#### **2.1.4 Biomassa/Biogás**

A Biomassa é formada essencialmente por hidratos de carbono. É obtida pela massa total de organismos vivos numa área. É todo recurso renovável originado de matéria orgânica (animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Embora sua eficiência seja inferior a de outras fontes de energia, seu aproveitamento é feito diretamente, por meio de combustão em caldeiras e fornos, por exemplo.

O maior potencial para geração de energia elétrica através da biomassa é o setor sucroalcooleiro, pois o beneficiamento da cana gera grande quantidade bagaço da cana-de-açúcar, combustível para as usinas.

O biogás é obtido da biomassa contida em dejetos (agropecuários, industriais e urbanos) e nos esgotos, que naturalmente passa do estado sólido para o gasoso por meio da decomposição. Desta forma ele é lançado à atmosfera e contribui para o aquecimento global, pois são compostos por metano, dióxido de carbono, nitrogênio, hidrogênio, oxigênio e gás sulfídrico. Ao utilizamos essa fonte energética, estamos diminuindo o efeito estufa e combatendo a poluição dos lençóis freáticos e do solo.

No Brasil, ainda são poucas as usinas termelétricas movidas a esse tipo de energia. O biogás pode ser usado para a geração de energias elétrica, térmica e mecânica. A principal finalidade no uso do biogás é substituir os gases de procedência mineral como o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), usado como gás de cozinha, Gás Natural (GN) usado em equipamentos domésticos e Gás Natural Veicular (GNV) (ROYA *et. al.*, 2011).

#### **2.1.5 Energia Eólica**

Energia eólica é a energia cinética contida nas massas dos ventos, onde seu aproveitamento se dá na conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, através de turbinas eólicas – também chamadas de aerogeradores, ou de cata-ventos (e moinhos). É utilizada há milhares de anos, nas aplicações que envolvem energia mecânica, como moagem de grãos e bombeamento de água.

A geração da energia eólica se dá pelo contato do vento com as pás do cata-vento, que ao girar, dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, e assim

produz a eletricidade.

Nosso país é favorecido em termos de ventos, que são caracterizados por uma presença duas vezes superior à média mundial e por uma volatilidade de apenas 5%, o que dá maior previsibilidade ao volume a ser produzido.

É possível operar usinas eólicas em sistema complementar com usinas hidrelétricas, preservando a água dos reservatórios em períodos e estiagem, pois a velocidade dos ventos costuma ser maior nesses períodos.

Atualmente o mundo precisa de segurança pautada aos fatos que cercam a utilização do ambiente como um todo. Isso se confirma por meio das pressões de organizações não governamentais, leis específicas voltadas para o meio ambiente e sua utilização, criação de marcas e selos ofertados a produtos e trabalhos ecologicamente corretos, os chamados selos verdes, etc. (ROSA, 2007).

### ***2.1.6 Energia Geotérmica***

A energia geotérmica é obtida pelo calor que existe no interior da Terra. Os principais recursos são os gêiseres – fontes de vapor no interior da Terra que apresentam erupções periódicas. No Brasil não existe nenhuma unidade em operação, nem experimentalmente, porém o porte de empreendimentos é significativo. A potência instalada no campo de gêiseres da Califórnia é de 500 MW.

Num esforço para diversificar essa fonte, alguns países procuraram expandir o parque geotérmico, e na falta de gêiseres e com condições favoráveis, estimula-se o aquecimento da água usando o calor do interior da terra. Experimentos feitos em Los Alamos, na Califórnia, provou essa possibilidade.

Raramente, podem se encontradas fontes de “vapor seco”, onde a pressão é suficientemente alta para movimentar as turbinas da usina com excepcional força, sendo muito eficiente na geração de energia.

Quase todos os fluxos de água geotérmicos possuem gases dissolvidos, onde estes são enviados à usina juntamente com o vapor de água. É muito importante o tratamento da água oriunda o interior da terra, por esta conter minérios prejudiciais à saúde, e que poderiam ser despejados em rios locais, prejudicando nossa flora e fauna.

A Energia geotérmica possui muitas aplicações, podendo servir no aquecimento de residências, piscinas, estufas, secagem de madeira, frutos e vegetais e ainda sendo utilizada para geração de energia elétrica, que é uma de suas principais utilizações. Esta energia é uma das fontes de energia renovável menos conhecidas, sua energia é obtida do calor proveniente

do núcleo terrestre, calor este resultante da desintegração de isótopos radiativos e de movimentos diferenciais das diversas camadas tectônicas que constituem o planeta (NASCIMENTO et. al., 2010).

## 2.2. FONTES DE ENERGIA NÃO RENOVÁVEL

A energia elétrica é a força motriz para o desenvolvimento de um país, o Brasil, não foge desta realidade. A utilização de recursos não renováveis como fonte para produção de energia causa preocupação por ser um recuso finito.

O Brasil possui diversas fontes de recurso naturais e conseqüentemente algumas variedades em termos de produção de energia elétrica, podendo produzir eletricidade por meio de usinas: nuclear, termoelétrica, eólica, solar, biomassa e hidrelétrica. No entanto cabe salientar que existem fatores sociais, ambientais e de planejamento no tocante a esta produção de energia que devem ser levados em conta. (CARVALHO et al., 2012).

Segundo Moraes (2013) a utilização predominantemente combustíveis não renováveis mostra claramente o equívoco cometido no uso de recursos finitos e nos efeitos devastadores que causam ao meio ambiente, com a produção de resíduos que são danosos ao planeta. Os problemas ambientais que surgem e as fontes cada vez mais escassas dos combustíveis fósseis, geram preocupação dos governantes e da comunidade científica.

O atual modelo do sistema elétrico brasileiro utiliza fontes não renovais para a geração de energia apresentados a seguir.

### 2.2.1. *Petróleo*

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos e que tem origem na decomposição de matéria orgânica, causada pela ação de bactérias em meios com baixo teor de oxigênio. Por milhões de anos esse material se acumulou no fundo dos oceanos, mares e lagos e, devido à pressão do movimento da crosta terrestre, se transformou em uma substância oleosa. É através da queima dos derivados do petróleo em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna que é gerada a energia elétrica.

Somente em meados do século XIX, foi iniciada a exploração de campos e a perfuração de poços. Desde então, a indústria petrolífera teve grande expansão, e passou a ser muito utilizado, principalmente após a invenção dos motores a gasolina e óleo diesel.

Por muitas décadas, foi o propulsor da economia mundial e embora declinante ao longo do tempo, sua participação no consumo de energia primária ainda representativa. Ainda

é a principal fonte de geração de energia elétrica em vários países do mundo, apesar da expansão das hidrelétricas e outras fontes verificadas nas últimas décadas.

No Brasil, onde a energia é predominantemente hidrelétrica, a geração térmica desempenha um papel importante em suprir a necessidade de municípios e comunidades não atendidas pelo sistema interligado.

O petróleo é um produto de grande importância mundial, principalmente em nossa atualidade. É difícil determinar alguma coisa que não dependa direta ou indiretamente do petróleo. Os solventes, óleos combustíveis, gasolina, óleo diesel, querosene, gasolina de aviação, lubrificantes, asfalto, plástico entre outros são os principais produtos obtidos a partir do petróleo (ABREU, 2007).

### **2.2.2. Carvão**

O carvão é uma variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados por milhões de anos, onde sua qualidade é determinada pela quantidade de carbono encontrado em seu conteúdo.

Na matriz energética mundial, ele é responsável por cerca de 8% do consumo mundial de energia e de 39% de toda energia elétrica gerada. O uso do carvão para a geração de energia elétrica no Brasil teve início nos anos 1950, depois de estudos foram construídas as usinas termelétricas de Charqueadas (RS), Capivari (SC), e Figueira (PR) (MME, 2014).

Têm sido feitas pesquisadas e desenvolvidas novas tecnologias de remoção de impurezas e de combustão eficientes, em atendimento às metas ambientais, para a sua preservação.

Tanto o carvão vegetal quanto o mineral podem ser usados na indústria (principalmente siderúrgica) e na produção de energia elétrica. No entanto, enquanto o primeiro é pouco utilizado – exceto no Brasil, maior produtor mundial –, o consumo do segundo está bastante aquecido. Este movimento tem a ver não só com a disponibilidade de reservas, mas com a qualidade do carvão, medida pela capacidade de produção de calor – ou poder calorífico, expresso em kcal/kg (ANEEL, 2012).

### **2.2.3. Nuclear**

A energia nuclear é o resultado da fissão do urânio em reator nuclear e o seu princípio de funcionamento é similar ao de uma termelétrica, onde o calor gerado pela queima de um combustível produz vapor, que aciona uma turbina, acoplada a um gerador de corrente elétrica. O sistema mais empregado para obter essa energia é formado por três circuitos –

primário, secundário e de refrigeração. No primário, a água é aquecida a uma grande temperatura e em seguida passa por tubulações até o gerador de vapor, onde é vaporizada no circuito secundário, sem que haja contato físico entre esses dois circuitos. O vapor gerado aciona uma turbina que movimenta um gerador produzindo energia elétrica.

No final dos anos 1960, cogitava-se a necessidade de complementação térmica para o suprimento de eletricidade no Rio de Janeiro. Então, decidiu-se que essa complementação ocorresse por meio da construção de uma usina nuclear (Angra I) em Angra dos Reis (RJ).

A construção de Angra I teve início em 1972 e a primeira reação nuclear em cadeia somente em 1982. Sua operação comercial em janeiro 1985, porém, durante os anos, entre várias interrupções, foi somente a partir de 1995 que a usina passou a operar regularmente.

A construção de Angra II teve início em 1976 e devido à falta de recursos sua construção ficou paralisada por vários anos e somente em julho de 2000, ocorreu a operação do reator.

O impacto ambiental de usinas termonucleares tem sido muito enfatizado nas últimas décadas, sendo hoje preocupação de movimentos ambientalistas, tanto em termos globais como regionais. Além de uma remota – mas não desprezível - possibilidade de contaminação do solo, do ar e da água por radionuclídeos, o aquecimento das águas do corpo receptor pela descarga de efluentes também representa um risco para o ambiente local (ANEEL, 2012).

#### ***2.2.4. Gás Natural***

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos.

A partir dos anos 80 seu consumo entrou em franca expansão, deixou de ser um sapo, pois exigia uma série de procedimentos de segurança que encareciam e complicavam as atividades de prospecção, e, transformou-se em príncipe na matriz energética mundial, posição que detém até hoje e que deverá manter no médio prazo. (Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª Edição)

O Gás Natural é, nos dias de hoje, a terceira maior fonte de energia fóssil primária no mundo, logo após o petróleo e o carvão (BEN, 2012). No Brasil, está em grande ascensão como combustível para geração elétrica, devendo passar da taxa de 2,7% da matriz energética em 1997 para cerca de 16% em 2014.

Em Janeiro de 2010 a Manauara começou a converter seus motores que trabalhavam apenas com óleo combustível, para usar o gás natural, e, no dia 26 de novembro de 2010 o gasoduto Urucu-Coari-Manaus, que era um estudo figura 2.1, passou a ser realidade.



Figura 2.1: Gasodutos de Transporte – Brasil-América do Sul (ONS, 2014)

A extensão do gasoduto de Urucu até Manaus é de 661 Km, figura 2.2, foi uma obra de grande importância para região, que significou a mudança da matriz energética, combustível mais limpo, para grande parte das usinas da capital.

O gás natural foi distribuído na cidade de Manaus conforme a figura 3 atendendo as usinas termelétricas dos produtores independentes e algumas da Amazonas Energia, alguns postos e algumas indústrias.



Figura 2.2 - Localização da UTE Manauara no ramal de gás natural da Cidade de Manaus (CIGÁS, 2011).

### 2.3. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA TERMOELÉTRICA

O Brasil com o mercado de energia em franca expansão poderia fazer uso das bacias hidrográficas, que são as maiores crosta terrestres, porém, verificou-se que diante das reais necessidades emergenciais, o uso desta fonte não atenderia a curto ou até mesmo em longo prazo, ao mercado interno. Estudos dos órgãos responsáveis pelo setor elétrico para atender aos picos de demandas, apontam para o uso de Usinas Termoelétricas para atender o consumo do sistema, pois podem ser construídas próximas aos pontos de distribuição, tal fato, diminuir os impactos ao meio ambiente, visto que a produção de energia pela hidroelétrica que está, quase sempre, distante do seu centro de consumo, onde as linhas de transmissões e os alagamentos provocam perdas e impactos a flora e a fauna (SILVA; AMARAL, 2011). A região norte é forte exemplo desta realidade.

A figura 2.3 mostra as regiões do país classificadas de acordo com o nível de utilização de seus aproveitamentos relacionado à energia hidroelétrica, apresenta à bacia amazônica com 1% de aproveitado, 27% estimado e 72% inventario.

A bacia amazônica atualmente possui apenas cinco, a Unidade Hidroelétrica de Balbina (AM), Samuel (RO), Coaracy Nunes (AP), Curuá-uma(AP) Guaporé (MT), porém apresenta um potencial de 106 mil MW (EPE -PNE 2030).

Balbina, com capacidade instalada de 250MW, que atende uma parte da demanda da capital Manaus (Eletrobrás Amazonas Energia). O Amazonas é o maior estado brasileiro em Km<sup>2</sup> e este fato contribui para o grande problema da distribuição de energia elétrica em seu território, forçado a exploração de geração própria se isolando do resto do país.

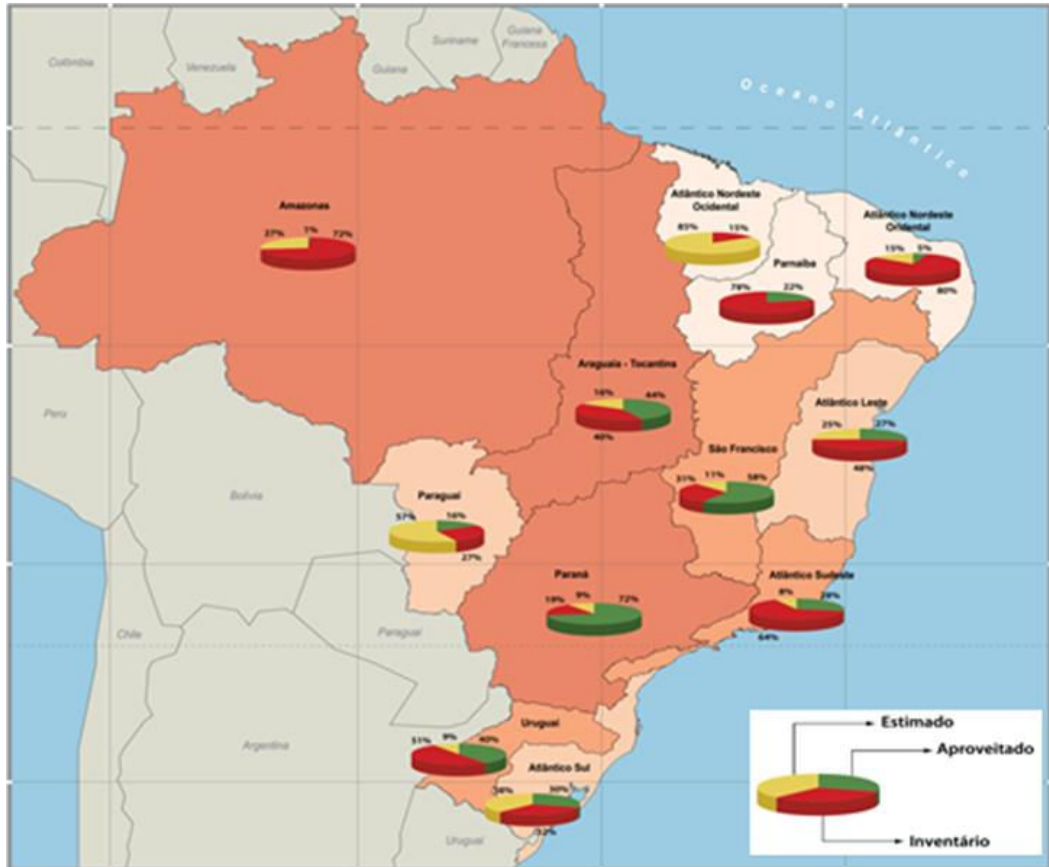


Figura 2.3: Mapa das regiões hidrográficas do Brasil apresentado o potencia hídrico (Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª Edição - 2014)

A Amazônia Legal na figura 2.4, destaca as área sob proteção legal, a comparação destes do mapa com o da figura 2.5 nos leva a reflexão sobre o real potencial de energia inventariado, além disso, indicadores históricos e sazonais devem ser levados em conta dentro deste contexto, para evitar possíveis prejuízos econômicos.



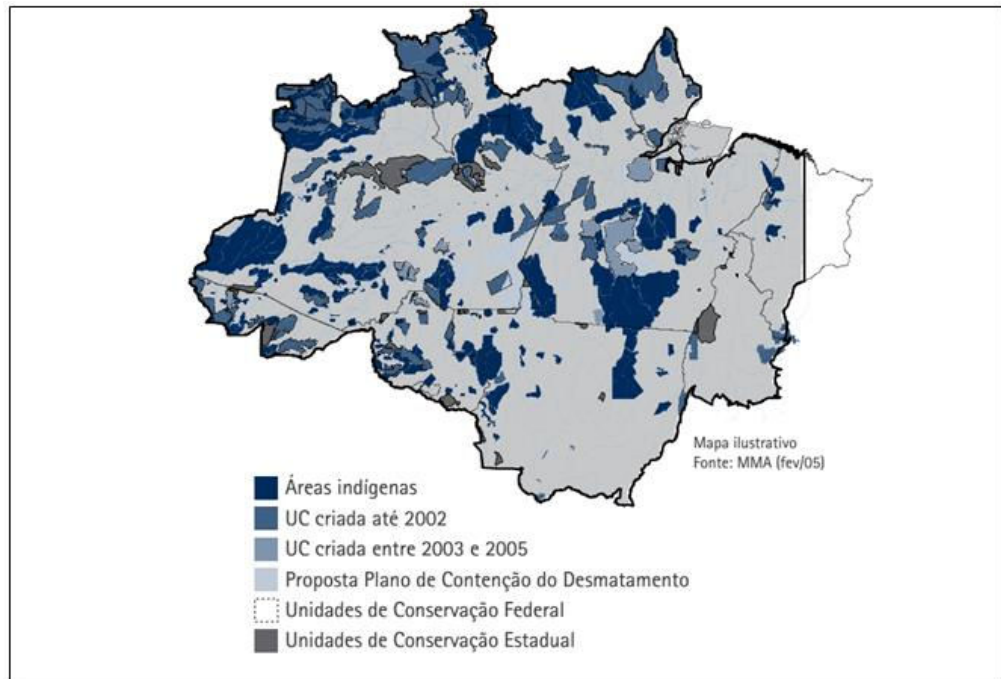


Figura 2. 4: Área sob Proteção Legal na Amazônia ( EPE - PNE 2030)

O atlas de energia elétrica do Brasil - 3ª edição da figura 2.5 apresenta os tipos das centrais elétricas, situação em 2008, onde exhibe a região amazônica com um grande número de usinas termoeletricas, fato que possivelmente não será alterado. A região amazônica possui particularidades, o relevo de região é a principal delas, a floresta Amazônica, a mais exuberante e diversificada floresta no planeta, ações dos ambientalistas e legislações, além de possuir o menor número de habitantes do país, em 2010 era de 9.694.728 habitantes aproximadamente 5% da população do país (Agencia Nacional de Águas - ANA). Todos estes fatos são relevantes para tomada de decisão de investimentos para empreendimentos de geração de energia.

A construção de hidrelétricas na Amazônia tem sido marcada por constantes conflitos entre empreendedores e os interesses locais - populações atingidas, ambientalistas, movimento social local e ONGs e a perspectiva é de mais conflitos socioambientais. (Souza e Jacobe apud, Vainer, 2003; Bermann, 2007; Souza, 2009).



Figura 2.5: Tipo de Centras Elétricas (Atlas de Energia Elétrica - 3ª Edição, 2008)

Várias ações tem acontecido para aumento da oferta de energia, a ANEEL divulgou no BIG (Banco de Informações de Geração), que o Brasil possui 3.336 empreendimentos em operação, totalizando 130.499.277 kW de potência instalada e a previsão para os próximos anos é uma adição de 36.507.857 kW na capacidade de geração, proveniente dos 179 empreendimentos atualmente em construção e mais 589 outorgadas, a tabela 2.1 apresenta os empreendimentos em operação.

Tabela 2.1: Empreendimentos de Geração (ANEEL, 2014)

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH - Central Geradora Hidrelétrica	466	287.201	288.430	0,22
EOL - Central Geradora Eólica	177	3.817.829	3.751.933	2,88
PCH - Pequena Central Hidrelétrica	467	4.713.134	4.676.836	3,58

Tabela 2.1: Empreendimentos de Geração (ANEEL, 2014) (continuação)

<b>Empreendimentos em Operação</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>Potência Fiscalizada (kW)</b>	<b>%</b>
UFV – Central Geradora Solar Fotovoltaica	164	16.287	12.287	0,01
UHE - Usina Hidrelétrica	197	86.625.945	82.428.568	63,16
UTE - Usina Termelétrica	1.863	39.284.635	37.351.223	28,62
UTN - Usina Termonuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,52
<b>Total</b>	<b>3.336</b>	<b>136.735.031</b>	<b>130.499.277</b>	<b>100</b>

Diante dos fatos ponderados acima é possível deduzir que a geração de energia para atender a demanda do estado do Amazonas, será predominantemente de usinas termoelétricas, e, para tanto, o estudo sobre os efeitos ambientais dos empreendimentos que atenderão a esta demanda é fundamental, para avaliar os impactos ambientais nas regiões onde serão construídos.

Os empreendimentos já existentes também devem avaliar os impactos que causam ao meio ambiente, criar sistema de monitoramento e de gestão ambiental para avaliação e mitigação destes impactos.

## 2.4 GESTÕES AMBIENTAIS

É inegável o poder do sistema capitalista no mundo, porém, também é incontestável o crescimento dos movimentos para o desenvolvimento sustentável. Tendo em vista que os recursos naturais são finitos, a gestão ambiental passou a ter um papel relevante no cenário capitalista, deixou de ser coadjuvante neste contexto.

A gestão Ambiental que se dedica a planejar, organizar, direcionar, controlar e implantar ações relevantes para as questões ambientais vem tomando força em todos os ramos das atividades humanas. Nas empresas programas como o Responsible Care, implantação da ISO1401, indica a ponta do iceberg das possibilidades que o assunto apresenta. Sobres outras ferramentas como selo verde, ciclo de vida do produto, auditoria, certificação e performance ambiental que são utilizadas para assessorar a gestão ambiental, ARAÚJO (2006) comenta:

“A evolução do pensamento sustentável, que parte da esfera pública, cabendo a cada nação promover o desenvolvimento sustentável em seu território, chega às organizações privadas e os clientes passam a serem mais exigentes, demandando uma posição mais responsável por parte das empresas. Neste enredo emerge o conceito de sustentabilidade empresarial. A sustentabilidade empresarial é composta de as ações que as organizações realizam, tais ações procuram visar à redução de impactos ambientais; a promoção de programas sociais e se mantém economicamente viável no mercado.”

Sustentabilidade passou a ser a palavra de ordem do momento e passa a fazer parte das estratégias organizacional, porém, não é possível discutir sustentabilidade sem colocar em pauta a questão energética, que é a mola mestra para o desenvolvimento econômico.

A Região Norte, especificamente, o Estado do Amazonas onde este desenvolvimento depende da energia termoelétrica, que utilizar combustíveis fósseis para sua produção, a questão ambiental é um assunto que merece destaque.

O estudo dos impactos ambientais que a geração de energia térmica apresenta no tocante às contaminações dos corpos da água e no solo será o objeto do estudo da dissertação, que será apresenta como a conclusão do curso.

Vale ressaltar que a Gestão Ambiental vai além da avaliação dos aspectos e impactos que os empreendimentos podem causar ao meio ambiente, ela é a fonte para que haja crescimento sustentável, para se traçar estratégias para o crescimento econômico duradouro, onde são observados os processos de produção em consonância com os recursos naturais.

Há poucas décadas que o indivíduo tomou consciência que a preservação do planeta terra significava preservar a sua própria existência. No início era apenas com a poluição do ar, extinção de animais, poluição agrícola, poluição causada pelos países em desenvolvimento, derrubada das florestas e a falta de infraestrutura urbana onde foram reconhecidos os grandes efeitos da poluição mundial e seus riscos como o efeito estufa e o rompimento da camada de ozônio (WEBER, 1999).

Organizações não governamentais (ONG), como por exemplo, o Greenpeace, chamam a atenção e mobilizar as pessoas quanto às questões ambientais, fazendo alertas para a problemas do uso dos recursos naturais. Tais ONG's receberam apoio de organizações internacionais, de governos preocupados com a preservação e de milhares de indivíduos preocupados com o futuro do planeta.

As diversas causas para tal preocupação, segundo Pereira; Antônio (2006) acontece devido o aumento populacional, o consumismo desnecessário, os sistemas de predomínio hierárquico próprios da sociedade industrial capitalista, a repartição de riquezas entre países e de populações.

Hoje, é reconhecido pela sociedade o agravamento do colapso ambiental que já chegou a patamares altíssimos, consequência do modelo de desenvolvimento contemporâneo. O desequilíbrio foi tão relevante nos ecossistemas do Planeta que foi preciso urgentemente à construção de um método de junção das ciências de gestão com a finalidade de enriquecer os instrumentos daquilo que se denomina gestão ambiental.

O aparecimento da consciência moderna sobre o meio ambiente aconteceu no bojo das mudanças culturais que ocorreu nos anos 60 e 70, recebendo dimensão e posicionando no meio ambiente como um dos princípios fundamentais do homem atual. Na década de 80, os gastos para a proteção ambiental passou a serem sentidos pelas organizações como investimentos futuro e vantagem competitiva (LOZANO; OLIVEIRA, 2006).

Pereira (2006) explicam que antes de definir o que é gestão ambiental é preciso ter conhecimento da definição de meio ambiente:

Conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege vida em todas as suas formas, bem como da expressão recursos ambientais, definida como a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

Portanto, pode-se afirmar que gestão ambiental é uma questão de sobrevivência, do ser humano no planeta, das organizações no mercado, já que o meio ambiente é parte do processo produtivo e não mais uma externalidade. Agir de modo ambientalmente responsável é um diferencial importante entre as empresas e será no futuro muito próximo um pré-requisito indispensável.

Meyer (2000) relaciona a importância da gestão ambiental para o meio ambiente:

- a) o objetivo de manter o meio ambiente saudável, a fim de atender as necessidades humanas atuais, sem comprometer as necessidades das futuras gerações;
- b) trata-se de um meio de atuar sobre as modificações causadas no meio ambiente pelo uso ou descarte dos bens e detritos gerados pelas atividades humanas, a partir de um plano de ação viável técnica e economicamente, com prioridade perfeitamente definidas;
- c) utiliza instrumentos de monitoramento, controles, taxações, imposições, subsídios, divulgação, obras e ações mitigadoras, além de treinamento e conscientização;
- d) é base de atuação de diagnósticos – cenários – ambientais da área de atuação, a partir de estudos e pesquisas dirigidos em busca de soluções para os problemas que forem detectados.

Portanto, a gestão ambiental pode ser compreendida como conjunto de ações e métodos que protegem a integridade dos meios físicos e bióticos, bem como dos grupos sociais que

deles dependem. De modo geral, as economias resultam dos serviços dos ecossistemas, é importante salientar que o uso excessivo dos recursos naturais rompe o equilíbrio do sistema ambiental, social e econômico.

## 2.5 QUESTÕES AMBIENTAIS CONTEMPORÂNEAS

De acordo com Santos (2001), a problemática ambiental contemporânea tem emergido como uma crise de civilização. Crise que tem sido atribuída a diferentes fatores, associados às visões que se sobrepõem na ótica daqueles que se detêm a analisar as sociedades e suas relações neste final de século.

A constatação da crise não é, nem deve ser, tão somente a do conflito. É também, ao mesmo tempo, a certeza de que a situação exige uma posição de todos, e todos estão obrigados a responder, como pesquisadores, como educadores, ou como, simplesmente, cidadãos. Enfrentar o desafio é imprescindível, seja qual for o plano em que se situe o indivíduo. Um dos elementos positivos da crise é a sua capacidade para por em jogo todo o potencial criativo do ser humano; sua força provocadora para estimular o surgimento de novas ideias e pôr em prática novas condutas (SANTOS, 2001).

Morin (1996), ao refletir sobre a idade do ferro planetária, assinala que estamos numa era agônica, de morte e de nascimento, onde como nunca até hoje, as ameaças convergem sobre o planeta, a sua biosfera, os seus seres humanos, as nossas culturas, a nossa civilização. O mais trágico, ou cômico, é que todas estas novas ameaças (desastres ecológicos, aniquilamento nuclear, manipulações tecnocientíficas, etc.) provêm dos próprios desenvolvimentos da civilização. Hoje, trata-se de controlar o desenvolvimento da era planetária.

Vieira (2008) comenta que os recifes de corais, apreciados por sua beleza, têm função importante para os oceanos; segundo o autor, estima-se que abrigam mais de 2 milhões de espécies de peixes, moluscos, algas e crustáceos; essa imensa biodiversidade somente é encontrada nas florestas tropicais. Há tempos que os cientistas advertem a degradação e a morte dos corais em diferentes regiões do planeta, como o Caribe e a Indonésia.

A culpa seria da poluição produzida pelo homem e do aumento das temperaturas na Terra. Duas semanas atrás, com a divulgação do primeiro estudo global sobre a saúde dos corais, feito por 39 cientistas de catorze países, revelou-se que a situação dessas criaturas é pior do que se pensava. Das 1.400 espécies de corais conhecidas, 231 estão em diferentes graus de risco de extinção. Há dez anos, as espécies ameaçadas eram apenas treze. Quando os corais se extinguem, o mesmo ocorre com

as plantas e os animais que deles dependem para obter alimento e refúgio contra os predadores (VIEIRA, 2008).

Para Santos (2001), se o ecologismo sem limites não parece estar justificado, o economismo selvagem não está menos. Para evitar que, no transcurso das próximas décadas, os limites não sejam violentados, mais do que se pode suscitar, é indispensável o controle do crescimento econômico. Este controle implica em dois aspectos, segundo Sachs (1978) a modulação da demanda social, e um controle ao nível de oferta. Este último exige a aplicação de políticas que levem em conta o postulado da prudência ecológica na administração do espaço, da energia, dos recursos e na concepção e seleção de técnicas adequadas.

Os debates sobre sustentabilidade tem relevado o valor da natureza, a mercantilização do ambiente que resulta das políticas neoliberais, tem comportado uma desvalorização do conhecimento. O utilitarismo, o pragmatismo e o efficientismo que regem a racionalidade da ordem econômica mundial estão afetando valores que antes impulsionavam o processo de desenvolvimento (SANTOS, 2001).

Dias (2008) comenta que toda melhoria que beneficie o desenvolvimento sustentável é um bom negócio, pois assim é possível criar vantagens competitivas e novas oportunidades, baseado no documento do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). Savitz (2007) ressalta que a sustentabilidade apresenta benefícios para a empresa, alega que a maneira como uma organização administra as questões sociais, ambientais e econômicas estão pautados na própria característica gerencial.

Atualmente, percebe-se a redução do papel do Estado frente às organizações, em um momento em que somente um Estado forte pode ajustar os comportamentos antiecológicos dos agentes econômicos, assim como dirimir os conflitos de interesses que surgem entre diversos atores sociais em relação à distribuição dos custos ecológicos da mudança global e da apropriação dos recursos naturais.

Demo (1997) sobre a ética e intervenção do conhecimento moderno menciona que a distinção entre países pobres e ricos será sempre também uma distinção entre riqueza e sua redistribuição, mas cada vez mais, igualmente, uma questão de capacidade de produzir e usar conhecimento inovador próprio. Assevera que a educação não está conseguindo acompanhar o ritmo inovador, ao lado de outros problemas, o que contribui para que o mercado neoliberal se beneficie deste conhecimento moderno.

Morin (1995), faz uma crítica severa no que se refere a “inteligência cega”.

Adquirimos conhecimentos espantosos sobre o mundo físico, biológico, psicológico, sociológico. A ciência impõe cada vez mais os métodos de verificação empírica e lógica, entretanto, por toda a parte, o erro, a ignorância, a cegueira, progredem ao mesmo tempo que os nossos conhecimentos.

É preciso uma tomada de consciência radical, de que: o motivo intenso do erro não está na falsa percepção e na incoerência, mas sim na maneira de organizar o conhecimento em teorias e ideologias; existe uma nova ignorância ligada ao desenvolvimento da própria ciência; há uma ofuscação ligada ao uso degradado da razão; as advertências mais sérias que a humanidade está sujeita dizem respeito ao progresso cego e descontrolado do conhecimento (SANTOS, 2001).

## 2.6 AVALIAÇÕES DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA)

A primeira norma de referência para AIA no Brasil foi a Resolução Conama 1/86. É essa resolução que estabelece a orientação básica para a preparação de um estudo de impacto ambiental. Ainda que de modo conciso, os principais elementos do processo de AIA são tratados nessa norma. Outras resoluções e normas estaduais e municipais já instituíram requisitos adicionais, mas os dados essenciais do processo estão inalterados desde 1986, a saber: triagem; determinação de metas; elaboração e análise técnica dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (Rima).

A república brasileira desenvolveu uma enorme capacidade de assimilar, aperfeiçoar e reproduzir eufemismos para poder compensar a incompetência de seus poderes de resolver problemas e aplicar as leis, ou seja, punir criminosos, principalmente aqueles do “colarinho branco” que costumam praticar crimes em todas as atividades, notadamente nas áreas que devastam a natureza.

Assim como aconteceu em outras áreas, onde os problemas não foram resolvidos, a suavização das expressões é notória: Leproso se tornou hanseniano; aidético, soropositivo; roubo descarado do dinheiro público transcendeu em desvio, e assim por diante, no entanto, coisa alguma ficou resolvida.

Na área da ecologia não foi diferente, falava-se muito em poluição, degradação, devastação, dentre outros. Atualmente, os termos da moda são sustentabilidade, gestão ambiental, administração de recursos naturais, e, mais recentemente, impacto ambiental, que insere os termos “positivo” e “negativo”.



De acordo com Sánchez (2006), impacto ambiental é definido pela NBR ISO 14.001: 2004 como alguma mudança do meio ambiente, positiva ou negativa, que seja resultado das atividades, produtos ou serviços de uma organização. Na prática nem sempre é possível utilizar essa definição, devido à problemática de se prever a evolução da qualidade ambiental em determinada área. No Brasil, a definição mais aceita é a Resolução Conama nº 1/86, art 1º, que reza:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; IV - a qualidade dos recursos ambientais.

A definição de impacto ambiental é ampla e diferente de poluição, o termo poluição tem sentido negativo enquanto que impacto ambiental pode ser benéfico ou adverso (positivo ou negativo). A construção de barragens ou a instalação de um parque de geradores eólicos são exemplos de impactos considerados não poluentes. Outros exemplos onde ocorre a possibilidade de impactos ambientais positivos é a noção de criação de empregos e projetos que envolvam coleta e tratamento de esgotos.

O art 6º da Resolução 01/86 do CONAMA impõe à implantação de um método de tolerabilidade para conflitos de pequena proporção. Outros conflitos são indispensáveis para o ser humano. São impactos permitidos pela sociedade. Portanto, impacto negativo não é dano, igualmente impacto positivo não é sinônimo de dano, poluição ou degradação.

O início da sistematização da avaliação de impacto ambiental como ação indispensável, a ser alcançada antes da tomada de certas decisões que possam ocasionar resultados ambientais negativos, ocorreu nos Estados Unidos como consequência da lei da política nacional do meio ambiente daquele país, a National Environmental Policy Act, usualmente referida pela sigla NEPA.

Essa lei foi aprovada pelo Congresso no ano de 1969, entrou em vigor em janeiro de 1970, exigindo que “todas as agências do governo federal”, utilizassem de um método que garantisse o uso integrado das ciências naturais e sociais e das artes de planejamento ambiental nas tomadas de decisão que pudessem interferir no ambiente do indivíduo.

De acordo com Sánchez (2006):

Os primeiros estudos ambientais preparados no Brasil para alguns grandes projetos hidroelétricos durante os anos de 1970 são, em grande parte, reflexos da influência de demandas originadas no exterior, de modo similar ao ocorrido em outros países [...].

A finalidade de avaliar o impacto ambiental é considerar os impactos ambientais antes de assumir qualquer decisão que possa acarretar significativa degradação da qualidade do meio ambiente. Para desempenhar essa função, a AIA foi organizada de forma que se realize uma série de atividades sequenciais em ordem e de maneira lógica.

Mesmo sendo de grande amplitude, o impacto ambiental negativo por si só não pode ser considerado degradação ambiental, sem levar em conta outros elementos positivos. Tem-se que considerar o impacto positivo, os benefícios ambientais do impacto. O impacto ambiental consiste em avaliar os custos e benefícios socioeconômicos deste impacto (FENKER, 2007).

O inciso II do art. 6º da Resolução CONAMA 01/86 ordena a previsão da intensidade e importância dos prováveis conflitos relevantes e não permite análise isolada dos impactos ambientais positivos. Este se encontra conforme Art. 170 da Constituição Federal, que exige tratamento de acordo com proporção do impacto em si. A necessidade de considerar a significância do impacto também foi contemplada no art. 54 da Lei 9605/98, de Crimes Ambientais.

Um segundo Plano de Trabalho Integrado para Controle Ambiental, de junho de 1978, norteou a direção dos estudos, com levantamentos de campo realizados por instituições de pesquisa e a adoção de algumas ações de mitigação de impactos negativos.

Antes o debate sobre a questão dos objetivos da avaliação de impacto ambiental voltava-se quase excepcionalmente a projetos de engenharia, atualmente, abrange programas, políticas, impactos da produção, consumo e descarte de bens e serviços e a avaliação da contribuição líquida de um projeto, um plano, um programa ou uma política, para a sustentabilidade. Os indicadores de sustentabilidade são usados para medir o desempenho de um país na questão de desenvolvimento sustentável. Vieira (2009) destaca:

Uma das ferramentas recomendada pela ONU, para demonstrar que as metas e objetivos de programas e ações de controle da poluição estão sendo atingidos são os de desenvolvimento sustentável: indicadores ambientais, econômicos, sociais e industriais.

Para Bellen (2006) os indicadores têm como objetivo agregar e quantificar informações de modo que suas significâncias fiquem mais aparentes e sevem para melhorar a comunicação de fenômenos complexos em informações mais simples.

## 2.7 ISO 14000 e ISO 14001

Devido ao engajamento das organizações na luta em favor do meio ambiente, inclusive do desenvolvimento sustentável, na década de 90, mas especificamente no ano de 1991, foi criado a International Organization for Standardization (ISO) com o objetivo de criar um conjunto de regras que tratassem da questão ecológica, em virtude dos grandes problemas ambientais causados pelo grande desenvolvimento da economia e das indústrias.

Dois anos depois, a ISO reuniu vários profissionais com o intuito de organizar um comitê responsável pela criação das normas que regeriam as questões ambientais relacionadas ao fator ambiental (série 14000). Denominado de TC207 (para desenvolver a série de normas internacionais de gestão ambiental, a exemplo do que já vinha sendo feito pela ISO 9000 na Gestão da Qualidade), este comitê foi dividido em subcomitês que seriam responsáveis pelas áreas específicas no desenvolvimento das normas. A aprovação e publicação ocorreram em 1996, onde as diretrizes e orientações caminhavam no sentido de nortear as empresas no aspecto ambiental.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a série 14001:2004, cujo objetivo foi garantir a utilização racional dos recursos naturais nos processos produtivos e de serviços, estabelecendo flexibilidade na aplicação de acordo com a realidade de cada organização. Sabe-se que os impactos ambientais são implicações entre a relação dos aspectos ambientais e o meio ambiente, tais como poluição do solo, contaminação do lençol freático, aquecimento global, poluição atmosférica. Uma empresa que apoia um sistema de gestão ambiental deve manter método para reconhecer os aspectos e impactos ambientais, tendo uma visão preventiva no sentido de impedir danos ao meio ambiente.

Sabe-se que a ISO 14001 é relevante para todas as organizações, abarcando grandes corporações multinacionais; companhias de alto risco até organizações de serviço de baixo risco; indústrias de manufatura, de processo e de serviço; incluindo governos locais; todos os setores da indústria incluindo setores públicos e privados; montadoras e fornecedores.

A norma ISO 14001 especifica os requisitos para que um sistema de gestão ambiental capacite uma organização a desenvolver e implementar uma política e objetivos que levem em consideração requisitos legais e informações sobre aspectos ambientais significativos. Pretende-se que se aplique a todos os tipos e portes de organizações e para adequar-se a diferentes condições geográficas, culturais e sociais (ABNT, 2004).

O respeito ao modo de ser das pessoas e ao modo de produzir e servir é importante na avaliação da empresa a ser certificada, afim de que não se estabeleça um padrão universal injusto, antidemocrático e inalcançável aos novos empreendedores.

Os métodos de gestão ambiental foram unificados mundialmente, com a finalidade de definir critérios e reivindicações. A garantia de que a empresa atenda a esses critérios é a certificação ambiental, segundo as normas ISO 14000. Esses regulamentos foram determinados pela ISO. Trata-se de uma instituição não governamental que reúne mais de 100 países, sendo 95% da produção industrial do mundo. O objetivo fundamental da ISO é designar normas universais de unificação que representem e traduzam-no, de acordo com as normas da ABNT (1996):

Com a experiência acumulada na elaboração das normas ISO9000 e sensibilizada pelas ações que já vinham sendo tomadas por diversos países para criar as próprias normas de gestão e certificação ambiental, a ISO constituiu, em 1993, um novo comitê técnico, o TC 207, incumbido de elaborar normas internacionais que assegurassem essa abordagem sistêmica à gestão ambiental e possibilitassem a certificação ambiental da organização e de produtos. Essa nova série recebeu a designação de ISO14000 e, a exemplo das normas ISO9000, aplica-se tanto a atividades industriais como às atividades extrativas, agroindustriais e de serviços.

As preocupações mundiais com a degradação ambiental levam a humanidade a pensar em todas as soluções possíveis, desde um automóvel movido a antimatéria, que só precisaria de um grama de combustível no tanque para rodar 10 mil quilômetros, até um guarda-sol (nuvens de “para-sóis”) no espaço, para refrescar a Terra. Entretanto, se todas as empresas do mundo, micro, pequenas e grandes, fizerem o dever em relação à sustentabilidade e à preservação ambiental não seria necessário pensar em projetos grandiosos ou astronômicos, impossíveis de serem realizados com as tecnologias atuais.

Segundo Tachizawa (2009), as tendências da preservação ambiental e ecológica pelas organizações devem permanecer definitivas, levando em conta, que não existe conflito entre a lucratividade e o meio ambiente, e que, existe uma grande demanda de consumidores “verdes”, ou seja, consumidores interessados em produtos limpos e saudáveis.

Ou seja, a gestão ambiental é a resposta natural das empresas ao novo cliente, o consumidor verde e ecologicamente correto. A empresa verde é sinônimo de bons negócios e no futuro será a única forma de empreender negócios de forma duradoura e lucrativa. Em outras palavras, o quanto antes as organizações começarem a enxergar o meio ambiente como principal desafio e como oportunidade competitiva, maior será a chance que sobrevivam (TACHIZAWA, 2009).

Infelizmente, desde a Revolução Industrial da metade do século XIX a humanidade busca o emprego para a sobrevivência. Os empregos dependem dos empreendedores e empresários. Os governos também buscam desesperadamente empresas que criam postos de trabalho, tanto para que gerem emprego e renda quanto para a geração de impostos e receitas, fechando os olhos para os possíveis danos à ecologia.

Para Seiffert (2006), “o objetivo do controle documental e proporcionar a organização o estabelecimento e manutenção de procedimentos para o controle de todos os documentos exigidos pela ISO 14001”. Portanto, a empresa deve ter o devido controle de todos os documentos exigidos pelo Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Para acatar assuntos relacionados ao meio ambiente as organizações vêm procurando implantar a SGA e a certificação ISO 14000.

A principal norma de gestão ambiental é a Norma Internacional ISO 14001, de adesão voluntária que faz parte do conjunto ISO 14000, sendo a única norma certificável dentro deste conjunto, no entendimento de Barbieri (2009):

Um sistema de Gestão Ambiental (SGA) requer a formulação de diretrizes, definição de objetivos, coordenação de atividades e avaliação de resultados. Também é necessário o envolvimento de diferentes segmentos da empresa para tratar das questões ambientais de modo integrado com as demais atividades empresariais [...] Qualquer SGA requer um conjunto de elementos comuns que independem da estrutura organizacional, do tamanho e do setor de atuação da empresa.

Como foi verificado na citação acima, certificados ambientais e obediência às legislações nacionais vêm depois da constituição da firma. Dessa maneira, o meio ambiente e a natureza global do planeta ficam à espera da fiscalização dos governos que são muito tolerantes ou condescendentes com os infratores, já que a sobrevivência da população depende dos empregos gerados, sendo que a implementação da ISO 14001 que deveria ser um pré-requisito para o funcionamento da empresa se torna um prêmio.

Segundo Barbieri (2009), nestas últimas décadas os aspectos ambientais passaram a ser discutidos com mais intensidade. A Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, realizada na cidade de Estocolmo, no ano de 1972, compõe um marco importante na nova fase. Assim,

a gestão ambiental abrange atividades importantes como planejar e organizar o tratamento ambiental da organização, com o objetivo de conseguir atingir as metas ecológicas planejadas.

Além de colaborar para um ambiente saudável que beneficia a qualidade de vida da população, a organização tem respostas importantes para o crescimento e conquista de novos mercados, haja vista que a certificação da ISO 14001 tem valor mundial, dando assim maior visibilidade e prestígio à empresa certificada.

A norma NBR ISO 14001 estabelece um conjunto de requisitos necessários para que um SGA possibilite o desenvolvimento de políticas e objetivos de acordo com os aspectos legais e ambientais mais significativos, podendo ser aplicada a todos os tipos de empresas de todos os portes e de qualquer região. Os requisitos do SGA de acordo com a ISO 14001 podem ser utilizados para a certificação ambiental com o objetivo de transmitir confiabilidade às partes interessadas ou para autodeclaração (ABNT, 2004).

Sem dúvida, as diversas abordagens ambientais foram e continuam sendo um grito de alerta à humanidade sobre os perigos da devastação ambiental. As normas e legislações são outros passos importantes nessa dialética, na qual a natureza continua perdendo terreno (literalmente). As regras econômicas primitivas, válidas no liberalismo da Revolução Industrial, de 1850, na Inglaterra, continuam a prevalecer sobre os interesses da vida natural de hoje. O desrespeito à natureza se torna assim generalizada. Felizmente, se faz sentir uma mudança de postura, um pouco tímida, mas um aceno para um recomeço onde todas as políticas estejam coerentes no contexto. Uma delas deverá ser o controle populacional por meio do planejamento familiar para que as normas ambientais possam ser postas em prática de modo universal, sem que os postos de trabalho se tornem uma ameaça aos valores ambientais.

## 2.8 GESTÃO AMBIENTAL EM TERMOELÉTRICAS

Para Soares (2001), as ações que abrangem segurança e meio ambiente vem se transformando gradativamente em resultados estratégicos, podendo ter um impacto significativo sobre as ações que as organizações utilizam para alcançar seus objetivos, assim, são pontos a serem discutidos, juntados e incorporados à gestão global das organizações.

Neste século, a sociedade vem sendo instruída e conscientizada para o aprimoramento e preservação dos recursos naturais, com aplicação da Eco Eficiência Energética com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e até utilização de energias renováveis e

aproveitáveis da natureza como a Energia Solar, Eólica e Hidráulica que não prejudica o Planeta (SILVA; AMARAL, 2011).

Sabe-se que o progresso em hipótese alguma pode parar, mas deve ser estudado e analisado sobre suas consequências para o Planeta. Muitos autores consideram o progresso fruto de um capitalismo egoísta que não leva em consideração os aspectos ambientais causados ao ecossistema e muito menos com o futuro dos recursos naturais não-renováveis.

Portanto, a gestão ambiental deve ter um papel importantíssimo no desenvolvimento sustentável, aplicando conceitos de eficiência energética em seus procedimentos. Sendo importante utilizarem para sua cadeia energética, recursos renováveis para o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Guerra; Carvalho (1995), os resultados ambientais causados devido à implantação de grandes projetos de geração de energia elétrica em território brasileiro têm sido elemento de grande discussão. Enquanto essa preocupação cresce, consequências ambientalmente indesejáveis da implantação das grandes barragens hidrelétricas têm merecido preocupações menores.

Estas, muitas vezes, estão voltadas para aspectos de importância secundária quando analisadas à luz dos contextos regionais. Os impactos ambientais das barragens hidrelétricas, opostamente aos das emissões de CO<sub>2</sub>, comuns à geração termoelétrica convencional, limitam-se às regiões nas quais se localizam o empreendimento.

Os aspectos mais danosos da geração hidrelétrica continuam ainda voltados aos impactos que apresentam influências globais, por menores que sejam. Estes se referem aos agravos sobre a camada de ozônio e ao efeito estufa, em decorrência da geração de metano (CH<sub>4</sub>), proveniente da decomposição da matéria vegetal existente nas bacias de acumulação dos reservatórios e da inundação de grandes áreas florestais (GUERRA; CARVALHO, 1995).

## 2.9 MONITORAMENTO

Medir é o primeiro passo para se definir um diagnóstico, a máxima que contra fatos não há argumentos, é perfeitamente aplicada na questão do monitoramento, no entanto, é importante resaltar, que para este apresente o resultado que retrate a situação real, é necessários se estabelecer critérios amostrais, no tocante a representatividade. TRIOLA (1999) define amostra como sendo uma subcoleção de elementos extraídos de uma população e que esta é uma coleção completa de todos os elementos a serem estudados.

Para fornecer o diagnóstico da situação da região estudada em um determinado momento, medir é absolutamente necessário para se obter informações consistentes e

avaliações mais precisas sobre os efeitos dos poluentes sob a região. A forma pela qual a poluição pode afetar de maneira mais ou menos intensa só pode ser determinada com o monitoramento.

A criação de indicadores é de fundamental importância na construção dos parâmetros de comparação, a representatividade dos dados, a necessidade de pessoal qualificado e equipamento que tenha a acurácia necessária para as análises envolvidas.

Para avaliar o grau de contaminação onde se encontra uma usina termoelétrica, faz-se necessário o monitoramento na proximidade da térmica geradora da poluição, pois a situação a jusante e a montante do empreendimento é um fator preponderante para se avaliar a dissipação dos poluentes. Nesse sentido, um programa de monitoramento, para ser eficaz, necessita de um programa de amostragem, de métodos empregados para medição e de métodos de tratamento das informações.

O monitoramento da poluição no corpo da água e no solo pode ser dividido em monitoramento das emissões, que consiste da medição dos poluentes que são lançados no meio e monitoramento dos meios onde estes são lançados, o conjunto avaliará o impactos destes poluentes no ambiente, e quanto este pode afetar a saúde das pessoas, animais. A Resolução CONAMA 430, de 13/05/2011 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, estabelecer os padrões, que podem ser usados na comparação e regulamenta os parâmetros para monitoramento.

O monitoramento é a peça fundamental para os levantamentos, que serão a base para se avaliar as dimensões dos impactos que uma termoelétrica pode causar no corpo da água e no solo na proximidade de suas instalações, pelo lançamento de seu efluente líquido.

Segundo Hambrick (1982), o controle deveria ser sistemático, sugere o autor uma análise composta de quatro estágios: exposição não direcionada, exposição direcionada e busca informal e formal. A exposição não direcionada está pautada na observação sem uma intenção característica; a exposição direcionada se restringe a uma abordagem ampla relativamente definida. A busca informal se refere a um esforço restrito para alcançar a informação; a busca formal refere-se a um esforço proposital, a partir de um plano para adquirir as informações precisas. Acrescenta Miller (1992), o monitoramento sistemático é obrigatório, pois mantém o melhoramento nos diversos nichos.

O monitoramento ambiental tem a função de adquirir o maior número de informações possíveis sobre as variáveis ambientais em certa região, com diferentes condições de operação da usina, para medir os impactos positivos e negativos de qualquer inclusão do homem na região; avaliar a capacidade dos equipamentos com vistas a alcançar os resultados previstos,



manutenção preventiva ou corretiva; prever concentrações de poluentes fora dos parâmetros acordados ou da legislação ambiental e examinar o sucesso dos planos de gestão (SADLER, 1996).

A eficácia de um programa de monitoramento é função dos locais de amostragem, das variáveis escolhidas para serem medidas, dos métodos empregados para medição e dos métodos de análise das informações. É através do monitoramento ambiental que será verificada a eficiência das medidas mitigadoras propostas para a usina e o cumprimento das condições da licença ambiental, se for o caso.

Verifica-se assim, a grande importância que tem o monitoramento ambiental, já que este proporciona conhecimento e elementos para avaliar a presença de contaminantes, compreender os sistemas ambientais, bem como dá suporte às políticas ambientais. O monitoramento incide também nas observações repetidas da substância química ou mudança biológica, com um propósito definido de acordo com um planejamento prévio ao longo do tempo e espaço, utilizando métodos comparáveis e padronizados.

O emprego dos métodos de medição depende, entre outros fatores, da companhia que é responsável pelo empreendimento, do local da usina, das exigências do órgão ambiental responsável e dos estudos ambientais realizados. A medição da concentração de poeira é feita pelo opacímetro; este verifica a densidade calorimétrica dos gases da combustão, permitindo otimizar o controle da relação ar/combustível, mantendo o nível de particulados sob controle contínuo. A grande vantagem deste método é que opera de modo contínuo (STAMM, 2003).

O método de monitoramento adotado para os efluentes líquidos é através de amostragem. As amostragens devem ser tomadas nos efluentes e a montante e jusante do corpo receptor (curso d'água). O critério para a definição dos poluentes é através da determinação dos principais parâmetros física, química, como por exemplo: pH, temperatura, acidez, alcalinidade, turbidez, sulfatos, sólidos totais, sólidos dissolvidos, etc. (STAMM, 2003).

Os efluentes líquidos causados pelas UTE são os mais diversos possíveis em relação à vazão, frequência e qualidade. No que diz respeito aos esgotos sanitários, o método utilizado para sua coleta é através de fossas sépticas e filtros anaeróbios. O monitoramento pode ser realizado na entrada e saída de cada componente (fossas e filtros). Os parâmetros analisados são: pH, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) (ELETROSUL, 1994).

Os resíduos sólidos podem ocasionar poluição da água, do ar, do solo e até do subsolo. O grau de periculosidade de um resíduo sólido pode ser avaliado por meio dos compostos

tóxicos que fazem parte da sua composição, como por exemplo: mercúrio, chumbo, arsênio, bário, selênio, cianetos, compostos organo-clorados, etc. O impacto ambiental poderá acontecer pela contaminação através dos agentes externos (vento, chuvas, etc.) sobre os depósitos de resíduos sólidos. A ação do vento pode poluir o ar atmosférico próximo à usina. Por isso a importância do controle do terreno onde será depositado o resíduo (STAMM, 2003).

## 2.10 TRATAMENTO DE EFLUENTE

O nível de poluição dos efluentes da indústria varia conforme sua classe, os mesmos devem ser tratados antes de retornarem ao meio ambiente. O tratamento incide em uma série de métodos físicos, químicos ou biológicos que retiram os poluidores que prejudicam a água e o solo. Muitos detritos industriais são tóxicos e perigosos e se forem descartados no meio ambiente sem tratamento, podem poluir, contaminar e provocar alterações nas propriedades do solo e da água (OPERSAN, 2013).

Os microrganismos são os responsáveis pela redução da carga poluidora do esgoto; diminuindo cerca de 90% das impurezas. A água deste tratamento é inadequada para o consumo humano, mas pode ser usada na higiene de ruas ou para regar plantas e jardins. O método de gerenciamento é dispendioso e demorado, mas é compensatório quando levado em consideração os resultados negativos do seu lançamento nos rios se não houvesse o tratamento. Já o gerenciamento e descarte de resíduos líquidos derivados das indústrias é um processo mais complexo e, portanto, mais caro. Algumas organizações geram resíduos líquidos químico-tóxicos com componentes contendo ácidos, cianetos, metais pesados e emulsões oleosas (DINAMICA AMBIENTAL, 2013).

O lançamento de resíduos líquidos na natureza deve cumprir à Resolução 20/86 CONAMA, que rotula os tipos de efluente e o seu destino mais apropriado. Estes devem ser jogados nos corpos de água quando estiverem descontaminados e seu destino geralmente são os rios (DINAMICA AMBIENTAL, 2013). Ressalta-se, que os corpos de água que fornecem água para abastecimento têm uma classificação especial, por isso não deveriam receber efluentes, ainda que tratados.

O lançamento de resíduos líquidos em rios ou na rede de esgoto sem o tratamento apropriado é crime, e as organizações responsáveis pela contaminação respondem um processo administrativo e podem ser multadas e, em casos graves ou de reincidência, pode

haver a suspensão ou encerramento das atividades. A instituição empresarial por conta da Lei 9.605/98 e seu decreto 3.179/99 pode responder um processo criminal e levar à prisão seus proprietários e até seus colaboradores (OPERSAN, 2013).

O tratamento mesmo dos resíduos líquidos de procedência doméstica normalmente passa por um método de quatro ou cinco fases. Uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) faz a retirada de sujeiras sólidas visíveis, como garrafas, latas e objetos. Depois são retiradas a areia e terra contidas no volume líquido e é feita a sedimentação dos fragmentos em suspensão, que constituem um lodo acumulado no fundo do decantador; esse lodo é transportado para outro processo de tratamento para ser utilizado como adubo ou na geração de energia (DINAMICA AMBIENTAL, 2013).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO

Este trabalho será pautado em pesquisas bibliográficas em livros, teses, dissertações, sites, periódicos, resultados de análises, manuais e outros suportes referentes ao tema, além de estudo de caso.

Neste capítulo concentra-se o objetivo principal desta dissertação; que é o propor a Companhia Energética Manauara (UTE Manauara) uma gestão ambiental para o monitoramento do tratamento do efluente líquido que é descartado no igarapé da comunidade São João, localizada atrás deste empreendimento, visando minimizar os possíveis impactos ambientais, focando nos resultados das análises dos contaminantes que fazem parte das restrições e condicionante da Licença Operacional (LO) -IPAAM -LO 267/07-06.

#### 3.1. ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA

Avaliar os impactos ambientais decorrente das atividades realizados no processo produtivo é responsabilidade dos órgãos ambientais, através das fiscalizações das licenças concedidas.

O IPAAM ao conceder a LO para um empreendimento ele define quais as restrições às quais a empresa estará sujeita para desenvolver suas atividades e a violação destas restrições poderá acarretar em multas ou até mesmo a cassação da licença, impedido o seu funcionamento. Portanto é necessário que um tratamento especial na avaliação dos parâmetros restritivos, por sobrevivência do negócio, da comunidade e do meio ambiente.

A poluição faz com que água sofra modificações em suas características, embora a tendência seja o restabelecimento ou à volta às condições anteriormente existentes antes do recebimento das cargas poluentes. Tal recuperação chama-se *autodepuração*. Dessa forma, a autodepuração de um curso d'água é a inclinação que o mesmo tem de receber uma carga poluidora, a qual vai de forma gradativa se diluindo ao longo de seu curso, mediante ações naturais. Não obstante, há um limite de carga poluidora a ser lançada ao corpo receptor, já que existe um nível mínimo de oxigênio dissolvido (ponto crítico) e este deve estar acima de um dado valor. Quando a exigência de oxigênio é muito alta, para que a poluição seja neutralizada, a tendência é a de que todo o oxigênio seja consumido (FERREIRA, 2003).

A carga poluidora vai depender da vazão de esgoto lançado e da demanda bioquímica de oxigênio deste esgoto (o que vai determinar a necessidade total de oxigênio a ser consumido). A capacidade de autodepuração vai depender do teor de oxigênio dissolvido do corpo receptor antes do lançamento, da vazão do corpo e da taxa de aeração (o que dá o total de oxigênio disponível para suprir as necessidades da carga poluidora) (FERREIRA, 2003).

A legislação sobre a poluição das águas esteve dispersa em diplomas como o Código de Águas, Normas de Saúde Pública e outros até a década de 1970, quando foram estabelecidos os primeiros padrões nacionais de controle da poluição hídrica. A Resolução CONAMA 20/86 estabeleceu a classificação das águas nacionais (doce, salobra e salina) e fixou Padrões de Qualidade da Água para cada classe e os Padrões de Emissão para os efluentes líquidos (STAMM, 2003).

As cidades e as indústrias se desenvolveram as margens dos rios devido, evidentemente, pela disponibilidade da água, indispensável à existência de tais atividades. Com a explosão demográfica e ou devido ao crescimento desordenado os rios passaram a receber dejetos urbanos e industriais acima de sua capacidade de autodepuração.

Para padrões de qualidade das águas são estabelecidos para cada tipo de agente poluidor, e têm o objetivo de preservação da qualidade das águas, para que seja possível tratá-las, produzindo água potável e providenciando a sustentabilidade do ecossistema aquático. Os padrões de emissão de efluentes líquidos estabelecem concentrações limites de agentes poluidores nos efluentes que saem das indústrias antes de eles entrarem nos corpos d'água. A Lei 9.433/97 instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Estabeleceu como objetivo assegurar a disponibilidade de água para as gerações atual e futura (STAMM, 2003).

### 3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA

A abordagem será quantitativa e qualitativa através do estudo de caso sobre o processo do tratamento do efluente líquido proveniente das diversas etapas do processo da geração de energia em uma usina termoeletrica.

A abordagem quantitativa tem como objetivo identificar os parâmetros dos estudado, estabelecendo a estrutura e a evolução das relações entre eles, através de medição e das comparações entre os padrões estabelecidos nas resoluções normativas, através de análises estatísticas.

A abordagem qualitativa é relevante ao se considerar a relação dinâmica entre instrumento de análise e dados descritivos, seu foco é amplo não depende de dado estatístico para análise.

Fazer uso de estudo de caso como técnica de pesquisa delimita como a coleta e análise de dados de um exemplo individual pode definir um fenômeno mais amplo.

Gil (2002) ressalta sobre o estudo: [...] os propósitos do estudo caso não são os de proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população, mas sim o de proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados.

Realizar o estudo de caso na Usina Termoelétrica Manauara pode ser uma base de dados que poderá ser utilizado para avaliações em outras usinas termométricas como mesmo ou processo semelhante.

### 3.3. DESIGN DA PESQUISA

O estudo está pautado na avaliação dos dados das análises realizada conforme estabelecidas na Licença Operacional e na avaliação da influencia da troca da matriz energética na geração de energia elétrica.

A pesquisa foi desenvolvida no levantamento de dados históricos das análise físico-químicas realizados com inicio no ano de 2008, destacando os resultados de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), tratando e interpretando os dados. Além da avaliação dos dados da saída da Estação de Tratamento de Efluente (ETE), dados históricos, foram realizadas coletas de amostras em outros pontos, focando no impacto do lançamento do efluente no igarapé.

Investigar a situação atual do igarapé foi outro ponto destacado na pesquisa, a avaliação da ocupação das áreas próximas ao igarapé com lançamento de esgoto sanitários e a influência na qualidade da água.

Avaliação da influencia da mudança de matriz energética da Companhia Energética Manauara na qualidade do efluente, através da organização dos dados históricos e pós-mudança do óleo combustível, com matriz principal, para o gás natural.

## CAPÍTULO IV

### 4. APLICAÇÃO DA PESQUISA: ESTUDO DE CASO

#### 4.1. A empresa em estudo

A Companhia Energética Manauara é uma empresa de origem brasileira, tem capital da Petrobrás e Grupo Global, Produtora Independente de Energia-PIE, situada em Manaus, no Estado do Amazonas, na Rodovia AM-010, KM-20, conforme demonstrado na figura 4.1, iniciou suas atividades operacionais em 22 de setembro de 2006.

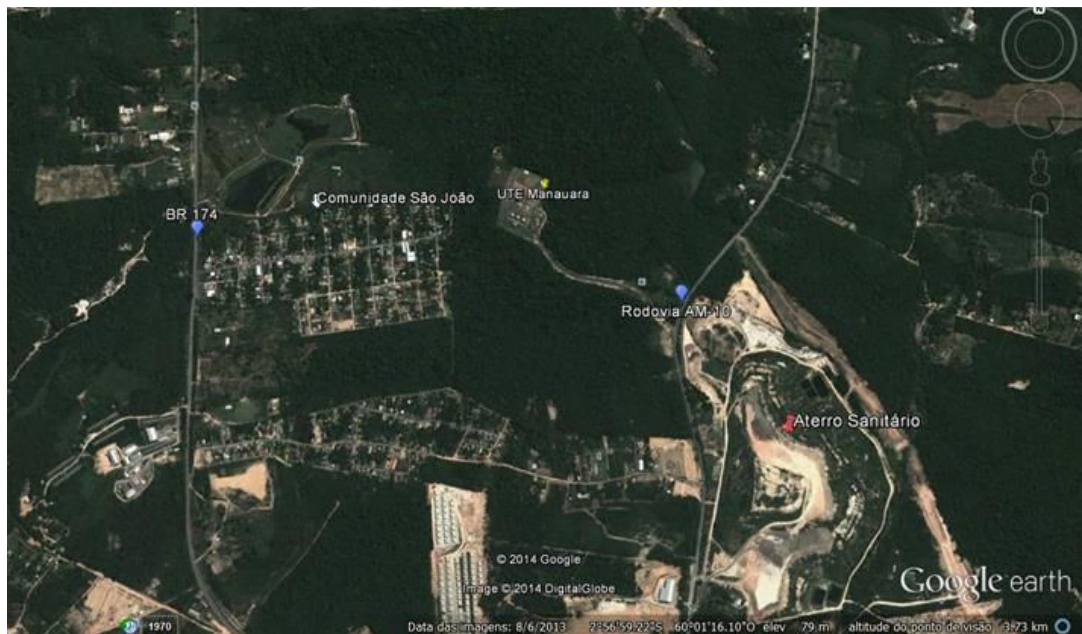


Figura 4.1: Localização da UTE Manauara (Google Earth, 2013)

O Contrato de Suprimento de Energia assinado entre a empresa e a distribuidora tem um prazo de 20 anos, o empreendimento tem a finalidade de atender inicialmente à potência garantida de 60MW. A energia elétrica produzida pela usina tem tensão em 13,8 kV é elevada para 69 kV na subestação elevadora (SE) e entrega à Eletrobrás Amazonas Energia, a través de uma linha de transmissão de 14Km, que faz a distribuição. A figura 4.2 apresenta a usina.



Figura 4.2: Usina Termoelétrica Manauara (UTE Manauara, 2010)

#### 4.2 Processo de geração de energia

A usina tem capacidade instalada de 85.380 KW, composta por 5 grupo-geradores, modelo WARTSILA 18V46 GD, de 17.076 KW, cada um, figura4.3.

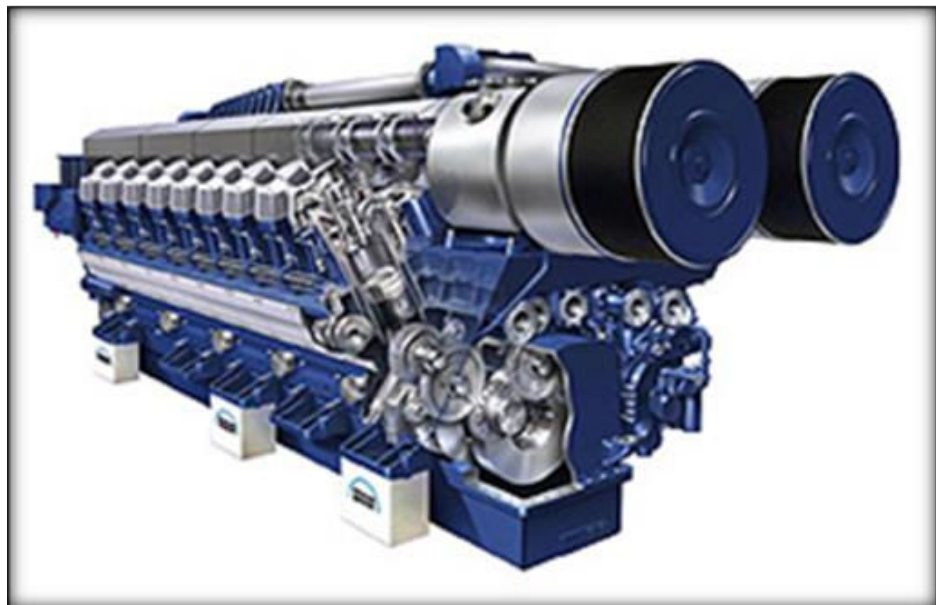


Figura 4.3: Motor WARTSILA 18V46 GD (Manual WARTSILA 2009)

A usina Manauara é constituída de motores de combustão interna, que, com a utilização de combustíveis, transforma a energia química (calorífica) em energia mecânica, esta energia servirá para movimentar o eixo do motor que está acoplado ao eixo do gerador



onde produzirá a Energia Elétrica, a figura 4.4 apresenta um corte transversal da unidade geradora na usina.

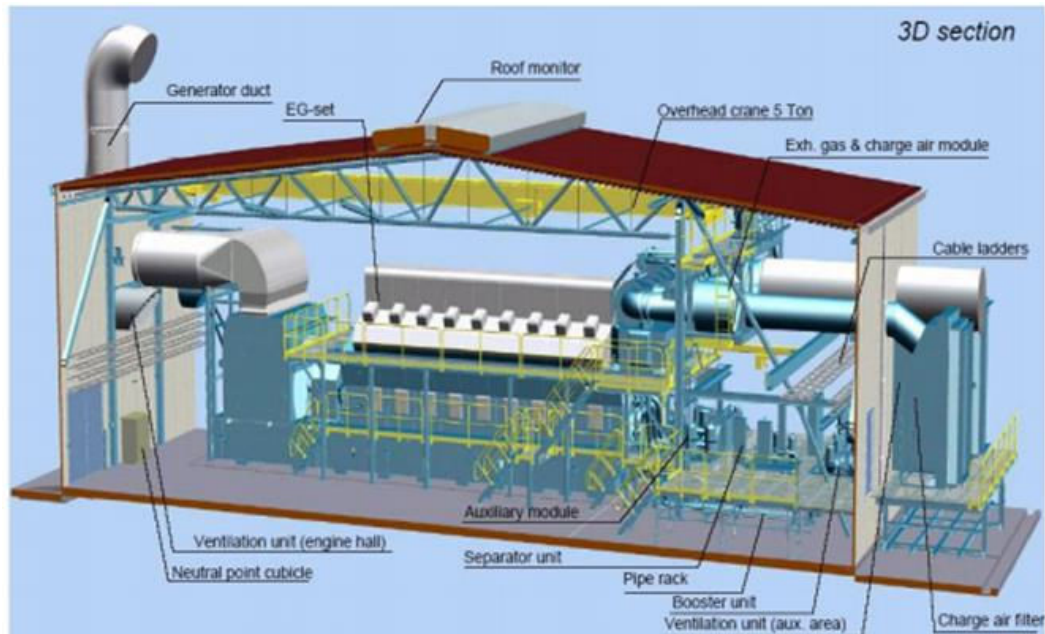


Figura 4.4 - Corte transversal Ilustrativo da unidade geradora na usina (Relatório Ambiental Simplificado – UTE Manauara, 2010)

Fazendo uma analogia ao motor de um automóvel, o combustível é injetado no motor, que entra em combustão através da ignição das velas, esta ação gera a energia mecânica que faz as rodas girar e o carro se movimentar. No caso dos motores da termoelétrica o princípio é o mesmo, só que invés de girar uma roda, gira um gerador que transforma a energia mecânica em energia elétrica.

#### 4.3 Estação de Tratamento de Efluente

O termo Efluente está definido na resolução CONAMA 430/2011: “[...] despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos”.

Para Robaina (2000), “o tratamento de efluente visa à liberação de despejos industriais dentro de parâmetros que não influam no desenvolvimento natural da fauna e da flora dos rios [...]”. Baseado nesta afirmativa será verificado o processo do tratamento do efluente na UTE Manauara.

### 4.3.1 Coleta e Armazenamento de Água Oleosa

O processo de geração de energia em uma usina termoeletrica produz varias fontes de contaminação com óleo, coletar e armazenar o produto desta contaminação faz parte das atividades das operacionais deste processo.

O sistema de coleta é composto por: valas de dreno instaladas para coletar a descarga das unidades de separação, nos drenos do parque de tanques, drenos no piso na casa de máquinas, drenos no piso da oficina, da vala da água de lavagem de caldeira, dreno da área de lavagem de peças e dreno da sala de compressão, tudo é transferido para o tanque de água oleosa, para o posterior tratamento, demonstrado na figura 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11.

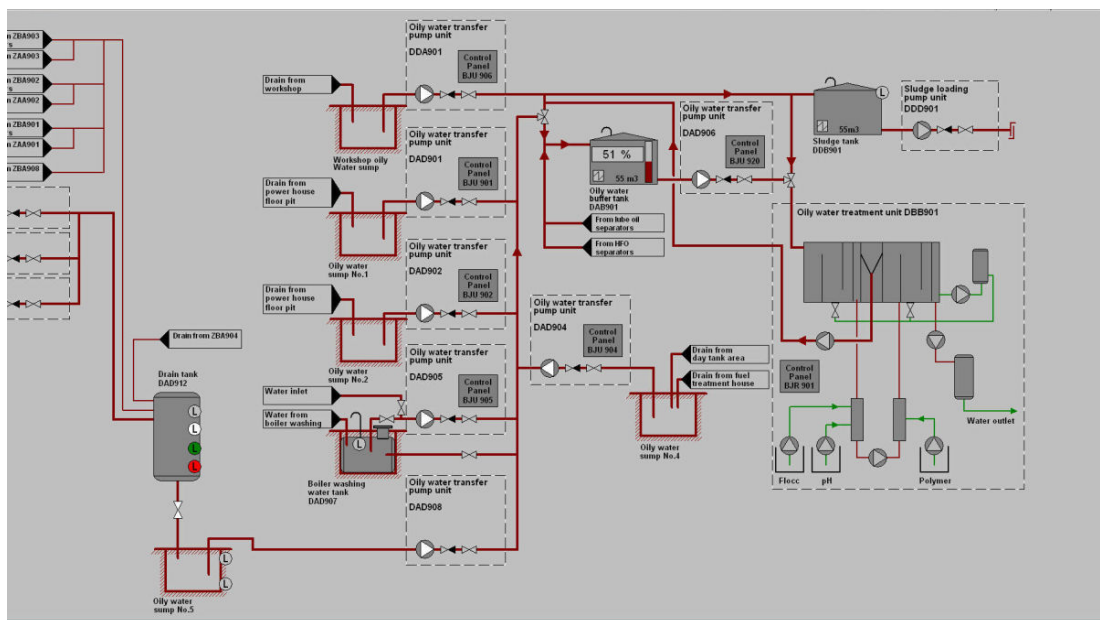


Figura 4.5: Diagrama Sistema de coleta e tratamento de água oleosa (Sistema Wois da Wartsila, 2014)



Figura 4.6: Canaletas casa de máquinas (Manauara, 2015)



Figura 4.7: Caixa de drenagens de água oleosa da decantação dos tanques de óleo combustível (Manauara, 2015)



Figura 4.8: Canaletas da Sala de Compressores (Manauara, 2015)



Figura 4.9: Vaso que recolhe os resíduos líquidos do Gás Natural (Manauara, 2015)



Figura 4.10: Centrifugas de tratamiento de óleo combustível (Manauara, 2015)



Figura 4.11: Separadoras de óleo lubrificante (Manauara, 2015)

#### 4.3.2 Estações de Tratamento de Efluente (ETE) - WS0700 (SENITEC)

O sistema de tratamento de água contaminada com óleo é dividido em: sistema de tratamento da água contaminada, armazenamento de lodo e sistema de descarte.

A água contaminada é transferida para unidade de tratamento de efluente, figuras 4.11 e 4.12, para limpar a fração de água e permitir sua descarga na natureza enquanto a parte sólida, separada no fundo, e o lodo oleoso mais leve são bombeados para o tanque de borra, que é coletada por uma empresa que dar o destino final.

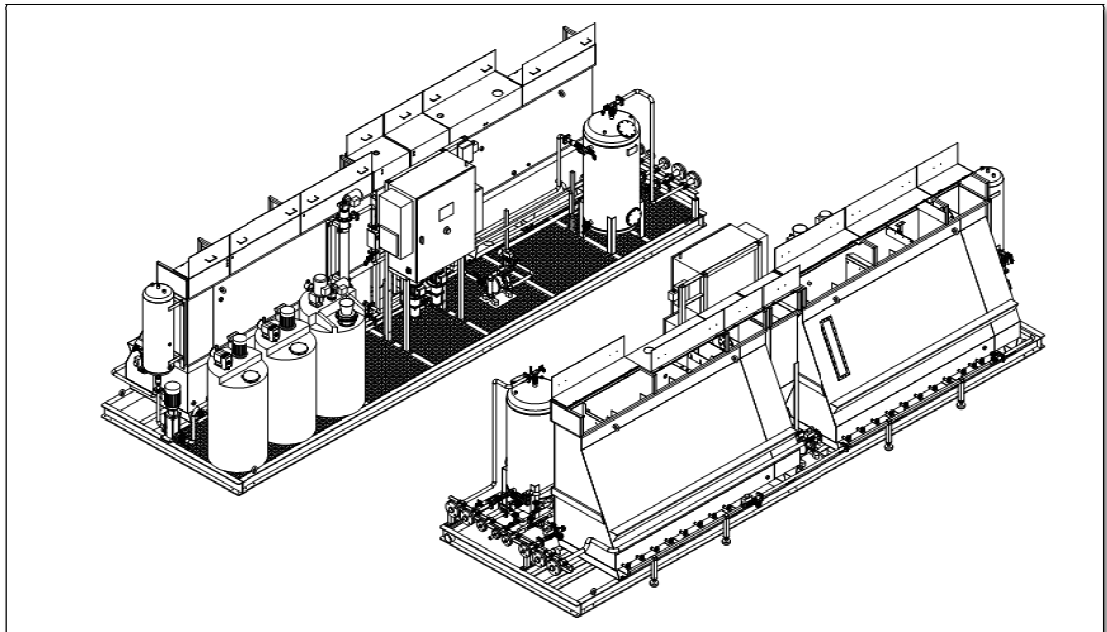


Figura 4.12: Sistema de tratamento de água oleosa (Manual SENATEC, 2009):



Figura 4.13: Sistema de tratamento de água oleosa (UTE Manauara, 2015).

O processo ocorre em etapas bem definidas, inicia com a separação mecânica do óleo livre na água oleosa, em seguida a separação química, a coagulação para quebrar as cargas em volta das partículas para fazer com que atinjam umas às outras e colidam entre si para formar um pequeno floco, depois o ajuste do pH, para o processo seguinte, a floculação onde as partículas formadas na coagulação se agregam tornando-se partículas maiores, para outra

separação mecânica. A água livre camada oleosa passa por um filtro onde são removidos os sólidos suspenso. Após todas as etapas a água é descartada no igarapé. Estes ciclos estão descritos na figura 4.14.

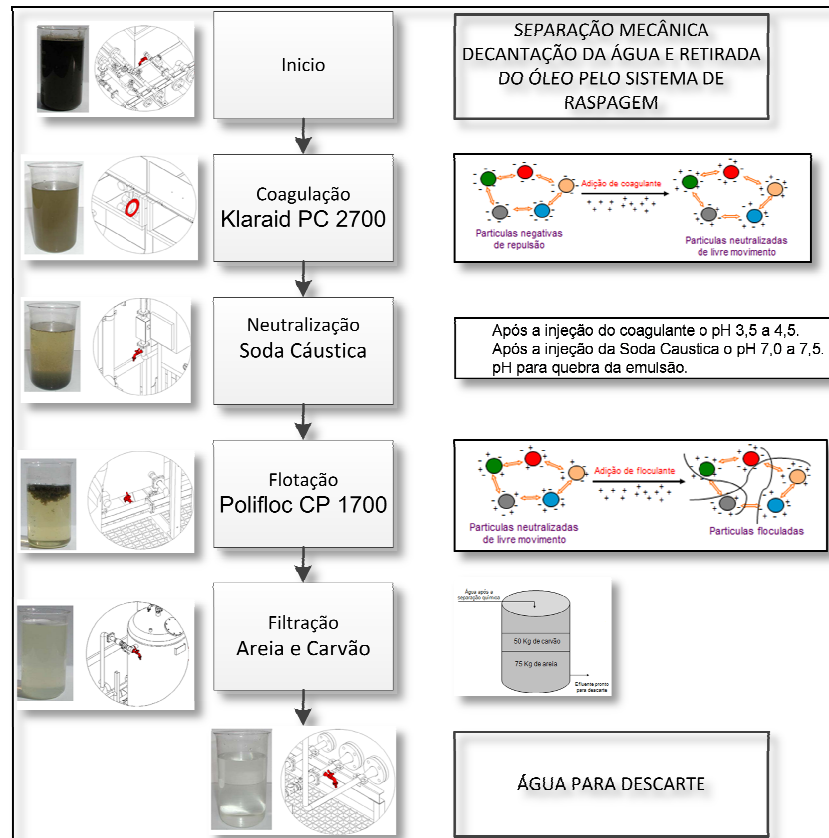


Figura 4.14: Fluxograma da estação de tratamento de efluentes (Manual SENATEC, 2013)

Após o tratamento amostra na saída da ETE é coletada para análises, onde são verificados se os parâmetros obedecem aos definidos na legislação. Os resultados destas análises serão discutidos no Capítulo V.

### 4.3.3 Amostragem

As figuras 4.15, 4.16, 4.17 mostram as amostragem realizadas na entrada e na saída da ETE e na saída da usina e a figura 4.19 mostra o aspecto das amostras retiradas.



Figura 4.15: Amostragem na entrada da ETE (UTE Manauara, 2013).



Figura 4.16: Amostragem na saída da ETE (UTE Manauara, 2013).



Figura 4.17: Amostragem na saída da usina (UTE Manauara, 2013).



Figura 4.18: Amostras retiradas da entrada e saída da ETE e da saída da usina respectivamente (UTE Manauara, 2013).

As figuras 4.19 e 4.20 mostram as amostragens no igarapé a montante e a jusante da UTE Manauara.



Figura 4.19: Amostragem no Igarapé à montante da Usina (Igarapé, 2013)





Figura 4.19: Amostragem no Igarapé à montante da Usina (Igarapé, 2013).

#### ***4.3.4 Situação do Igarapé da comunidade São João***

A ocupação na área entorno ao igarapé é ocasionada pelo crescimento demográfico da cidade de Manaus. Ao longo do igarapé foram construídas varias residências, que lançam os esgotos para dentro deste, além disso, houve o assoreamento de algumas áreas para criação de caminhos, criando descontinuidade, bolsões e pequenas lagoas, esta condição impede a determinação da vazão.

As figuras 4.21, 4.22,4.23 ,4.24 e 4.25 mostram a condição do igarapé



Figura 4.22: Igarapé da comunidade São João (Igarapé, 2013)



Figura 4.23: Igarapé da comunidade São João (Igarapé, 2013)



Figura 4.24: Igarapé da comunidade São João (Igarapé, 2013)



Figura 4.25: Igarapé da comunidade São João (Igarapé, 2013)

As figuras 4.26 e 4.27 mostram a condição o assoreamento



Figura 4.26: Igarapé da comunidade São João assoreamento para caminho (Igarapé, 2013)



Figura 4.27: Igarapé da comunidade São João assoreamento para caminho (Igarapé, 2013)

As figuras 4.8 mostram o lançamento de esgoto para o igarapé, fator que aumenta a contribuição de poluente para este corpo d'água .



Figura 4.28: Igarapé da comunidade São João lançamento de esgoto (Igarapé, 2013).

## CAPÍTULO V

### 5. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A UTE Manauara realiza as análises dos parâmetros que estão na Licença de Operação (LO 262/06-07) concedida pelo IPAAM, porém a despeito do que ocorre para as emissões atmosféricas e nível de ruído, que estão claramente definidos quais resoluções CONAMA devem servir de balizador dos resultados óbitos, não há informações sobre os limites para efluente líquido.

O Estado do Amazonas atualmente possui a resolução CODEAMA 034/2012 de julho de 2013, que estabelece normas e padrões para as condições de lançamento de efluente, mas para efeito de verificação de conformidade dos resultados da análise, esta pesquisa utilizará o CONAMA 430/2011 no artigo 3º define:

Seção II Artigo 16º: Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam 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 mL/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:

1. Óleos minerais: até 20 mg/L;

2. Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;

f) ausência de materiais flutuantes; e

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.

A CONAMA 430/2011 não estipula valor para DQO, como este parâmetro faz parte das restrições da LO, será utilizado como padrão a COMDEMA 034/2013, DQO: no máximo de 100 mg/l. Outros parâmetros que estão como condicionantes na LO não tem padrão nas resoluções, é o caso da condutividade temperatura.

Os limites para avaliação dos resultados de análise das amostras retiradas na saída da ETE, ou seja, da SAO (Sistema de Separação de Água e Óleo) conforme descrito na Licença Operacional, serão os da resolução CONAMA 430/2011, demonstrados na tabela 5.1.

Tabela 5.1: Parâmetros definidos na LO 262/06-07 e os limites CONAMA 430/2011(Construção própria)

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>CONAMA 430/2011</b>
<b>DQO</b>	mg O <sub>2</sub> /L	N/A
<b>pH</b>	-	5 a 9
<b>Condutividade Elétrica</b>	μS/cm	N/A
<b>Fenóis Totais</b>	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O/L	0,50
<b>Óleos e Graxas</b>	mg/L	20,0
<b>Sólidos Sedimentáveis</b>	mg/L	1,00
<b>Sulfeto</b>	mg S/L	1,00
<b>Temperatura</b>	°C	40,0
<b>Turbidez</b>	NTS	N/A

Para SPERLING 2005 as principais características físicas, químicas e biológicas da qualidade da água pode ser representadas por diversos parâmetros, que são de determinação rotineira nos laboratórios de análise de água, conforme descritos a seguir:

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio:** é a medida da quantidade de oxigênio necessária para a oxidação por uma ação bioquímica aeróbica da matéria orgânica biodegradável presente na água.

- **Demanda Química de Oxigênio:** indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica e inorgânica. Estima o teor de matéria orgânica presente na água, da mesma forma que ocorre com a DBO, porém em condições bastante energéticas. O teste da DQO, além de medir a matéria orgânica biodegradável, mede também a matéria orgânica não biodegradável. Oxida completamente uma grande parte de materiais orgânicos existentes no efluente, entretanto, uma pequena quantidade de componentes mais estáveis de alto peso molecular não é medida nestes testes.

- Fenóis: são definidos como derivados hidroxilados do benzeno e seus núcleos condensados, compreendendo o fenol, cresóis, xilenos e resorcinol. Esses compostos estão geralmente presentes em efluentes de refinarias, efluentes petroquímicos e despejos industriais, além de hidrólise e oxidação fotoquímica de pesticidas organofosforados, carbamatos, etc.

- pH(potencial hidrogeniônico): é uma medida de atividade do íon hidrogênio numa amostra de água retratando o equilíbrio ácido-base obtido pelos vários compostos dissolvidos, sais e gases.

- Sólidos Sedimentáveis: constituem o volume orgânico e inorgânico que sedimenta em uma hora no Cone Imhoff, causando prejuízos na população presente nos sedimentos, quando inorgânica, e removendo o oxigênio dissolvido na água, quando orgânica.

- Óleos e Graxas: podem ocorrer em águas naturais como resultado da decomposição do plâncton e de formas superiores de vida aquática, ou fazendo parte de despejos industriais poluidores. Neste último caso, pode ocorrer solubilidade parcial, emulsificação por detergente ou serem saponificados por álcalis, sedimentação no fundo como lodo, ou mesmo formar películas na superfície da água.

- Temperatura: A variação de temperatura em corpos hídricos resulta de fenômenos climáticos naturais ou da introdução de efluentes industriais, como descargas de torres de resfriamento e efluentes de destilarias. O aumento excessivo de temperatura pode causar efeitos nocivos tais como: estimular o crescimento de organismos produtores de gosto e odor, diminuir a solubilidade do oxigênio dissolvido, aumentar o metabolismo, respiração e demanda de oxigênio de peixes e de outras vidas aquáticas. A toxicidade de muitas substâncias é intensificada com o aumento da temperatura, e em temperaturas elevadas pode ocorrer desnaturação das proteínas dos organismos aquáticos.

- Sulfetos: na água encontram-se na forma de íon sulfidrato (HS) ou como sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S) São constituintes de muitos despejos industriais, como os de curtumes, celulose, química e de gás. O sulfeto de hidrogênio pode ser gerado pela decomposição anaeróbica do esgoto e de outras matérias orgânicas na água e no lodo. Pode ocorrer também em águas de poço e em sistemas de distribuição. Quando adicionados à água, sais de sulfeto dissociam-se em íons sulfetos, que reagem como íons de hidrogênio da água formando HS ou H<sub>2</sub>S, sendo a proporção de cada um depende dos valores de pH.

- Condutividade: através da condutividade elétrica se pode calcular a salinidade da água. A condutividade da água depende também do pH e pode variar ligeiramente em função da atividade de fotossíntese e respiração.

• Turbidez: na água é causada pela presença de materiais em suspensão, tais como argila, sílica, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e organismos microscópicos, resultantes, tanto de processos naturais de erosão, como da descarga de esgotos domésticos e industriais. Estes materiais ocorrem em tamanhos diversos, variando desde as partículas maiores que se depositam (tamanho superior a 1micron) até as que permanecem em suspensão por muito tempo (como é o caso das partículas coloniais).

A turbidez excessiva diminui a penetração da luz na água e, com isso reduz a fotossíntese dos organismos do fitoplâncton, algas e vegetação submersa.

### 5.1 Discursão dos resultados das análises da Estação de Tratamento de Efluente (ETE)

As tabelas 5.2, 5.3 e 5.4 apresentam os resultados das análise de laboratório realizadas no período de 2008 a 2014, além dos parâmetros exigidos pelos condicionantes da Licença Operacional, salientados em negrito, outras análises são realizadas, destaque para o DBO que tem limites estabelecidos na CONAMA 430/2011.

Tabela 5.2: Resultados das análises de laboratório da saída da ETE (2008-2009)

Data	Saída da ETE											
	22/2/08	24/4/08	26/6/08	21/8/08	17/10/08	3/12/08	2/2/09	1/4/09	1/6/09	13/8/09	1/10/09	1/12/09
<b>DQO (mg O2/L)</b>	<b>216,0</b>	<b>202,0</b>	<b>92,0</b>	<b>172,0</b>	<b>292,0</b>	<b>92,0</b>	<b>536,0</b>	<b>140,0</b>	<b>214,0</b>	<b>225,0</b>	<b>32,0</b>	<b>54,0</b>
DBO <sub>5</sub> (mg O2/L)	43,2	40,4	18,4	32,8	51,4	21,2	91,5	32,9	42,8	45,0	6,4	10,8
pH	7,5	7,0	5,7	7,0	7,3	6,8	7,9	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6
<b>Condutividade Elétrica (µS/cm)</b>	<b>286,0</b>	<b>235,2</b>	<b>268,5</b>	<b>89,1</b>	<b>102,3</b>	<b>177,5</b>	<b>139,0</b>	<b>1398,0</b>	<b>1202,0</b>	<b>1190,0</b>	<b>1149,0</b>	<b>1102,0</b>
<b>Fenóis Totais (mg C6H5O/L)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
Fosfato (mgP/L)	3,7	4,5	5,3	4,9	3,1	6,5	5,9	9,4	10,1	7,8	0,2	0,2
Nitrato (mgN/L)	0,3	0,7	0,8	0,1	0,5	3,5	3,2	0,2	3,5	10,2	4,9	4,1
Nitrito (mgN/L)	0,2	0,5	0,1	0,1	0,1	1,0	1,5	2,2	0,6	1,6	632,0	582,0
<b>Óleos e Graxas (mg/L)</b>	<b>7,6</b>	<b>9,2</b>	<b>5,9</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>0,9</b>	<b>2,3</b>	<b>14,9</b>	<b>8,8</b>	<b>9,3</b>	<b>49,0</b>	<b>37,0</b>
Oxigênio Dissolvido (mgO2/L)	2,1	1,4	3,5	1,0	2,0	3,0	0,0	1,5	1,9	2,1	5,4	3,5
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	601,0	587,0	201,4	66,8	76,7	133,1	104,3	768,9	661,1	651,3	3,2	1,8
Sólidos Suspensos (mg/L)	366,0	254,0	292,0	201,2	262,9	55,1	181,6	91,7	116,8	116,8	10,1	12,3
<b>Sólidos Sedimentáveis (mg/L)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>
Sulfato (mg SO4/L)	0,3	0,3	0,0	0,1	0,1	2,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1
Sulfeto (mg S/L)	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>37,0</b>	<b>38,0</b>	<b>33,0</b>	<b>33,0</b>	<b>38,0</b>	<b>39,0</b>	<b>40,0</b>	<b>25,0</b>	<b>39,0</b>	<b>39,0</b>	<b>35,0</b>	<b>28,0</b>
<b>Turbidez (NTZ)</b>	<b>5,2</b>	<b>10,1</b>	<b>12,0</b>	<b>50,8</b>	<b>24,2</b>	<b>10,0</b>	<b>21,2</b>	<b>5,7</b>	<b>10,8</b>	<b>15,1</b>	<b>10,9</b>	<b>9,9</b>



Tabela 5.3: Resultados das análises de laboratório da saída da ETE (2010-2011)

Data	Saída da ETE										
	2/2/10	31/3/10	4/6/10	20/8/10	23/10/10	1/12/10	17/3/11	25/5/11	11/8/11	31/10/11	30/11/11
<b>DQO (mg O2/L)</b>	<b>88,0</b>	<b>108,0</b>	<b>104,0</b>	<b>124,0</b>	<b>145,0</b>	<b>154,0</b>	<b>1064,0</b>	<b>1040,0</b>	<b>988,0</b>	<b>750,0</b>	<b>928,0</b>
DBO <sub>5</sub> (mg O2/L)	17,6	21,6	20,8	24,8	29,0	30,8	212,8	208,0	197,6	150,0	197,0
<b>pH</b>	<b>6,9</b>	<b>7,0</b>	<b>6,8</b>	<b>8,2</b>	<b>7,2</b>	<b>8,4</b>	<b>7,4</b>	<b>8,2</b>	<b>7,8</b>	<b>7,5</b>	<b>7,8</b>
<b>Condutividade Elétrica (µS/cm)</b>	<b>987,0</b>	<b>669,0</b>	<b>1190,0</b>	<b>1028,0</b>	<b>1110,0</b>	<b>1780,0</b>	<b>815,0</b>	<b>987,0</b>	<b>954,0</b>	<b>915,0</b>	<b>835,0</b>
<b>Fenóis Totais (mg C6H5O/L)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
Fosfato (mgP/L)	3,0	8,2	5,1	4,6	0,8	4,1	6,9	7,9	8,1	7,5	7,0
Nitrato (mgN/L)	1,3	0,4	0,2	0,6	0,6	1,8	2,3	3,1	4,0	3,0	3,4
Nitrito (mgN/L)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,6	1,0	0,2	2,1	3,4	2,8	2,9
<b>Óleos e Graxas (mg/L)</b>	<b>0,8</b>	<b>12,3</b>	<b>2,8</b>	<b>6,7</b>	<b>3,8</b>	<b>1,4</b>	<b>7,2</b>	<b>13,0</b>	<b>23,0</b>	<b>21,2</b>	<b>11,0</b>
Oxigênio Dissolvido (mgO2/L)	3,5	2,7	3,2	<0,05	5,9	<0,05	1,6	1,4	1,5	2,0	1,8
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	740,3	501,8	654,5	565,4	610,5	979,0	611,3	740,3	715,5	686,3	626,3
Sólidos Suspensos (mg/L)	21,0	3,1	25,0	10,3	104,6	9,9	208,9	81,6	78,6	54,8	45,5
<b>Sólidos Sedimentáveis (mg/L)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Sulfato (mg SO4/L)	0,4	0,2	4,9	3,5	1,4	3,1	4,1	3,5	3,9	2,5	2,7
<b>Sulfeto (mg S/L)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>30,0</b>	<b>39,0</b>	<b>39,0</b>	<b>39,0</b>	<b>39,0</b>	<b>39,0</b>	<b>34,0</b>	<b>40,0</b>	<b>34,0</b>	<b>34,0</b>	<b>37,0</b>
<b>Turbidez (NTZ)</b>	<b>30,0</b>	<b>19,8</b>	<b>33,5</b>	<b>28,4</b>	<b>30,4</b>	<b>31,4</b>	<b>29,4</b>	<b>36,2</b>	<b>34,8</b>	<b>32,8</b>	<b>31,5</b>

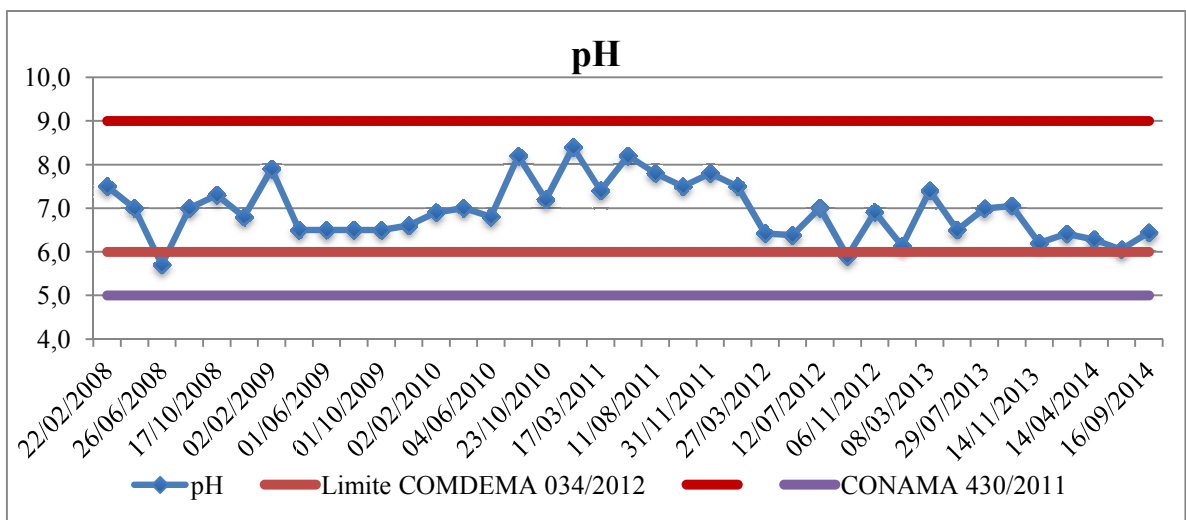
Tabela 5.4: Resultados das análises de laboratório da saída da ETE (2012-2014)

Data	Saída da ETE															
	24/1/12	27/3/12	10/5/12	12/7/12	20/9/12	6/11/12	18/1/13	8/3/13	9/5/13	29/7/13	14/10/13	14/11/13	16/1/14	14/4/14	16/7/14	16/9/14
<b>DQO (mg O2/L)</b>	<b>890,0</b>	<b>403,0</b>	<b>93,0</b>	<b>139,0</b>	<b>304,0</b>	<b>157,0</b>	<b>309,0</b>	<b>105,0</b>	<b>85,0</b>	<b>81,0</b>	<b>342,0</b>	<b>185,0</b>	<b>170,0</b>	<b>30,0</b>	<b>323,0</b>	<b>391,0</b>
DBO <sub>5</sub> (mg O2/L)	178,0	97,0	24,0	34,0	72,0	40,0	72,0	34,0	24,0	27,0	86,0	49,0	34,0	9,0	98,0	103,0
<b>pH</b>	<b>7,5</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>7,0</b>	<b>5,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,1</b>	<b>7,4</b>	<b>6,5</b>	<b>7,0</b>	<b>7,1</b>	<b>6,2</b>	<b>6,4</b>	<b>6,3</b>	<b>6,1</b>	<b>6,4</b>
<b>Condutividade Elétrica (µS/cm)</b>	<b>840,0</b>	<b>6,2</b>	<b>480,0</b>	<b>269,8</b>	<b>402,0</b>	<b>228,0</b>	<b>704,0</b>	<b>479,0</b>	<b>510,0</b>	<b>681,0</b>	<b>1333,0</b>	<b>37,2</b>	<b>8,5</b>	<b>225,8</b>	<b>862,0</b>	<b>13,6</b>
<b>Fenóis Totais (mg C6H5O/L)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Fosfato (mgP/L)	6,5	6,5	3,7	2,8	12,5	1,7	4,2	2,5	2,4	1,7	3,1	6,7	0,0	1,0	6,5	0,1
Nitrato (mgN/L)	4,2	3,4	0,8	1,4	0,5	1,0	2,2	0,8	0,7	0,9	7,0	1,0	0,2	0,3	4,4	0,0
Nitrito (mgN/L)	3,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Óleos e Graxas (mg/L)</b>	<b>9,8</b>	<b>4,0</b>	<b>20,0</b>	<b>17,0</b>	<b>14,0</b>	<b>8,0</b>	<b>13,0</b>	<b>7,0</b>	<b>8,0</b>	<b>6,0</b>	<b>16,0</b>	<b>14,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>
Oxigênio Dissolvido (mgO2/L)	1,5	3,5	2,6	3,1	2,8	2,2	3,7	2,8	3,5	3,5	2,5	3,8	4,1	4,0	2,6	4,0
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	630,0	421,6	307,0	350,0	370,0	290,0	478,0	325,0	346,8	463,0	906,4	45,1	130,0	190,0		10,2
Sólidos Suspensos (mg/L)	52,1	20,0	38,0	26,0	40,0	40,0	34,0	20,0	20,0	14,0	30,0	13,0	20,0	10,0	22,0	20,0
<b>Sólidos Sedimentáveis (mg/L)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>
Sulfato (mg SO4/L)	1,8	80,0	50,0	15,0	43,0	19,0	31,0	21,0	1,0	27,0	44,0	6,0	0,0	2,0	43,0	0,0
Sulfeto (mg S/L)	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>40,0</b>	<b>30,0</b>	<b>40,0</b>	<b>31,0</b>	<b>24,2</b>	<b>36,0</b>	<b>56,0</b>	<b>32,0</b>	<b>32,0</b>	<b>34,0</b>	<b>38,0</b>	<b>32,0</b>	<b>25,2</b>	<b>30,0</b>	<b>35,0</b>	<b>34,5</b>
<b>Turbidez (NTZ)</b>	<b>39,0</b>	<b>45,0</b>	<b>63,0</b>	<b>32,0</b>	<b>55,0</b>	<b>38,0</b>	<b>25,3</b>	<b>26,0</b>	<b>31,0</b>	<b>18,0</b>	<b>36,0</b>	<b>18,0</b>	<b>18,0</b>	<b>7,0</b>	<b>15,0</b>	<b>3,0</b>

Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

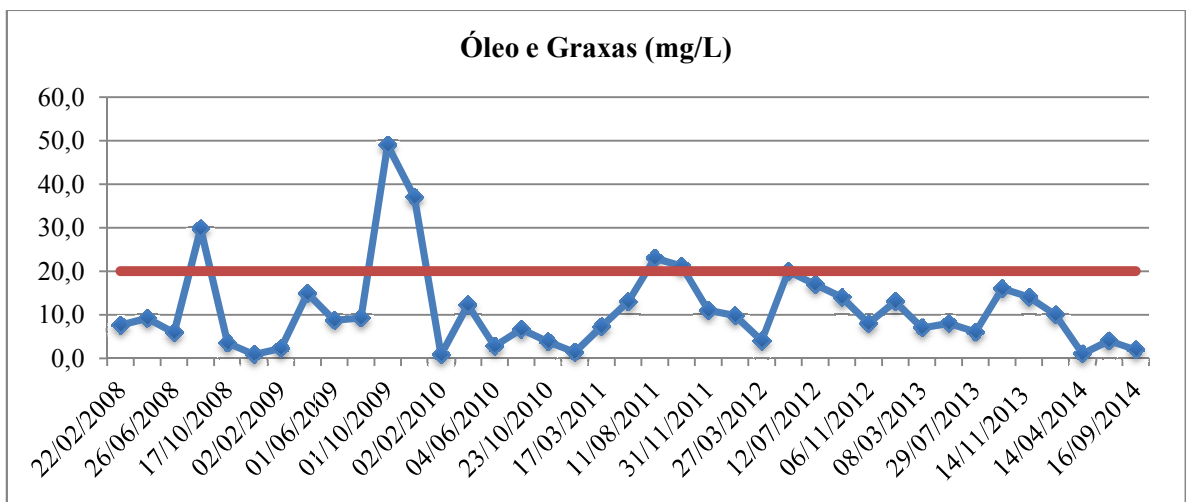
Os gráficos de 5.1 a 5.9 apresentam os dados das análises realizadas para atender a LO no período de 2008 a 2014 com os limites das resoluções. Observa-se que todas as variáveis apresentam redução após 2011, momento em que a usina passou a operar com o gás natural como principal matriz energética em uma proporção de aproximadamente 90% de gás natural e 10% de óleo combustível OCA1, ou seja, uma redução em 90% da quantidade de óleo combustível a ser tratada.

Gráfico 5.1: Resultado de pH – Análise 2008 a 2014



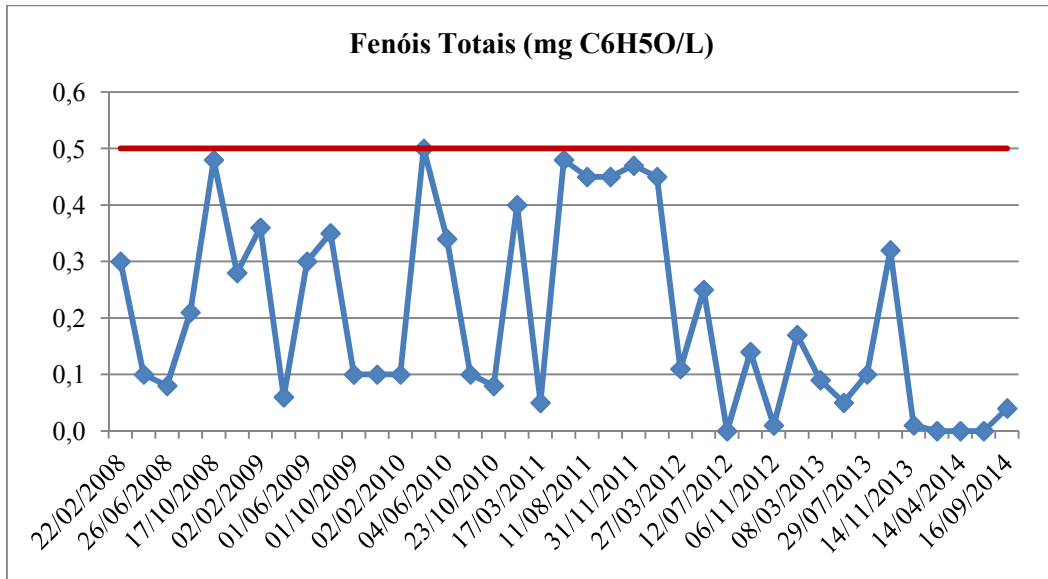
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.2: Resultado de óleo e graxas – Análise 2008 a 2014



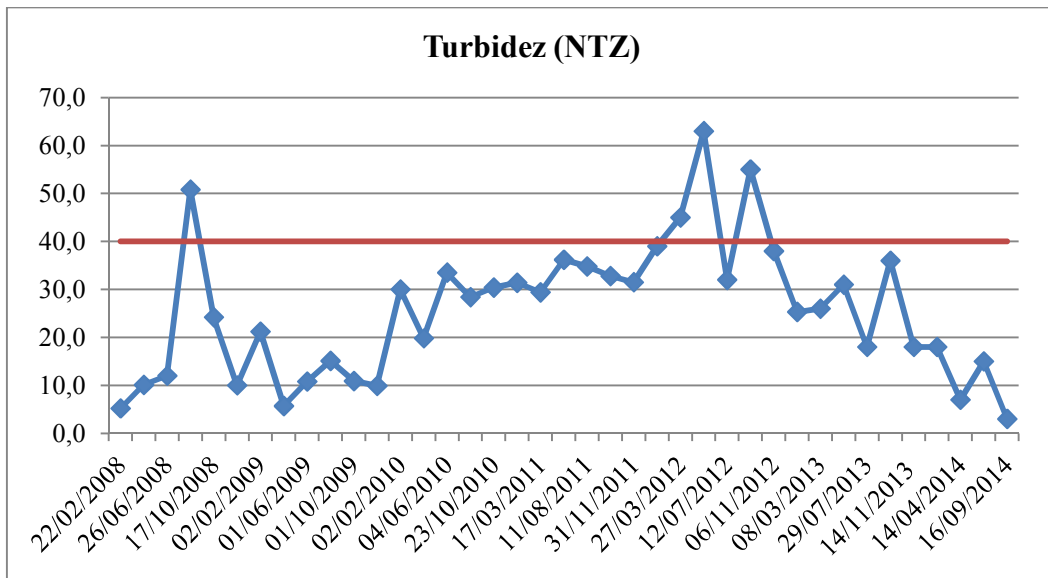
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.3: Resultado de Fenóis – Análise 2008 a 2014



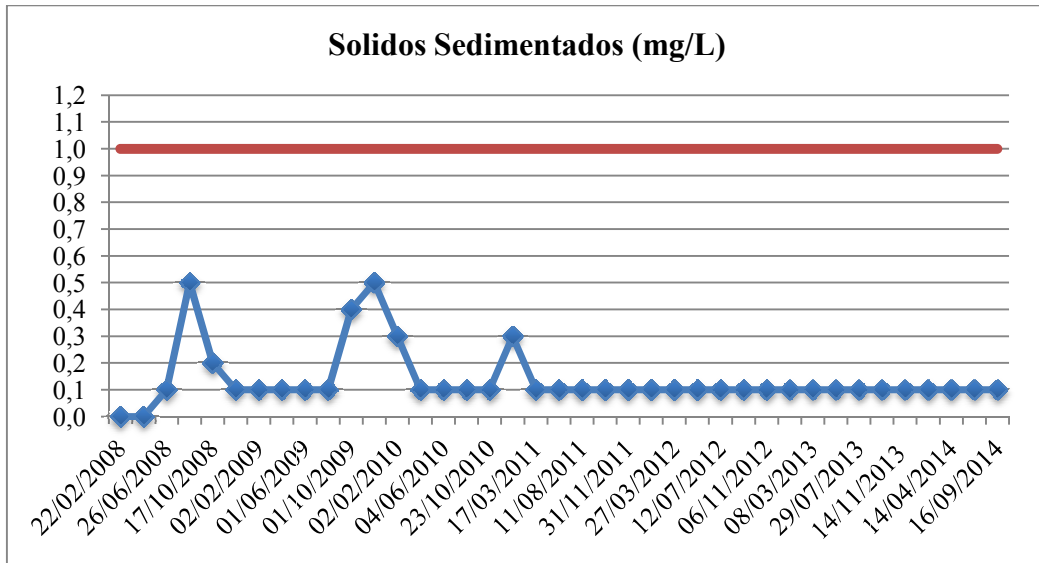
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.4: Resultado de Turbidez – Análise 2008 a 2014



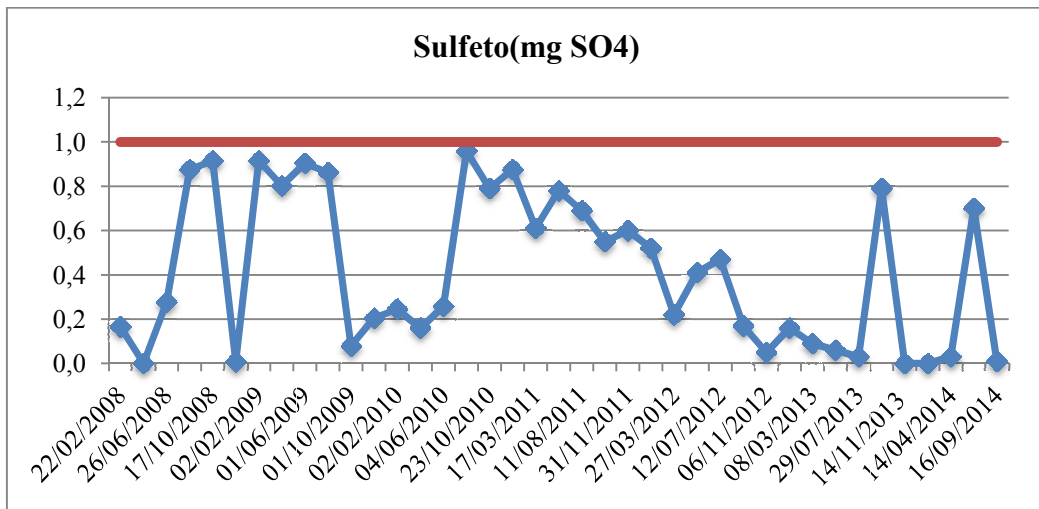
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.5: Resultado de Sólidos Sedimentados – Análise 2008 a 2014



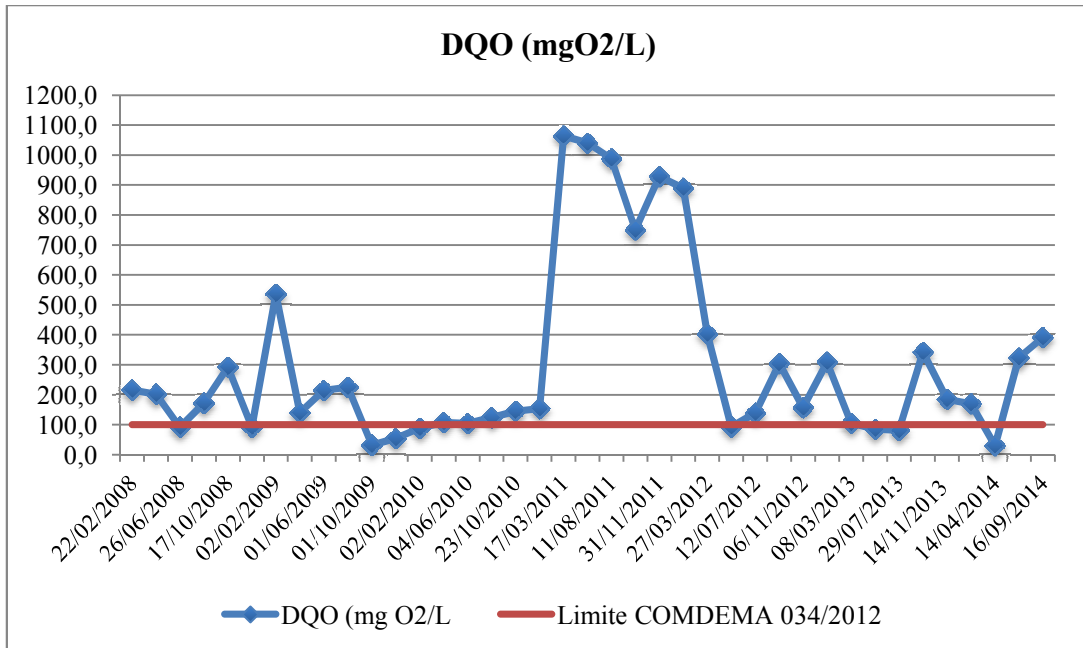
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.6: Resultado de Sulfeto – Análise 2008 a 2014



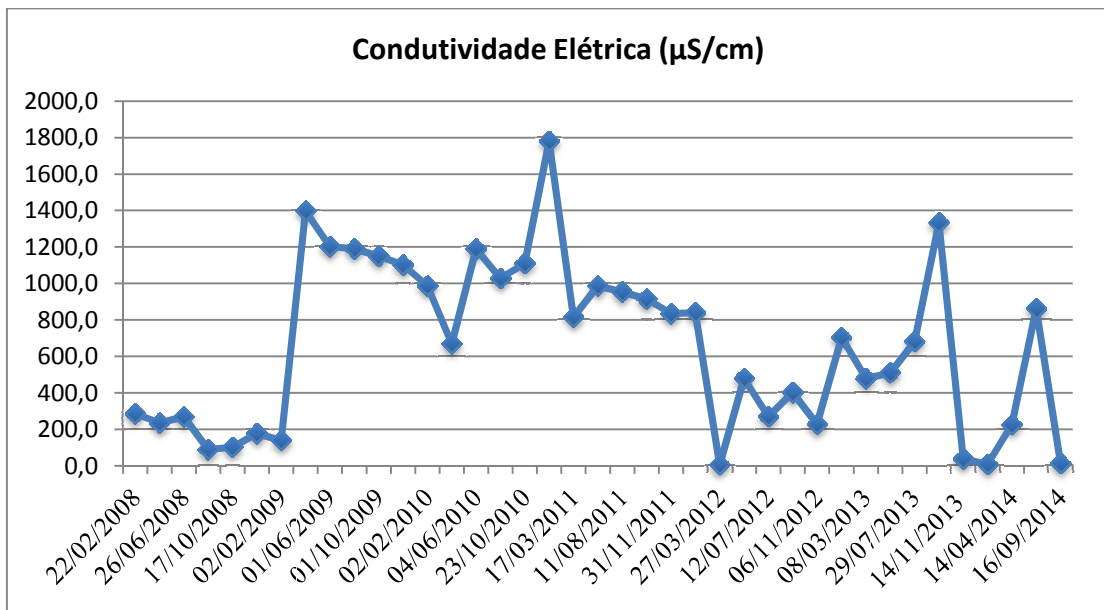
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.7: Resultado de DQO – Análise 2008 a 2014



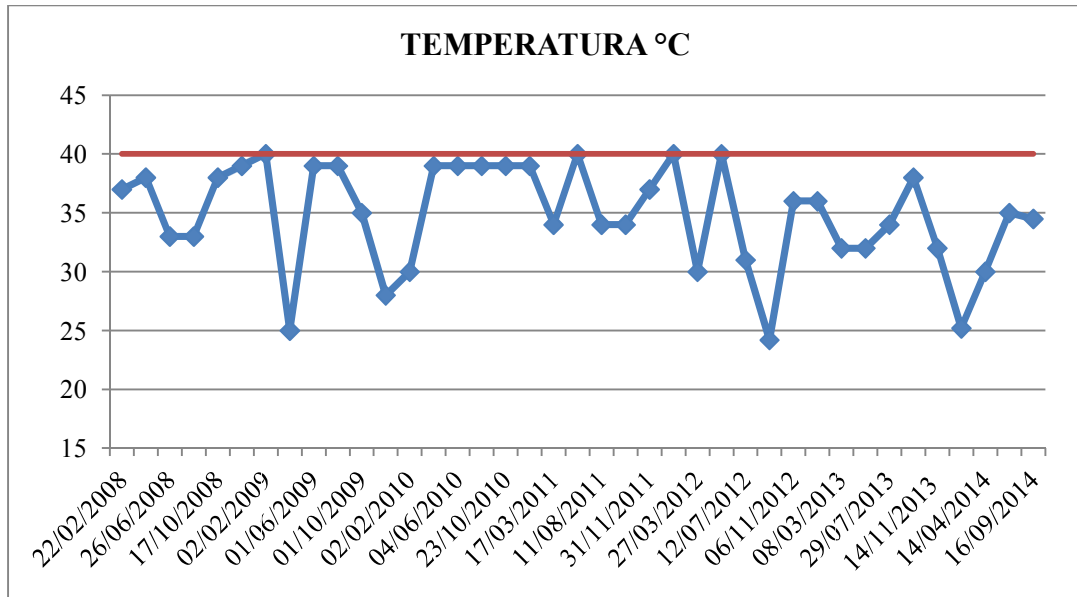
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.8: Resultado de Condutividade – Análise 2008 a 2014



Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.9: Resultado de Temperatura – Análise 2008 a 2014

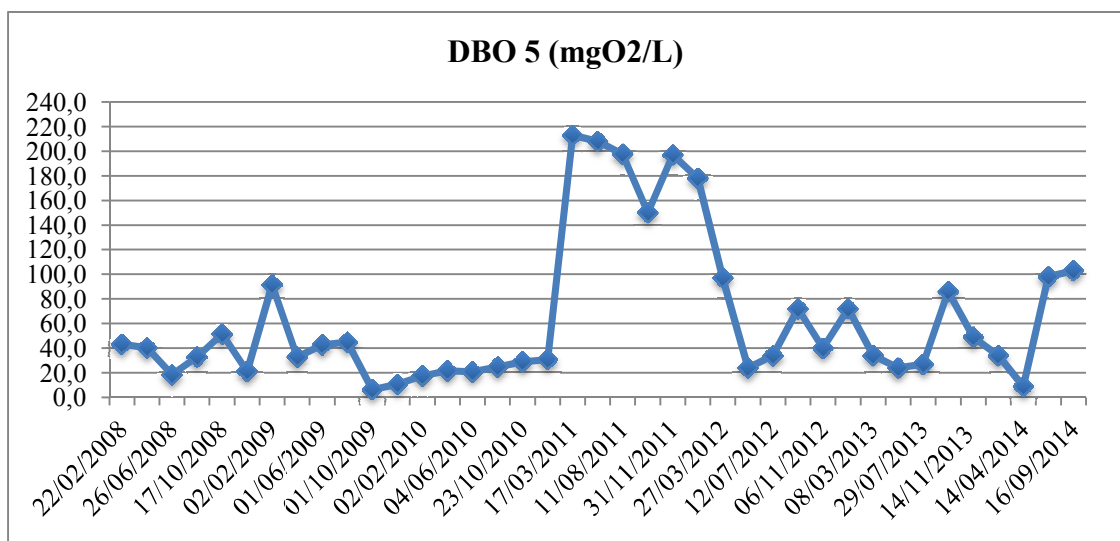


Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

O grau de poluição de um efluente ou de corpo d'água pode ser avaliado pelos parâmetros DBO e DQO, que indiretamente determina a quantidade de matéria orgânica existente no meio, por este motivo o estudo dará ênfase as essas variáveis.

O gráfico de 5.10, que apresenta o resultado da análise de DBO e o gráfico 5.7, que apresenta o resultado de DQO exibe a mesma configuração dos resultados.

Gráfico 5.10: Relação entre DBO Análise 2008 a 2014

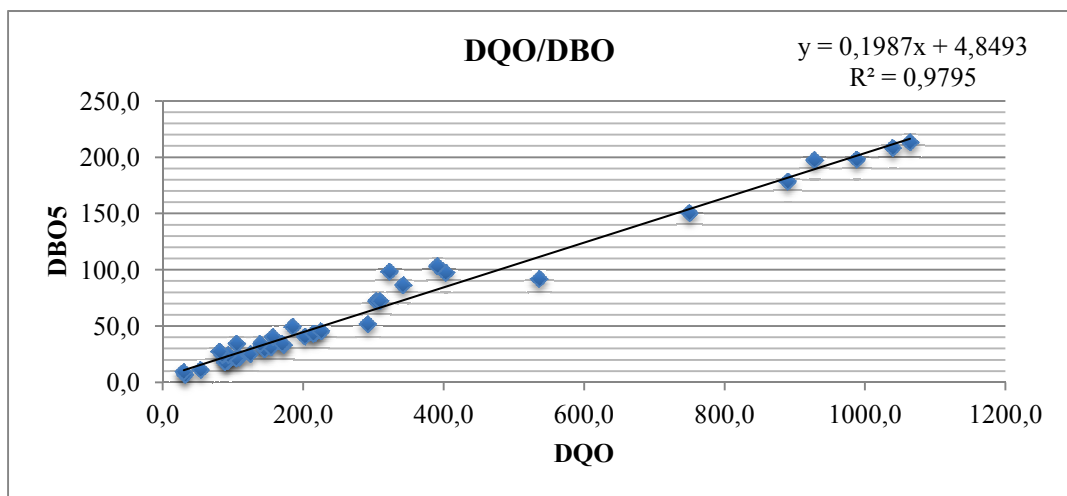


Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Triola (1999) afirma que existe uma correlação entre duas amostras quando uma delas está, de alguma forma, relacionada com a outra e a quanto mais próximo de +1 ou -1 o coeficiente de correlação estiver mais significativa é a relação entre elas.

A correlação entre os resultados de DQO e DBO apresenta um coeficiente de 0,9795, gráficos de 5.11, este resultado revela que é bastante significativa a relação entre estes parâmetros. Isto significa que através do resultado de um parâmetro pode-se determinar o outro com um alto grau de confiabilidade.

Gráfico 5.11: Relação entre DQO e DBO Análise 2008 a 2014



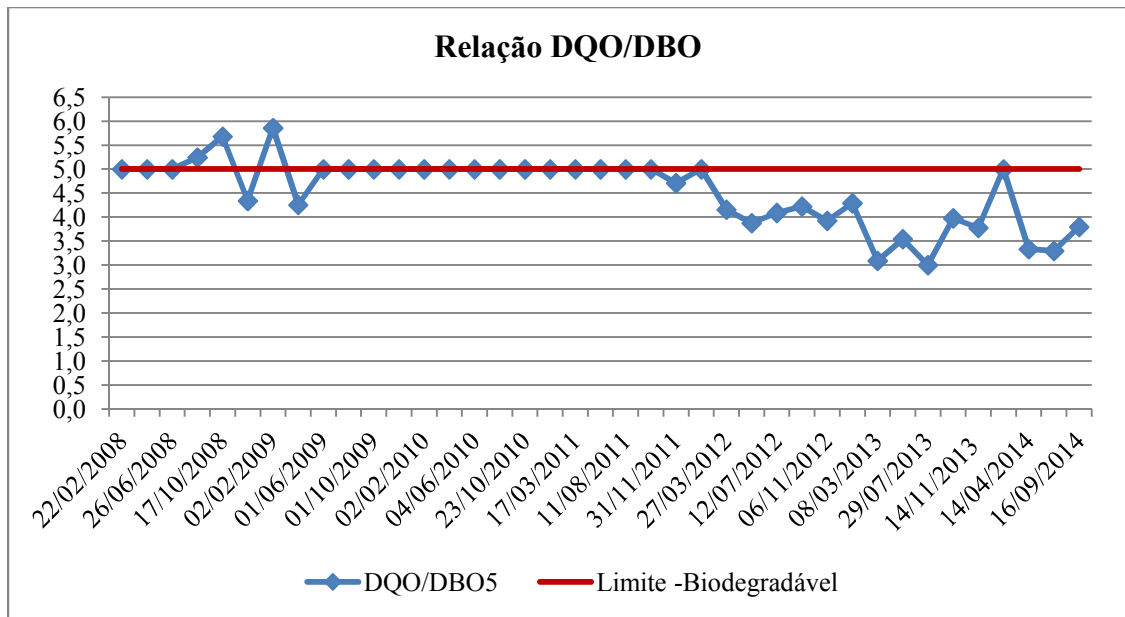
Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Segundo Dezotti (2008) a relação entre DQO e DBO fornece indicação de biodegradabilidade do efluente, para valores na faixa de 1,5 e 2,5 sugerem efluentes com poluentes de maior biodegradabilidade e que valores superiores a 5 efluente com materiais não biodegradáveis.

A relação entre DQO e DBO do efluente lançado pela UTE Manauara apresentada no corpo d'água, gráfico 5.12 demonstra que de 2009 a 2010 os valores estiveram no limite da biodegradabilidade, porém a partir de 2012 os valores revelam melhoria na qualidade do efluente.



Gráfico 5.12: Relação entre DQO e DBO Análise 2008 a 2014



Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

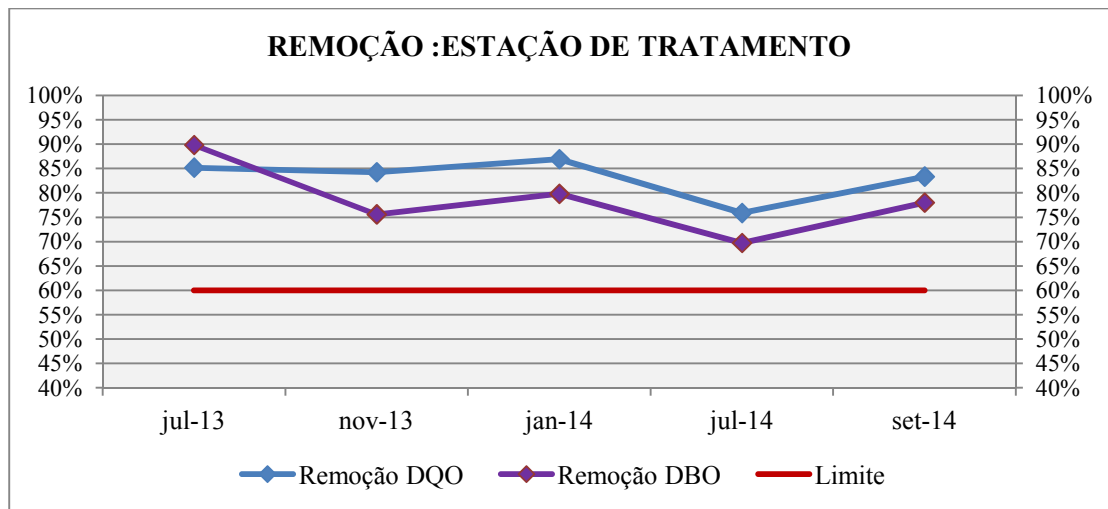
A tabela 5.5 e gráfico 5.13 fornecem informações sobre a eficiência da ETE através da taxa de remoção de DQO e DBO, os resultados demonstram conformidade com a CONAMA 430/2011, que define uma remoção mínima de 60%.

Tabela 5.5: Resultados de DQO e DBO

Data	DQO Entrada UTE	DQO Saída UTE	Remoção DQO	DBO Entrada UTE	DBO Saída UTE	Remoção DBO
29/07/2013	81	12	85%	59	6	90%
14/11/2013	1174	185	84%	295	72	76%
16/01/2014	1302	170	87%	312	63	80%
16/07/2014	788	190	76%	294	89	70%
16/09/2014	1405	234	83%	468,3	103	78%

Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.13: Taxa de Remoção DQO e DBO Análise 2013 a 2014



Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

## 5.2 Discursão dos resultados das análises do Igarapé

Outras amostras foram analisadas para avaliar a eficiência do tratamento do efluente e a situação do igarapé São João antes e após o lançamento do efluente da UTE Manauara, seguindo o esquema da figura 5.1.



Figura 5.1: Localização geofísica da usina Manauara.

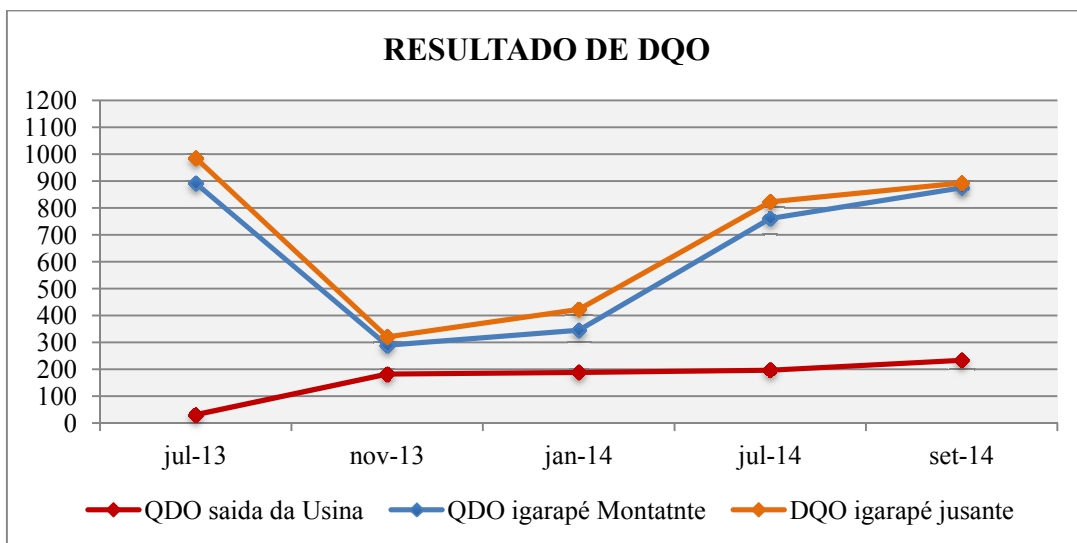
Os resultados de DQO apresentados da tabela 5.6 e no gráfico 5.14, referentes aos pontos de coletas: saída da usina, no igarapé a montante e a jusante da usina, demonstram que os resultados a jusante são menor que a montante, também pode-se observar que os valores são maiores nos meses de julho e setembro período de estiagem.

Tabela 5.6: Resultados de DQO na saída da Usina e do Igarapé

Data	DQO saída da Usina	DQO igarapé Montante da Usina	DQO igarapé Jusante da Usina
29/07/2013	12	985	891
14/11/2013	185	321	289
16/01/2014	170	423	345
16/07/2014	190	823	761
16/09/2014	234	893	875

Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

Gráfico 5.14: Resultados de DQO na saída da Usina e do Igarapé



Fonte: laudos das análises de laboratório (UTE Manauara) - Construção própria

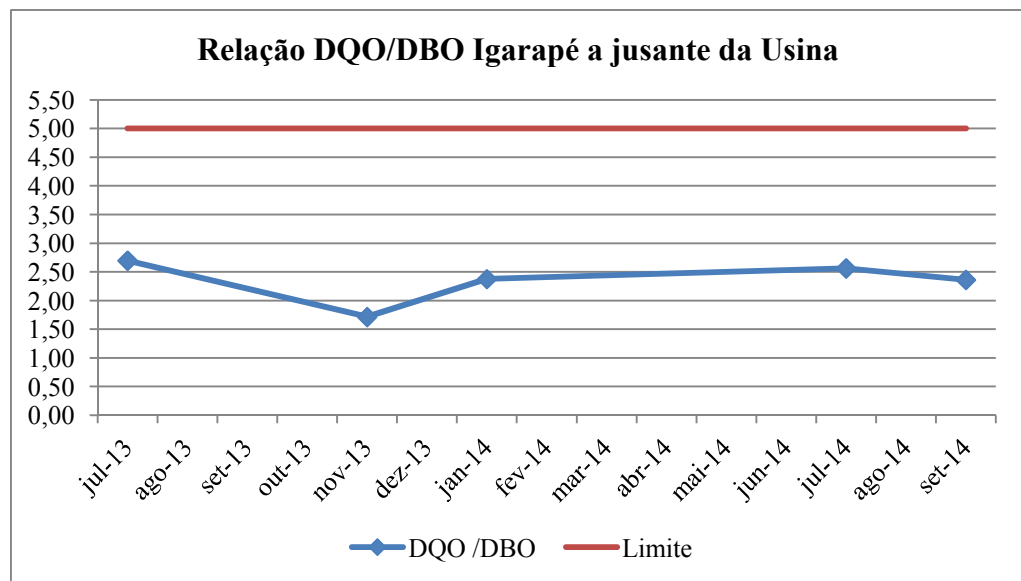
Para Sperling (2005), DQO é a quantidade de oxigênio necessária para depurar a matéria orgânica biodegradável lançada na água. Portanto, indica a presença de matéria orgânica, que pode ter origem nos esgotos cloacais ou nos efluentes industriais. Quanto maior a concentração de DBO na água, maior a redução na concentração do oxigênio que está dissolvido na água.

A biodegradabilidade relação entre DQO e DBO no Igarapé a jusante da UTE Manauara revelam valores que demonstram uma biodegradabilidade significativa, a tabela 5.7 e gráfico 5.15 apresentam os resultados das análises.

Tabela 5.7: Resultados de DQO e DBO do Igarapé a jusante da UTE Manauara

Data	DQO igarapé jusante	DBO igarapé jusante	Relação DQO/DBO Igarapé
jul-13	985	365	2,70
nov-13	321	187	1,72
jan-14	423	178	2,38
jul-14	823	356	2,31
set-14	893	378	2,36

Gráfico 5.15: Resultados de DQO e DBO do Igarapé a jusante da UTE Manauara



### 5.3 Gerações de resíduo da Estação de Tratamento de Efluente

A outra ponta do tratamento do efluente é a saída da borra que é transferida para o tanque de borra e posteriormente coletada por uma empresa credenciada que dar a destinação final. A borra de óleo combustível e óleo lubrificante podem ser usados em outras atividades, como por exemplo em caldeia para gerar vapor. Na empresa responsável pela coleta da borra, a produzida na Manauara, o processo para tratamento é seguinte: decantação para retirada da água residual do tratamento do efluente, após a separação a borra é direcionada para os seu

clientes e água, resultado da decantação, sofre tratamento similar ao que acontece na Manauara e depois lançada no corpo d'água, o resíduo resultante deste tratamento é incinerado por uma empresa licenciada para esta operação.

O uso do gás natural como principal matriz energética apresentou alguns aspectos importantes, houve uma redução de consumo de óleo combustível, OCA1, de aproximadamente de 9.000 toneladas para cerca de 900 toneladas, o que refletiu na redução da geração de água oleosa proveniente do tratamento deste combustível e na geração de borra, tabela 5. 8 e figura 5.2, a média anterior era de aproximadamente 60 toneladas e passou para cerca de 30 toneladas.

Tabela 5.8: Consumo de Óleo Combustível (OCA1) e geração de borra (UTE Manauara, 2014)

	Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Media
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2008	9.105.289	8.386.365	8.825.961	8.642.878	8.574.274	8.432.462	8.929.432	9.180.818	8.849.155	9.042.457	8.616.899	7.748.327	8.694.526
<b>BORRA (Kg)</b>		22.000	27.000	44.000	30.270	37.000	70.000	26.000	70.900	94.250	38.930	54.530	10.050	43.744
<b>PERDA</b>		0,242%	0,322%	0,499%	0,350%	0,432%	0,830%	0,291%	0,772%	1,065%	0,431%	0,633%	0,130%	0,500%
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2009	7.396.099	7.203.286	8.375.303	8.362.464	8.832.856	8.510.786	9.264.013	8.928.218	9.023.000	9.590.198	9.335.296	9.186.996	8.667.376
<b>BORRA (Kg)</b>		50.090	62.540	133.930	48.930	63.300	114.350	58.790	61.910	37.090	138.400	82.950	47.950	75.019
<b>PERDA</b>		0,677%	0,868%	1,599%	0,585%	0,717%	1,344%	0,635%	0,693%	0,411%	1,443%	0,889%	0,522%	0,865%
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2010	9.083.536	8.375.880	9.018.021	8.433.313	8.805.149	8.742.849	9.209.298	9.256.183	9.030.676	9.243.282	8.717.048	8.337.280	8.854.376
<b>BORRA (Kg)</b>		64.330	30.900	61.160	75.210	98.150	28.500	129.560	10.390	70.930	46.390	60.370	65.800	61.808
<b>PERDA</b>		0,708%	0,369%	0,678%	0,892%	1,115%	0,326%	1,407%	0,112%	0,785%	0,502%	0,693%	0,789%	0,698%
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2011	8.480.788	7.397.232	6.740.472	4.654.640	4.260.204	3.976.269	2.468.805	1.510.130	1.239.352	1.435.996	1.484.237	1.070.000	3.726.510
<b>BORRA (Kg)</b>		32.900	36.250	40.350	36.350	43.670	35.910	18.160	35.380	62.451	31.527	13.463	37.900	35.359
<b>PERDA</b>		0,388%	0,490%	0,599%	0,781%	1,025%	0,903%	0,736%	2,343%	5,039%	2,195%	0,907%	3,542%	1,579%
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2012	1.349.052	1.069.742	1.270.890	1.450.000	1.705.104	2.159.552	1.877.233	1.053.448	1.819.072	2.945.869	1.398.776	1.123.296	1.601.836
<b>BORRA (Kg)</b>		27.020	9.820	30.140	32.260	37.620	38.720	23.780	30.325	18.590	8.790	73.390	12.860	28.610
<b>PERDA</b>		2,003%	0,918%	2,372%	2,225%	2,206%	1,793%	1,267%	2,879%	1,022%	0,298%	5,247%	1,145%	1,948%
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2013	4.273.639	2.304.256	1.955.512	1.965.363	1.946.160	1.916.730	1.969.699	2.822.625	4.220.139	3.915.321	740.000	851.038	2.406.707
<b>BORRA (Kg)</b>		38.300	37.470	12.030	36.340	65.080	49.410	66.490	46.630	37.770	46.570	37.790	35.930	42.484
<b>PERDA</b>		0,896%	1,626%	0,615%	1,849%	3,344%	2,578%	3,376%	1,652%	0,895%	1,189%	5,107%	4,222%	2,279%
<b>CONSUMO OCA1 (Kg)</b>	2014	2.294.732	1.550.000	868.028	1.063.913	990.023	798.316	716.792	988.116	736.469				1.111.821
<b>BORRA (Kg)</b>		23.260	15.180	63.780	11.770	37.220	24.610	33.420	26.190	26.050				29.053
<b>PERDA</b>		1,014%	0,979%	7,348%	1,106%	3,760%	3,083%	4,662%	2,650%	3,537%				3,127%

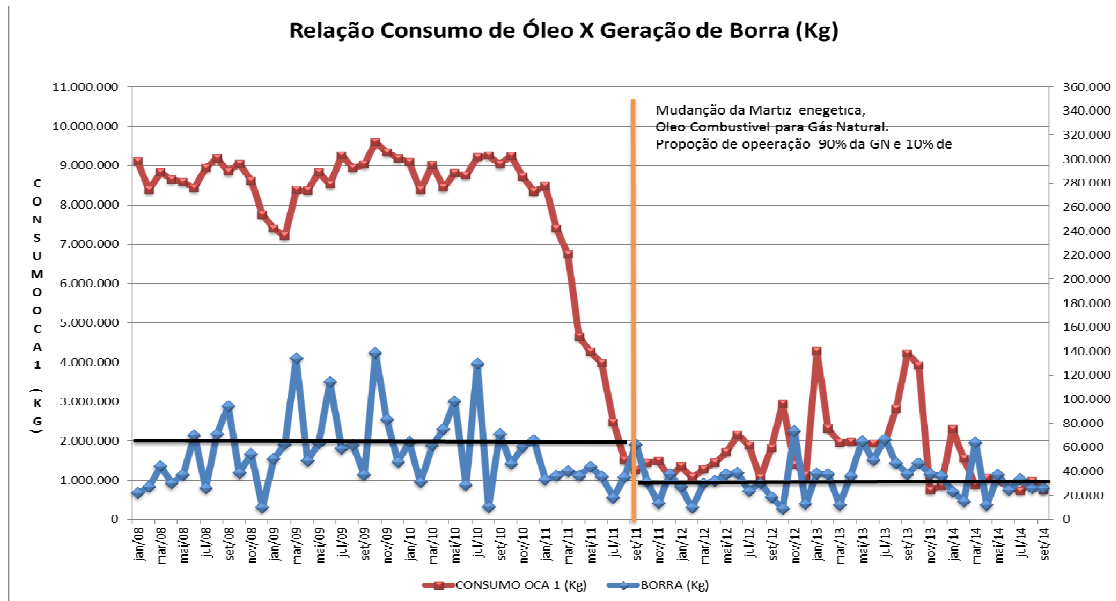


Figura 5.2: Relação de consumo de óleo combustivel e geração de borra em Kg (UTE Manauara, 2014)

Avaliando em termos percentuais observa-se que houve um acréscimo no período pós-uso do gás natural, a produção de borra passou de uma média de 1% para 2,5%, figura 5.3, como o controle e baseado no consumo do óleo combustivel, quantidade de borra por consumo do óleo combustivel e não foi avaliando outras contribuições geradas pela nova tecnologia.

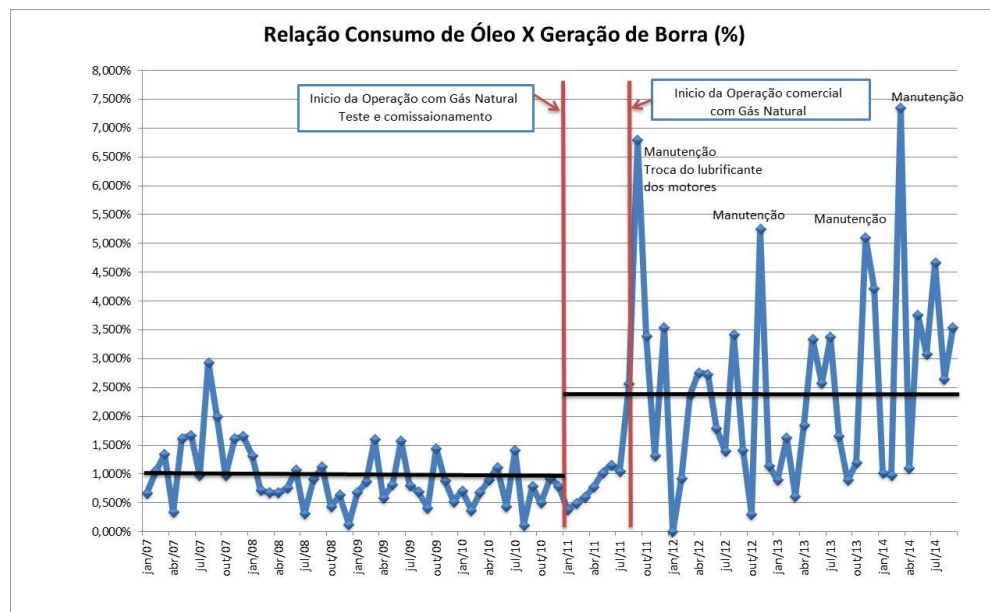


Figura 5.3: Relação de consumo de óleo combustivel e geração de borra em % (UTE Manauara, 2014)

O sistema de compressores que comprime o gás natural de 12 para 350 bar, utiliza óleo lubrificantes em seus estágios de compressão, que também são coletados para o tanque de água oleosa e passa pelo processo de tratamento, gerando borra, valor que não fazia parte do processo antes da mudança da matriz.

Outro fator que deve ser levado em consideração para o aumento deste percentual foi à necessidade de óleo lubrificante mais limpo, diminuição do material particulado, para o novo sistema de injeção de combustível, que fez com que houvesse necessidades de ajustes o tempo de descarga das separadoras, a consequência deste processo foi o aumento de descartes deste sistema, para o processo de tratamento. Também neste período houveram manutenções programadas, que geraram uma quantidade maior de água óleo, gerada pela lavagem das peças.



## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

#### 6.1 CONCLUSÃO

Estação de Tratamento de Efluente, pelos resultados apresentados de DBO e DQO, demonstrou ser eficiente por apresentar uma taxa de remoção superior ao definido na resolução CONAMA 430/2011.

A mudança da matriz energética principal para o gás natural influenciou a na melhoria da qualidade do efluente, os resultados da análise de laboratório indicaram redução dos valores encontrados a partir desta mudança.

Avaliando os valores encontrados nas amostras a jusante a saída da usina, verificou-se que houve redução destes valores, indicando que não há contribuição do lançamento do efluente da UTE Manauara na contaminação do igarapé.

Pelo resultado demonstrado por esta pesquisa, proponho que seja criando um indicador para o monitoramento ambiental do tratamento do efluente, a relação entre DQO e DBO, que estabelece o grau de biodegradabilidade do efluente, além deste indicador, realizar controle dos resultados de todos os parâmetros estabelecidos na Licença Operacional (LO), que determina que havendo alteração dos resultados, a empresa deverá emitir relatório com medidas para correção. Os gráficos apresentados na avaliação dos resultados do capítulo V podem ser exemplo deste controle.

Este trabalho deixou com sugestão de melhoria:

- Instalação de medidor na saída da estação de tratamento de água, para determinar a quantidade de água consumida nos processos operacionais da usina;
- Instalação de medidor na saída da estação de tratamento de efluente, para medição exata da quantidade de efluente gerada.

As medições darão condições para realizar o monitoramento com maior precisão, servirá para avaliar o consumo de água, recurso extremamente necessário nas atividades de operação e caro, apesar da água utilizada ser de captação de poços, há um tratamento agregado, além disso, há limitações da quantidade de água que pode ser extraída dos poços.

## 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Estudo do reuso da água da saída da estação de tratamento, para o uso de atividade menos nobre como é o caso da lavagem de peça durante as manutenções e lavagem das áreas da usina. Todos resíduos líquidos gerados são enviados para o tanque de água oleosa, que posteriormente serão tratados na Estação de Tratamento de Efluente. A capacidade de tratamento desta estação é de 700L/h. Atualmente não há medição da quantidade do efluente gerado na usina, porém de forma indireta pode-se determinar através das horas de tratamento. Diariamente são seis horas de tratamento, desta forma são tratados 4.200 litros/dia.

Outro estudo pode ser realizado para avaliação da geração de borra e se esta pode ser reaproveitada no processo. Atualmente são gerada cerca de 30 toneladas de borra por mês, isto representa aproximadamente 3% da quantidade consumida de óleo combustível.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Leandro de Oliveira. Petróleo: caracterização, identificação, situação atual e perspectivas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de agronomia. Rio de Janeiro, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Resolução nº 219, de 6 de Junho de 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Aplicações: capacidade Brasil (2003). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 08 ago. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil (2002). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: Acesso em 25 de junho de 2014

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Fontes não-renováveis: carvão mineral (2012). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso: 20 ago. 2014.

ARAÚJO, Geraldino Carneiro de, et al. SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: Conceito e Indicadores. III CONVIBRA, 2006. Disponível em: [http://www.convibra.org/2006/artigos/61\\_pdf.pdf](http://www.convibra.org/2006/artigos/61_pdf.pdf). Acessado em dezembro de 2014.

Balanco Energético Nacional (2010). Disponível em: <http://ben.epe.gov.br>, acessado em janeiro de 2012.

BARBIERI, José C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2009.

BELLEN, Hans Michal van, Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. 2 Ed. Rio de Janeiro, FGV2006.

BEN, Balanco energético Nacional. Divulgação 2013, Disponível em: <<http://www.ben.epe.gov.br/downloads/resultados>> Acesso em: 23 de junho de 2014.

BRASI, Resolução CONAMA 01/86, de 23/01/1986

BRASI, Resolução CONAMA 430/2011, de 13/05/2011

BRASIL, Resolução CONAMA 20/86, de 18 de junho de 1986

BRENNHAS, Maria José; MACHADO, Rosário; DINIS Maria Alzira. Vantagens do Ciclo Combinado a Gás Natural face a outras Tecnologias de Produção de Energia. Estudo de Caso: A Central da Tapada do Outeiro, Portugal – 2008.

CARVALHO, Anderson Domingueti et al. As construções das novas usinas no Brasil. 2012.

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétricas. Disponível em <http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=37>. Acessado em dezembro de 2014

COMPANHIA DE GÁS DO AMAZONAS (CIGÁS). **Gás natural** (2011). Disponível em: <<http://www.cigas-am.com.br/>>. Acesso em: 10 Out. 2011.

COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA (UTE MANAUARA). **Relatório técnico**, 2013.

DEMO, P. Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento. Petrópolis:Voices, 1997.

DEZOTTI, Marcia. Processo e Técnica para o Controle Ambiental de Efluente Líquido, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em : <https://books.google.com.br>. Acesso em 18/05/2012

DIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 1. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

DINAMICA AMBIENTAL. Gerenciamento e descarte de resíduos líquidos. Disponível em: <http://www.dinamicambiental.com.br/> Acessado em outubro 2013

Disponível em:

Disponível em: [http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/fontes?\\_afLoop=10709646125091#%40%3F\\_afLoop%3D10709646125091%26\\_a df.ctrl-state%3D13q1yb0q7\\_4](http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_afLoop=10709646125091#%40%3F_afLoop%3D10709646125091%26_a df.ctrl-state%3D13q1yb0q7_4) . Acessado em maio de 2014

DONAIRE, Denis. Gestão ambiental na empresa. - 2.ed. - São Paulo, Atlas, 1999. Disponível em: <http://gestaoambientalnaempresa.blogspot.com.br/>. Acessado em dezembro de 2014

Eletrobrás Amazonas Energia - <http://www.amazonasenergia.gov.br/>. Acessado em janeiro de 2014

ELETROSUL. Usinas Termelétricas a ciclo vapor. Curso CESP, São Paulo, nov. 1994.

EPE - PNE 2030 - Disponível em: [http://www.epe.gov.br/PNE/20080111\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf). Acessado em: Janeiro, 2014

FENKER, E. Análise custo-benefício aplicável ao meio-ambiente. (2007). Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/>>. Acesso em: 20 out. 2012.

FERREIRA, J.A.M. Tratamento de efluentes. VII Encontro Nacional sobre métodos dos laboratórios da Embrapa. 4 a 7 de novembro de 2003.

GIL, A.C. Como elaborar projeto de pesquisa. 4ª Edição. Editora Altas. São Paulo. SP. 2002.

GUERRA, S.M.; CARVALHO, A.V. Um paralelo entre os impactos das usinas hidrelétricas e termelétricas. ERA, v. 35, n.4, jul./ago. 1995.

HAMBRICK, D.C. Environmental scanning and organizational strategy. Strategic management Journal, v. 13, n. 2, p. 44-49, 1982.

<http://www.perceptron.unis.edu.br/files/2013/03/Asconstru%C3%A7%C3%B5es-das-novas-Usinas-no-Brasil.docx>>. Acesso em 23 mar. 2013.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Mariana de Andrade: Metodologia do trabalho científico: Procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos, 7ª Ed-São Paulo-Atlas-2010.

Licença Operacional – LO 262/06-07 – Companhia Energética Manauara – Julho,2013

LOZANO, P. E. P.; OLIVEIRA, S. N. A contabilidade como instrumento de auxílio à gestão ambiental nas organizações. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – UNISALESIANO, Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins, 2006.

MAIADIGITAL. O que são indicadores de sustentabilidade? Disponível em: [ambiente.maiadigital.pt/ambiente/indicadores/o-que-sao-indicadores-de-sustentabilidade](http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/indicadores/o-que-sao-indicadores-de-sustentabilidade). Acesso em: 05 out. 2013.

MANAUS, Resolução COMDEMA 034/2012 de 27 de julho de 2012

MEYER, M. M. Gestão ambiental no setor mineral: um estudo de caso. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MILLER, D. Environmental fit versus internal fit. *Organization Science*, v. 3, n.2 Quebec, Canadá, maio, 1992.

Ministério de Minas e Energia (MME) – Eletrobrás CGTEE. Disponível em: <http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=37>. Acessado em setembro de 2014.

MORAES, Daniel Corrente de. A geração de energia elétrica de forma distribuída na concretização da sustentabilidade econômica e social; graduação em direito pela Universidade regional do noroeste do estado do rio grande do sul – RS, 2013.

MORIN, Edgar. Os problemas do fim do século. 3.ed. Trad. Cascais Franco. Lisboa/Portugal: Editorial Notícias, 1996.

MOUTINHO, Edmilson dos Santos. Gás natural: Estratégias pra uma energia nova no Brasil. Annablume, Fapesp, Petrobrás: São Paulo, 2002.

NASCIMENTO, Fernanda; SOUZA, Jason Levy Reis de. MENESES, Tamires Gregório. Fontes de energia renováveis: energia geotérmica: histórico, utilização, potencialidade e pontos positivos e negativos (2010). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia.

NBR ISO 14001. Sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. 2.ed. Rio de Janeiro: [s.n.] 2004.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico - <http://www.ons.org.br>. Acessado em março de 2014

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) [http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/mapas\\_sin.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx), acessado em janeiro 2014.

OPERSAN. Nova opersan: soluções ambientais (2013). Disponível em: <http://info.opersan.com.br/>

PEREIRA, C. A. S.; ANTONIO, R. L. Gestão ambiental. Monografia (Graduação em Administração) – UNISALESIANO, Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins, 2006.

RIBEIRO NETO, João Batista M. Sistema de gestão integrado: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social e segurança e saúde do trabalho. São Paulo: Editora Senac, 2008.

ROBAINA, JOSÉ Vicente Lima: Unidade experimentais de Química: Cotidiano Inorgânico – Ed. ULBRA, 2000

ROSA, Carlos Adriano, Energia Renovável - Solar , MG : FAPEPE, 2007.

ROSA, Carlos Adriano. Eólica. Itajubá, MG : FAPEPE, 2007.

ROYA, Bruno; FREITAS, Eduardo; BARROS, Evandro; ANDRADE, Fábio; PRAGANA, Michael; SILVA, Djalma José Alexandre da. Biogás: uma energia limpa. Revista Eletrônica Novo Enfoque, ano 2011, v. 13, n. 13, p. 142-149.

SADLER, B. International study of the effectiveness of environmental assessment: environmental assessment in a changing world. Final Report, United Nations Environment Protection, 1996. Disponível em: <<http://www.erin.gov.au>> Acesso em: 08 out. 2013.

SÁNCHEZ, L.E. Avaliação de impacto ambiental conceito e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

SANTOS, E.C. Educação ambiental e festas populares: um estudo de caso na Amazônia utilizando o Festival Folclórico de Parintins (AM). Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso. Tese de Doutorado, 2001.

SAVITZ, A.W. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro : Elsevier, 2007.

SEIFFERT, Mari E. B. ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica. São Paulo: Atlas, 2006.

SILVA, W.F.; AMARAL, S.P. Medidas de gestão ambiental, eco-eficiência e sustentabilidade em uma usina termoeletrica a gás natural. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 12 a 13 de agosto de 2011.

SOARES, C.R.U.; BARBOSA, L.A.A. Sistema de gestão integrada de segurança, meio ambiente e saúde (SMS): uma experiência de implantação. Belo Horizonte. Anais. 2001.

SOUZA, Alexandre do Nascimento; JACOBI, Pedro Roberto - iExpansão da Matriz Hidrelétrica no Brasil: as Hidrelétricas da Amazônia e a perspectiva de mais Conflitos Socioambientais. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT17-601-577-20100903225428.pdf>. Acessado em março de 2014.

STAMM, H.R. Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Florianópolis, 2003.

STANO Júnior, Ângelo. Energias renováveis. Itajubá, MG: FAPEPE, 2007.

TACHIZAWA, Takeshy. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade. São Paulo: Atlas, 2009.

TRIOLA, Mario F. Introdução à Estatísticas. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1999

VIEIRA, Neise Ribeiro. Poluição do ar: Indicadores Ambientais. Rio de Janeiro: E-papers, 2009.

VIEIRA, V. Ambiente: lenta agonia sob as águas. São Paulo: Abril, Revista Veja, edição 2070, ano 41, nº 29, 23 de julho de 2008.

VON SPERLING M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuais – Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 2005.

Wartisila, Manual SENATEC, 2009

WEBER, P. S. A gestão ambiental na empresa. Ambiente Brasil – portal ambiental. Curitiba. In: Revista Sanare, v.12. jul-dez.1999.

ZILBERMAN, Isaac. Introdução à Engenharia Ambiental. Ed, ULBRA, 1997. RAE electron. vol.2 nº.2 São Paulo July/Dec. 2003. Disponível em: [books.google.com.br/](http://books.google.com.br/). Acessado em dezembro de 2014