



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

**AVALIAÇÃO DA MUDANÇA DE MATRIZ ENERGÉTICA DA
USINA COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA – UTE
MANAUARA NA PERSPECTIVA DE MELHORIA DA
QUALIDADE DO AR**

FERNANDO PÊGAS DA SILVA

**Belém – PA
2014**



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

**AVALIAÇÃO DA MUDANÇA DE MATRIZ ENERGÉTICA DA
USINA COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA – UTE
MANAUARA NA PERSPECTIVA DE MELHORIA DA
QUALIDADE DO AR**

FERNANDO PÊGAS DA SILVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Aline Maria Meiguins de Lima

Belém – PA
2014

AVALIAÇÃO DA MUDANÇA DE MATRIZ ENERGÉTICA DA USINA COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA – UTE MANAUARA NA PERSPECTIVA DE MELHORIA DA QUALIDADE DO AR

FERNANDO PÊGAS DA SILVA

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, área de concentração: Saneamento Urbano, tendo sido aprovada em sua forma final pelo Programa de Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (PPCS) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Aprovada em 20 de Janeiro de 2014.

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

Prof^a. Dr^a. Aline Maria Meiguins de Lima
(Orientadora – UFPA)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Bernardo Nunes de Moraes Neto
(Examinador Externo – UnB)

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

“A Deus por ter-me dado o dom da vida.”

“Ninguém está proibido de fazer melhor do que eu.” - **Martinho Lutero**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais João Pêgas da Silva, “IN MEMÓRIA” e Marilza de Oliveira Silva, que com lutas, mas principalmente com muita dedicação e amor, me deram a educação sem a qual não teria chegado a lugar algum. *“Vocês são o meu grande orgulho e quero que tudo que faço em toda a vida seja prova de que o pouco que acham que fizeram por mim, na verdade foi muito mais do que qualquer filho no mundo poderia querer. Vocês me deram simplesmente tudo e vão estar eternamente em tudo o que faço”*.

À minha esposa Elene Lunieres Santiago Pêgas, pela paciência nas horas a fio em que fiquei estudando, e além desta paciência, quero agradecer-lhe principalmente pelo compartilhado do entusiasmo, pela motivação e pelo apoio que sempre me dá. *“Você é maravilhosa, minha querida, e é a fonte de inspiração de tudo que faço. Com a sua inteligência, sua alegria e todo o apoio que me dá, eu sei que amanhã será sempre melhor do que hoje, não importa o que aconteça”*.

Às minhas filhas Prisca Dara Lunieres Pêgas e Thábita Duanna Luniere Pêgas, meu pedido de perdão, por tê-las relegado ao segundo plano, ficando semanas distantes, quando era necessário acompanhá-las em suas maneiras de ser.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar este trabalho a muitas pessoas que de alguma forma me ajudaram e incentivaram, mas por não poder manter uma lista que cresceria a cada dia, vou ser bastante seletivo e dedicá-lo as pessoas diretamente envolvidas, não apenas no que fazemos, mas em toda a nossa vida.

A Prof^ª. Dr^ª. Aline Maria Meiguins de Lima, orientadora deste projeto de dissertação, pelas suas sugestões, observações, conselhos e apoio material.

Ao Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira, coordenador acadêmico deste curso, pelas suas atribuições e diretrizes.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, coordenador-adjunto do curso, por tudo que aprendi como seu aluno e profissional que és.

Aos demais professores do curso de pós-graduação, pelo apoio, atenção e nossa formação.

Aos colegas da pós-graduação, em cujas aulas e discussões algumas questões se iluminaram.

À nossa família, cujos agradecimentos sempre serão poucos.

Ao diretor da Companhia Energética Manauara, Paulo Cesar Rocha Gomes, cujo apoio e disponibilização de informações técnicas, permitiram que estudássemos e realizássemos esse trabalho.

Ao Luis Carlos Balreira devo uma co-orientação informal, pela leitura, comentários, revisão e críticas à nossa pesquisa.

Aos colegas Guido Norden e Marcio Figueiredo, pelas traduções e interpretações, de palavras e textos em inglês.

Ao Engenheiro Ambiental Arimar Neves Neto, pelo suporte técnico.

Aos amigos da Companhia Energética Manauara, que me “aturam” todos os dias, em especial Alcimar de Jesus França, Marcos Alexandre Caldas da Silva e Oiama Guedes.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho.

Reitero aqui minhas palavras, sendo este um trabalho individual e muitas vezes solitário, de que não se pode empreendê-lo sem a ajuda dos que nos cercam e querem bem.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

As usinas termoeletricas (UTE) são estações geradoras de eletricidade alimentadas com carvão, óleo diesel, energia nuclear e biomassa. A usina Companhia Energética Manauara, por exemplo, situada na cidade de Manaus/AM, trocou sua matriz energética de óleo combustível (OC) para gás natural (GN). Embora o petróleo mantenha-se como uma fonte energética insuperável até o presente momento, alavancando a economia mundial, por motivos ambientais, principalmente, as usinas térmicas a óleo diesel ou carvão mineral, no Estado do Amazonas, estão sendo adaptadas ou convertidas ao gás natural. O gás natural (GN) praticamente não gera particulados, tampouco dióxido de enxofre, sendo que as emissões de dióxido de carbono acontecem em média 30% menor em relação a outros combustíveis. O advento histórico da Zona Franca de Manaus (ZFM) e de seu Polo Industrial (PIM), por exemplo, fez com que a capital do estado do Amazonas sofresse um processo de “inchaço populacional”, que cada vez mais se dirige às zonas periféricas da cidade tomando as áreas chamadas de expansão urbana, em uma ocupação desordenada, rápida e agressiva. Tal fenômeno tem sido verificado em todo o mundo, por isso, para aliviar as pressões da poluição sobre o meio ambiente as atenções têm se voltado para fontes energéticas cada vez mais limpas e econômicas. O presente estudo tem como objetivo geral caracterizar as mudanças dos índices dos efluentes gasosos quando da alteração da matriz energética (óleo combustível para gás natural) na UTE Manauara. A metodologia utilizada empregou dados resultantes do monitoramento de emissões gasosas e qualidade do ar. A partir destes observou-se que os parâmetros analisados encontravam-se dentro dos índices exigidos nas resoluções CONAMA, os grupos geradores pesquisados operam em concordância com as condições de qualidade ambiental exigidos, tendo sido positiva a mudança de matriz energética, do óleo combustível para gás natural.

Palavras-chave: Melhoria da qualidade do ar; UTE Manauara; mudança de matriz energética.

ABSTRACT

The thermal power plants (UTE) are generating stations supplying electricity with coal, diesel oil, nuclear power and biomass. The plant Manauara Energy Company, for example, in the city of Manaus/AM, changed its energy fuel oil (OC) to natural gas (GN). Although oil remains unsurpassed as an energy source to date, leveraging the global economy, for environmental reasons, mainly the thermal diesel oil or coal, in the State of Amazonas, plants are being upgraded or converted to natural gas. Natural gas (GN) generates almost no particulate, either sulfur dioxide, and emissions of carbon dioxide occur on average 30% lower compared to other fuels. The historical advent of the Manaus Free Zone (ZFM) and its Industrial Hub (PIM), for example, made the capital of Amazonas state suffered a process of "swelling population", which increasingly is directed to outlying areas city taking the areas called urban sprawl in a disorderly, fast and aggressive occupation. This phenomenon has been observed around the world, so to relieve the pressures of pollution on the environment attentions have turned to increasingly cleaner and more economical energy sources. The present study aims to describe the changes of the indices characterizing the flue gases when changing the energy matrix (fuel oil to natural gas) in UTE Manauara. The methodology employed data derived from the monitoring of gaseous emissions and air quality. From these it was observed that the parameters analyzed were within the levels required by the CONAMA resolutions, gensets surveyed operate in accordance with the conditions of environmental quality required , having been a positive change in the energy matrix, the fuel oil to gas natural.

Keywords: Improvement of air quality; UTE Manauara; changing energy matrix.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
SUMÁRIO	x
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiv
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	01
1.1 OBJETIVO GERAL	03
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	03
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	03
CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO	04
2 CONTEXTO REGIONAL AMAZÔNICO	04
2.1 PROJEÇÕES DE DEMANDA ENERGÉTICA FUTURA	04
2.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	06
2.2.1 Alternativas Hidroenergéticas para Manaus	07
2.2.2 Alternativas Termoenergéticas para Manaus	10
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	11
2.4 CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO DA REGIÃO	14
2.4.1 Clima e qualidade do ar	14
2.4.2 Recursos hídricos	16
2.4.3 Flora	16
2.5 CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS NA EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO, NO ÂMBITO GLOBAL	18
2.6 POLUIÇÃO DO AR	22
2.7 IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO E A SAÚDE HUMANA	25
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	28
3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	28
3.1 ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE INFORMAÇÕES	28
3.1.1 Método e Técnica da Pesquisa	28
3.1.2 Abordagem por Processos - Ação de Platts	28
3.2 QUANTO AOS FINS E MEIOS DE INVESTIGAÇÃO	30
3.3 MÉTODOS DE ABORDAGEM E DE PROCEDIMENTO	30
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	31
3.4.1 Método e equipamento para avaliação atmosférica	31
3.4.2 Descrição do Equipamento CIPA	34
3.4.3 Dados da Fonte Monitorada	35
3.4.4 Método e equipamento para avaliação da qualidade do ar	36
3.4.5 Descrição do Equipamento AGV – PTS	37
3.5 TRATAMENTO DOS DADOS	37
3.6 AVALIAÇÃO E ANÁLISE	38

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4 AVALIAÇÃO DA COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA QUANTO A REDUÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR	39
4.1 RESULTADOS DOS ÍNDICES, COMPARAÇÃO CONSUMO ÓLEO COMBUSTÍVEL X GÁS NATURAL	39
4.1.1 Monitoramento das Emissões Gasosas das Chaminés	42
4.1.2 Monitoramento da Qualidade do Ar	46
4.2 NÍVEL DE EFICIÊNCIA ALCANÇADO	48
4.3 MELHORIA DA MATRIZ ENERGÉTICA	50
CAPÍTULO V – CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Matriz de Energia Elétrica Brasileira - Capacidade Instalada _____	04
Tabela 2.2: Aproveitamentos Hidroelétricos situados até 500 km de Manaus _____	07
Tabela 2.3: Principais Poluentes do Ar e Efeitos _____	24
Tabela 2.4: Fontes de Poluição _____	24
Tabela 3.1: Equipamentos utilizados _____	31
Tabela 3.2: Proporção Média da Mistura do Combustível _____	35
Tabela 4.1: Média dos Resultados dos Parâmetros Monitorados das Fontes 2006-2013 _____	40
Tabela 4.2: Média dos Resultados dos Monitoramentos da Qualidade do Ar 2007-2013 _____	41
Tabela 4.3: Classificação dos Índices de Qualidade do Ar utilizados pela CETESB X UTE _____	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Localização do Empreendimento na Malha Viária da Cidade _____	12
Figura 2.2: Ilustrativo da Usina Termoelétrica Manauara _____	13
Figura 2.3: Série de Temperaturas Médias (°C) 1931 à 1990 Estação Meteorológica de Manaus _____	15
Figura 2.4: Hidrografia da Área de Localização da UTE Manauara _____	16
Figura 2.5: Cobertura vegetal da área de instalação da UTE Manauara _____	17
Figura 3.1: Pontos de Amostragem na Chaminé _____	32
Figura 3.2: Ilustração do Equipamento Utilizado – CIPA _____	33
Figura 3.3: Ilustração do Equipamento Utilizado – CIPA _____	33
Figura 3.4: Amostrador de Grande Volume _____	37
Figura 4.1: Resultados médios dos parâmetros monitorados – Grupo Gerador 1 _____	42
Figura 4.2: Resultados médios dos parâmetros monitorados – Grupo Gerador 2 _____	43
Figura 4.3: Resultados médios dos parâmetros monitorados – Grupo Gerador 3 _____	43
Figura 4.4: Resultados médios dos parâmetros monitorados – Grupo Gerador 4 _____	44
Figura 4.5: Resultados médios dos parâmetros monitorados – Grupo Gerador 5 _____	44
Figura 4.6: Quadro Geral de Monitoramento das Fontes por Matriz Energética 2006-2013 _____	45
Figura 4.7: Resultados médios dos parâmetros monitorados - Sede UTE Manauara _____	46
Figura 4.8: Resultados médios dos parâmetros monitorados - Comunidade S. João _____	47
Figura 4.9: Quadro Geral de Monitoramento da Qualidade do Ar 2007-2013 _____	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional de Petróleo
AGV	Amostrador de Grande Volume
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
Boe/d	Barris de Óleo por dia
Bpd	Barris por dia
CIGÁS	Companhia de Gás do Amazonas
CO ₂	Gás Carbônico
CIPA	Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos
CPI	Comissão Parlamentar de Inquérito
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EIA	Estudos de Impactos Ambientais
E&P	Exploração e Produção
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
GNV	Gás Natural Veicular
H ₂ S	Gás Sulfídrico
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
HNO ₃	Ácido Nítrico
HSO ₃	Hidrogenossulfito ou Sulfito Ácido ou Bissulfito
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índices de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i>
LUC	Leste de Urucu
LGN	Líquido de gás natural
MP	Material Particulado
MW	Megawatt
OMS	Organização Mundial de Saúde
PTS	Partículas Totais em Suspensão
Ph	Potencial de Hidrogênio
PIS	Programa de Integração Social
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIM	Pólo Industrial de Manaus
PROCONVE	Programas de Controle de Emissões Veiculares
PIE	Produtora Independente de Energia
PRONAR	Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar
PTS	Partículas Totais em Suspensão
QAV	Querosene de Aviação
Rima	Relatório de Impacto Ambiental
SEDEMA	Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente
SISAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SO2	Dióxido de Enxofre
UEPs	Unidades de Produção
USEPA	United States Environmental Protection Agency
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UTE	Usinas Termoelétricas

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O ar, por se tratar de um recurso ambiental, é um bem passível de degradação, sendo que a poluição pode ser concomitantemente proveniente das mais diversas fontes e atividades poluidoras, sejam essas econômicas ou não, com consequências para a vegetação, para o clima, causando danos materiais e efeitos nocivos à saúde e bem estar dos seres humanos.

A energia, por sua vez, é fator essencial ao desenvolvimento social e econômico de uma região ou país. A qualidade de vida dela resultante possibilita realizar as tarefas mais simples e essenciais ao cotidiano de qualquer pessoa.

Nas últimas décadas, os avanços do conhecimento científico e da capacidade de monitoramento e medição têm resultado em maior conscientização a respeito dos efeitos mais sutis sobre o ambiente e a saúde humana, associados à produção, conversão e uso da energia.

Sabe-se, agora, que a queima de combustíveis fósseis é responsável por emissões substanciais de elementos poluidores do ar – inclusive enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e fuligem – que desempenham um papel fundamental na formação de material particulado fino, do ozônio no nível do solo e da chuva ácida; a utilização da energia também contribui fortemente para a liberação de metais persistentes, tais como chumbo e mercúrio, e outros materiais perigosos no meio ambiente (FAPESP, 2010).

Desta forma, a adaptação das necessidades humanas ao meio ambiente, torna-se um grande desafio para a humanidade. Além disso, com uma maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais e preocupação por parte da população, a importância dada às normas e possíveis punições aos infratores vem crescendo, juntamente com a busca por soluções para os problemas de ordem ambiental por parte dos empreendedores.

No Brasil o consumo de energia com o condicionamento climático é da ordem de 3% do total produzido segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, 2007), e por esse motivo a idealização de projetos de edificações visando melhorar as condições climáticas internas, através do aproveitamento das condições

ambientais regionais e recursos arquitetônicos, pode ajudar a reduzir o consumo energético. Discute-se assim, que as edificações podem, conforme o projeto tornarem-se mais ou menos confortáveis, consumir mais ou menos energia, para tornarem-se próprias ao uso. A busca por eficiência energética nas edificações e equipamentos é uma constante em todo o mundo, mas, além de tudo é uma necessidade, para que se alcance um futuro de acordo com padrões sustentáveis de desenvolvimento (FRANCISCO; INO, 2009).

As usinas termoeletricas envolvem empreendimentos descentralizados com potenciais menores, sendo que as licenças ambientais são mais simples de serem obtidas e existe uma maior disponibilidade de equipamentos no mercado em comparação com equipamentos para geração hídrica.

Tais fatores contribuem para que estas usinas termoeletricas atendam de forma mais ágil às necessidades de geração de energia, principalmente quando movidas a gás natural, combustível limpo, além de promover o ingresso de novos agentes e de capital privado no setor energético. Portanto, de nada adianta fazer investimentos sem estudos preliminares que indiquem as melhores opções energéticas para cada uma das localidades a serem beneficiadas (NANNI, 2005).

Neste cenário, busca-se caracterizar as mudanças dos índices dos efluentes gasosos quando da alteração da matriz energética (óleo combustível para gás natural) na usina Companhia Energética Manauara - UTE Manauara, situada na cidade de Manaus/AM, em decorrência da modernização nas instalações e automaticamente abatimento nas emissões atmosféricas.

Para tanto, foi desenvolvida uma proposta na modalidade pesquisa-ação utilizando-se alguns elementos de estudo de caso e pesquisa documental. O trabalho procurou abranger os dados desde a implantação da usina, período de conversão dos seus motores, de óleo combustível para gás natural, fase de testes durante a adaptação para a nova matriz energética, consumo oficial com gás natural, até a estabilidade média de consumo, em torno de 10% de óleo combustível e 90% de gás natural. Destacamos que ainda continuam os testes para identificar a performance ideal de rateio/consumo, o que poderá gerar novos resultados e novas pesquisas sobre o tema deste trabalho.

1.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as mudanças dos índices dos efluentes gasosos quando da alteração da matriz energética (óleo combustível para gás natural) na usina Companhia Energética Manauara - UTE Manauara, situada na cidade de Manaus/AM, em decorrência da modernização nas instalações e automaticamente abatimento nas emissões atmosféricas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar comparativamente os resultados das amostragens coletadas, pré e pós consumo com gás natural na UTE Manauara;
- Identificar o nível de eficiência alcançado;
- Avaliar a resposta em termos de melhorias da matriz energética.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Inicialmente abordou-se no Capítulo 1, a introdução e natureza deste trabalho, justificativa, objetivos e o tema estudado.

No Capítulo 2, o referencial teórico apresentando o contexto regional amazônico, as projeções de demanda energética, as alternativas tecnológicas e a comparação entre elas, o conceito de poluição atmosférica e suas fontes (principais poluentes), as formas de poluição e contaminação, seus impactos e área de influência, e a caracterização do empreendimento, afim de fornecerem a base teórica deste estudo.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia empregada no trabalho e a gestão da poluição atmosférica da usina.

Os resultados e discussões são apresentados no Capítulo 4.

Finalmente na última parte, Capítulo 5, são apresentadas as conclusões e considerações finais sobre o objeto do estudo.

CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO

2 CONTEXTO REGIONAL AMAZÔNICO

2.1 PROJEÇÕES DE DEMANDA ENERGÉTICA FUTURA

De acordo com Sartori (2008), o Brasil possui um potencial hidrelétrico de 195.000 MW além do que já está instalado, sendo que mais de 50% disto está na Amazônia (Tabela 2.1), e o Norte já está interligado ao resto do País por meio de linhas de transmissão. O problema do consumo de energia restringe-se basicamente às horas de pico, entre às 17h30 e 20h30 e a duração do pico máximo é de menos de uma hora, sendo que no restante do dia a capacidade energética instalada fica praticamente super-dimensionada (SNSA, 2007).

Tabela 2.1: Matriz de Energia Elétrica Brasileira - Capacidade Instalada

Fonte	Nº Usinas	Capacidade instalada (MW)	%Capacidade disponível
Hidrelétrica	906	81.152	71,04%
Gás	133	13.122	11,49%
Biomassa	402	8.019	7,02%
Petróleo	888	7.056	6,18%
Nuclear	2	2.007	1,76%
Carvão mineral	10	1.944	1,70%
Eólica	51	929	0,81%
Solar	5	0,09	<0,01%
Capacidade Disponível	2.397	114.229	100%

Fonte: UDOP (2011).

No Brasil, as usinas térmicas são utilizadas para dar segurança ao sistema elétrico, que utiliza prioritariamente energia gerada por hidrelétricas. Quando o nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas está abaixo do esperado, o acionamento das térmicas aumenta (CORREIO DO BRASIL, 2010). As usinas térmicas não são propriamente eficientes, em algarismos sua produção global é cerca de 38%, isto é, apenas aproximadamente 38% da energia térmica colocada na usina pelo combustível torna-se aproveitável como a energia elétrica.

Nas projeções para Manaus/AM, para o período 2004-2013, realizadas pela Amazonas Energia-concessionária de energia no Estado do Amazonas (2003), foram tomadas como premissas básicas, o atendimento de 100% dos consumidores irregulares de terreno na

periferia da cidade, os investimentos realizados pelas indústrias na especialização da mão-de-obra, o aumento do nível de automação nos processos produtivos e o esforço na busca de novos mercados pelas indústrias do Parque Industrial (PINTO et. al., 2010).

A demanda de energia elétrica de uma região é diretamente influenciada pela dinâmica socioeconômica a qual está inserida. Portanto indicadores tanto demográficos quanto econômicos são de fundamental importância no que concerne às projeções futuras de demanda por energia elétrica.

Neste cenário a UTE Manauara, Produtora Independente de Energia-PIE, iniciou suas atividades operacionais em 22.09.2006, inicialmente consumindo óleo combustível e a partir de 2011, após a adaptação de seus grupos geradores, gás natural, com a chegada deste novo combustível na região, que é um combustível fóssil que se encontra na natureza, normalmente em reservatórios profundos no subsolo, associado ou não ao petróleo (CORREIA, 2012).

O uso desse gás leva a uma menor poluição atmosférica que aquela proveniente de derivados de petróleo, devido sua queima ser mais limpa que os demais combustíveis, pois não precisa ser atomizado para queimar, o que lhe confere uma combustão limpa e mais eficiente no que se refere ao seu rendimento térmico, minimizando as emissões gasosas (ENERSISA, 2008).

Considerando o exposto acima, é esperado pela Amazonas Energia que em 2013, a energia requerida em GWh na cidade de Manaus seja o dobro da demanda atual, sem contar com os desafios para a Copa de 2014. Com isso novas estruturas de abastecimento elétrico deverão ser instaladas na cidade, caso contrário existe a possibilidade de uma série de apagões como aconteceu nos anos de 1997 e 1998, os quais comprometeram o faturamento anual do setor industrial da região (PINTO et. al., 2010)

Segundo a Eletrobras (2011), com uma potência de 50MW, entra em operação a primeira usina a gás Eletrobrás Amazonas Energia, funcionando no Complexo de Mauá, Zona Leste. A conclusão dos serviços de conversão da primeira Unidade Geradora de energia elétrica a gás, a UGG 08, marca a entrada do funcionamento da primeira unidade geradora própria a operar no Estado com a opção bi-combustível (óleo ou gás natural). Com a

conversão dessa máquina, o Parque Gerador de Manaus passa a disponibilizar 170MW (junto com as Unidades dos PIEs de Jaraqui e Tambaqui) que utilizam o gás natural para a produção de energia elétrica em Manaus.

A província petrolífera de Urucu, localizada no Município de Coari, a 650 km de Manaus/AM, produz há cerca de 30 anos e é considerada referência mundial de convivência harmoniosa com o meio ambiente. Sua história começa a se escrever a partir de 1986, com a primeira descoberta de poços com capacidade de produção comercial; petróleo e gás natural são fontes energéticas que contribuem significativamente no produto interno da Região (PETROBRAS, 2012).

Conforme a Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2009), Urucu produz óleo de alta qualidade (49°API), sendo o mais leve dentre os óleos processados nas refinarias do país. Essas características resultam em seu aproveitamento especialmente para a produção dos subprodutos mais nobres do petróleo: gasolina, QAV (querosene de aviação), Nafta petroquímica, Óleo diesel e GLP (gás liquefeito de petróleo, o gás de cozinha). Dos 60 poços terrestres produtores existentes hoje em Urucu, 50 deles estão entre os 75 mais produtivos do Brasil. Dessa província são retirados em média, diariamente, cerca de 9,9 milhões m³ de gás e 53.000 barris de óleo. Urucu responde, ainda, pela produção de aproximadamente 1,2 toneladas de GLP (gás de cozinha), capaz de abastecer todos os Estados da Região Norte e parte do Nordeste.

2.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Qualquer sociedade, mesmo que ela seja 100% orgânica, gera poluição para satisfazer suas necessidades de sobrevivência. O caso da escolha da fonte energética para o abastecimento da cidade de Manaus não é diferente. Assim, neste segmento procura-se analisar aspectos positivos e negativos das principais fontes energéticas. Ênfase especial será dada aos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

2.2.1 Alternativas Hidroenergéticas para Manaus

O Estado do Amazonas, apesar de apresentar uma admirável malha fluvial, possui poucos aproveitamentos hidráulicos. A principal razão para este fato é a pequena inclinação da região, o que pode ser comprovado pela cota do rio Amazonas a 3.100 km de sua foz (nível do mar), que é de apenas 65 metros (a altitude máxima da cidade de Manaus é 92m). Este fato reflete-se também no impacto ambiental causado pela grande área inundada das barragens da região, como é o caso da Hidroelétrica de Balbina (SILVA et. al., s.d.).

Todos os possíveis aproveitamentos levantados, estudados e já em operação, situados a uma distância não superior a 500 km de Manaus, estão listados na Tabela 2.2. Pode-se concluir que não há, com exceção de Cachoeira Porteira, perspectiva de que novos aproveitamentos hidráulicos venham suprir a região de Manaus, uma vez que os prazos de construção de hidroelétricas de porte são bastante longos.

Assim, não se deve contar com estes aproveitamentos antes do final da segunda década do presente século, mesmo que alguma destas obras seja iniciada imediatamente, o que tecnicamente não seria possível.

Tabela 2.2: Aproveitamentos Hidroelétricos situados até 500 km de Manaus

Aproveitamento	Rio (Estado)	Potencial (MW)
Balbina	Uatuma (AM)	250(efetiva)
Apui	Juma (AM)	1,60(nominal)
Katuema	Jatapu (AM)	346(nominal)
Onça	Jatapu (AM)	306(nominal)
Fumaça	Pitinga (AM)	107(nominal)
Pitinga	Pitinga (AM)	10(efetiva)
Pitinga	Pitinga (AM)	10(efetiva)
Ponta da Ilha	Trombetas(AM)	98(nominal)
Treze Quedas	Trombetas (PA)	168
Turuna	Turuna (PA)	55
Manoel José	Trombetas (PA)	163
Maniva	Trombetas (PA)	83
Taja	Trombetas (PA)	272
Ananai	Cachorro (PA)	208
Carona	Mapuera (PA)	254
Cachoeira Porteira 2	Trombetas (PA)	350 (ou 700)
Mel	Erepecuru (PA)	748
Paciência	Erepecuru (PA)	625
Carapanã	Erepecuru (PA)	920
Itapacura 1	Erepecuru (PA)	8,2
Itapacura 2	Erepecuru (PA)	6,7

Fonte: ENERSISA (2008).

Quanto à Hidroelétrica de Cachoeira Porteira, esta é uma das alternativas da Eletrobras e da Eletronorte para o suprimento de energia elétrica para a região de Manaus. Localizada no rio Trombetas, no Estado do Pará, e situada a aproximadamente 480 km de Manaus, prevê-se para este empreendimento o aproveitamento de um potencial de 700 MW elétrico (mais 700 MW em uma segunda etapa) (ENERSISA, 2008).

Outra opção de abastecimento hidroelétrico de Manaus, em andamento, é a interligação da Usina Hidroelétrica de Tucuruí, localizada no Estado do Pará, com a margem esquerda do Rio Amazonas, envolvendo as cidades de Belo Monte, Serra Azul, Alenquer, a Usina Hidroelétrica de Cachoeira Porteira e a Hidroelétrica de Balbina, chegando-se até a cidade de Manaus, perfazendo um total de aproximadamente 1.600 km. As quantidades de energia transportadas pelo sistema seriam da ordem de 400 MW em uma primeira etapa, atingindo-se o equivalente a 1.500 MW em uma etapa posterior, quando ocorre a entrada em operação da Usina de Cachoeira Porteira (ELETRONORTE, 1991).

Uma terceira possibilidade que está sendo considerada é a importação de energia da Usina Hidroelétrica de Guri, na Venezuela, com distância aproximada de uns 1.600 km de Manaus. Esta opção é bastante complexa, pois envolve negociações e acordos internacionais com o país vizinho, sendo que no momento os estudos realizados trabalham com uma previsão de fornecimento de 500 MW, que poderá atingir até 1.000 MW. Pelas semelhanças técnicas (linhas de transmissão) e distância, pode-se estimar, também para este caso, um prazo de aproximadamente 3 anos, a partir do início das obras, para esta energia estar disponível em Manaus (POOLE et. al., 1990).

Entre as vantagens de uso da energia hidráulica, podemos destacar o fato de ela ser renovável (pelo menos enquanto os ciclos hidrológicos não forem alterados por problemas de ordem global), não ser uma fonte contínua de emissão de gases que contribuem para o aquecimento global (exceto aqueles produzidos nos reservatórios devido à decomposição de matéria orgânica, particularmente quando existe inundação de florestas) e ser potencialmente abundante num país de dimensões continentais como o Brasil. As desvantagens das hidroelétricas são bastante conhecidas. Entre elas existem os problemas de ordem ambiental e social. Do ponto de vista ambiental, os principais problemas são as inundações de grandes áreas que acabam gerando alterações irreversíveis no meio ambiente. Particularmente, os

principais efeitos adversos dizem respeito à qualidade da água, sobre a pesca e área terrestre inundada, perda de habitats e emissão de gases que contribuem para o efeito estufa (problema acentuado em regiões tropicais). O desmatamento associado à faixa de servidão das linhas de transmissão também é um dos impactos negativos (IPAAM, 2008).

Da ótica social os problemas não são menores. Entre eles destacam-se os impactos sobre a saúde, problemas de deslocamento de pessoas, efeitos adversos sobre populações indígenas e pouca ou nenhuma inserção do empreendimento na dinâmica econômica local, ou seja, os benefícios ocorrem em outra parte do país enquanto os custos são arcados especialmente pelas populações na área de influência direta do empreendimento.

O Estado do Amazonas integra o Sistema Isolado e conseqüentemente surge à necessidade de fontes de energias alternativas devido à geração hidráulica oriunda da hidrelétrica de Balbina não suprir a demanda da energia total consumida pelo estado. As usinas térmicas surgem nesse cenário como a opção mais prática em função da grande bacia amazônica e da proximidade das refinarias de petróleo. O Desafio do suprimento desse insumo necessita de um modelo de gerenciamento eficaz em função da capacidade de armazenamento e do volume diário consumido pelas máquinas (JORNAL DO BRASIL, 2011).

Segundo Pires (2009) o Brasil hoje é um dos países mais bem posicionados no que se refere ao setor de energia. Apesar de o país possuir imensos recursos hídricos, produzir petróleo, gás, e etanol, e ainda ter o pré-sal, está faltando políticas públicas consistentes que forneçam sinais econômicos corretos tanto para investidores quanto para consumidores.

Pamplona (2010) afirma que duas décadas após o início da produção no campo de Urucu, em meio à Floresta Amazônica, a exploração de petróleo na Bacia do Solimões, no Amazonas, entra em uma segunda onda de investimentos.

A região amazônica e, em particular, a Bacia do Solimões, é a maior bacia *onshore* de gás natural e a quarta em petróleo do Brasil em termos de reservas e de produção. No Estado do Amazonas, que inclui a Bacia do Solimões e a Bacia do Amazonas, se concentram 80% das reservas provadas de gás em terra e 12% das reservas provadas de petróleo em terra do

Brasil. Hoje, a Bacia do Solimões produz 37 mil barris/dia de óleo e 11 milhões de m³/dia de gás. O óleo é de excelente qualidade, muito leve. O gás é bastante úmido, ou seja, contém uma alta proporção de condensados e GLP. É uma bacia com muito potencial, mas sua localização remota, em meio à selva amazônica e com uma logística de difícil acesso, faz com que o seu desenvolvimento seja limitado (D'APOTE, 2011).

Tais volumes fazem do Amazonas o maior produtor terrestre de gás e o terceiro maior produtor de óleo e gás. Não obstante, o município de Coari detém o campo de maior reserva provada de petróleo e gás natural em terra no Brasil: o campo Leste de Urucu (LUC).

2.2.2 Alternativas Termoenergéticas para Manaus

A extração do petróleo e do gás do Amazonas parece estar vivenciando algo semelhante ao que aconteceu no passado, na extração do látex. Os problemas de preço e logística encontrados pelos políticos brasileiros foram resolvidos pelos ingleses na Malásia, ocasionando com isso a falência da produção brasileira. Mais uma vez a história está se repetindo, com o patrocínio exclusivo da inércia e do jogo de interesses dos oligopólios e dos trustes.

A média diária de produção de gás natural no Estado do Amazonas em 2011 (até fevereiro) é de 11 milhões de m³/dia. Comparando com a média do ano de 2010 (10,5 milhões de m³/dia), houve um crescimento de 4,5%. Da produção total do Estado em 2011, 8,9 milhões de m³/dia (81%) foram reinjetados, queimados e utilizados no processo de exploração e produção (E&P), ficando disponível para o mercado 2,1 milhões de m³/dia (19%) (CIGÁS, 2011).

O pagamento de *royalties* ao Governo do Amazonas pela exploração de petróleo e gás no Estado bateu recorde esse ano de 2011. As empresas que produzem petróleo e gás natural no Amazonas pagaram R\$ 82,49 milhões no primeiro semestre deste ano como compensação à sociedade pela exploração de recursos não renováveis. O valor é 20% maior que o resultado do primeiro semestre de 2010, de R\$ 68,75 milhões, e 12,5% acima do verificado no mesmo período de 2008, que chegou a R\$ 73,3 milhões, até então o maior resultado da série histórica com início em 1999 (NOTÍCIAS AMAZONAS, 2011).

Segundo Paim (2011) o cartel no setor de combustíveis, preços exorbitantes, adulteração dos produtos, fraudes fiscais e bombas desreguladas são alguns dos problemas que deveriam ser apurados por uma comissão parlamentar de inquérito (CPI). Uma CPI poderia evitar que a sociedade permanecesse sujeita à vontade dos empresários interessados apenas na obtenção de lucro.

A primeira destas desvantagens é de ordem ambiental. A queima do combustível em grupos geradores produz gases que podem afetar a saúde das pessoas e do planeta. A saúde das pessoas pode ser afetada através dos gases lançados na atmosfera ou de particulados depositados sobre corpos d'água e alimentos. Em relação à saúde do planeta, o principal problema é a emissão de gases que contribuem para o aquecimento global e aumento da taxa de depleção dos estoques dos recursos.

Economicamente, a utilização de derivados do petróleo para a geração de energia é cara e sujeita às flutuações no mercado internacional. No caso do Amazonas, a situação é ainda mais séria por que o combustível utilizado para a geração de energia na região é pesadamente subsidiado. Tal subsídio distorce o mercado e gera um custo social tremendamente elevado. A distorção de mercados leva a utilização sub-ótima dos recursos gerando um custo extra chamado de externalidade que não é capturado pelo sistema de mercado, mas é arcado pela sociedade. Isso ocorre, por exemplo, através da depleção mais rápida do recurso (petróleo), geração de problemas de saúde, entre outros.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Companhia Energética Manauara é composta por uma usina termelétrica, situada em Manaus, no Estado do Amazonas, na Rodovia AM-010, KM-20. A energia elétrica produzida pela usina é em corrente alternada, na frequência de 60 Hz, tensão em 13,8 kV, elevada para 69 kV na subestação elevadora (SE), tendo os pontos de conexão e entrega de energia, situados nas SEs Santa Etelvina 1, Santa Etelvina 2 e Cidade Nova, da Amazonas Energia.

A subestação elevadora de 13,8 kV/69 kV é constituída de 2 transformadores de 85 MVA e demais equipamentos associados. A linha de transmissão que interliga a UTE Manauara a SE mais distante, Cidade Nova, tem uma extensão de 13,84 km (Figura 2.1).

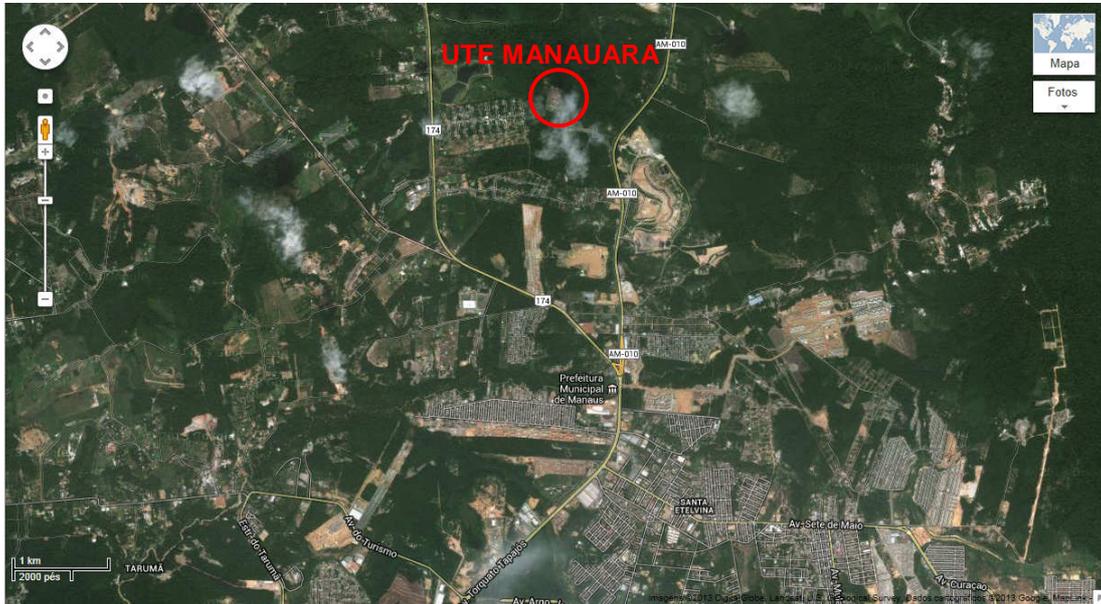


Figura 2.1: Localização do Empreendimento na Malha Viária da Cidade
Fonte: GlobalGeo / GeoEye (2013)

O local escolhido para a implantação da usina é um terreno com área de 487.651,38 m² e perímetro de 3.101,95 m, limitado ao norte com a Amazon Gás; leste com a Rodovia AM-010; sul com a propriedade do Sr Djalma Castelo Branco e oeste com a Comunidade São João.

A usina tem capacidade instalada de 85.380 KW, composta por 5 grupo-geradores com motores tipo diesel de média rotação WARTSILA, modelo 18V46 GD, de 17.076 KW, cada um, de potência contínua nas condições ISO, a 514 rpm, consumindo inicialmente óleo combustível com flexibilidade de operação a gás natural (Figura 2.2). Os grupo-geradores realizam manutenção a cada 3.000 horas. O projeto tem a finalidade de atender inicialmente à Potência Garantida de 60MW à concessionária de energia Amazonas Energia S/A, conforme Contrato de Suprimento de Energia assinado entre as partes por um prazo de 20 anos.



Figura 2.2: Ilustrativo da Usina Termoelétrica Manauara
Fonte: UTE Manauara (2013)

A Companhia Energética Manauara é uma empresa de origem brasileira, pertencente ao Sistema Petrobrás, cuja atuação está voltada para os serviços essenciais de infraestrutura – energia elétrica. Os acionistas que possuem participação no capital social da Manauara são as empresas Petrobrás e Grupo Global.

A usina é operada em conformidade com as diretrizes locais e atende aos requisitos de controle de emissões de poluentes. O nível de ruído é controlado e minimizado pelo projeto e está dentro dos limites legais de tolerância. Todo o descarte de resíduos obedece à legislação ambiental vigente. Água e borra de rejeitos gerados na usina são separados por meio de uma caixa coletora e separadora de água oleosa. Borra, óleo combustível e outros óleos são recolhidos e descartados por empresa confiável e que atende a legislação. Rejeitos sólidos, tais como farrapos e filtros usados são dispostos de modo limpo, para serem transportados e incinerados por empresas especializadas.

O projeto atende aos padrões ambientais de qualidade do ar, água e solo, níveis de ruído e disposição de rejeitos para plantas geradoras acionadas a motor, de modo a minimizar o impacto ambiental.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO DA REGIÃO

2.4.1 Clima e qualidade do ar

A região amazônica é caracterizada por um clima classificado como tropical chuvoso do subtipo equatorial. O clima da região amazônica está classificado pelo Método de Köppen, como *Am*, *Aw* e *Af* (Projeto RADAMBRASIL, 1978) caracterizado como equatorial úmido. Os dados climatológicos do município de Manaus foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com estação de medição no 1º Distrito de Meteorologia - 1º DISME AM/AC/RR, Seção de Observação e Meteorologia Aplicada. O município de Manaus apresenta duas estações ao longo do ano. A estação chuvosa (inverno), que ocorre entre os meses de novembro e junho, e a estação seca (verão), que se estende de julho a outubro.

São claramente distinguíveis duas estações climáticas definidas pela quantidade de precipitação. Um período chuvoso (inverno) com início no mês de novembro e que se estende até o mês de junho, apresentando maior intensidade entre os meses de janeiro e abril com temperatura mais amena. Um período de estiagem (verão) que tem início no mês de julho e se estende até o mês de outubro, permanecendo o mês de novembro como um mês de transição, caracterizado por elevada variabilidade, constituindo um período de sol intenso e temperaturas elevadas, em torno de 38°C, atingindo cerca de 40°C, no mês de setembro.

Este padrão de duas estações climáticas, definidas pela quantidade de chuva, ocorre em toda a região amazônica (NOBRE, 1983). Segundo dados da série histórica (Figura 2.3) do Instituto Nacional de Meteorologia, as temperaturas máxima e mínima em Manaus chegam a atingir 40,1 °C e 17,0 °C, respectivamente. Nesta cidade a distribuição da temperatura é relativamente uniforme entre julho a outubro. As médias das máximas temperaturas mensais revelam que setembro tem sido o mês mais quente do ano, atingindo 38°C.

As temperaturas mais baixas são causadas pelo deslocamento de massas de ar de origem oceânica que penetram na região através do vale das bacias do Paraná-Paraguai e do Alto Guaporé. Os meses mais quentes coincidem com a época mais seca do ano que atingem a bacia amazônica (INMET, 2005).

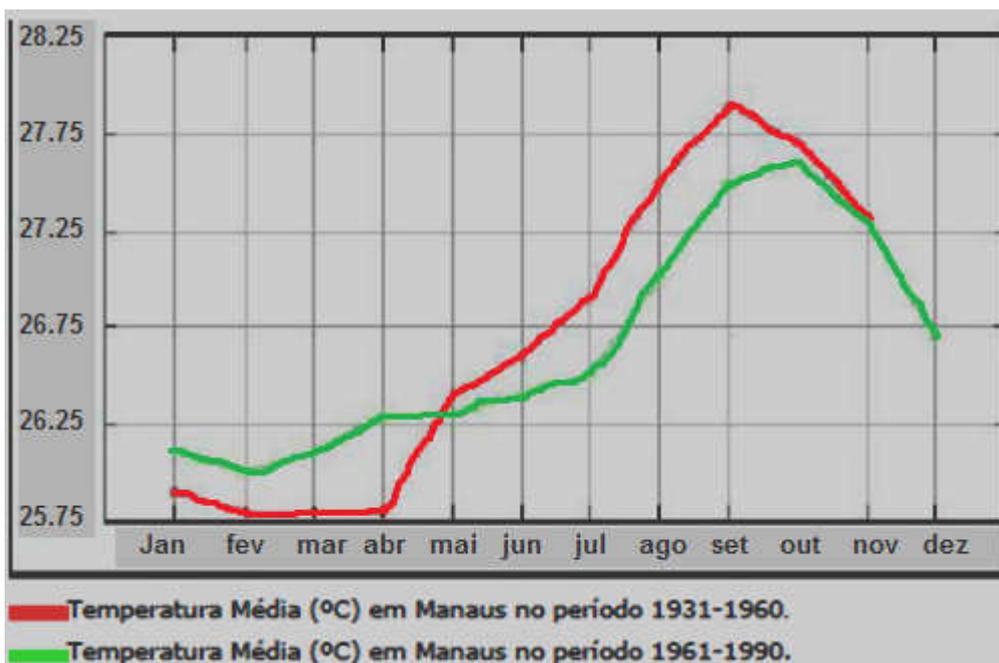


Figura 2.3: Série de Temperaturas Médias (°C) 1931 à 90 Estação Meteorológica de Manaus. Fonte: INMET, 2005

A velocidade do vento na cidade de Manaus é relativamente baixa e estável ao longo do ano e são bastante raros os eventos com velocidades superiores a 3,2 m/s (RIBEIRO, 1985), ocorrendo, amplos períodos de calmaria, produzidos pela influência das massas de ar que dominam a região, como a massa Equatorial Continental e a Convergência Intertropical. Esta última, atuando durante quase todo ano, resulta na predominância de movimentos verticais das massas de ar em lugar de movimentos horizontais (SILVA et. al., s.d), com reflexos diretos sobre a velocidade do vento. A direção predominante do vento é ESE, porém ocorrem ventos fracos na direção NNW.

A localização geográfica da cidade de Manaus, cerca de 3° de Latitude Sul assegura muitas horas de sol por dia ao longo de todo o ano. Entretanto, é possível identificar duas estações marcadamente diversas que ocorrem, em geral, em um padrão oposto ao de precipitações. Para esta capital o valor médio diário de insolação é de 4.92 kWh/m²-dia no plano horizontal, sendo 4.44 e 5.64 kWh/m²-dia os valores mínimos e máximos, respectivamente. A insolação na cidade de Manaus para o período de 1931 a 1990 apresenta um crescimento a partir de maio, atingindo o máximo entre julho e agosto e o mínimo entre fevereiro e março (CEPEL, 2002).

2.4.2 Recursos hídricos

Na cidade de Manaus, a grande maioria dos cursos d'água drenam em direção a margem esquerda do rio Amazonas, apresentando elevado grau de antropização e alguns foram completamente assoreados e/ou com nível de poluição que inviabilizou ou empobreceu substancialmente a biota (CLETO FILHO, 2003).

Na área da UTE Manauara, existem 3 (três) corpos d'água, que pertencem à Bacia do Tarumã, que durante o período da seca não possuem lâmina d'água corrente (Figura 2.4) e dois poços utilizados pela usina, cujas águas são submetidas a análises periodicamente. Foi observado que a ocupação antrópica já exerce influência sobre o estado de conservação dos igarapés na região. Sendo que todos os cursos d'água que nascem dentro do terreno da UTE Manauara são usados pelas fazendas vizinhas para açudes e tanques para a piscicultura.

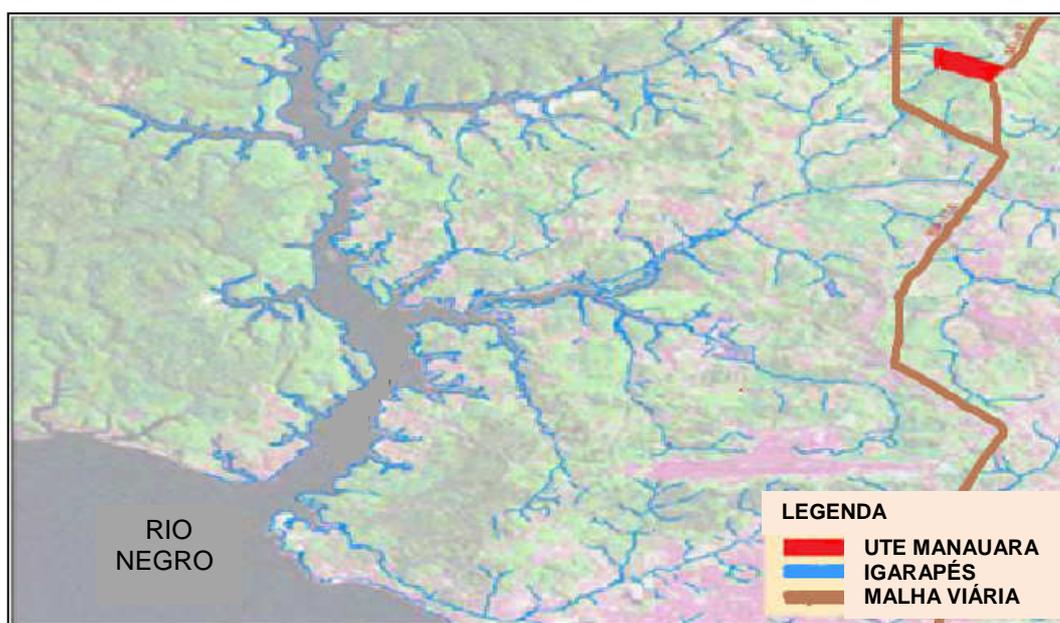


Figura 2.4: Hidrografia da Área de Localização da UTE Manauara.
Fonte: Relatório da CH Construções - RAS (2005)

2.4.3 Flora

Dentre os principais tipos de vegetação encontrados na região de Manaus, tem-se as florestas de terra firme, várzea e igapós. No entorno de Manaus, há uma diversidade de

ecossistemas: florestas de baixio no arquipélago de Anavilhanas; igapós nas margens erodidas do curso superior do rio Negro; redutos de buritis, buritiramas e outras palmeiras ao longo das faixas baixas dos planaltos regionais; campinas e campinaranas nos trechos de formações arenosas e nos solos pobres das terras interfluviais, além das vastas matas de terra firme (AYRES, 1993).

A vegetação da área de estudo é de Floresta Tropical Ombrófila Densa de Terra Firme, inserida em platô e em encostas de colinas em relevo dissecado, com fisionomia típica, grande biomassa, variação estrutural em relação ao porte e aspecto da vegetação, e heterogeneidade de famílias, gêneros e espécies vegetais. Fisionomicamente apresenta paisagem uniforme. No entanto, observações do solo e das espécies indicam sua descontinuidade. A área da floresta está muita recortada por trilhas. Nessas trilhas foram encontrados restos de extração manual de madeira, demonstrando a sua exploração em um passado recente, consequentemente diminuindo o seu volume e espera para caça clandestina (Figura 2.5).



Figura 2.5: Cobertura vegetal da área de instalação da UTE Manauara.
Fonte: Relatório da CH Construções - RAS (2005)

Além das características citadas anteriormente para a floresta em estudo, outras são consideradas relevantes para a identificação do ecossistema da área amostrada, tais como: a grande mistura de espécies por unidade de área, sem a nítida predominância de uma ou

algumas, quanto ao número de indivíduos (densidade) ou biomassa (cobertura); o fenômeno de raridade ou de abundância das espécies; presença de raízes escoras, adventícias e sapopemas; formas irregulares de caules sulcados, enrugados, fendidos, escandentes, epífitos e estranguladores; associação de plantas com formigas (Mirmecofilia). Algumas plantas apresentam ramos ocos como abrigo para as formigas; outras apresentam estruturas especializadas, como nectários extraflorais, cujo líquido adocicado produzido serve de alimento para as formigas; o porte das espécies da vegetação, que repousa sobre solo que é muito pobre em nutrientes.

2.5 CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS NA EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO, NO ÂMBITO GLOBAL

Segundo Sauer (2011), o custo crescente de produzir petróleo deve ser analisado comparativamente. Quando a indústria do petróleo começou, no século XIX, a energia líquida disponível era de 1:100, ou seja, era gasto um barril de petróleo para obter 100 barris. Hoje a proporção é de 1:30 – é gasto em capital humano e trabalho o equivalente a um barril de petróleo para produzir apenas 30.

A fonte alternativa ao petróleo mais competitiva é o etanol brasileiro, com uma energia líquida disponível de 1:8 (biodiesel, 1:1 e fotovoltaica, 1:1). Atualmente o óleo é produzido a um custo de US\$ 1 a US\$ 10/barril, considerando apenas o capital e trabalho (trabalho vivo e morto) aplicados, e desconsiderando as transferências (impostos, taxas, *royalties*, participações e assemelhados). O custo direto do petróleo do pré-sal não deverá ultrapassar os US\$ 15 por barril. O valor de mercado nos últimos anos variou entre US\$ 60 e US\$ 150/barril, o que significa um excedente (lucro) de mais de US\$ 50/barril (SAUER, 2011).

Apesar dos avanços tecnológicos observados nos últimos anos, os custos de extração são crescentes, pela necessidade de aplicação de tecnologias mais onerosas, em áreas menos acessíveis, em países fora do Oriente Médio, tais como as águas profundas e ultra profundas do Brasil, da África Oriental e do Golfo do México e as bacias de mais difícil acesso na

Venezuela e no Canadá, além de as descobertas mais recentes serem predominantemente de petróleos pesados.

Segundo Goldberg (2012), há uma revolução em curso no mundo do petróleo. As novas fronteiras de exploração e produção, chamadas de não convencionais, colocam as Américas no foco das atenções. Nesta lista, estão o *tightoil* e o *shalegas* americanos – ambos extraídos de rochas, o petróleo das areias betuminosas do Canadá, o pré-sal brasileiro e o óleo extra pesado da Venezuela.

A demanda contínua e crescente de energia de baixo custo e a disponibilidade de recursos de hidrocarbonetos colocam ainda o petróleo como uma importante fonte não renovável da matriz energética mundial para as próximas décadas do século XXI. Esse cenário alterou-se drasticamente em função da diminuição dos indícios de jazidas de petróleo mais fáceis de serem encontradas e de baixos custos, da crescente globalização dos negócios e do envolvimento de diversos agentes, tornando o processo de tomada de decisão na exploração bastante complexo e nem sempre de fácil solução (SUSLICK, 2011).

De acordo com Costa (2012), o petróleo ainda estará aí por mais de cem anos, considerando os recursos não convencionais. Mas nem todos são explorados ainda, pois dependem de inovações tecnológicas que viabilizem a equação custo da empreitada-preço do produto. O caso da Venezuela é um dos que exigem elevados investimentos, mas as areias canadenses e o gás e óleo de rocha dos EUA já tornaram a elevação da produção uma realidade.

Além disso, as empresas envolvidas na atividade exploratória frequentemente se defrontam na quantificação de diferentes tipos de riscos, tais como: risco de um poço exploratório ou de desenvolvimento ser seco; risco de uma descoberta não possuir um volume de óleo suficiente para os custos envolvidos no seu aproveitamento econômico; risco relacionado com o preço futuro de óleo e gás natural; risco econômico-financeiro; risco ambiental e risco político vinculado às incertezas jurídico-institucionais de um país detentor dos recursos petrolíferos (SUSLICK, 2011).

Leonardo Maugeri, um dos principais analistas do setor e ex-diretor da petroleira Eni, é autor de um estudo sobre o futuro do petróleo feito na Universidade de Harvard; segundo Maugeri, a capacidade de produção do mundo vai chegar em 110 milhões de barris por dia em 2020, superando a demanda. Hoje esta capacidade é de 93 milhões e há ociosidade de cerca de cinco milhões de barris diários (SETTI, 2012).

De acordo com Tereza Fernandez, diretora da consultoria MB Associados, o divisor de águas dos últimos anos foi justamente o surgimento da tecnologia para tornar a produção do óleo e do gás de rocha nos EUA uma realidade capaz de mexer com a economia. “O gás do Oriente Médio era barato como subproduto do petróleo. Agora os EUA têm como baratear seu suprimento de energia”. Isso já está permitindo aos americanos uma maior competitividade em vários setores industriais intensivos em energia, como a petroquímica (COSTA, 2012).

Conforme Viegas (2012), o surgimento da fronteira do pré-sal inclui obstáculos adicionais devido à extensão dos poços perfurados. Os custos são maiores quanto mais profundos são os poços. Eles aumentam mais ainda quando se aplica a perfuração horizontal, por exemplo. Por um lado essa técnica tende a facilitar o acesso apropriado à rocha reservatório e contribuir para aumentar o fator de recuperação do petróleo contido na jazida. Por outro lado, a perfuração horizontal requer uma maior quantidade de metros perfurados em relação à perfuração vertical, sendo, portanto, mais onerosa. Cabe lembrar que a perfuração é um dos elementos mais caros da estrutura de custos de um projeto de exploração e produção de petróleo.

Conforme a ANP (2009), um navio-sonda responsável pela perfuração de poços submarinos custa, em média, R\$ 700 milhões. Uma plataforma petrolífera, como a P-52, por exemplo, cerca de US\$ 1 bilhão. O aluguel de uma broca para perfuração desses poços, outros R\$ 200 mil por dia, dependendo da broca, ela pode custar entre R\$ 1.300 e R\$ 33 mil por hora, e dificilmente se usará uma única broca para perfurar um poço. Quem manda é o terreno; e uma broca nova pode custar entre US\$ 3 mil e US\$ 100 mil. Uma das normas atuais no mercado de petróleo é buscar meios para diminuir custos. Para isso, é preciso investir em tecnologia de ponta.

Salatiel (2009) comenta que o Brasil possui tecnologia para a exploração do petróleo na camada pré-sal, o problema são os custos elevados. Segundo o autor, o desafio é conseguir refinar o produto e, ao mesmo tempo, garantir um valor competitivo com o mercado. Este custo de exploração envolve não somente a tecnologia de extração como também a logística para o transporte. Se o processo todo ficar muito caro, o produto também ficará caro e ninguém vai querer comprar. Atualmente, o Brasil exporta petróleo do tipo pesado, que tem valor mais baixo no mercado, e importa o tipo leve, mais caro. Isso provoca um déficit nas receitas, em 2008, o país exportou 158,1 milhões de barris (ganho de US\$ 13,6 bilhões [R\$ 29,2 bi]) e importou 147,9 milhões de barris (gasto de US\$ 16,3 bilhões [R\$ 35 bi]), de acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo.

Segundo dados da Petrobrás (2012), a meta da produção de óleo, líquido de gás natural (LGN) e gás natural, para 2016, no Brasil e no exterior, é de 3,3 milhões barris de óleo equivalente (boe) por dia, sendo 3 milhões boe/dia no Brasil. Em relação à produção de óleo e LGN somente no Brasil, a expectativa é de alcançar a produção de 2,5 milhões barris por dia (bpd) em 2016. O maior crescimento da produção deverá ocorrer a partir de 2014, com expectativa de crescimento entre 5% e 6% ao ano para o período 2014-2016. Até 2015, doze novas unidades de produção (UEPs) já em construção, entram em operação, acrescentando 1,2 milhão bpd de capacidade para a Petrobras. Já no período 2016-2018, sete novos sistemas por ano agregam mais 2,3 milhões bpd de capacidade para a Companhia, resultando em um novo patamar de crescimento. Em relação à meta de longo prazo, a expectativa é alcançar em 2020 a produção total de 5,2 milhões boe/dia de petróleo e gás natural no Brasil e 5,7 milhões boe/dia considerando os ativos no exterior.

O universo da pesquisa abrange mais de 30 empresas do setor, entre exploradoras e produtoras. De uma maneira geral, 88% dos entrevistados apontam para aumento de custos com a exigência do conteúdo local. Menos de 4% dos pesquisados acreditam em redução de custos com as regras, apontou o levantamento. Para o sócio da PwC Brasil, Marcos Panassol, as respostas dos entrevistados refletem o entendimento do setor de que é preciso melhorar competitividade e capacidade tecnológica da indústria brasileira. Isso, na prática, justificaria o forte apoio do empresariado do setor à medida. A maioria das empresas pesquisadas entende que é preciso elevar a participação das companhias brasileiras na cadeia de fornecedores de bens e serviços para o setor (SARAIVA, 2012).

O principal subsídio existente hoje é a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC). A CCC, em vigor desde 1993, arrecada recursos junto às concessionárias de energia elétrica do sistema interligado, para financiar o óleo diesel/combustível da geração termelétrica das áreas isoladas, não atendidas pelo serviço de eletrificação; concentrada na Região Norte do País. A CCC obedece a um cronograma de eliminação gradativa a partir de 2013, ou seja, desse ano em diante haverá uma redução de 25% do subsídio por ano até sua eliminação total em 2016 (CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE, s.d.).

As termoelétricas também podem ser alimentadas por gás natural, que é um combustível fóssil que se encontra na natureza, normalmente em reservatórios profundos no subsolo, associado ou não ao petróleo (CORREIA, 2012). Com o advento da chegada do gás natural de Urucu em Manaus, algumas usinas iniciaram em 2010/2011 a adaptação de seus grupos geradores para o consumo do novo combustível. O uso desse gás leva a uma menor poluição atmosférica que aquela proveniente de derivados de petróleo, devido sua queima ser mais limpa que os demais combustíveis, pois não precisa ser atomizado para queimar, o que lhe confere uma combustão limpa e mais eficiente no que se refere ao seu rendimento térmico, minimizando as emissões gasosas.

2.6 POLUIÇÃO DO AR

A poluição do ar é definida como a presença de um ou mais contaminantes na natureza, em quantidades que podem comprometer a qualidade deste recurso, tornando-o impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danos materiais, à fauna, à flora ou prejudicial à segurança, ao gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (MOTTA; MENDES, 1995).

A poluição atmosférica refere-se a mudanças da atmosfera suscetíveis de causar impacto a nível ambiental ou de saúde humana, através da contaminação por gases, partículas sólidas e líquidas em suspensão, material biológico ou energia (VARELA, 2000).

As fontes de poluição são divididas em estacionárias, móveis e naturais. As emissões provenientes de fontes naturais são descritas como poluição ocasionada por algum tipo de

reação natural, como vulcões ou reações químicas de substâncias existentes na atmosfera – é o caso da formação do Ozônio (O₃), que surge da combinação da luz solar com elementos disponíveis no ar (VARELA, 2000).

As fontes estacionárias assumem a forma de indústrias, queima de resíduos sólidos etc.; o fato de serem fontes estáticas faz com que algum tipo de política de controle, sobre suas emissões, seja mais facilmente implantado. As fontes móveis são provenientes de todos os meios de transporte que utilizam queima de combustíveis fósseis (aviões, automóveis, motocicletas, ônibus, caminhões, motos etc.). Contrariamente às fontes estacionárias, nas fontes móveis há uma grande dificuldade no que tange à medição da poluição emitida, bem como na implantação de políticas de controle.

A influência dos contaminantes ou poluentes, no grau de poluição depende da sua composição química, concentração na massa de ar ou mesmo dependendo das condições climáticas, que podem influenciar a sua dissipação, ou os mecanismos reacionais que podem dar origem a novos poluentes.

Os contaminantes do ar provêm de diversas fontes, como fábricas, centrais termoeletricas, veículos motorizados, no caso de emissões provocadas pela atividade humana, podendo igualmente provir de meios naturais, como no caso de incêndios florestais, ou das poeiras dos desertos.

Os países industrializados são os maiores produtores de poluentes, enviando anualmente bilhões de toneladas para a atmosfera. A Tabela 2.3, que se segue mostra os principais poluentes do ar e os seus efeitos; o seu nível de concentração no ar é dado pelo número de microgramas de poluente por m³ de ar, ou, no caso dos gases, em termos de partes por milhão (ppm), o que expressa o número de moléculas do poluente por um milhão de moléculas constituintes do ar.

As fontes de poluição atmosférica são variadas e classificadas como antropogênicas, dependendo das causas das suas emissões, ou de acordo com a sua especificidade e dispersão territorial e temporal, conforme a Tabela 2.4.

Tabela 2.3: Principais Poluentes do Ar e Efeitos

Poluente	Principal Fonte	Comentários
Monóxido de Carbono (CO)	Escape dos veículos motorizados; alguns processos industriais.	Limite máximo suportado: 10 mg/m ³ em 8 h (9 ppm); 40 mg/m ³ numa 1 h (35 ppm)
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Centrais termoelétricas a petróleo ou carvão; fábricas de ácido sulfúrico	Limite máximo suportado: 80 mg/m ³ num ano (0,03 ppm); 365 mg/m ³ em 24h
Partículas em suspensão	Escape dos veículos motorizados; processos industriais; centrais termoelétricas; reação dos gases poluentes na atmosfera	Limite máximo suportado: 75 mg/m ³ num ano; 260 mg/m ³ em 24 h; compostas de carbono, nitratos, sulfatos, e vários metais como o chumbo, cobre, ferro
Chumbo (Pb)	Escape dos veículos motorizados; centrais termoelétricas; fábricas de baterias	Limite máximo suportado: 1,5 mg/m ³ em 3 meses; sendo a maioria do chumbo contida em partículas suspensão.
Óxidos de Azoto (NO, NO ₂)	Escape dos veículos motorizados; centrais termoelétricas; fábricas de fertilizantes, de explosivos ou de ácido nítrico	Limite máximo suportado: 100 mg/m ³ num ano (0,05 ppm)- para o NO ₂ ; reage com Hidrocarbonos e luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Oxidantes fotoquímicos- Ozônio (O ₃)	Formados na atmosfera devido a reação de Óxidos de Azoto, Hidrocarbonos e luz solar	Limite máximo suportado: 235 mg/m ³ numa hora (0,12 ppm)
Etano, Etileno, Propano, Butano, Acetileno, Pentano	Escape dos veículos motorizados; evaporação de solventes; processos industriais; lixos sólidos; utilização de combustíveis	Reagem com Óxidos de Azoto e com a luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Todas as combustões	São perigosos para a saúde quando em concentrações superiores a 5000 ppm em 2-8 h; os níveis atmosféricos aumentaram de cerca de 280 ppm, há um século atrás, para 350 ppm atualmente, algo que pode estar a contribuir para o Efeito de Estufa

Fonte: Tolosa e Cesar (2012)

Tabela 2.4: Fontes de Poluição

Tipo de fonte	Exemplos
Antropogênicas	Poluição gerada por carros, fábricas, aerossóis, produção de energia, evaporação de químicos voláteis, emissão de poeiras como se verifica nas indústrias madeireiras e de extração mineira.
Naturais	Emissões provenientes de vulcões, metanos, emitidos naturalmente por animais, fumos e fuligem de incêndios florestais, libertação de compostos radioativos por rochas, como no caso do rádon.
Tipo de fonte	Descrição
Fontes estacionárias	Emissões provenientes de fontes fixas, como centrais elétricas e termoelétricas, instalações de produção, incineradores, fornos industriais e domésticos, aparelhos de queima e fontes naturais como vulcões e pântanos.
Fontes Móveis	Emissões provenientes de fontes em movimento, como o tráfego rodoviário, aéreo, marítimo e fluvial, incluindo as emissões sonoras e térmicas.
Fontes em Área	Fontes localizadas numa área específica, sendo que no caso de emissões difusas, com uma distribuição homogênea; são exemplo os grandes complexos industriais, que ocupam uma determinada área.
Fontes em Linha	Associada a fontes móveis. Os veículos, por exemplo, são uma fonte móvel, contudo ao longo de vias rodoviárias constituem uma fonte em linha.
Fontes pontuais	Casos especiais de fontes emissoras, como incêndios florestais ou erupções vulcânicas, pois são limitadas no tempo.

Fonte: Resolução SEMA N° 054/2006

A indústria é responsável por grande quantidade de resíduos – sobras de carvão mineral, refugos da indústria metalúrgica, resíduo químico, gás e fumaça lançados pelas chaminés das fábricas. Segundo Balla (2010), o lixo industrial é resultante de toda atividade gerada em pequenas, médias e grandes unidades de produção, de bens de consumo ou não, e podem conter uma grande variedade de tipos de resíduos, alguns até inofensivos, enquanto que outros nem tanto.

2.7 IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO E A SAÚDE HUMANA

O crescimento acelerado das metrópoles fez com que as áreas disponíveis para colocar o lixo se tornassem escassas. As concentrações humanas em tais meios, evidentemente, tornaram crescentes as necessidades de alimento, habitação, vestuário, comodidades e economia de tempo, entre tantas outras, acabando por consolidar a idéia de que detém elevado nível de consumo, o que, em outras palavras, corresponde a um aumento da geração de resíduos.

O relacionamento da humanidade com a natureza, que teve início com um mínimo de interferência nos ecossistemas, tem hoje culminado numa forte pressão exercida sobre os recursos naturais. Atualmente, são comuns a contaminação dos cursos de água, a poluição atmosférica, a devastação das florestas, a caça indiscriminada e a redução ou mesmo destruição dos *habitats* faunísticos, além de muitas outras formas de agressões ao meio ambiente.

Dentro deste contexto, é clara a necessidade de rever o comportamento do ser humano em relação à natureza, no sentido de promover sob um modelo de desenvolvimento sustentável – processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras, e ao mesmo tempo atender as necessidades das gerações atuais – a compatibilização de práticas econômicas e conservacionistas, com reflexos positivos evidentes junto à qualidade de vida de todos.

De acordo com Scherer (2005), o processo de urbanização da cidade de Manaus é marcado de forma significativa pela implantação de um Pólo Industrial, a Zona Franca,

implantada na década de 70, considerada um modelo de acumulação capitalista, é produto de inúmeras combinações sociais, pois trata-se de um modelo industrial que tenciona criar maior liberdade a expansão do capital, no processo de mundialização da economia, nos marcos da nova divisão internacional do trabalho. Desta forma, essa estratégia capitalista coaduna-se, assim, com os desdobramentos geoeconômicos e políticos das intenções governamentais, na era da ditadura militar-civil, da continuada busca pela internacionalização da economia brasileira.

Essa estratégia capitalista transforma a cidade de Manaus, pois a modernidade trazida pelo processo de industrialização afeta rapidamente o mundo da vida cotidiana dos amazonenses. A fisionomia da cidade modifica-se com o processo de urbanização. O espaço urbano ganha uma outra visibilidade, com o crescimento populacional e com a constituição de inúmeros bairros que passam a compor a periferia da cidade (SCHERER, 2005).

Para Castro (2004, p. 33), “As atividades industriais e de comércio em Manaus continuam fortes e influenciam a dinâmica migratória, respondendo pela situação de crescimento dos bairros de Manaus, que permanece um município de recepção de migrantes vindos de vários estados da Amazônia e do Brasil. O contingente de paraenses, amapaenses, maranhenses e cearenses é alto nos bairros da Zona leste e norte, ocupando espaços novos do entorno da cidade. Assim, os novos bairros da periferia de Manaus são retratos desta dinâmica, revelando a contradição entre riqueza e opulência do setor industrial”.

Esse crescimento bastante acelerado da população foi sustentado, ano após ano, pela migração crescente de pessoas que vinham em sua grande maioria do interior, motivados principalmente pelos novos postos de trabalho gerados na capital e pela expectativa de melhoria das condições materiais de existência. Diante disso, o crescimento desordenado da cidade de Manaus, gerou um grande impacto ambiental em nichos ecológicos nas reservas de recursos naturais, resultando em condições precárias de moradias e serviços básicos, influenciando na qualidade de vida de seus habitantes.

De acordo com Dias (2007, p.18), “Manaus sofreu seu primeiro grande surto de urbanização, graças aos investimentos propiciados pela acumulação de capital, via economia

do látex”. Em décadas mais recentes com a criação da Zona Franca de Manaus e do Distrito Industrial, a partir de 1961 a cidade foi tomada novamente por uma grande onda imigratória.

O desenvolvimento industrial então verificado atraiu considerável número de pessoas que se deslocaram de seu lugar de origem com o objetivo de obter empregos e melhoria de vida. Nos dias atuais ainda podemos perceber a mesma problemática de pessoas chegando na cidade e se instalando em locais sem condições de habitação originando imóveis irregulares.

Nesse sentido, compreende-se as contradições do modelo industrial – Zona Franca de Manaus – que de um lado produz produtos modernos, a geração de novos postos de trabalho gerados na capital e, por outro o crescimento acelerado da população manauara, gerando assim, um crescimento desordenado da cidade, resultando em condições precárias de habitação, transporte, segurança pública e saneamento básico principalmente nas zonas norte e leste de Manaus.

A poluição do ar pode, deste modo, constituir um expressivo fator de estresse para as florestas, atuando em nível molecular e bioquímico, com reflexos significativos na fisiologia das plantas e dos animais.

A comunidade florestal pode sofrer alterações na sua estrutura florística, diminuindo os valores de densidade, altura e dominância das árvores que, em consequência, provocam uma diminuição da biomassa aérea e subterrânea. Os ecossistemas florestais envolvidos em poluição, são submetidos às tensões dos efeitos fitotóxicos diretos dos poluentes do ar, causados pelo aumento dos processos erosivos, pelo aumento da lixiviação de nutrientes, pela redução do pH, levando a um agravamento dos processos de degradação do ambiente, o que pode tornar-se um processo irreversível (POMPÉIA, 1998).

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida basicamente em três etapas. A primeira foi a revisão bibliográfica, para o desenvolvimento da metodologia. A segunda foi o acompanhamento em campo de todas as monitorações (emissões gasosas e qualidade do ar), como representante técnico da UTE Manauara, empreendimento pesquisado, obtendo, tratando e interpretando os dados. Por fim, a terceira etapa visou a partir dos levantamentos dos dados fundamentados, avaliar os indicadores de emissão gasosa e qualidade do ar, associando-os às matrizes energéticas oriundas (óleo combustível e gás natural), focando causas e conseqüências de perspectiva de melhoria da qualidade do ar.

3.1 ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE INFORMAÇÕES

3.1.1 Método e Técnica da Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica e aplicada, do tipo quali-quantitativa. Para Ruiz (1996), pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planeada (crítica), desenvolvida e redigida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela ciência. É o método de abordagem de um problema em estudo que caracteriza o aspecto de uma pesquisa. Produzir um conhecimento prático e aplicável que pode ser usado diretamente para a previsão e/ou controle de fenômenos e ocorrências, utilizando uma expressão objetiva e detalhada não apenas do saber que é produzido, mas também do modo como se chegou até ele, permitindo um conhecimento, são objetivos da metodologia científica (OLIVEIRA, 2002).

3.1.2 Abordagem por Processos – Ação de Platts

A abordagem processual desenvolvida por Platts (1993) é uma metodologia de investigação, caracterizada por uma estratégia mista de pesquisa-ação participativa e não-

participativa e desenvolvida de forma estruturada, mostra-se adequada às pesquisas sobre alterações de estruturas em sistemas complexos e projeto organizacional que se quer desenvolver.

As secções seguintes abordam cada fase da metodologia de pesquisa, (PLATTTS, 1993).

- Fase 1 - Desenvolvimento da metodologia: Nesta fase realizou-se uma revisão bibliográfica, pois durante esta fase da pesquisa é importante garantir que o processo seja adequadamente fundamentado na teoria existente. Esta é uma parte substancial da pesquisa, pois envolve a aquisição e síntese de informações da literatura. Esta etapa fornece quadros conceituais para o desenvolvimento da metodologia, ou seja, o sistema de medição de desempenho adaptado, para fornecer a teoria normativa e descritiva do sistema de medição de desempenho formulado.
- Fase 2 - Testando a metodologia: A segunda etapa é a aplicação do processo de formulação da pesquisa em uma instituição, tanto para testar a sua viabilidade quanto para refinar e desenvolver o processo. O principal objetivo da fase de testes é melhorar o processo de formulação do sistema de medição de desempenho. Três questões iniciais são necessárias nesta fase da pesquisa: o envolvimento do pesquisador; a consistência do processo; a escolha dos locais a serem estudados.
- Fase 3 - Envolvimento do pesquisador: a questão inicial de pesquisa aqui é a extensão de envolvimento do pesquisador. Há três principais categorias de método de pesquisa que pode ser apropriado: observação direta; observação participante; Pesquisa-ação.

Em “observação direta” o pesquisador se esforça para permanecer totalmente individual, gravando o que acontece, sem influenciar nos eventos. Esta abordagem é comum em ciências como a antropologia. O objetivo inicial é obter um registro de eventos livre de interpretação, para obter um conjunto “puro” de dados.

Em “observação participante”, o pesquisador participa da atividade sob estudo e adota dois papéis: um como membro do grupo estudado, o outro como um gravador de processos e

práticas que ocorrem dentro do grupo. No primeiro papel, ele busca se tornar parte do grupo, realizando tarefas, se necessário, mas não dirigir as tarefas ou influenciar a maneira pela qual o grupo opera. No segundo papel (que deve ser conduzida em paralelo) ele esforça-se para registrar o que se passa e para desenvolver uma compreensão das atividades.

Na “pesquisa-ação”, tem-se a participação posterior, onde o pesquisador não só participa da atividade, mas procura influenciar diretamente a forma como que a atividade é conduzida. Ele impõe seus conceitos sobre as tarefas e interpreta os eventos dentro desse conceito.

3.2 QUANTO AOS FINS E MEIOS DE INVESTIGAÇÃO

De acordo com Vergara (2007), os tipos de pesquisa podem ser definidos por dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, a presente pesquisa é descritiva, pois expõe características claras e bem delineadas de determinada população ou fenômeno, para isso envolve técnicas padronizadas e bem estruturadas de coletas de seus dados. Trata-se também de um estudo com as finalidades explicativa, expositiva e analítica.

Quanto aos meios de investigação, a pesquisa é um estudo de caso, uma melhoria, com base na mudança de matriz energética da Companhia Energética Manauara, local onde são observados os fenômenos estudados. Portanto, a observação também está entre os meios de investigação.

3.3 MÉTODOS DE ABORDAGEM E DE PROCEDIMENTO

Dentre os métodos de abordagem foram utilizados o indutivo (estudo de caso) e o hipotético-dedutivo (análise e interpretação). Segundo Lakatos e Marconi (2001), no método indutivo, o estudo ou abordagem dos fenômenos caminha para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias mais gerais. O hipotético-dedutivo, segundo as autoras, se inicia pela percepção de uma lacuna nos

conhecimentos acerca da qual formula hipóteses e, pelo processo dedutivo, testa a ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese.

Quanto ao método de procedimento, utilizou-se o monográfico. Segundo Lakatos e Marconi (2001) é um estudo sobre um tema específico ou particular de suficiente valor representativo e que obedece a rigorosa metodologia. Investiga determinado assunto não só em profundidade, mas em todos os seus ângulos e aspectos, dependendo dos fins a que se destina.

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

De posse dos dados organizados, dar-se-á o tratamento estatístico, bem como o cruzamento, a análise, avaliação e interpretação dos dados recolhidos.

3.4.1 Método e equipamento para avaliação atmosférica

As análises da fonte selecionada foram executadas com um Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos (CIPA), utilizando o método nº 5 do USEPA, ou seja, foram feitas 3 (três) coletas com duração de 60 minutos cada, atendendo portanto, as normas de amostragem. Utilizou-se também para o monitoramento um Analisador de Gases Portátil, um Notebook para elaboração das planilhas de cálculos e uma estação meteorológica do fabricante Honeywell NO 9860.3065. A referida estação foi usada para determinar a temperatura ambiente e a pressão atmosférica no dia do monitoramento. Segue abaixo, Tabela 3.1, informações sobre os equipamentos utilizados (período: set/2006, abr/2007, jun/2008, jul/2009, jan e ago/2010, fev e jul/2011, jan e jul/2012, abr/2013).

Tabela 3.1: Equipamentos utilizados.

Equipamento	Identificação	N. Certificado de Calibração
Analisador de Gases	-	20304/12
Estação Meteorológica	EM - 01	9860.3065
Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos – CIPA	TAG / AS 256	Diversos

Fonte: UTE Manauara (2013).

O mesmo método do USEPA corresponde à Norma 12.019/90 da ABNT/NBR – Determinação de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Material Particulado (MP). Vale salientar que este método também é o recomendado pela Resolução CONAMA 436/2011, uma vez que é o único que permite se fazer a coleta do material a ser analisado nas mesmas condições da fonte monitorada, caracterizando, portanto, uma amostragem isocinética.

Na técnica isocinética a sonda de coleta dos gases amostrados permite retirar a amostra de gases exatamente na mesma velocidade em que se encontra em cada ponto da chaminé. Para tanto, a sonda dispõe de tubos de Pilot que permite medir a velocidade dos gases da chaminé, em cada ponto, e assim, de posse desse dado, pode-se ajustar a bomba de vácuo de modo a se ter no tubo coletor de gás, exatamente a mesma velocidade medida na chaminé. Desta forma, as partículas na amostra de gases são perfeitamente representativas das existentes no fluxo global da chaminé. Para tornar a medição mais representativa nas chaminés de grande diâmetro, a sonda deve coletar amostras em até 16 pontos dispostos sobre duas linhas perpendiculares transversalmente à chaminé (Figura 3.1).

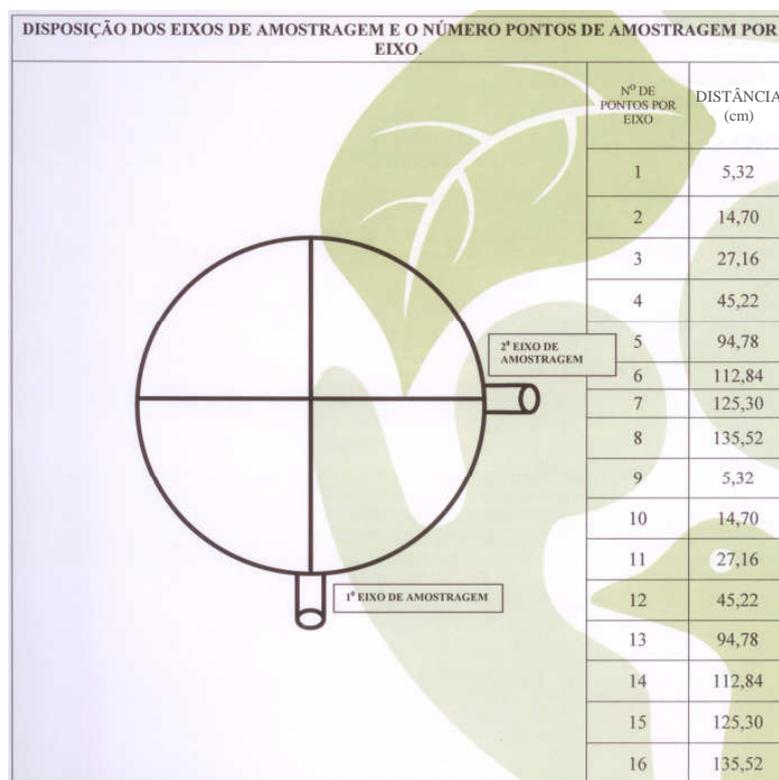


Figura 3.1: Pontos de Amostragem na Chaminé.
Fonte: UTE Manauara (2013).

Os gases coletados pela sonda passam em um filtro de “papel” de fibra de vidro previamente pesado. A massa de sólidos retirada neste filtro é então dividida pela vazão média de gases coletados e se tem assim a concentração de Material Particulado. O mesmo esquema é utilizado para determinar os teores de Dióxido de Nitrogênio e Enxofre, para isto o gás coletado, após a filtração é borbulhado em garrafas lavadoras onde o NO₂ e o SO₂ são capturados e dosados posteriormente em laboratório.

O trem de amostragem, nome dado ao conjunto de componentes, equipamentos e vidrarias utilizados para a realização da coleta de poluentes nos fluxos gasosos é composto por: Sonda, Tubo Pilot, Caixas Fria e Quente, Conjunto de Boquilhas, Cordões Umbilicais, Porta Filtro, Impingers, Bomba de Vácuo e uma Caixa de Controle (Figuras 3.2 e 3.3).



Figura 3.2: Ilustração do Equipamento Utilizado – CIPA.
Fonte: UTE Manauara (2013).

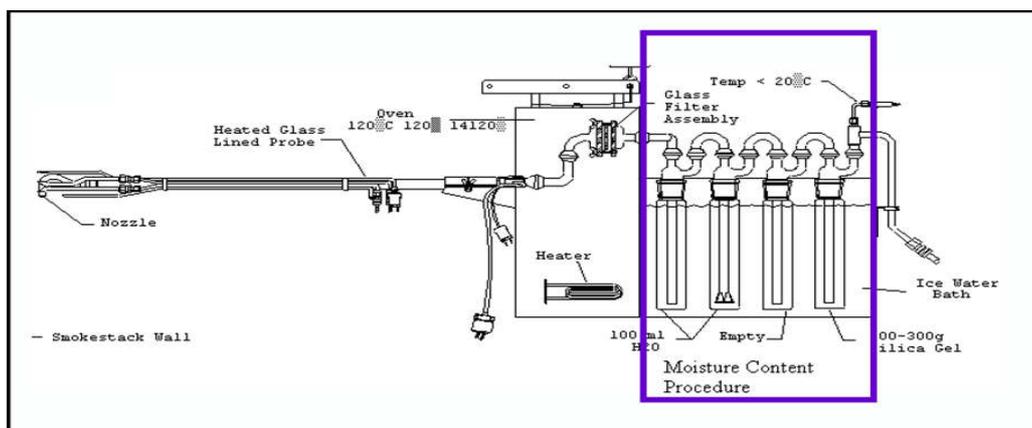


Figura 3.3: Ilustração do Equipamento Utilizado – CIPA.
Fonte: UTE Manauara (2013).

Cada coleta constou das seguintes determinações: temperatura média dos gases, Umidade relativa dos gases, Vazão média dos gases, Velocidade média dos gases, Taxa de emissão e Concentração do Material Particulado, Concentração de NO_x, (como NO₂), SO_x, (como SO₂) e CO. A amostragem coletada foi a mais representativa possível do material expelido pela fonte monitorada, para que desta forma se consiga um resultado preciso tanto do material particulado bem como dos gases monitorados.

3.4.2 Descrição do Equipamento CIPA

O CIPA é um equipamento fabricado, calibrado e certificado pela empresa Energética Indústria e Comércio Ltda., que localiza-se na cidade do Rio de Janeiro. O equipamento foi calibrado segundo o método NBR-12020/92. O trem de amostragem, nome dado ao conjunto de componentes, equipamentos e vidrarias utilizados para a realização da coleta de poluentes nos fluxos gasosos é composto por Sonda, Tubo de Pitot, Caixa Fria, Caixa Quente, Conjunto de Boquilhas, Cordões Umbilicais, Porta Filtro, Impingers, Bomba de Vácuo e uma Caixa de Controle, detalhados abaixo:

- Sonda de Amostragem: Representa uma tubulação que, ao ser inserida na chaminé, serve de veículo para o transporte dos gases/particulados até o conjunto Porta-Filtro;
- Tubo de Pitot: É do tipo S, permite fazer o reconhecimento das velocidades em vários pontos de uma canalização de fluídos;
- Caixa Fria: Funciona como um banho de gelo aonde passam os gases amostrados por uma série de lavadores, também conhecidos como Impingers, os quais têm a função de condensar o vapor de água contido nos gases;
- Caixa Quente (Porta Filtro): Consta de abrigo aquecido para o porta filtro;
- Conjunto de Boquilhas: Tem por finalidade proporcionar a menor quantidade possível de distúrbios no fluxo gasoso, de forma a permitir que a velocidade de entrada das partículas seja igual à velocidade na seção da chaminé no ponto de amostragem;
- Cordões Umbilicais: É o nome dado à mangueira composta por um conjunto de cabos elétricos e sensores, que interligam o trem de amostragem;

- Bomba de Vácuo: Utilizada para sucção dos gases. Funciona interligada a caixa de controle; e
- Caixa de Controle: É o centro do sistema de amostragem, pois controla as diversas temperaturas do sistema de coleta, pressões de velocidade e perda de carga no orifício existente na saída do medidor de gases, para controle da vazão de Coleta.

A utilização do equipamento deve ser feita por técnicos capacitados, pois é necessário certo conhecimento para utilização do mesmo, uma vez que o trabalho de amostragem possui características árduas e que muitas vezes, exige dos membros da equipe um bom condicionamento físico e uma dose alta de cooperação (atividade em altura/alta temperatura).

3.4.3 Dados da Fonte Monitorada

O monitoramento Isocinético foi realizado nas Chaminés dos Geradores 01, 02, 03, 04 e 05 da UTE Manauara, empreendimento deste estudo. Todos os Grupos Geradores são fabricados pela Wartsila, modelo 18V46, possui ano de fabricação em 2006. Os mesmos sofreram adaptação para consumo bi-combustível, registrado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Proporção Média da Mistura do Combustível

Fonte Monitorada	Relação de Mistura do Combustível.
Chaminé do Gerador 01	10% de Óleo Combustível 90% Gás Natural
Chaminé do Gerador 02	10% de Óleo Combustível 90% Gás Natural
Chaminé do Gerador 03	10% de Óleo Combustível 90% Gás Natural
Chaminé do Gerador 04	10% de Óleo Combustível 90% Gás Natural
Chaminé do Gerador 05	10% de Óleo Combustível 90% Gás Natural

Fonte: UTE Manauara (2013)

Os índices médios de consumo, por matriz energética, registrados na tabela acima, em torno de 10% de óleo combustível e 90% de gás natural, foram identificados após um período intenso de testes e que perduram, podendo melhorar futuramente a performance de rateio/consumo.

3.4.4 Método e equipamento para avaliação da qualidade do ar

Os monitoramentos são realizados em dois pontos distintos, um na sede da UTE Manauara (700 metros da fonte) e o outro na Comunidade São João (1.000 metros da fonte), sendo o período de amostragem de acordo com o que determina o método estabelecido na Resolução CONAMA nº 03/90. As amostragens de Partículas Totais em Suspensão (PTS) foram coletadas utilizando um Amostrador de Grande Volume, chamado de AGV PTS, de acordo com o que determina a NBR 9.547 da ABNT.

O mesmo funciona aspirando o ar, que por sua vez é filtrado por um filtro de fibra de vidro, onde as partículas com diâmetro aerodinâmico entre 0,1 e 100 µm são retidas. A concentração é determinada pelo material particulado retido no filtro. O mesmo é pesado antes e depois da amostragem.

As amostras de fumaça e os demais gases dosados foram coletados usando-se um amostrador de gases portátil. O ar aspirado pela bomba de vácuo do equipamento passa por um filtro de papel que retém a poeira do ambiente monitorado. Através da refletância da mancha formada no papel, avalia-se a concentração de fumaça da superfície do filtro. O ar contendo os outros gases, após passarem pelo filtro de papel é dosado diretamente em células fotoquímicas.

Foram realizadas coletas com duração de 24 horas por um período de (7) sete dias, atendendo as normas de amostragem. Utilizou-se também um Kit Calibrador de Vazão para o Amostrador de Grande Volume, que é do tipo simples com placas múltiplas, pois é essencial antes de se iniciar um programa de monitoramento, realizar a calibração do equipamento AGV – PTS (período: abril e outubro/2007, janeiro, maio, agosto e novembro/2008, agosto/2009, janeiro e julho/2010, fevereiro e julho/2011, janeiro e julho/2012, abril/2013).

3.4.5 Descrição do Equipamento AGV – PTS

O Amostrador de Grande Volume é constituído pelos seguintes componentes: Teto de entrada; Base do amostrador, contendo: Casinhola de abrigo, de alumínio anodizado; Porta-filtro, de fibra de vidro, com telas de inox, juntas de borracha, moldura de aperto do filtro e quatro manípulos de aperto; Porta-motor, de fibra de vidro, forma cilíndrica, com moto-aspirador; Painel de controle, com variador de tensão (Vari-Vol), programador semanal de operação (timer), horâmetro, chave liga-desliga, sinaleiro e porta-fusível; Registrador de vazão contínuo, com mangueira de tomada de pressão; Sistema de alimentação, com cabo de 5 metros e tomada para o plug do painel, conforme pode ser constatado na Figura 3.4.

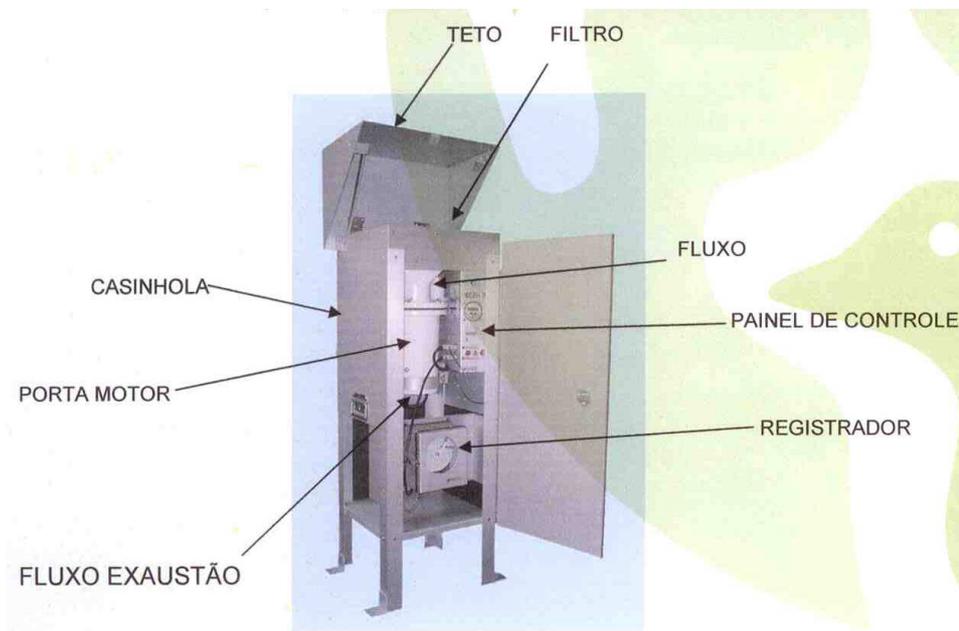


Figura 3.4: Amostrador de Grande Volume

Fonte: UTE Manauara (2013)

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

O processo de tratamento e análise dos dados empregou o programa Excel 2007 com a elaboração de gráficos estatísticos para mensuração. Consistiu na etapa em que os dados são tratados para eliminação de interferências indesejáveis para maximizar a probabilidade de sucesso da pesquisa.

3.6 AVALIAÇÃO E ANÁLISE

Segundo WEISS (1998), essa é a etapa mais crítica: “Mais esforço é despendido na preparação de dados do que na aplicação de um programa” (tradução livre).

Os resultados do estudo da pesquisa foram estruturados em planilhas e gráficos, alinhados com os limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA, do Ministério do Meio Ambiente, e confrontados por fonte de energia, visando evidenciar o papel do gás natural na matriz energética e o seu impacto no desenvolvimento sustentável da região amazônica.

A análise dos dados foi feita de forma comparativa por matriz e os parâmetros analisados embasados pelos limites máximos estabelecidos na legislação na qual prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano a fauna, flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4 AVALIAÇÃO DA COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA QUANTO A REDUÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR

4.1 RESULTADOS DOS ÍNDICES, COMPARAÇÃO CONSUMO ÓLEO COMBUSTÍVEL X GÁS NATURAL

Registra-se na Tabela 4.1, o resumo dos resultados obtidos das emissões monitoradas, exigidas pela legislação, desde o início de operação do empreendimento, convertidos para a mesma unidade de medida da resolução que a usina atualmente está mais compatível, CONAMA 382/06, ou seja, miligramas por normal metro cúbico, notação - mg/Nm³. É importante destacar que a UTE Manauara monitorava os resultados entre 2006-2010 com os índices da resolução COMANA 08/90, gramas por mega quilocaloria, notação g/Mkcal.

Observa-se que a resolução acima mencionada define os limites de emissão para poluentes atmosféricos, quando os processos de geração são provenientes a partir de combustão por óleo combustível ou gás natural, entre outros, ou seja, não contempla pontualmente processo de queima conjunta, como é o caso na UTE Manauara, mistura de óleo combustível (10%) e gás natural (90%).

Na Tabela 4.2 é apresentado o resumo dos resultados obtidos nos monitoramentos da qualidade do ar, exigidos pela legislação, desde o início de operação do empreendimento, expressos em microgramas por metro cúbico, com exceção do CO, expresso em partes por milhão. Comparamos assim a média dos resultados da qualidade do ar apresentados no período 2007-2010, com a média dos resultados do período 2011-2013.

Na comparação entre os resultados pré e pós consumo do gás natural, descartamos as monitorações de fevereiro de 2011, devido início dos testes com o novo combustível, onde neste período operava-se com composição variada dos dois (óleo combustível e gás natural); e também os resultados dos Grupo Geradores 04 e 05, monitorados em julho de 2011, razão ainda estarem em testes/ajustes, também com composições variadas.

Tabela 4.1: Média dos Resultados dos Parâmetros Monitorados das Fontes 2006-2013

Fontes / Parâmetros		Amostragens																			Comparação					
Monitorados		set/06	abr/07	jun/08	jul/09	ago/10	jan/10	ago/10	CONAMA 08/90	MEDIA mg/Nm ³ 2006-2010	fev/11	jul/11	jan/12	jul/12	abr/13	CONAMA 382/06	MEDIA mg/Nm ³ 2011-2012	08/90 - 382/06								
Chaminé do Gerador 01	MP	-	-	307,83	76,91	261,93	65,44	78,71	19,66	100,85	25,20	113,74	28,42	350 g/Mkcal	43,12	21,04	19,44	21,46	16,90	14,36	100 mg/Nm ³	18,04	-58,17%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	493,66	493,66	511,10	511,10	912,12	912,12	Sem referência mg/Nm ³	638,96	89,90	645,77	617,42	617,42	522,34	459,27	459,27	1000 mg/Nm ³	561,20	-12,17%		
	SO ₂	-	-	3102,58	775,12	2750,24	687,09	1272,53	317,92	1411,58	352,66	1350,34	337,38	5000 g/Mkcal	494,03	65,37	59,75	27,99	30,19	30,19	51,11	1800 mg/Nm ³	42,26	-91,45%		
	Densidade	-	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	Máximo 20%	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	-	
	Colorimétrica (Escala Ringelman)	100% Óleo Combustível																								
Chaminé do Gerador 02	MP	-	-	305,75	76,39	257,44	64,32	69,94	17,47	87,46	21,85	101,67	25,40	350 g/Mkcal	41,09	59,81	23,60	23,72	17,26	18,17	100 mg/Nm ³	20,69	-49,65%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	408,33	408,33	402,03	402,03	684,51	684,51	Sem referência mg/Nm ³	498,29	175,19	629,93	598,11	598,11	490,75	453,67	453,67	1000 mg/Nm ³	543,12	9,00%		
	SO ₂	-	-	2965,01	740,75	2666,82	666,25	1242,13	310,32	1111,92	277,79	1096,13	273,85	5000 g/Mkcal	463,79	106,28	59,67	27,45	30,19	30,19	61,18	1800 mg/Nm ³	44,62	-90,17%		
	Densidade	-	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	Máximo 20%	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	-	
	Colorimétrica (Escala Ringelman)	100% Óleo Combustível																								
Chaminé do Gerador 03	MP	-	-	296,95	74,19	259,01	64,71	79,80	19,94	91,22	22,79	89,72	22,41	350 g/Mkcal	40,81	11,08	24,95	24,55	19,65	19,24	100 mg/Nm ³	22,10	-45,85%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	449,66	449,66	325,12	325,12	503,43	503,43	Sem referência mg/Nm ³	426,07	103,26	610,60	581,74	581,74	553,76	482,04	482,04	1000 mg/Nm ³	557,04	30,74%		
	SO ₂	-	-	2683,97	670,54	2664,54	665,68	1178,13	294,33	828,61	207,01	761,13	190,15	5000 g/Mkcal	405,54	50,32	48,15	20,81	29,20	29,20	56,11	1800 mg/Nm ³	38,57	-90,49%		
	Densidade	-	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	Máximo 20%	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	-	
	Colorimétrica (Escala Ringelman)	100% Óleo Combustível																								
Chaminé do Gerador 04	MP	173,56	43,36	295,19	73,75	255,46	63,82	85,95	21,47	87,61	21,89	83,36	20,83	350 g/Mkcal	40,85	45,77	64,97	17,75	20,90	19,67	100 mg/Nm ³	19,44	-52,41%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	380,00	380,00	374,23	374,23	475,82	475,82	Sem referência mg/Nm ³	410,02	161,50	314,97	418,98	418,98	574,83	478,52	478,52	1000 mg/Nm ³	490,78	19,70%		
	SO ₂	2136,89	533,86	2682,02	670,05	2635,09	658,33	1279,46	319,65	1117,02	279,07	953,84	238,30	5000 g/Mkcal	449,88	119,04	99,84	26,49	51,20	51,20	73,39	1800 mg/Nm ³	50,36	-88,81%		
	Densidade	-	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	Máximo 20%	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	-
	Colorimétrica (Escala Ringelman)	100% Óleo Combustível																								
Chaminé do Gerador 05	MP	-	-	306,38	76,54	250,67	62,63	73,98	18,48	85,69	21,41	79,25	19,80	350 g/Mkcal	39,77	7,68	60,52	26,48	26,50	19,17	19,17	100 mg/Nm ³	24,05	-39,53%		
	NO ₂	-	-	-	-	-	408,33	408,33	517,44	517,44	856,49	856,49	Sem referência mg/Nm ³	594,09	81,93	265,08	595,33	595,33	478,62	462,52	462,52	1000 mg/Nm ³	512,16	-13,79%		
	SO ₂	-	-	2842,73	710,20	3462,91	865,14	1230,40	307,39	1289,41	322,13	1285,60	321,18	5000 g/Mkcal	505,21	43,46	85,00	85,19	20,55	20,55	45,04	1800 mg/Nm ³	50,26	-90,05%		
	Densidade	-	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	Máximo 20%	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	-
	Colorimétrica (Escala Ringelman)	100% Óleo Combustível																								
Média das Chaminés	MP	173,56	43,36	302,42	75,55	256,902	64,18	77,676	19,41	90,566	22,63	93,548	23,37	350 g/Mkcal	41,13	29,08	22,66	22,79	20,24	18,12	100 mg/Nm ³	20,95	-49,05%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	428,00	428,00	425,98	425,98	686,47	686,47	Sem referência mg/Nm ³	513,48	122,38	628,77	562,32	562,32	524,06	467,20	467,20	1000 mg/Nm ³	545,59	6,25%		
	SO ₂	2136,89	533,86	2855,26	713,33	2835,92	708,50	1240,53	309,92	1151,71	287,73	1089,41	272,17	5000 g/Mkcal	461,69	76,89	55,86	37,89	32,27	32,27	57,37	1800 mg/Nm ³	45,77	-90,09%		
	Densidade	-	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	< 20	-	Máximo 20%	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	-
	Colorimétrica (Escala Ringelman)	100% Óleo Combustível																								

OBS.: Os resultados são expressos em base seca de 3% de excesso de oxigênio.

Legenda:

MP - Material Particulado NO₂ - Dióxido de Nitrogênio SO₂ - Dióxido de Enxofre OC - Óleo Combustível GN - Gás Natural

Fonte: UTE Manauara, 2013

Tabela 4.2: Média dos Resultados dos Monitoramentos da Qualidade do Ar 2007-2013

Fontes / Parâmetros		Amostragens																	MÉDIA µg/m³ 2011-2013	Comparação OC - GN			
		abr/07	out/07	jan/08	mai/08	ago/08	nov/08	ago/09	jan/10	jul/10	CONAMA 03/90		MÉDIA µg/m³ 2007-2010	fev/11	jul/11	jan/12	jul/12	abr/13					
Monitorados												PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO										
Sede UTE - Manauara (700 metros da fonte)	PA	43,58	39,44	41,06	50,17	50,80	51,24	41,49	45,47	39,68	240 µg/m³	150 µg/m³	44,77	12,45	32,97	26,32	38,96	27,92	31,54	-29,55%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	-	22,35	22,30	20,09	320 µg/m³	190 µg/m³	21,58	44,98	52,07	46,54	56,08	42,96	49,41	128,97%			
	SO ₂	80,45	87,93	87,52	88,4	95,24	95,77	31,17	34,97	28,13	365 µg/m³	100 µg/m³	69,95	41,16	54,65	43,04	50,24	32,13	45,02	-35,65%			
	CO	-	-	-	-	-	-	479,21	431,35	425,28	35 ppm (40.000 µg/m³)		445,28	430,01	454,45	418,15	410,96	322,31	401,47	-9,84%			
	O ₃	-	-	-	-	-	-	36,21	39,04	34,83	160 µg/m³	160 µg/m³	36,69	60,46	70,91	65,75	79,76	48,54	66,24	80,52%			
	Fumaça	53,7	33,3	36,2	39,1	39,7	38,1	29,88	45,45	44,77	150 µg/m³	100 µg/m³	40,02	23,11	28,74	24,10	33,06	21,53	26,86	-32,89%			
Comunidade São João (1.000 metros da fonte)	PA	41,07	41,84	40,54	41,87	43,92	50,92	50,66	60,46	52,83	240 µg/m³	150 µg/m³	47,12	16,31	27,34	25,81	24,74	34,72	28,15	-40,26%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	-	29,20	30,82	27,40	320 µg/m³	190 µg/m³	29,14	45,41	55,62	41,89	46,22	39,62	45,84	57,30%			
	SO ₂	75,71	78,18	87,17	88,81	89,06	95,37	37,85	37,85	36,48	365 µg/m³	100 µg/m³	69,61	45,11	54,21	41,22	48,88	41,61	46,48	-33,23%			
	CO	-	-	-	-	-	-	421,38	626,21	305,30	35 ppm (40.000 µg/m³)		450,96	439,94	458,16	352,02	436,69	342,88	397,44	-11,87%			
	O ₃	-	-	-	-	-	-	40,41	44,42	42,89	160 µg/m³	160 µg/m³	42,57	64,63	71,01	61,59	67,69	40,32	60,15	41,29%			
	Fumaça	60,8	32,3	35,4	36,2	36,6	37,9	35,85	54,07	52,62	150 µg/m³	100 µg/m³	42,42	24,16	28,36	23,03	27,86	21,09	25,09	-40,86%			
Média das fontes	PA	42,33	40,64	40,80	46,02	47,36	51,08	46,08	52,97	46,26	240 µg/m³	150 µg/m³	45,95	14,38	30,16	26,07	31,85	31,32	29,85	-35,04%			
	NO ₂	-	-	-	-	-	-	25,78	26,56	23,75	320 µg/m³	190 µg/m³	25,36	45,195	53,845	44,215	51,15	41,29	47,63	87,80%			
	SO ₂	78,08	83,055	87,345	88,605	92,15	95,57	34,51	36,41	32,305	365 µg/m³	100 µg/m³	69,78	43,135	54,43	42,13	49,56	36,87	45,75	-34,44%			
	CO	-	-	-	-	-	-	450,30	528,78	365,29	35 ppm (40.000 µg/m³)		448,12	434,98	456,31	385,09	423,83	332,60	399,45	-10,86%			
	O ₃	-	-	-	-	-	-	38,31	41,73	38,86	160 µg/m³	160 µg/m³	39,63	62,545	70,96	63,67	73,725	44,43	63,20	59,45%			
	Fumaça	57,25	32,8	35,8	37,65	38,15	38,0	32,9	49,8	48,7	150 µg/m³	100 µg/m³	41,22	23,635	28,55	23,57	30,46	21,31	25,97	-36,99%			

OBS.: Os resultados apresentam a média de 7 dias de coleta.

Legenda:

PA - Partículas em Suspensão NO₂ - Dióxido de Nitrogênio SO₂ - Dióxido de Enxofre CO - Monóxido de Carbono O₃ - Ozônio OC - Óleo Combustível GN - Gás Natural

Fonte: UTE Manauara, 2013

4.1.1 Monitoramento das Emissões Gasosas das Chaminés

O monitoramento das chaminés é a única forma de se garantir o atendimento das exigências legais para a emissão de poluentes atmosféricos e tem por finalidade o controle e recuperação da qualidade do ar, observados os limites de emissões de poluentes atmosféricos garantindo a proteção da saúde e o bem-estar da população.

Os teores de particulados nos gases de combustão e padrões de qualidade do ar foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Resoluções n^os 03/90, 08/90 e 382/06 e definem legalmente os limites máximos de poluente, que garantam a proteção da saúde e do meio ambiente. As técnicas analíticas e métodos de referência utilizados foram propostos pela ABNT, através das normas NBR 10700/89, 10701/89, 12019/90 e 9547/97. Estas devem ser amplamente divulgadas, pois desta forma esclarecerão a sociedade sobre os problemas de qualidade do ar e reforçarão a consciência ecológica.

Uma vez consolidada a base de dados, e extraído os índices, busca-se interpretá-los, viabilizando melhoria contínua nos processos. Os gráficos a seguir, Figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5, comparam os resultados por fonte e matriz energética, dos parâmetros monitorados (MP, NO₂ e SO₂), conforme índices da Tabela 4.1, média do período 2006-2013.

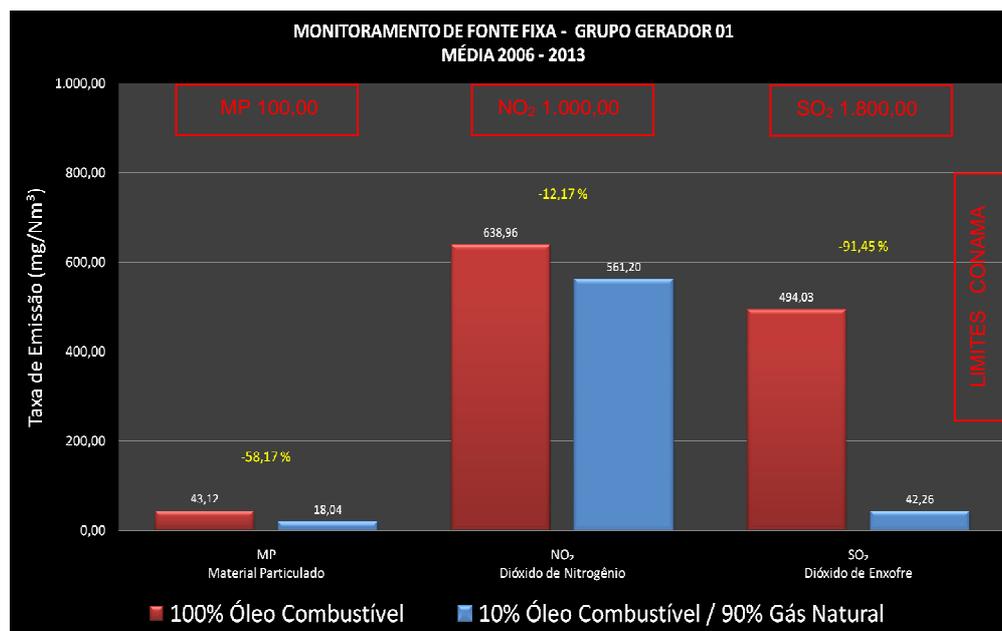


Figura 4.1: Resultados médios dos parâmetros monitorados por matriz energética – GG 01
Fonte: UTE Manauara, 2013

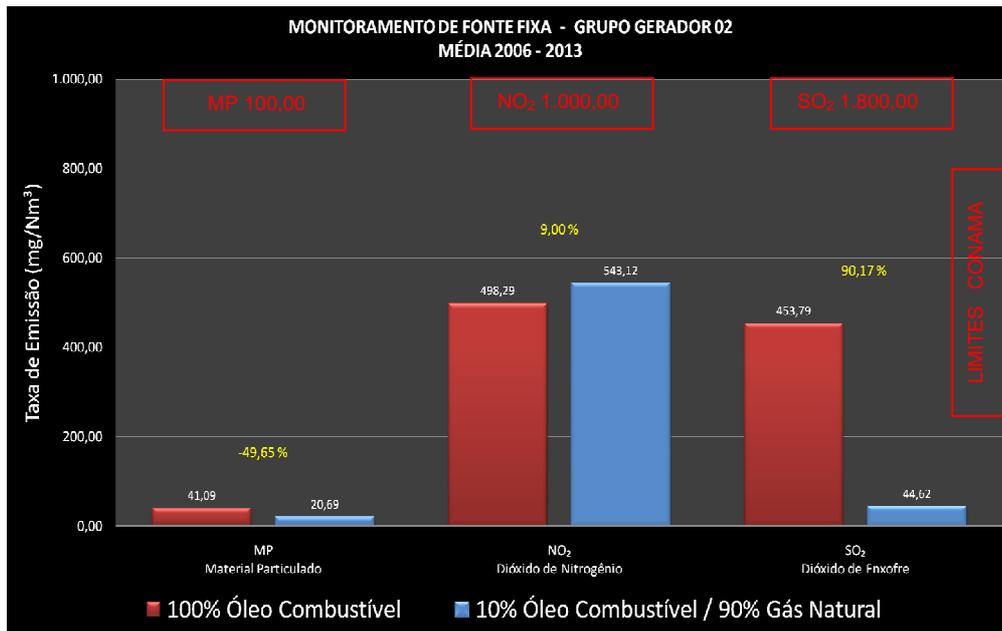


Figura 4.2: Resultados médios dos parâmetros monitorados por matriz energética – GG 02
Fonte: UTE Manauara, 2013

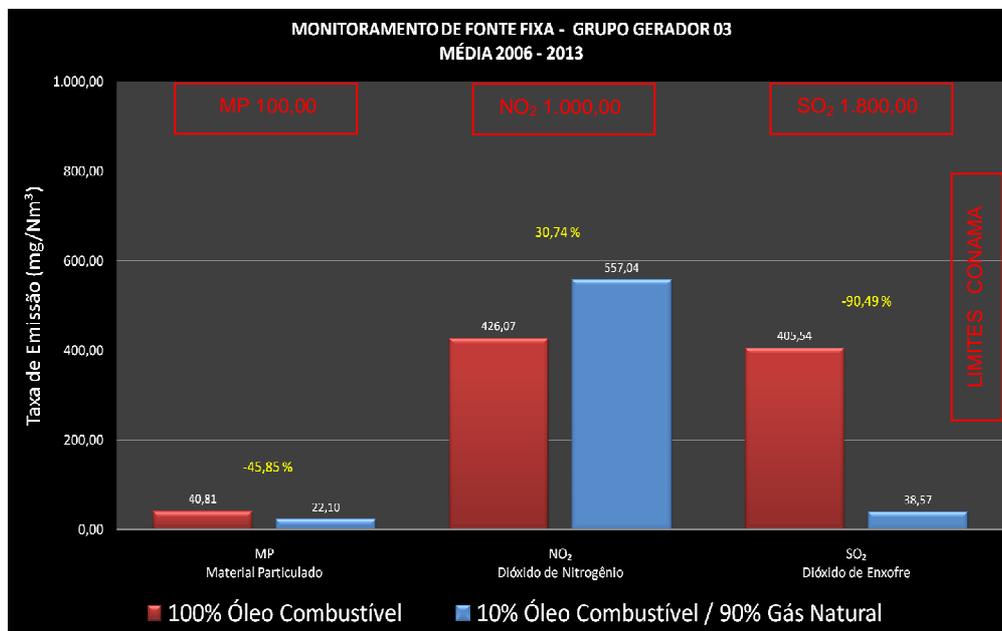


Figura 4.3: Resultados médios dos parâmetros monitorados por matriz energética – GG 03
Fonte: UTE Manauara, 2013

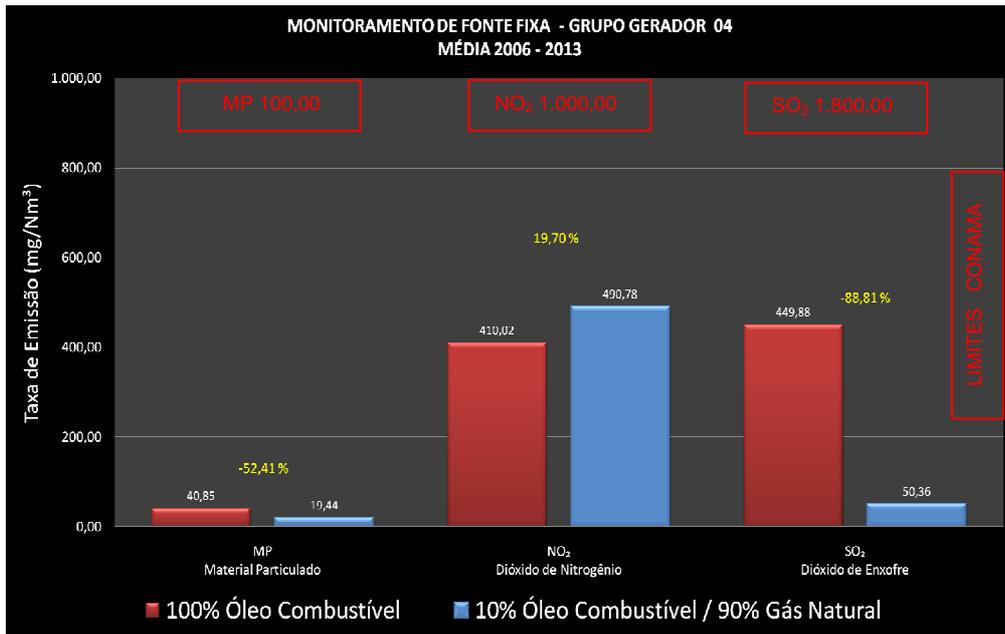


Figura 4.4: Resultados médios dos parâmetros monitorados por matriz energética – GG 04
 Fonte: UTE Manauara, 2013

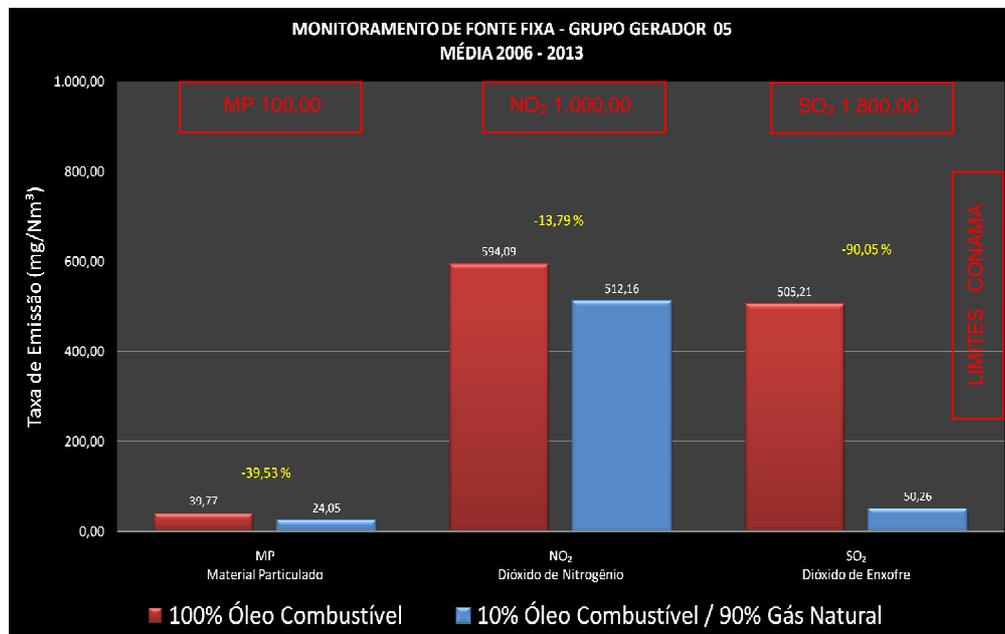


Figura 4.5: Resultados médios dos parâmetros monitorados por matriz energética – GG 05
 Fonte: UTE Manauara, 2013

Para TAKASHINA (2005), “Indicadores viabilizam a busca contínua de qualidade dos produtos e serviços e da produtividade da organização, aumentando a satisfação dos seus clientes, sua competitividade e, conseqüentemente, sua participação no mercado. Nesse sentido, o uso dos indicadores encoraja tanto melhorias incrementais como revolucionárias”.

Diante dos resultados encontrados nos monitoramentos, comparando-se os índices por matriz energética, óleo combustível até 2010 e a seguir bi-combustível, na proporção de 10% óleo combustível e 90% gás natural, compomos, a seguir, a Figura 4.6, onde se verificou um decréscimo dos parâmetros Material Particulado e Dióxido de Enxofre - SO₂, respectivamente 49,05% e 90,09%, e um acréscimo para o parâmetro Dióxido de Nitrogênio - NO₂, 6,25%, o que já era esperado, pois o gás natural é, em princípio, isento de enxofre e cinzas, e composto de nitrogênio.

Proporcionalmente o aumento de NO₂ é ínfimo levando-se em conta a mudança radical da matriz energética.

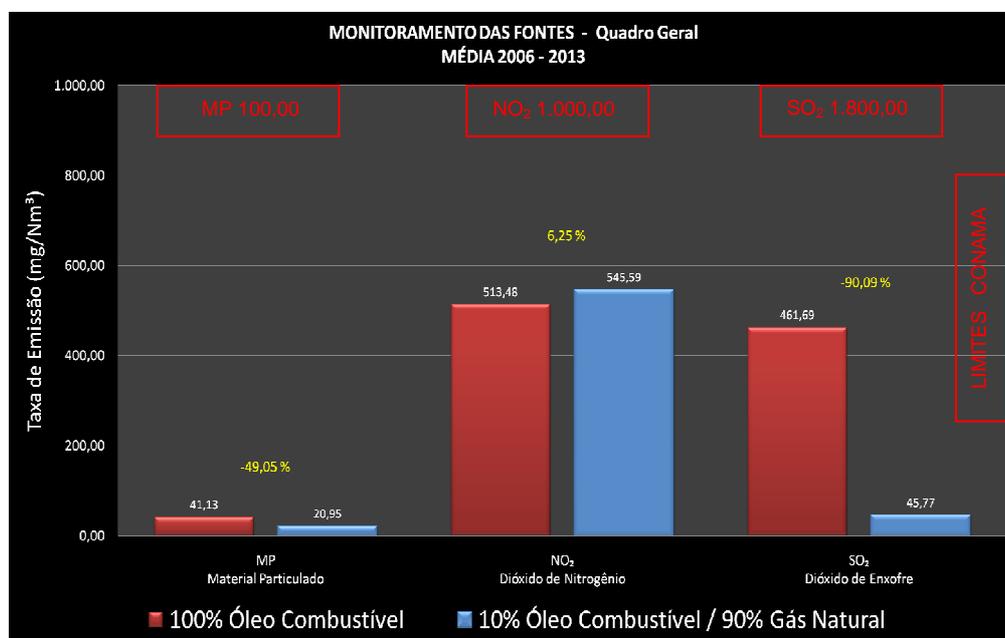


Figura 4.6: Quadro Geral de Monitoramento das Fontes por Matriz Energética 2006-2013

Fonte: UTE Manauara, 2013

4.1.2 Monitoramento da Qualidade do Ar

Monitorar o ar é observar periodicamente as concentrações na atmosfera de quaisquer poluentes que afetam a qualidade do ar.

A poluição do ar é uma mistura perigosa de gases residuais, poeira e outras pequenas partículas formadas na atmosfera e produzidas, também, pela descarga de poluentes, de maneira a torná-lo prejudicial ao meio ambiente.

Nesse sentido, o objetivo do monitoramento da qualidade do ar é avaliar continuamente as características que tornam o ar um ambiente propício ao ser humano e ao meio ambiente em geral, possibilitando observação das emissões relativas às fontes fixas e móveis.

Os gráficos a seguir, Figuras 4.7 e 4.8, comparam os resultados por localidade avaliada, dos parâmetros (PA, NO₂, SO₂, CO, O₃ e FMC), conforme índices da Tabela 4.2, média da qualidade do ar, período 2007-2013.

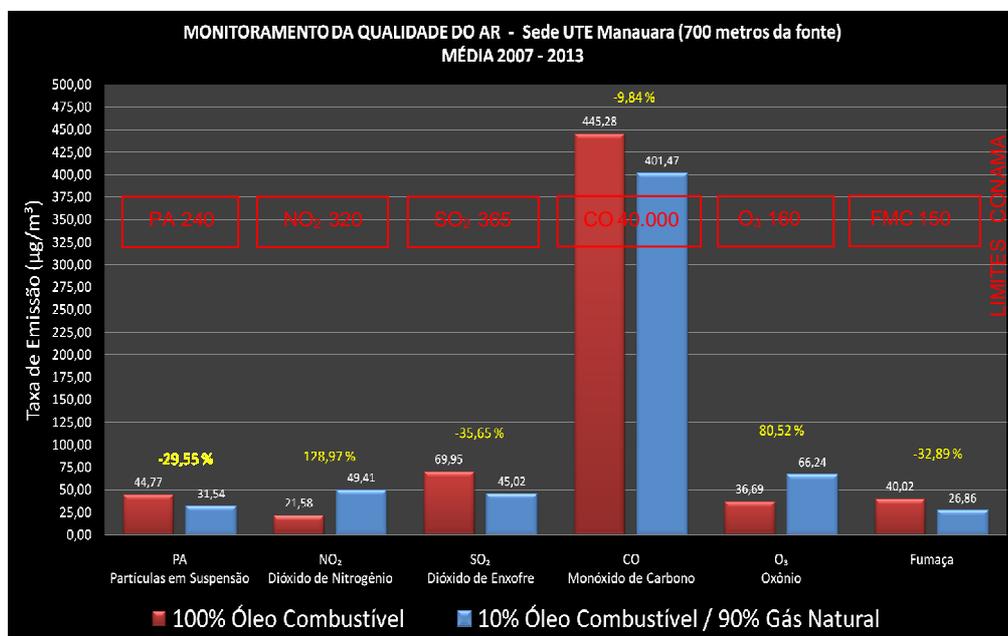


Figura 4.7: Resultados médios dos parâmetros monitorados da Qualidade do Ar_UTE Manauara
Fonte: UTE Manauara, 2013.

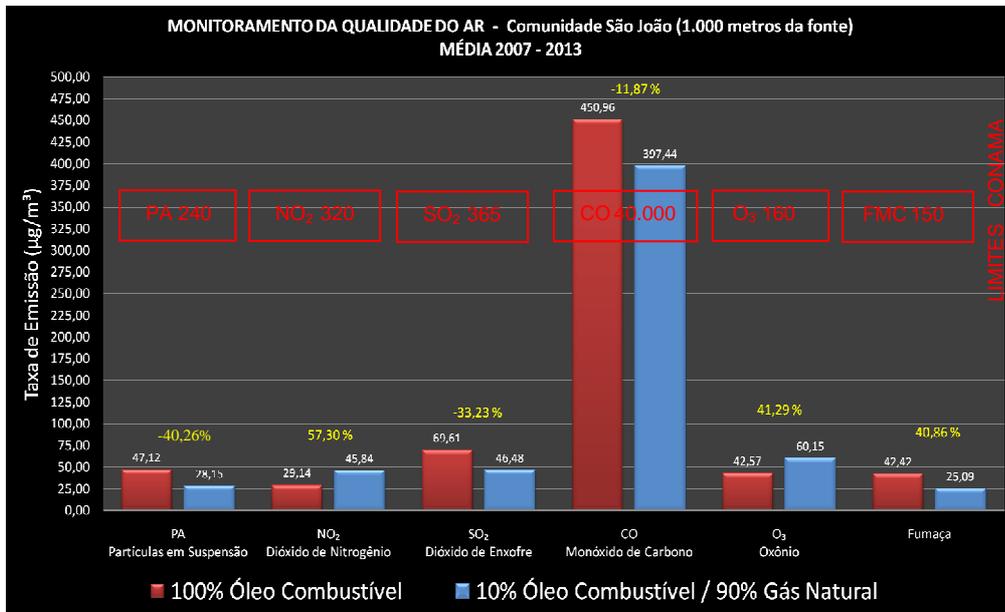


Figura 4.8: Resultados médios dos parâmetros monitorados da Qualidade do Ar_Comun.S.João
Fonte: UTE Manauara, 2013

Dos seis parâmetros monitorados, quatro tiveram decréscimo, comparando-se os períodos de óleo combustível e gás natural, Partículas em Suspensão -38,82%, SO₂ -30,81%, CO -6,12% e Fumaça -36,78%, enquanto dois elevaram, NO₂ +93,34% e O₃ +69,84%, gases com maiores índices de composição no gás natural. Na Figura 4.9 demonstra-se o Quadro Geral de Monitoramento da Qualidade do Ar. As emissões dos gases, NO₂ e O₃, são as principais preocupações ambientais nas usinas a gás natural, mas registramos que mesmo aumentando, estão abaixo de 50% do teto da legislação.

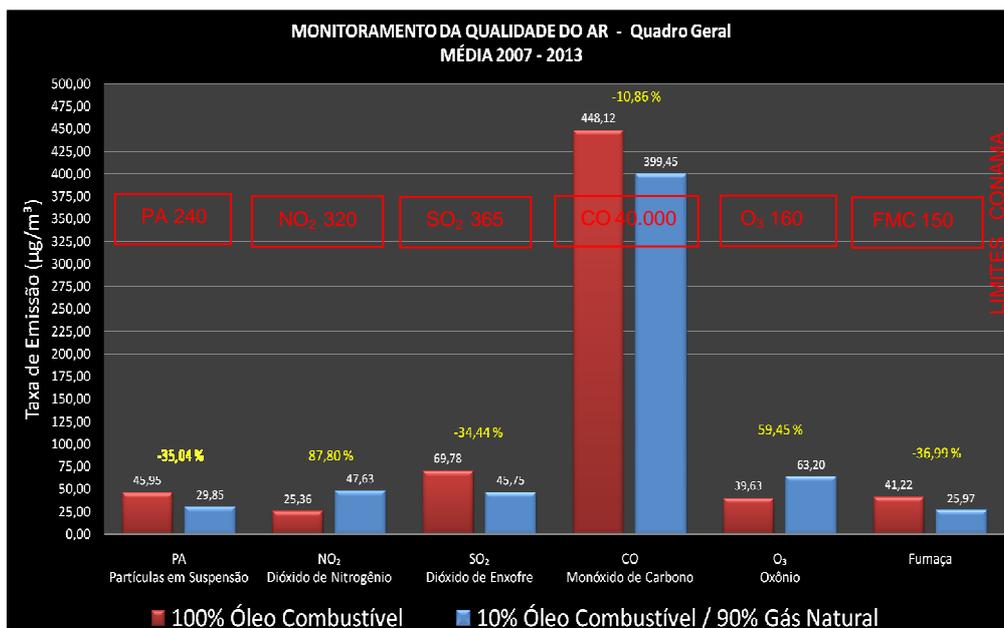


Figura 4.9: Quadro Geral de Monitoramento da Qualidade do Ar 2007 - 2013
Fonte: UTE Manauara, 2013

É possível afirmar que todos os parâmetros analisados, em todos os monitoramentos realizados, encontram-se dentro dos índices exigidos nas resoluções CONAMA, compatíveis com a operação do empreendimento, evidenciando, com isto, que os referidos Grupos Geradores estão operando em perfeitas condições do ponto de vista ambiental. É importante salientar que a partir dos testes com o gás natural, houve considerável redução nos índices.

4.2 NÍVEL DE EFICIÊNCIA ALCANÇADO

A UTE Manauara, Produtora Independente de Energia - PIE, iniciou suas atividades operacionais em 22.09.2006, inicialmente consumindo óleo combustível e a partir de 2011, gás natural, com a chegada deste novo combustível em Manaus e região, visando garantir a oferta de energia elétrica com qualidade e confiabilidade e de baixo custo para o mercado da Eletrobras Amazonas Energia.

A UTE Manauara teve os grupo-geradores modificados para o trabalho com gás. Foram investidos R\$ 161 milhões de reais na adequação parcial do parque energético de Manaus para a nova tecnologia (investimentos de três PIEs que iniciaram testes com gás natural em nov2010); por conta do aproveitamento das máquinas, o investimento da UTE Manauara foi de apenas R\$ 55 milhões.

Com o gás natural haverá uma redução de cerca de 20% de CO₂ na atmosfera, melhorando assim a qualidade do ar da população de Manaus (RENZO, 2010). O resultado foi alcançado graças a investimentos em eficiência energética, à descontinuidade de algumas operações que eram intensivas em emissões e a outras melhorias operacionais.

Em termos de qualidade do ar, apesar do crescimento que Manaus vem sofrendo nos últimos anos, esta permanece dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA e pela Organização Mundial de Saúde - OMS, que foram adaptados para os índices classificados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), órgão ambiental do Estado de São Paulo, onde comparamos com a média dos índices encontrados nos monitoramentos da UTE Manauara (Tabela 4.3).

Tabela 4.3: Classificação dos Índices de Qualidade do Ar utilizados pela CETESB X UTE

PADRÃO CETESB			ÍNDICES CONAMA 03/90											
ÍNDICE	QUALIDADE DO AR	ESTADO DE S. PAULO	PA		NO ₂		SO ₂		CO		O ₃		FMC	
			µg/m ³	UTE	µg/m ³	UTE	µg/m ³	UTE	ppm	UTE	µg/m ³	UTE	µg/m ³	UTE
0 - 40	Boa	-	80	29,65	100	47,63	80	45,75	4,50	0,40	80	63,2	60	25,97
41 - 80	Moderada	-	240	-	320	-	365	-	9	-	160	-	150	-
81 - 120	Ruim	Atenção	375	-	1130	-	800	-	15	-	200	-	250	-
121 - 200	Muito Ruim	Alerta	625	-	2260	-	1600	-	30	-	800	-	420	-
> 200	Péssima	Emergência	875	-	3000	-	2100	-	40	-	1000	-	500	-

Legenda

PA-Partículas em Suspensão NO₂-Dióxido de Nitrogênio SO₂-Dióxido de Enxofre CO-Monóxido de Carbono O₃-Ozônio FMC-Fumaça

Fonte: CETESB (2013)

Identificamos que todos os índices médios das emissões controladas na UTE Manauara, estão na faixa de qualidade do ar classificada como BOA, o que demonstra que os valores guias estabelecidos pela OMS estão sendo atendidos.

Ratificamos que o estudo em questão registra que a UTE Manauara vem atendendo aos padrões nacionais ambientais e mundiais, utilizando-se como parâmetro a tabela empregada pela CETESB que adotou as diretrizes recomendadas pela OMS, que preconiza que o processo de estabelecimento de padrões visa atingir as menores concentrações possíveis no contexto de limitações locais, capacidade técnica e prioridades em termos de saúde pública (CETESB, 2013).

Assim, o gás natural apresenta uma vantagem ambiental significativa em relação a outros combustíveis fósseis, em função da menor emissão de gases poluentes que contribuem para o efeito estufa. Quantitativa e qualitativamente, o maior ou menor impacto ambiental da atividade está relacionado à composição do gás natural, ao processo utilizado na geração de energia elétrica e remoção pós-combustão e às condições de dispersão dos poluentes, como altura da chaminé, relevo e meteorologia. Apenas como exemplo, o estudo sobre gás natural do Plano Nacional de Energia 2030 registra que o volume de CO₂ lançado na atmosfera pode ser entre 20% e 23% inferior àquele produzido pela geração a partir do óleo combustível (ANEEL, 2010).

Na cadeia produtiva do gás natural, entre os impactos socioambientais positivos, há a geração de *royalties* para os municípios em que as usinas estão localizadas, incremento das atividades de comércio e serviços, principalmente na fase de exploração e produção do gás natural e da construção da usina, e geração local de empregos. Além disso, as termelétricas, por se tratarem de unidades de pequeno porte, não exigem a escolha de um terreno específico e podem ser construídas nas proximidades de centros de consumo. Isto elimina a necessidade de grandes linhas de transmissão para transporte da energia produzida às instalações de distribuição (PETROBRAS, 2012).

A utilização de gás natural como combustível principal para combustão dos motores da UTE Manauara proporcionou melhor rendimento energético, gerando uma minimização dos resíduos e melhoria no padrão da qualidade do ar, sendo que as concentrações de poluentes emitidas atendem plenamente às legislações pertinentes. A principal razão para a baixa contribuição dos motores, em termos de concentração de poluentes emitidos, foi a mudança para combustível mais limpo, com baixo teor de enxofre e cinzas, como a troca do óleo combustível pelo gás natural considerado uma fonte de energia segura, eficiente e econômica.

4.3 MELHORIAS DA MATRIZ ENERGÉTICA

No mundo atual, a luta pela defesa do meio ambiente tem-se apresentado como uma alternativa válida no questionamento dessa ordem social, política e cultural, sendo a participação popular um relevante instrumento capaz de mudar esse quadro negro, pois a nova formação política no Brasil começa pelo conhecimento dos direitos e deveres do cidadão.

Nesse contexto de transformação, a matriz do gás natural surge como uma parceira relevante na reflexão dos problemas relacionados com o ser humano e o entorno em que vive, não só informando, mas, pensando um projeto político que seja comprometido com a justiça social, com ambiente sustentável e economicamente equilibrado.

Sabe-se que o Brasil tem um grande desafio que é conciliar desenvolvimento com preservação. Quase um quinto da vegetação original já desapareceu, metade disso nos últimos vinte anos, quando o avanço das motosserras passou a ser monitorado com imagens feitas por satélites. O pedido de demissão da ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, na segunda semana de maio de 2008, ocorreu do debate de como conciliar o crescimento econômico com a proteção ambiental, sobretudo na região amazônica, que abrange mais da metade do território nacional. O desmatamento desenfreado da Amazônia, a maior floresta tropical do planeta, não pode continuar.

O gás natural do estado do Amazonas tem grande potencial de proporcional progresso e desenvolvimento no Estado, principalmente em Manaus onde há grandes concentrações humanas com baixíssimos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). Pode-se começar pela redução dos custos de energia elétrica, uma das mais exorbitantes e desqualificadas, dentre as capitais brasileiras.

A demanda de petróleo e gás preocupa a humanidade, devido, principalmente, a questões ambientais. Isto faz com que fontes energéticas alternativas sejam cada vez mais pesquisadas, para que possam ir ao encontro de questões ecológicas e, ao mesmo tempo, satisfazer as necessidades de energia das pequenas comunidades as quais não dispõem de recursos para investir em fontes mercadológicas tradicionais ou ortodoxas.

Conforme o Jornal do Brasil (2011), a produção de petróleo e gás da Petrobras no Brasil em maio (2011) foi de 2.361.080 barris de óleo por dia, indicando aumento de 0,6% sobre os 2.345.989 barris produzidos em abril e de 0,4% na comparação com o mesmo mês de 2010. A produção de gás natural em maio foi de 56 bilhões 899 milhões de metros cúbicos, indicando um aumento de 7,8% em relação ao mesmo mês de 2010 e de 4,5% em relação a abril de 2011.

O Estado do Amazonas tem 1.570.745.680 km² de extensão territorial, possui sessenta e dois municípios. Em relação à contagem da população pelos dados de 2010 do Instituto

Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE), possui 3.350.773 pessoas residentes. A capital Manaus concentra mais da metade da população do Amazonas.

As reservas provadas do estado do Amazonas são de 52.397 milhões de m³ (reservas em 31/12/2009), este volume representa 14% das reservas provadas do país que são de 366.467 milhões de m³. Considerando o volume contratado pela CIGÁS junto a Petrobras (5,5 milhões de m³/dia), a razão reserva provada no Amazonas/volume contratado CIGÁS é igual há 26 anos. O Amazonas possui a 2ª maior reserva de gás natural (terra e mar) do Brasil, sendo o Estado detentor da maior reserva *onshore* (em terra) (CIGÁS, 2011).

Hoje, a Bacia do Solimões produz dezenas de milhares de barris/dia de óleo e mais de uma dezena de milhões de m³/dia de gás, seu potencial é extremamente significativo, mas sua localização remota, em meio à selva amazônica. Sua logística é de difícil acesso, fazendo com que o seu desenvolvimento seja limitado (FRANCO, 2010).

Pamplona (2010) afirma que duas décadas após o início da produção no campo de Urucu, em meio à Floresta Amazônica, a exploração de petróleo na Bacia do Solimões, no Amazonas, entra em uma segunda onda de investimentos.

A região amazônica é, em particular, a Bacia do Solimões, a maior bacia onshore de gás natural e a quarta em petróleo do Brasil em termos de reservas e de produção. No Estado do Amazonas, que inclui a Bacia do Solimões e a Bacia do Amazonas, se concentram 80% das reservas provadas de gás em terra e 12% das reservas provadas de petróleo em terra do Brasil. Hoje, a Bacia do Solimões produz 37 mil barris/dia de óleo e 11 milhões de m³/dia de gás. O óleo é de excelente qualidade, muito leve. O gás é bastante úmido, ou seja, contém uma alta proporção de condensados e GLP. É uma bacia com muito potencial, mas sua localização remota, em meio à selva amazônica e com uma logística de difícil acesso, faz com que o seu desenvolvimento seja limitado (D'APOTE, 2011).

A média diária de produção de gás natural no Estado do Amazonas em 2011 (até fevereiro) era de 11 milhões de m³/dia. Comparando com a média do ano de 2010 (10,5

milhões de m³/dia), houve um crescimento de 4,5%. Da produção total do Estado em 2011, 8,9 milhões de m³/dia (81%) foram reinjetados, queimados e utilizados no processo de exploração e produção (E&P), ficando disponível para o mercado 2,1 milhões de m³/dia (19%) (CIGÁS, 2011).

O pagamento de *royalties* ao Governo do Amazonas pela exploração de petróleo e gás no Estado bateu recorde no ano de 2011. As empresas que produzem petróleo e gás natural no Amazonas pagaram R\$ 82,49 milhões no primeiro semestre deste ano como compensação à sociedade pela exploração de recursos não renováveis. O valor é 20% maior que o resultado do primeiro semestre de 2010, de R\$ 68,75 milhões, e 12,5% acima do verificado no mesmo período de 2008, que chegou a R\$ 73,3 milhões, até então o maior resultado da série histórica com início em 1999 (NOTÍCIAS AMAZONAS, 2011).

A gestão ambiental surge como forma de consertar os erros cometidos no passado, contudo, para a sua perfeita inserção na comunidade é extremamente relevante a participação efetiva dos seus membros, procurando sensibilizá-los sobre a finitude dos recursos naturais, combatendo qualquer destruição ambiental que possa prejudicar o equilíbrio natural, sem impor nada de maneira autoritária, respeitando seus conhecimentos acumulados durante gerações.

A problemática ambiental começa a aparecer, no horizonte das preocupações do homem moderno, a partir da década de setenta, com a advertência da extinção das espécies, os graves problemas da contaminação, a presença de resíduos tóxicos, os depósitos de metais pesados em arrecifes coralinos, a destruição de ecossistemas inteiros, etc. E é com isto, ao tomar consciência de que a natureza não é inacabável e infinita, que começa a constituir-se o primeiro campo de significações para desencadear um processo de mudança.

Na busca do atendimento de todos esses conceitos colocam-se, frente a frente, duas escolas principais, cada uma com suas crenças e valores a defender interesses políticos e econômicos particulares. De um lado, os que defendem a simples correção dos atuais sistemas produtivos. De outro, aqueles para os quais só uma mudança estrutural profunda será capaz de

interromper os malefícios de uma exclusão crescente, brutal distanciamento entre ricos e pobres, prejuízos aos nossos solos e águas, diminuição da biodiversidade, para não dizer das assustadoras previsões de mudanças climáticas.

Neste cenário, modernizar o parque energético de Manaus e cidades do entorno, com o advento da chegada do gás natural na região, melhorando o sistema de combustão, aumentando a eficiência do processo, conseqüentemente reduzindo as emissões de poluentes, foi uma alternativa para o equilíbrio sustentável do crescimento logístico da região norte do país, com menores agressões ao meio ambiente, melhoria da qualidade de vida da população local e brasileira, e contribuição para as discussões sobre as teorias do desenvolvimento sustentável.

CAPÍTULO V – CONCLUSÃO

A substituição de derivados de petróleo por gás natural gera menores emissões gasosas contribuindo para a redução do aquecimento global. As emissões de gases, principal preocupação ambiental numa usina a gás natural, não apresentam aumento significativo sobre o histórico da UTE Manauara.

A usina efetuou rodada de monitoramentos, o que possibilitou a confirmação de mais evidências, fruto das mudanças ocorridas. Os números demonstram que os demais poluentes são gerados em proporções mínimas, principalmente face ao caráter reconhecidamente limpo da queima com gás natural.

As condições isocinéticas de amostragens das fontes avaliadas, Chaminés dos Grupos Geradores 01, 02, 03, 04 e 05, foram efetuados conforme os limites de emissão para poluentes atmosféricos a partir da combustão com óleo combustível, exigidos pelas normas técnicas e metodologias pertinentes aos referidos monitoramentos. Como o processo de geração da UTE Manauara tem particularidades que interferem nas tabelas/índices da Resolução 382/06 do CONAMA, estamos aguardando que o Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas – IPAAM estabeleça os limites padrões de emissão para poluentes atmosféricos para o estado do Amazonas, conforme determina a legislação, e não existe até o momento nas Resoluções do CONAMA, limites de tolerância para o tipo de situação monitorada, ou seja, queima simultânea de dois tipos de combustíveis, óleo combustível e gás natural.

Diante dos resultados encontrados nos monitoramentos para se avaliar a qualidade do ar, nos locais mencionados, sede da UTE Manauara (700 metros das fontes) e Comunidade São João (1.000 metros das fontes) é possível afirmar que a média de todos os parâmetros dosados, encontram-se dentro dos índices exigidos pela Resolução 03/90 do CONAMA, mostrando com isso que a qualidade do ar obedece ao que determina a supracitada resolução, independente de ainda não haver um limite de tolerância oficial no estado do Amazonas, para fontes estacionárias que consomem simultaneamente bi-combustível.

O encarecimento da geração hidráulica, no médio prazo, bem como a previsão de um forte crescimento na demanda de energia, faz com que a construção de usinas termoelétricas a gás natural, e/ou conversão das existentes que ainda consomem outros combustíveis fósseis se tornem uma realidade. Tudo isso, faz crer que torna-se plenamente necessário e viável o aumento geral e irrestrito da participação do gás natural na matriz energética brasileira.

Este estudo de causa procurou enfatizar que a mudança de matriz energética para energia limpa melhora sensivelmente a qualidade do ar. No que diz respeito aos impactos indesejáveis ao meio ambiente em termos de poluição atmosférica, recomenda-se a realização de um estudo mais criterioso buscando associar os níveis pré e pós de massa poluente.

Uma análise efetuada por um meteorologista ou especialista em dispersão atmosférica para validar a prevalência de vento no entorno da usina, poderia corroborar os resultados obtidos e dimensionar a área de influência.

Devido a uma série de particularidades dos motores, seus componentes, sistemas auxiliares, composição do gás natural e óleo combustível, além da operação conjunta dos dois combustíveis, clima diferenciado da região Norte, precariedade de mão de obra especializada, início de treinamentos específicos no Brasil e por serem os primeiros motores deste fabricante a serem convertidos no País e no mundo, onde cada grupo-gerador foi adaptado em dois meses e as unidades testadas intensamente até a estabilidade média de consumo, em torno de 10% de óleo combustível e 90% de gás natural, sugerimos ir mais além, principalmente porque os testes nos motores ainda continuam e melhorias na performance, ocasionariam mudanças no rateio/consumo, podendo consecutivamente alterar os índices e criar um novo cenário. Outro fator que também pode mudar o panorama atual e que ainda não foi definido é o estabelecimento pelo órgão ambiental do estado do Amazonas, dos padrões de emissão para poluentes atmosféricos que não são contemplados nas Resoluções do CONAMA.

Sugerimos assim, para trabalhos futuros, definidos ou não os novos limites, comparar os resultados já catalogados com os novos monitoramentos, pois os atuais testes nos motores estão focando diminuir o consumo de óleo combustível, aumentando a parcela de gás natural.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Plano Nacional de Energia 2030**. (2010) Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 27 ago. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP). **Custo da exploração de petróleo precisa cair**. (23.04.2009). Disponível em: <<http://planetainteligente.blog.terra.com.br/>> Acesso em: 19 out. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP). **Gás natural e biocombustíveis: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2010.

AYRES, J.M. **As matas de várzea do Mamirauá**. MCT-CNPQ-PTU; SCM. Rio de Janeiro. 1993.

BALLA, Paulo Roberto. **Proposta para implantação de lixeiras seletivas na zona urbana de bandeirantes-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Especialista em Auditoria e Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.

BICALHO, Ronaldo; LOSEKANN, L. **Turbinas a gás: oportunidades e desafios** (2001). Disponível em <<http://www.ie.ufrj.br/infopetro/>> Acesso em: 10 abr. 2011.

_____ ; ALMEIDA, Edmar. **A evolução das tecnologias de uso e a reestruturação da indústria do gás natural: turbinas, motores e pilha a combustível**. Rio de Janeiro: Relatório 8 do Projeto GasPetro GE- IE- UFRJ, março de 2000.

CASTRO; Edna, et. al. **A privatização da água na cidade de Manaus e os impactos sobre as mulheres**. Belém: Letra e Imagem, 2004.

CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE. **Relatório de impactos ambientais**. Disponível em: <<http://www.ibcperu.org>> Universidade Federal do Amazonas: Petrobras, s.d.

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás. **Relatório 1999-2002. Atividades realizadas – Convênio MME 12/99** (2002). Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/o_cresesb/atividades-cresesb-1999-2002_MME12-99.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2013.

CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões de qualidade do ar** (2013). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas/22->>. Acesso em: 10 jan. 2014).

CLETO FILHO S.E.N. 1998. Efeitos **da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé (Mindu) da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, 2003.

COMPANHIA DE GÁS DO AMAZONAS (CIGÁS). **Gás natural** (2011). Disponível em: <<http://www.cigas-am.com.br/>>. Acesso em: 25 out. 2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA (UTE MANAUARA). **Relatórios de Amostragem em Fontes Estacionárias** (2006 – 2013). Manaus.

COMPANHIA ENERGÉTICA MANAUARA (UTE MANAUARA). **Relatórios de Amostragem da Qualidade do Ar** (2007 – 2013). Manaus.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 1990. **Resolução Conama nº 3**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> Acesso em: 20 nov. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 1990. **Resolução Conama nº 8**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> Acesso em: 20 nov. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2006. **Resolução Conama nº 382**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> Acesso em: 20 nov. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2011. **Resolução Conama nº 436**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> Acesso em: 12 fev. 2012.

CONSTRUTORA LOPES. **Portfólio**. Disponível em: <<http://www.flopes.com.br>> Acesso em: 10 abr. 2013.

CORREIA, Jacqueline T. de S. **Termelétricas: vantagens e desvantagens**. Universidade Castelo Branco. Campus Realengo, 2012.

CORREIO DO BRASIL. **Usinas termelétricas serão desligadas até o fim da semana**. 30/11/2010 10:55, Redação, com ABr, Brasília, ano XI, número 4103. Disponível em: <http://correiodobrasil.com.br/>> Acesso em: 26 out. 2011.

COSTA, Fernando Nogueira da. **Novas fronteiras não convencionais de exploração e produção de petróleo** (18.10.2012). Disponível em: <<http://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2012/10/18/novas-fronteiras-nao-convencionais-de-exploracao-e-producao-de-petroleo/>>. Acesso em: 19 out. 2012.

D'APOTE, Sylvie. **GNV: geral entrevistas** (14.01.2011). Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br/>> Acesso em: 26 de out. 2011.

DIAS, Ednea. **A ilusão do Fausto**. Manaus: Valer, 2007.

ELETROBRÁS. **Primeira usina a gás da Eletrobrás Amazonas energia entra em operação** (07.02.2011). Disponível em: <<http://www.amazonasenergia.gov.br/>> Acesso em: 14 abr. 2011.

ELETRONORTE. **Interligação da usina hidroelétrica de tucuruí com a margem esquerda do rio Amazonas**. Brasília: Internal Report, 1991.

ENERSISA Energia Silvers Ltda. **Estudo de impacto ambiental da construção da termelétrica enersisa, no município de Silves-AM**. Volume I, janeiro, 2008.

FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho** (2010). Disponível em: <<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2013.

FEEMA. **Qualidade do ar em Volta Redonda**. Rio de Janeiro: FEEMA, 2003.

FGV/EAESP. **Estudo de viabilidade: turbinas a gás, estudo encomendado pelo Centro Técnico Aeroespacial do Ministério da Defesa Nacional**, 2003.

FRANCISCO, Maíra do Lago; INO, Akemi. **Análise da incorporação de estratégias bioclimáticas buscando a eficiência energética de habitações no meio rural**. Caso:

Assentamento rural Sepé Tiaraju (Serra Azul-SP). V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2009.

FRANCO Matheus. **Entrevista com Sylvie D'Apote**. Editora Guia de Negócios (20 dez. 2010) Disponível em: <<http://www.gnbc.com.br>> Acesso em: 10 out. 2012.

GLOBAL GEO GEOTECNOLOGIAS. **GeoEye**: Imagens de Satélite, 2013. Disponível em <<http://www.globalgeo.com.br>> Acesso em: 23 set. 2013.

GOLDBERG, Simone. **Novas fontes potencializam exploração**. Jornal Valor Econômico, 25/09/2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, **Notas técnicas sobre eventos meteorológicos extremos em Brasília/DF**, INMET, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Centro de previsão do tempo e estudos climáticos** (2005). Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/lba/>>. Acesso em: 17 mai. 2013.

IPAAM. **Estudo prévio de impacto ambiental para construção do gasoduto Juruá/urucu**. Relatório de Impacto Ambiental, Manaus-AM, dezembro de 2008. Disponível em: <<http://www.ipaam.am.gov.br>> Acesso em: 14 abr. 2013.

ISLAS, J. **Getting round the lock-in in electricity generating systems: the example of the gas turbine**, *Research Policy*, v.26, pp. 49-66, 1997.

JORNAL DO BRASIL. **Produção de petróleo da Petrobras teve aumento de 0,6%** (16.06.2011). Disponível em: <<http://www.jb.com.br>> Acesso em: 25 de out. 2011.

LAKATOS E. M, MARCONI M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2001.

LEMONS, A. D. C.; NASCIMENTO, L. F. **Cleaner Technologies and the Competitive ness**. In: 7th International conference on management of technology, Orlando, 1998. Anais. Orlando, IAMOT, 1998.

LEMONS, Luciano M. **Desenvolvimento de Spin-offs acadêmicos**: estudo a partir do caso da UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Agosto 2008.

LISBOA, Henrique de Melo; KAWANO, Mauricy. **Controle da poluição atmosférica.** Capítulo IV. Montreal, dezembro, 2007.

MAINARDI, Leonardo Cezar; BASTIANELLO, Renata Tonini; PICHLER, Taise Manzke. **Máquinas de fluxo turbinas a gás e turbinas a vapor.** Universidade Federal do Pampa. Bagé-RS, julho de 2010.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **PROJETO RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SC.20 Porto Velho; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1978. Disponível em: <http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00006756_001.pdf> Acesso em: 22 jun. 2013.

MOTTA, Serôa da; MENDES, A.P.F. **Custos de Saúde associados à poluição do ar no Brasil.** Pesquisa de Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, p. 166, v. 25, n° 1, abr 1995.

NANNI, Sara. **Biomassa é fonte alternativa de energia promissora na Amazônia.** T&C Amazônia, Ano III, Número 6, Janeiro de 2005.

NBR 10700. 1989. **Planejamento de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias.** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

NBR 10701. 1989. **Determinação de pontos de amostragens em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Procedimento.** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

NBR 12019. 1990. **Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de material particulado.** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

NBR 12020. 1992. **Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Calibração dos equipamentos utilizados em amostragem. Método de ensaio.** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

NBR 9547. 1997. **Material Particulado em suspensão no ar ambiente – determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume.** Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

NOBRE, C. **The Amazon and climate, in proceedings of climate conference for latin America and the Caribbean.** World Meteorological Organization, Geneva, 1983.

NOTÍCIAS AMAZONAS. **Amazonas tem recorde de arrecadação com royalties de petróleo e gás** (25.06.2011). Disponível em: <<http://www.d24am.com/noticias/amazonas/amazonas-tem-recorde-de-arrecadacao-com-royalties-de-petroleo-e-gas/> 27330>. Acesso em: 05 nov. 2012.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica:** projetos de pesquisas - TGI TCC, monografias, dissertações e teses . São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

PAIM, Paulo. **Debate sugere CPI sobre cartel de combustíveis** (20.06.2011). Disponível em: <<http://www.senadorpaim.com.br/verImprensa.php?id=1872-debate-sugere-cpi-sobre-cartel-de-combustiveis>> Acesso em: 02 abr. 2013.

PAMPLONA, Nicola. **Petrobras avança em exploração na Bacia do Solimões.** (15.08.2010). Disponível em: <<http://www.noticiasdaamazonia.com.br/>> Acesso em: 26 fev. 2013.

PETROBRÁS. **Entrada de plataformas em produção e novas descobertas são destaque em coletiva** (15.08.2012). Disponível em: <<http://fatosedados.blogspot.com.br/2012/08/15/>> Acesso em: 01 mar. 2013.

PINTO, Fabiana Lopes; MELO, Irineilda de Souza; CARVALHO, Marcivaldo Tavares de; SOARES, Marcondis Bezerra; ROCHA, Michelle Mara Viana da; LIMA, Rafael Nunes; MAIA, Semer Freire. **Potencialidades de desenvolvimento regional a partir da efetiva distribuição do gás natural pela companhia de gás do Amazonas (CIGÁS).** Centro Universitário Nilton Lins. Curso de Petróleo e Gás, Manaus: Uninilton Lins, 2010.

PIRES, Adriano. **Tendências do mercado de petróleo e gás no Brasil.** CBI, Centro Brasileiro de infraestrutura. (31.08.2009). Disponível em: http://www.senado.gov.br/sf/comissoes/ci/ap/AP20090831_Senado.pdf>. Acesso em: 25 out. 2012.

PLATTS, K. A Process Approach to Researching Manufacturing Strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, 13, 1993.

POMPÉIA, S.L. XAVIER, I; EYSINK, G.G.J.; MORAES, R. P. **A degradação dos ecossistemas costeiros: estudo de caso da baixada santista.** São Paulo, Brasil. CETESB, 1998.

POOLE, Alan Douglas; ORTEGA, Oswaldo; MOREIRA, José Roberto. **Energia para o desenvolvimento da Amazônia.** São Paulo: Projeto Pnud/Sudan/Suframa/Basa, 1990.

PROCEL. **Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil:** Pesquisa na Classe Residencial. PROCEL - Eletrobrás, 2007.

RELATÓRIO DA CH CONSTRUÇÕES. **Relatório ambiental simplificado.** UTE Manauara: Manaus, 2005.

RENZO, Keiton. **Amazonas começa a produzir energia com gás natural** (2010). Disponível em: <<http://cronicasdecoari.blogspot.com.br/2010/11/amazonas-comeca-produzir-energia-com.html>>

RIBEIRO, E. B. P. **Levantamento das potencialidades energéticas do estado do Amazonas.** Projeto CEAM/PIMEB. Brasília, 1985.

RUIZ, J. A. **Metodologia científica:** guia de eficiência nos estudos. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SALATIEL, José Renato. **Pré-sal:** reservas de petróleo em águas profundas (06/05/2009). Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/atualidades/petroleo-pre_sal.jhtm> Acesso em: 05 fev. 2013.

SARAIVA, Alexandra. **PwC: custos de exploração crescerão mais de 10% com conteúdo nacional** (17.09.2012). Disponível em: <<http://www.power.inf.br/>> Acesso em: 05 fev. 2013.

SARTORI, Ernani. **Usinas termoeletricas causam muitos danos ao ambiente e ao país.** (16.08.2008). Disponível em: <<http://www.aondevamos.eng.br>> Acesso em: 14 abr. 2013.

SAUER, Ildo. **A importância do pré-sal no desenvolvimento do Brasil.** (02.11.2011). Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/economia/a-importancia-do-pre-sal-no-desenvolvimento-do-brasil/>> Acesso em: 19 out. 2012.

SCHERER, Elenise. **Baixa nas carteiras**: desemprego e trabalho precário na Zona Franca de Manaus. Manaus. EDUA, 2005.

SEMA, SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 054 de 2006**. Disponível em: <www.meioambiente.pr.gov.br>. Acesso: em 20 abr.2013.

SETTI, Ricardo. **Reviravolta na questão energética**: pesquisador mostra que é um mito o temor de que o petróleo vai acabar logo (30.09.2012). Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/tag/leonardo-maugeri/>> Acesso: em 20 abr.2013.

SILVA, Cristiane Rodrigues Vianna; FURTADO, André Tosi. **Gás natural no Brasil**: a inserção da tecnologia de turbinas a gás num contexto de crise ambiental e energética (2010). Disponível em: <<http://www.ocyt.org.co/>> Acesso em: 14 nov. 2012.

SILVA, Ennio Peres da; JANNUZZI, Gilberto de Martino; GADGIL, Ashok; LEONARDI, Maria Lúcia. Possibilidades do Uso de Fontes Renováveis de Energia em Manaus. **Revista Brasileira de Energia**, vol. 6, n. 2, s.d.

SNSA, SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guias práticos: Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água, A Conta de Energia Elétrica no Saneamento**, vol. 5, (jan. 2007). Disponível em: <<http://www.aesbe.org.br/conteudo/anexo/1845>> Acesso em: 08 out. 2013.

SUSLICK, Saul B. **A importância do petróleo** (07/04/2011). Disponível em: <http://www.passeiweb.com/saiba_mais/voce_sabia/importancia_petroleo> Acesso em: 05 out. 2012.

TAKASHINA, N. Tadachi. **Indicadores da Qualidade e do Alto Desempenho**. São Paulo: Editora Abril, 2005.

TOLOSA, Milton de; CESAR, Raphael. **Propriedades e suas estruturas**. Campinas, 2012.

UDOP. Boletim Mensal – Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro. **Matriz de energia elétrica**. Edição Abril 2011. Secretaria de Energia Elétrica Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico (20/06/2011). Disponível em: <<http://www.udop.com.br/>> Acesso em: 14 abr. 2011.

VARELA, C.A. **Custos de não-controle da poluição do ar na cidade de São Paulo: 1990-1998**. São Paulo, 2000. Tese de Doutorado apresentada à FGV-SP, 163 f. Tese (Doutorado) – EAESP, FGV, São Paulo, 2000.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projeto e relatórios de pesquisa em administração**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VIEGAS, Thales. **Exploração e produção de petróleo e gás em águas profundas: evolução e tendências** (02.01.2012). Disponível em: <<http://infopetro.wordpress.com/>> Acesso em: 19 out. 2012.

WEISS, C.H. **Evaluation: methods for studying programs and policies**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/argumentum/article/viewfile/2951/2713>>. Acesso em: 18 fev. 2013.