



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA
PPG/CASA

LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÕES
ATMOSFÉRICAS NA CIDADE DE MANAUS

EDSON PINHEIRO GOMES

MANAUS
2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE
E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA PPG/CASA

EDSON PINHEIRO GOMES

LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÕES
ATMOSFÉRICAS NA CIDADE DE MANAUS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração: Política e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

MANAUS
2009

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada por Maria Edna Freitas da Costa – CRB/11-104

G6331 GOMES, Edson Pinheiro.
Levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas na cidade de Manaus. Edson Pinheiro Gomes – Manaus: UFAM, 2009. 105 p. il.

Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

1. Poluição atmosférica - Manaus. 2. Emissões atmosféricas. I. Título.

CDU: 504.3.05(811.3)

EDSON PINHEIRO GOMES

**LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÕES
ATMOSFÉRICAS NA CIDADE DE MANAUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração: Política e Gestão Ambiental.

Aprovado em 09 de abril de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre A. F. Rivas
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Genilson Santana
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. José Alberto C. Machado
Universidade Federal do Amazonas

DEDICATÓRIA

A todos que, de alguma forma, se empenham para manter os padrões ambientais favoráveis a
uma boa qualidade de vida no Estado do Amazonas.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas meu orientador, que disponibilizou informações para que eu pudesse concluir este trabalho.

Aos meus amigos e colegas do Centro de Ciências do Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPG-CASA, que participaram do curso de mestrado profissional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

Aos coordenadores, doutores, professores e aos sempre solícitos e gentis funcionários da Secretaria do Programa.

Ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM, por ter me proporcionado a oportunidade de participar do curso.

Aos amigos e colegas do IPAAM, que me ajudaram na elaboração desta, em especial à Maria Edna Costa, Vandete da Rocha, Maristela Amorim, Jarcineide Cardoso, Maria da Gloria Fonseca, José Luis Nascimento, Jeú Linhares Junior, Therezinha Aleixo, Antônio Stroski, Sérgio D'Oliveira, João Paulo Vieira, enfim, todos que de alguma forma deram a sua colaboração.

RESUMO

Há uma crescente necessidade de ações efetivas para obtenção de uma melhoria na qualidade do ar ambiente, principalmente nos centros urbanos, onde a poluição do ar tornou-se um dos fatores que mais afetam a qualidade de vida da população. A avaliação da qualidade do ar envolve não somente a medição de sua qualidade, como também a identificação das principais fontes que causam a poluição. No presente trabalho foi realizado o levantamento das principais fontes geradoras de poluentes atmosféricos na área urbana de Manaus, para subsidiar ações como, a elaboração do inventário das emissões atmosféricas, o monitoramento da qualidade do ar e o controle das atividades geradoras. Atualmente, existe na cidade de Manaus uma grande diversidade de fontes de emissões atmosféricas, sendo as fontes móveis, provavelmente as mais significativas, pelo crescimento progressivo da frota veicular, fazendo-se necessário a implementação do Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV e do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M, para o controle das emissões veiculares. No caso particular das emissões industriais, a prática tem sido o controle por fontes poluidoras, seja na fase de licenciamento ou na fiscalização. No entanto, esta ação não tem sido suficiente para atender o que a legislação estabelece. Neste trabalho, recomenda-se que seja realizado o inventário de emissões, a fim de estabelecer uma rede de monitoramento da qualidade do ar, para que haja um controle mais efetivo das atividades que contribuem para a poluição do ar na cidade.

Palavras-Chave: Emissões atmosféricas. Fontes de emissão. Área urbana de Manaus. Poluição atmosférica.

ABSTRACTS

There is a growing lack for effective action to obtain an air quality improvement, especially in urban areas where air pollution has become one of the factors that affect the quality of life. The assessment of air quality involves the measurement of its quality and identifies the main sources that cause pollution. In the present work was done the survey the main generating sources of air pollutants in the urban area of Manaus, to support actions such as the preparation of the inventory of emissions, monitoring of air quality and control of the generating activities. Currently, in the city of Manaus are found many sources of atmospheric emission. The mobile sources are probably the most significant because the progressive growth of the vehicular fleet, making it necessary to implement the Pollution Control Program of from Vehicles in Use - PCPV and Inspection and Maintenance Program of Vehicles in Use - I / M, for the control of vehicular emissions. In the particular industrial emissions case, the practice has been the pollution sources control in the licensing or monitoring process. However, this action is insufficient to comply with the law. In this work is recommended to carry out the emissions inventory to establish a network for monitoring air quality. This action would be to contribute for a more effective activities control to air pollution in the city.

Key-words: Atmospheric emission. Sources of emission. Urban area of Manaus. Pollution atmospheric.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Estrutura da atmosfera.	
Figura 02 – Posição geográfica da cidade de Manaus.	
Figura 03 – Delimitação da área urbana de Manaus.	
Figura 04 – Direção do vento na cidade de Manaus (a até l) segundo dados levantados em um período de 30 anos.	
Figura 05 – Velocidade do vento na cidade de Manaus.	
Figura 06 - Valor médio da umidade relativa do ar (%) (1974-2003).	
Figura 07 – Localização espacial do Distrito Industrial de Manaus (Fonte: SUFRAMA 2002).	
Figura 08 – Vista aérea do Distrito Industrial de Manaus.	
Figura 09 – Emissões de uma das geradoras de energia na cidade de Manaus.	
Figura 10 – Mapa imagem da localização das Usinas Termelétricas de Manaus.	
Figuras 11 e 12 – Emissões atmosféricas de duas empresas de incineração em Manaus.	
Figura 13 – Mapa imagem da localização das empresas de incineração em Manaus.	
Figura 14 – Vista aérea do aterro controlado de Manaus.	
Figura 15 – Estimativa das emissões do tubo de escapamento dos automóveis.	
Gráfico 01 – Estimativa das emissões do tubo de escapamento dos automóveis.	
Gráfico 02 – Crescimento da frota de veículos na cidade de Manaus.	

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar.	
Tabela 02 - Correspondência entre os objetivos de medições da poluição e a escala de representatividade das estações de medição.	
Tabela 03 – Conceito do Sistema de Monitoramento de Fontes.	
Tabela 04 - Parâmetros climatológicos característicos de Manaus a partir de uma série de 30 anos (1974-2003).	
Tabela 05 - Uso de combustíveis para gerar eletricidade no Brasil no período 1990-1997 - TJ/ano.	
Tabela 06 – Emissões dos principais poluentes gerados pela atividade termelétrica nas diversas regiões do país.	
Tabela 07 – Unidades Termelétricas da Manaus Energia e dos PIE da cidade de Manaus.	
Tabela 08 – Vantagens e desvantagens do processo de incineração.	
Tabela 09 - Limites Máximos de Emissão para Co-processamento.	
Tabela 10 – Número de empresas por tipologia industrial com potencial de emissões gasosas do Pólo Industrial de Manaus.	
Tabela 11 - Principais fontes de poluição industrial e seus poluentes atmosféricos.	
Tabela 12 – Movimentação operacional do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes em 2007.	

LISTA DE SIGLAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental	
ANP – Agência Nacional de Petróleo	
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental	
CIGÁS – Companhia de Gás do Amazonas	
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente	
CTGAS – Centro de Tecnologia do Gás Natural	
DETRAN/AM – Departamento de Trânsito do Amazonas	
EIA – Estudo de Impacto Ambiental	
EEA – European Environment Agency	
EPA – Environmental Protection Agency	
FIEAM – Federação das Indústrias do Estado do Amazonas	
FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente	
GEE – Gases de Efeito Estufa	
IMTRANS – Instituto Municipal de Trânsito	
IMTU – Instituto Municipal de Transporte Urbano	
IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas	
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia	
INFRAERO – Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária	
IPT/CEMPRE – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A / Compromisso Empresarial para Reciclagem	
MMA – Ministério do Meio Ambiente e de Recursos Hídricos e da Amazônia Legal	
OEMA – Órgão Estadual de Meio Ambiente	
OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development	
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento	
PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.	
PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores	
PRONAR – Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar	
RAS – Relatório Ambiental Simplificado	
RIMA – Relatório de Impacto do Meio Ambiente	
SDS – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	
SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus	
SEDEMA – Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente	
SEMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente	
SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia	
SENAI-AM – Serviço Nacional da Indústria/Amazonas	
SECT – Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia	
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas	

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	17
1.1 A Atmosfera	17
1.2 Poluição Atmosférica	18
1.3 Poluentes Atmosféricos	20
1.4 Fontes de Poluição do Ar	22
2 GESTÃO DA QUALIDADE DO AR	24
2.1 Padrões da Qualidade do Ar	25
2.2 Padrões de Emissão	28
2.2.1 Padrões de Emissão no Brasil.....	29
2.3 Licenciamento Ambiental e Avaliação de Impactos Ambientais	30
2.4 Inventário de Emissões	32
2.5 Monitoramento da Qualidade do Ar	32
2.5.1 As Escalas de espaço do Monitoramento da Qualidade do Ar	33
2.5.2 Visão Geral da Organização de uma Rede de Monitoramento.....	35
2.5.2.1 Estações de Medições Fixa.....	35
2.5.2.2 Estações de Medições Móveis.....	36
2.5.3 Monitoramento de Fontes.....	37
3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	40
3.1 Área de Estudo: O Município de Manaus	41
3.1.1 O Clima de Manaus.....	43
3.1.1.1 Temperatura.....	44
3.1.1.2 Direção do Vento.....	45
3.1.1.3 Velocidade dos Ventos.....	49
3.1.1.4 Umidade Relativa do Ar.....	50
3.2 O Distrito Industrial	51
3.3 Principais Problemas Urbanos e Ambientais de Manaus	55
3.4 O Estado do Ar do Município de Manaus	56
3.5 Procedimentos Metodológicos	58
3.6 Análise e Interpretação de Dados	60
4 FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS NA CIDADE DE MANAUS	61
4.1 Fontes Pontuais	63
4.1.2 Setor de Comércio e Serviços na cidade de Manaus.....	64
4.1.2.1 Serviço de Geração de Energia Termelétrica – UTEs.....	64
4.2 Serviço de Incineração e Co-processamento de Resíduos	72
4.3 Monitoramento Ambiental não Contínuo	78
4.3.1 Monitoramento Contínuo.....	79
4.4 Postos de Comercialização de Combustíveis	80
4.5 Aterro Controlado de Manaus	83
4.6 Fontes Pontuais no Setor Industrial	85
4.7 Fontes Lineares ou Veiculares	90
4.7.1 Transporte Rodoviário.....	91
4.7.2 Transporte Aéreo.....	101
CONCLUSÕES	105
REFERÊNCIAS	108

INTRODUÇÃO

A capacidade da sociedade em causar significantes distúrbios ao meio ambiente é um fenômeno recente e fortemente influenciado pelo crescimento demográfico e desenvolvimento tecnológico (PIRES, 2005).

Como consequência de tais distúrbios, a temperatura média global do planeta à superfície elevou-se de 0,6 a 0,7 graus Celsius (°C) nos últimos cem anos. A mudança global do clima já vem se manifestando de diversas formas, destacando-se o aquecimento global. A menos que ações globais de mitigação do aumento de emissões de gases de efeito estufa sejam efetivamente implementadas nas próximas décadas, serão esperadas alterações, com o aumento das temperaturas médias globais entre 1,4 a 5,8 graus Celsius (POPPE *et al*, 2005).

A Convenção do Clima surgiu em resposta às ameaças das mudanças climáticas para o desenvolvimento sustentável. O objetivo da Convenção é o de estabilizar a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, em níveis tais que evitem a interferência perigosa com o sistema climático. O Protocolo de Quioto representa o principal avanço obtido na Convenção, estabelecendo limites para a emissão de GEE (POPPE *et al*, 2005).

Atualmente, há no mundo inteiro uma necessidade crescente de ações efetivas para obtenção de uma melhoria na qualidade do ar ambiente, principalmente nos centros urbanos, onde a poluição do ar tornou-se um dos fatores que mais fortemente afetam a qualidade de vida da população, uma vez que ocasiona prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente em geral (ÁLVARES JR. *et al* 2002).

O desenvolvimento e aplicação de estratégias apropriadas de gestão da qualidade do ar necessitam em primeiro lugar da obtenção de um diagnóstico adequado dos níveis de poluição presentes. Este foi um fator enfatizado na Agenda 21, elaborada durante a Conferência das

Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente - ECO 92, no Rio de Janeiro, em 1992 (BRASIL, 2006).

A avaliação da qualidade do ar, sob um ponto de vista bem amplo, não é uma tarefa simples, porque envolve não somente a medição da qualidade do ar ambiente, mas também a identificação das principais fontes que causam a poluição medida, estudos de tendência, estimativa da poluição em áreas não monitoradas, e até mesmo a previsão de impacto na qualidade do ar de fontes ainda não instaladas. As principais ferramentas utilizadas para avaliação da qualidade do ar são: monitoramento da qualidade do ar ambiente, modelagem da qualidade do ar, e o inventário de emissões. Todas essas ferramentas são importantes e complementares para que se tenha uma completa avaliação da qualidade do ar em uma dada região (ÁLVARES JR. *et al* 2002).

Diante da importância do problema, apresenta-se neste trabalho, uma proposta para o levantamento das principais fontes geradoras de efluentes atmosféricos na área urbana de Manaus, como elemento básico para desencadear ações como: a elaboração do inventário das emissões atmosféricas da cidade de Manaus, monitoramento da qualidade do ar e o controle das atividades geradoras.

Realizar levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas na área urbana de Manaus, construindo o embasamento necessário para o estabelecimento de planos e ações de controle e monitoramento, constituiu o objetivo geral deste estudo.

Os objetivos específicos foram perseguidos buscando quantificar e qualificar as empresas que possuem emissões gasosas provenientes de seu processo produtivo, de acordo com sua tipologia, identificar os principais poluentes emitidos pelas fontes poluidoras do ar e gerar uma base de dados para subsidiar a elaboração do inventário de emissões atmosféricas na cidade de Manaus.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: a primeira parte é feita a introdução ao tema, a justificativa do mesmo, os objetivos e a estrutura do trabalho. Em seguida, dividida em três capítulos, a saber: no primeiro capítulo é apresentado um panorama dos conceitos básicos utilizados para se abordar a problemática da poluição do ar. No capítulo segundo é abordada a questão do gerenciamento do ar e suas ferramentas. O terceiro capítulo trata da área de estudo e da metodologia adotada para a elaboração do trabalho. Os resultados obtidos e as conclusões compõem o quarto capítulo.

1 A POLUIÇÃO DO AR: ASPECTOS CONCEITUAIS

1.1 A Atmosfera

A atmosfera é uma espessa camada de gases contendo líquidos em suspensão e partículas sólidas que envolvem completamente a Terra, e junto com esta formam um sistema ambiental integrado (KEMP, 1994).

Quase toda massa da atmosfera, cerca de 90%, localiza-se nos primeiros 30 km de altitude, sendo que 50 % estão concentrados nos primeiros 5 km (RIBEIRO *et al*, 2000).

A região mais próxima à superfície da terra é chamada troposfera, sendo uma camada de ar estreita e densa que contém praticamente toda a massa gasosa da atmosfera (75%), além de quase todo vapor d'água e aerossóis. É a zona na qual ocorrem a maioria dos fenômenos atmosféricos e onde a manifestação dos problemas ambientais globais - chuva ácida, turbidez atmosférica e aquecimento global - têm sua origem e alcança sua maior extensão, devido ao nível de intervenção humana a que está submetida.

A camada seguinte, a estratosfera, é mais seca e contém grandes quantidades de ozônio, tendo uma importância científica grande em função dos processos de absorção e dispersão dos raios solares que ali incidem.

Acima da estratosfera estão as regiões quimiosfera (mesosfera) e ionosfera (termosfera), que influenciam diretamente na quantidade e na distribuição espectral da energia solar e nos raios solares cósmicos que alcançam as camadas inferiores. Esta estrutura vertical da atmosfera, sua delimitação em várias camadas sobrepostas, está baseada no perfil de temperatura traçado na medida em que se varia a altitude, conforme mostra a figura abaixo.

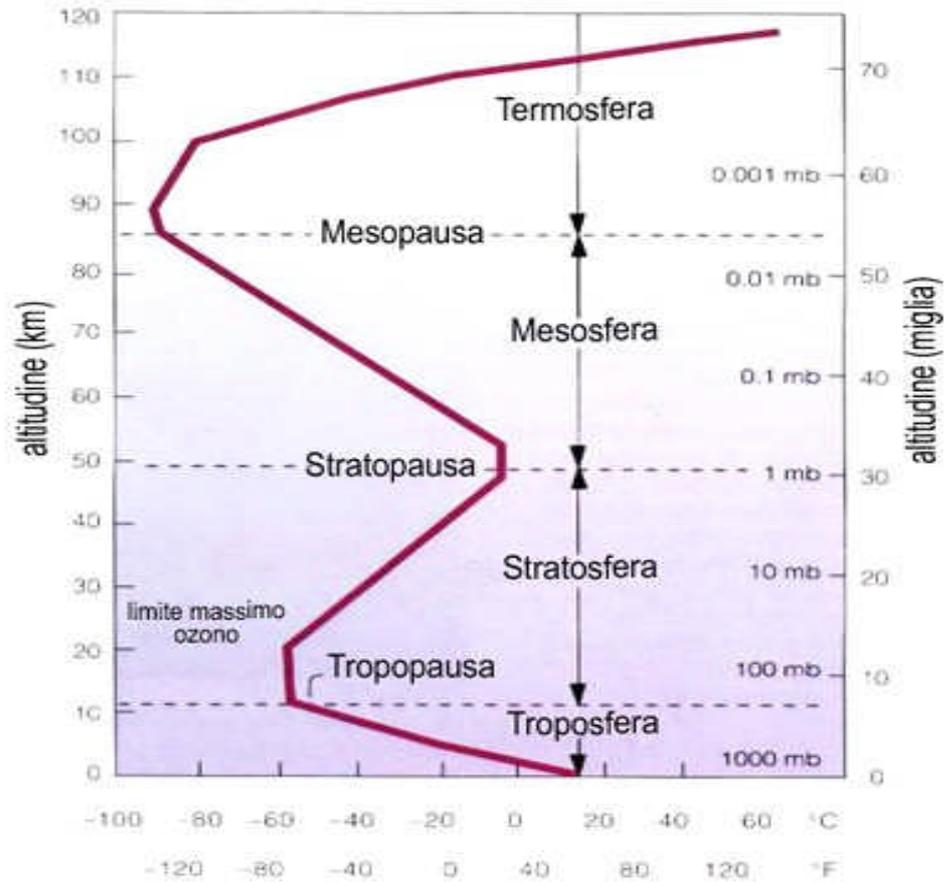


Figura 01 – Estrutura da atmosfera.
 Fonte: www.nautilus.fis.uc.pt/.../image003.jpg.

Esta camada de ar tem sofrido, ao longo do tempo, modificações na sua composição química devido às constantes trocas dinâmicas com outros sistemas terrestres: hidrosfera e litosfera. Essas modificações são resultantes, principalmente, das diversas atividades humanas que lançam poluentes no meio ambiente, dentre estes, os poluentes do ar.

1.2 Poluição Atmosférica

Durante centenas de anos os seres humanos vêm realizando atividades que modificaram a composição química da atmosfera.

O conceito de poluição atmosférica inclui atividades humanas e/ou atividades naturais que levam à deterioração da qualidade original da atmosfera.

A poluição é parte integrante da sociedade industrial, isto é, uma das conseqüências da geração de energia útil pelo processo de combustão. Seus efeitos no meio ambiente estão ligados a problemas de ordem política, social e econômica (CARVALHO JR.; LACAVA, 2003).

Existem algumas opiniões sobre o conceito de poluição atmosférica, alguns atribuem o fato somente à ação das atividades humanas, porém como ressaltou Cavalcanti (2003) uma definição desta natureza seria um pouco limitada.

A poluição atmosférica, entretanto, não é um processo recente e de inteira responsabilidade do homem, tendo a própria natureza se encarregado, durante milhares de anos, de participar ativamente deste processo com o lançamento de gases e materiais particulados originários de atividades vulcânicas e tempestades, dentre algumas fontes naturais de poluentes. A atividade antrópica, por sua vez, acaba por intensificar a poluição do ar com o lançamento contínuo de grandes quantidades de substâncias poluentes (OLIVEIRA, 1997).

De acordo com o conceito de proteção atmosférica em alguns países industrializados, como a Alemanha, poluição atmosférica é a introdução direta ou indireta de materiais na atmosfera em quantidades que afetam sua qualidade e composição resultando em efeitos negativos para o bem estar humano, a natureza viva e não viva, aos ecossistemas, aos materiais, aos recursos naturais e à utilização do meio ambiente (BRETSCHNEIDER; KURFÜRST, 1987).

Este conceito foi ampliado pela Convenção da Comissão Econômica Européia sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longo Alcance (UNECE, 2004), que passou a

considerar a poluição atmosférica não só a emissão de substâncias materiais no ar, como também a emissão de qualquer forma de energia capaz de causar efeitos nocivos.

1.3 Poluentes Atmosféricos

“Poluente atmosférico é toda substância sólida, líquida ou gasosa que afeta prejudicialmente o meio ambiente após mudanças químicas na atmosfera ou pela ação sinérgica com outras substâncias” (BRETSCHEIDER; KURFÜRST, 1987).

Os poluentes atmosféricos possuem um grande volume por unidade de massa e, uma vez lançados na atmosfera, misturam-se com o ar e são levados pelas correntes de vento, em um movimento basicamente não controlável (CARVALHO JR.; LACAVA, 2003).

Estes poluentes causam prejuízo à composição química da atmosfera com as seguintes conseqüências:

- Perigo ou prejuízo ao bem estar dos homens e dos animais;
- Dano ao meio ambiente (natural, residencial ou área de trabalho) levando a efeitos sobre a sociedade que podem ou não ser expressos financeiramente;
- Levando a efeitos que conduzam a deterioração do conforto, como a diminuição da visibilidade.

De acordo com o CONAMA (1990a), poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou característica em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

- Impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- Inconveniente ao bem-estar público;
- Danoso aos materiais, à fauna e flora;
- Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade, e às atividades normais da comunidade.

De acordo com a sua origem, os poluentes podem ser classificados como poluentes primários, emitidos diretamente na atmosfera e secundários, que são formados na atmosfera a partir de reações químicas e/ou fotoquímicas entre dois ou mais poluentes, como o ozônio (O_3), que tem como precursores os hidrocarbonetos e os óxidos de nitrogênio (NO_x) (BRASIL, 2006).

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados como sólidos, líquidos e/ou gasosos, de acordo com seu estado de agregação. Na prática estes três grupos podem ser combinados de acordo com alguns pontos de vista.

Substâncias sólidas ou líquidas podem ser agrupadas como particulado ou material particulado desde que princípios físicos sejam frequentemente utilizados para sua remoção e suas densidades sejam aproximadamente três vezes maiores do que a do ar onde estão diluídos.

Os gases e vapores formam outro grupo, sendo poluentes moleculares com existência permanente: os gases propriamente ditos, ou os vapores que à temperatura ambiente podem sofrer condensação e voltar à forma líquida original (BOUBEL *et al*, 1984).

De acordo com sua composição química, os poluentes podem ser classificados em inorgânicos e orgânicos.

Podem também ser classificados como poluentes primários e secundários, sendo os primeiros já emitidos na forma de poluentes e os outros formados na atmosfera por reações químicas ou fotoquímicas com a participação de dois ou mais poluentes ou com a participação de componentes próprios da atmosfera (PARTER, 1978).

Os poluentes podem ainda ser classificados de acordo com os seus efeitos em substâncias radioativas, metais pesados, tóxicas, carcinogênicos, mutagênicos etc.

1.4 Fontes de Poluição

São muitas as fontes de poluição do ar. Podem ser de origem natural, como as emissões vulcânicas, os incêndios florestais, os aerossóis dos oceanos, processos microbiológicos, etc., ou de origem antropogênica, que resultam das inúmeras atividades humanas (indústria, transporte, geração de energia, etc. (LORA, 2000).

Em algumas situações torna-se difícil a classificação de uma fonte como natural ou antropogênica. Stern *et al* (1984) assinalou que se, por exemplo, uma atividade humana resultasse na remoção da camada superficial da terra e posteriormente o particulado ali formado fosse carregado pelo vento para outra região onde as pessoas sofressem o prejuízo, ficaria difícil decidir se o evento é natural ou resultante da atividade humana. A correta definição dependeria do tempo de análise. Ou no caso dos incêndios florestais com produção de emissões bastante significativas, que podem ser de origem natural ou antropogênica.

Fonte de poluição atmosférica é um conceito amplo que, segundo Bretschneider e Kurfürst (1987) pode ser definido como:

- 1- Um local do qual escapam substâncias poluentes (chaminés, dutos, descargas de ar, etc.);
- 2- Processos e/ou equipamentos de produção (caldeiras, fornos, linhas de produção, câmaras de combustão, etc.);
- 3- Uma área como conjunto de pontos e/ou processos e equipamentos numa região específica, capazes de liberar matéria ou energia para a atmosfera, tornando-a poluída.

As várias fontes de poluição do ar podem ser classificadas do seguinte modo (CAVALCANTI, 2003):

Fontes estacionárias ou fontes fixas: que podem ser subdivididas em dois grupos: um abrangendo atividades pouco representativas nas áreas urbanas, como queimadas, lavanderias e queima de combustíveis em padaria, hotéis e outras atividades consideradas não

industriais; outro formado por atividades individualmente significativas, em vista à variedade ou intensidade de poluentes emitidos, como a poluição dos processos industriais.

Fontes móveis: são todos os meios de transporte aéreo, marítimo e terrestre que utilizam motores à combustão como força motriz.

Fontes naturais: são todos os processos naturais de emissão que vêm ocorrendo durante milhares de anos, como atividades vulcânicas, os aerossóis marinhos, a liberação de hidrocarbonetos pelas plantas, a ação eólica entre outros.

2 GESTÃO DA QUALIDADE DO AR

O objetivo do controle da poluição do ar é preservar a saúde e o bem-estar do homem, no presente e no futuro. Além da proteção das plantas e dos animais, a prevenção das propriedades físicas do meio natural e das interferências ao seu uso normal e satisfatório assegurando assim um desenvolvimento econômico contínuo e a manutenção do meio ambiente (STEWART, 1979).

O controle da poluição atmosférica consiste principalmente na redução das emissões de poluentes primários para a atmosfera por serem estes causadores originais de efeitos adversos e os precursores dos poluentes secundários formados a partir de reações químicas.

A abordagem do problema do controle da poluição atmosférica considera dois aspectos fundamentais: o estratégico e o tático (STERN *et al*, 1984).

O primeiro consiste no desenvolvimento de estratégias de longo prazo para a evolução dos níveis de poluição em todas as escalas em que o problema da poluição surgir, desde a escala local até a escala global.

O objetivo pode ser o estabelecimento de metas de melhorias da qualidade do ar de uma região num período de 5, 10 ou 15 anos, e para que isso ocorra planos devem ser traçados para atingir tais metas.

O outro aspecto na abordagem da redução da poluição atmosférica é o controle em curto prazo de episódios de poluição que geralmente ocorrem na escala urbana. É classificado como tático porque enfatiza um episódio de poluição.

Nesse caso, um cenário tático deve ser montado para prevenir que o episódio se torne um desastre: temporariamente se controlam as emissões; planos devem ser rapidamente implantados e mantidos durante o período do episódio. Após a garantia de que o episódio foi encerrado, estratégias de longo prazo devem ser estabelecidas (CAVALCANTI, 2003).

Dentre os vários tipos de estratégias existentes para o controle da poluição do ar uma das mais empregadas é o gerenciamento da qualidade do ar baseada em padrões de qualidade do ar.

Outra estratégia também bastante difundida é o padrão de emissão. Nesta estratégia um padrão de emissão é o desenvolvido e promulgado ou um limite de emissão é determinado caso a caso, representando a melhor prática para o controle de emissões de fontes.

Existem ainda algumas estratégias de controle que adotam incentivos fiscais como taxas e cotas usualmente empregadas em conjunto com as estratégias de gerenciamento da qualidade do ar.

Além destas duas estratégias amplamente difundidas, este capítulo abordará os principais instrumentos, tais como: monitoramento da qualidade do ar, monitoramento de fontes, controle tecnológico de fontes e o licenciamento ambiental, utilizados atualmente no controle e gerenciamento da poluição do ar causada por fontes estacionárias.

2.1 Padrões de Qualidade do Ar

Padrão de qualidade do ar é um nível de referência estabelecido legalmente através de um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que assegure a saúde e o bem estar das pessoas.

São baseados em estudos científicos que averiguam os efeitos produzidos pelos poluentes e são fixados em níveis tais que possam propiciar uma margem de segurança adequada (WILKINSON *et al*, 1987; CETESB, 2001).

O *Clean Air Amendments* de 1977 define dois tipos de padrões de qualidade do ar (EPA, 1997a).

- Padrões primários: definem concentrações de poluentes que protegem exclusivamente a saúde da população.

• Padrões secundários: definem as concentrações de poluentes que protegem o bem estar da população, a fauna a flora e o meio ambiente em geral.

No Brasil, a Resolução CONAMA 05/89 considera a necessidade de adoção de padrões nacionais de qualidade do ar como ação complementar e referencial aos limites máximos de emissão estabelecidos (CONAMA, 1989).

Considera, portanto, os padrões de qualidade do ar como instrumentos de apoio e operacionalização do PRONAR.

A Resolução CONAMA 03/90 regulamentou, no Brasil, os padrões de qualidade do ar para os seguintes parâmetros: partículas totais em suspensão, fumaças, partículas inóculas, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio, cujos limites estão resumidos na Tabela 01 (CONAMA, 1990a).

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PADRÃO SECUNDÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas totais em suspensão	24 horas (1)	240	150
Dióxido de enxofre	24 horas (1)	365	100
	Anual - MAA	80	40
Monóxido de Carbono	1 hora (1)	40.000	40.000
	8 horas corridas (1)	10.000	10.000
Ozônio	1 hora	160	160
Fumaça	24 horas (1)	150	100
	Anual – MAA (3)	60	40
Partículas inaláveis	24 horas (1)	150	150
	Anual – MAA (3)	50	50
Dióxido de Nitrogênio	1 hora (1)	320	190
	Anual – MAA (3)	100	100

Tabela 01 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar
Fonte: CETESB (2002)

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

(2) Média geométrica anual

(3) Média aritmética anual

Os padrões brasileiros seguem a mesma classificação dos padrões americanos, podendo ser de dois tipos: primários e secundários (OLIVEIRA, 1997):

- **Padrões Primários de Qualidade do Ar:** são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população de acordo com a Resolução CONAMA nº 3/1990 (PINTO; ALMEIDA, 2002).

- **Padrões Secundários de Qualidade do Ar:** são as concentrações de poluentes abaixo dos quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, a flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral conforme Resolução CONAMA nº 3/1990 (PINTO; ALMEIDA, 2002).

- Os padrões primários são níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo em metas de curto e médio prazo.

Os padrões secundários são níveis desejados de concentrações de poluentes constituindo-se em metas de curto prazo.

A Resolução CONAMA 05/89 prevê ainda que para a implementação de uma política de não deterioração significativa da qualidade do ar em todo o território nacional é necessário o enquadramento de suas áreas em três classes distintas, conforme a uso pretendido, quais sejam:

- *Classe I:* áreas de preservação, lazer e turismo, tais como Parques Nacionais e Estaduais, Reservas e Estações Ecológicas, Estâncias Hidrominerais e Hidrotermais. Nestas áreas deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica.
- *Classe II:* Áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade.
- *Classe III:* Áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade.

Assim, a adoção diferenciada dos padrões está vinculada à definição das áreas de Classe I, II e III pelo Estado.

Enquanto não for estabelecida a definição das áreas, os padrões primários serão adotados, conforme a Resolução CONAMA n. 03/90.

A Resolução CONAMA n. 03/90 considera também a definição de níveis de qualidade do ar caso ocorram episódios críticos ou agudos de poluição do ar. (PINTO; ALMEIDA, 2002).

Define, portanto, os níveis de atenção, alerta e emergência, conforme apresentado na tabela abaixo:

Parâmetros	Período	Concentrações Limite		
		Atenção	Alerta	Emergência
Dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas	800	1600	2100
Partículas totais em suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas	375	625	875
SO ₂ X PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas	65000	261000	393.000
Monóxido de carbono (ppm)	8 horas	15	30	40
Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 hora	400	800	1000
Partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas	250	420	500
Fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas	250	420	500
Dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 hora	1130	2260	3000

Tabela 02 - Critérios para Caracterização de Episódios Agudos de Poluição do Ar
Fonte: CETESB (2002)

2.2 Padrões de Emissão

Padrão de emissão é um limite da qualidade ou concentração de um poluente, estabelecido legalmente, emitido por uma fonte (BOUBEL *et al*, 1984). Qualificam, portanto, o nível máximo de emissão de um determinado poluente na fonte. Podem ser classificados como subjetivos ou objetivos.

Os padrões de emissão podem ser determinados a partir dos padrões de qualidade do ar e de considerações sobre o processo, o equipamento e o combustível. Algumas vezes refletem também considerações econômicas, sociais e políticas em adição às tecnológicas.

2.2.1 Padrões de Emissão no Brasil

No Brasil, os limites máximos de emissão estão previstos a título de definição e uso pretendido pela Resolução CONAMA n.º 05/89.

A mesma Resolução CONAMA n.º 05/89 institui os limites máximos de emissão como instrumentos de apoio e operacionalização das ações de controle definidas pelo PRONAR – Programa Nacional da Qualidade do Ar.

O texto também informa que “os limites máximos de emissão serão diferenciados em função da classificação de uso pretendido para as diversas áreas e serão, mas rígidos para as fontes novas de poluição” (CONAMA, 1989).

Sendo consideradas fontes novas os empreendimentos que não tenham obtida a licença prévia do órgão ambiental licenciada até data de publicação da Resolução.

Posteriormente, a Resolução CONAMA n.º 008/90 estabeleceu, em nível nacional, os limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) para processos de combustão externa de novas fontes fixas de poluição com potências nominais totais até 70MW e superiores.

Como pode ser observada, a Resolução CONAMA n.º 008/90 limitou-se aos processos de combustão externa acreditando ser este o maior contingente dentre as fontes fixas e contemplou somente tais poluentes: dióxido de enxofre, partículas totais e densidade colorimétrica (fumaça).

Atribuiu aos órgãos estaduais de meio ambiente o estabelecimento de limites máximos de emissão (inclusive para novos poluentes) para outros combustíveis além do óleo combustível e do carvão mineral, já contemplados (CONAMA, 1990b).

2.3 Licenciamento Ambiental e Avaliação do Impacto Ambiental

O licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental são alguns dos instrumentos de gestão ambiental público definidos na Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei n.º 6.938/81, Art. 9º, inciso IV e III respectivamente.

CONAMA (1997) define o licenciamento ambiental como procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados efetivamente ou potencialmente poluidoras ou daqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas aplicáveis ao caso.

Segundo CAVALCANTI (2003) de acordo com os procedimentos de análise de um processo de licenciamento ambiental, no que diz respeito à poluição do ar, avalia-se não só as emissões atmosféricas propostas para os vários poluentes, como também seus respectivos impactos na qualidade do ar na área de influência do empreendimento. Tais avaliações são realizadas com base nos pontos estabelecidos na legislação ambiental, quer sejam limites máximos de emissão estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 008/90, quer sejam padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 003/90.

A prática de aplicação no Brasil se constitui, entretanto, como modelos defasados uma vez que as avaliações dos estudos de impacto ambiental não consideram os impactos cumulativos ou sinérgicos do empreendimento, impossibilitando uma avaliação integrada a fim de garantir a qualidade do ar da região da instalação.

Além disso, verifica-se que os EIA's em geral não contemplam o nível de poluentes remotos (background) da área de influência onde se pretende instalar o empreendimento, muitas vezes devido à falha de uma rede de monitoramento da qualidade do ar.

Os estudos de impacto ambiental utilizam como forma de avaliação do impacto na qualidade do ar, gerado por atividade industrial, os modelos matemáticos de dispersão de poluentes.

Estes modelos são alimentados com dados sobre emissões atmosféricas provenientes da operação da atividade e com dados de condições meteorológicas da região em análise. Os resultados daí provenientes permitem estimar a contribuição de cada poluente na área de influência do empreendimento.

A estimativa das emissões é de fundamental importância para motivar a região candidata ao estabelecimento do novo empreendimento (nova fonte de emissões atmosféricas). Porém, os órgãos ambientais não dispõem de inventários de fontes atualizados e abrangentes o que dificulta ainda mais o processo de avaliação de impactos de um novo empreendimento na qualidade do ar de uma região.

O emprego da gestão da poluição do ar seja através do fortalecimento da regulamentação com a inserção de medidas como os padrões de qualidade ambiental, ou do desenvolvimento contínuo dos sistemas tecnológicos de controle, ou ainda, de medidas de averiguação da manutenção dos padrões definidos através dos programas de monitoramento, necessita da caracterização prévia das emissões liberadas na atmosfera para atingir um nível de eficácia capaz de trazer um benefício real para as populações urbanas.

Esta prática de caracterização, bastante empregada na maioria dos países desenvolvidos, permite conhecer a natureza, a extensão e a magnitude das cargas de poluentes atmosféricos a fim de fornecer subsídios à implementação de políticas de controle e ao planejamento ambiental.

2.4 Inventário das Emissões

Os inventários de emissões atmosféricas são instrumentos que permitem analisar a quantidade, natureza e localização das emissões que ocorrem numa determinada área durante um período de tempo. Os resultados dos inventários colocam em evidência os setores de atividade e os locais responsáveis pelas maiores emissões poluentes para a atmosfera e avaliam a sua contribuição respectiva para a qualidade do ar, auxiliando as decisões na seleção de estratégias de redução de emissões.

A aplicação mais comum de um inventário de emissões atmosféricas é a sua utilização como dado de entrada na modelação atmosférica, juntamente com os dados meteorológicos. A modelação atmosférica permite, por exemplo, prever as concentrações de ozônio ao nível do solo (ozônio troposférico, prejudicial à saúde humana e à vegetação), o que possibilita o aviso e a tomada de medidas em tempo útil em caso de risco.

Os inventários de emissões são, portanto, uma ferramenta fundamental de apoio à avaliação e gestão da qualidade do ar, quer a nível nacional quer a nível regional.

A elaboração de um inventário de emissões atmosféricas é um processo moroso e que envolve recursos significativos, tendo em consideração que a informação de base necessária se encontra dispersa, sendo por vezes de difícil obtenção, e que o seu tratamento é complexo. À escala regional é ainda importante a obtenção de um nível de detalhe espacial pormenorizado e a consideração de dados de fontes pontuais individualizadas.

2.5. Monitoramento da Qualidade do Ar

O objetivo básico dos padrões de qualidade do ar é proteger a saúde e o bem estar humanos. Os padrões são definidos em termos de concentração num período de tempo para certos poluentes e não devem ser excedidos.

Para se verificar se os padrões estão dentro dos limites fixados às agências reguladoras devem realizar medidas da qualidade do ar.

Estas medidas da qualidade do ar são realizadas com a implantação de uma rede de monitoramento.

Uma rede de monitoramento tem os seguintes objetivos (ETI, 2000):

- Determinar as concentrações máximas de materiais poluentes na zona monitorada;
- Determinar as concentrações representativas da poluição nas zonas de alta densidade de população;
- Determinar o impacto sobre a qualidade do ar das principais fontes ou categorias de fontes de emissão poluentes;
- Determinar a poluição geral de fundo na zona (background);
- Determinar a amplitude dos transportes de poluição nas zonas povoadas;
- Determinar o impacto da poluição do ar sobre a vegetação nas zonas rurais;
- Determinar o impacto relativo de fontes naturais e antropogênicas.

2.5.1 As Escalas de Espaço de Monitoramento da Qualidade do Ar

Para que o objetivo do monitoramento seja alcançado é necessário que haja um pré-estabelecimento do grau de cobertura da região onde se pretende realizar a medição, só assim, um valor de medição da poluição terá sua representatividade definida. Para tanto, cada estação de medição deverá ser vinculado com pelo menos uma das seis escalas especiais descritas a seguir de acordo com o ETI (2000). Cabe destacar entre elas:

- Escala da Rua, que cobre uma superfície de comprimento máximo de 100m, ou de estradas homogêneas sobre algumas centenas de metros;
- Escala do Quarteirão, que cobre vários quarteirões de casas onde a qualidade do ar é homogênea (distância máxima de 400 a 500 metros);

- Escala de Bairro, que representa uma grande seção urbana homogênea cujo comprimento máximo pode variar de 0,5 Km a 4 Km;
- Escala da Cidade, que representa toda uma aglomeração urbana. Seu comprimento máximo pode variar de 4 a 50 Km;
- Escala Regional, que representa uma zona rural de população homogênea cujo comprimento máximo varia de 10 a 100 Km;

Entre os objetivos de medições e as escalas de representatividade existem correspondências que são resumidas na tabela que segue:

	1	2	3	4	5
	ESCALA DA RUA	ESCALA DO QUARTEIRÃO	ESCALA DE BAIRRO	ESCALA DA CIDADE	ESCALA REGIONAL
Concentração Máxima	X	X	X		
Alta Densidade de População			X	X	
Impacto de Fontes de Emissão	X	X	X		
Poluição de Fundo			X	X	X
Transporte Regional de Poluição				X	X
Impacto Geral sobre a Vegetação				X	X

Tabela 02 - Correspondência entre os objetivos de medições da poluição e a escala de representatividade das estações de medição.

Fonte: ETI, 2000

Boubel *et al* (1984) assume as seguintes escalas espaciais para a rede de monitoramento:

- Micro escala (1 a 100 m);
- Escala Média (100m a 0,5 Km);
- Escala de Bairro (0,5 a 5,0 km);
- Escala Urbana (5 a 50 km);
- Escala Regional (> 50 km).

Na França é utilizada uma caracterização de estações de medição da qualidade do ar muito semelhante que mescla o tipo de emissão e a escala: (ETI, 2000).

- Estações de proximidade de tráfego (10 a 50 m);
- Estações de proximidade industrial (0,1 a 5 Km);
- Estação de fundo urbano (0,1 a 2 Km);
- Estação de fundo periurbano (1 a 5 Km);
- Estações de fundo regionais rurais (5 a 25 Km);
- Estações de fundo nacional rural (30 a 300 Km).

2.5.2 Visão Geral da Organização de uma Rede de Monitoramento

Uma Rede de Monitoramento é composta de certo número de estações de medições dispostas em pontos onde a medição dos níveis de produção são representativas da poluição ambiental.

Estes medições podem ser feitas de forma manual, através da captação de amostras e posterior análise em laboratório, ou de forma automática por meio de analisadores em linha que fazem medições instantâneas e permanentes de valores de parâmetros característicos da poluição.

2.5.2.1 Estações de Medição Fixa

Existem dois grandes tipos de estações de medição: as estações de medição de parâmetros específicos de poluição como o SO₂, CO, O₃, NO₂, Pb e Particulados e aquelas que caracterizam as transformações fotoquímicas da atmosfera, em particular ao que diz respeito à formação de ozônio (O₃), óxidos de nitrogênio (NO_x) e BTX (Benzeno, Tolueno e Xileno).

Os parâmetros meteorológicos (temperatura, vento e umidade) que permitem explicar as variações de valores de alguns fenômenos característicos devem ser medidos paralelamente. Para tanto, deve-se integrar a medição desses parâmetros às próprias estações (ETI, 2000).

As estações são reagrupadas em redes locais monitorando uma determinada zona geográfica ou administrativa. Na França, existem 39 redes administradas separadamente, mas podendo comunicar entre si. Nos Estados Unidos as redes são ou regionais ou administradas em âmbito estadual.

Segundo o Relatório do Projeto do Sistema Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar (ETI, 2000), no Brasil, as regiões designadas para a implantação das redes serão as regiões metropolitanas ou o próprio estado. No projeto as redes serão chamadas Redes Locais de Monitoramento da Qualidade do Ar (RLMQA) e as estações que as constituem, serão as estações de Medição das Redes Locais de Monitoramento da Qualidade do Ar (EMRLMQA). Serão também implantadas estações formando uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar (RNMQA) a título de controle e referência nacional para a qualidade do ar. Estas estações serão escolhidas em função da área, representatividade, e serão chamadas Estações de Medição da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar (EMRNMQA), poderão estar vinculados a uma RLMQA ou serem independentes, em particular quando se trata de estações cuja escala de representatividade é nacional.

2.5.2.2 Estações de Medição Móveis

Nas grandes cidades com mais de 1.500.000 habitantes, é necessário a complementação da rede de estações fixas por estações móveis que permitirão responder a demandas específicas relativas a grandes instalações ou na solicitação de autorização de licenciamento ambiental, da indústria. Estas estações móveis permitem estabelecer um ponto

zero da poluição necessária para a realização de estudos de impacto ambiental (MAIA, 1997a; ETI, 2000)

2.5.3 Monitoramento de Fontes

As emissões atmosféricas podem ser caracterizadas por descrições qualitativas expressas em termos de coloração da pluma, da densidade, da formação ou da porcentagem de sua opacidade ou por descrições quantitativas que expressem as concentração ou vazão (mássica ou volumétrica) de um poluente no efluente atmosférico.

Para obter tal descrição quantitativa é necessário que se realize a amostragem ou o monitoramento da fonte emissora.

O monitoramento de fontes é tanto do interesse dos grupos industriais quanto das agências ambientais reguladoras. Os primeiros executam o monitoramento e registram os dados das emissões para uso próprio ou na quase totalidade para cumprir o controle regulatório (padrões de emissão). Já as agências reguladoras usam os valores medidos com a finalidade de compilar inventários de emissões, de realização de estudos de modelos de dispersão e para o controle dos níveis de emissão com referência aos padrões estabelecidos.

Um sistema de monitoramento de fontes especifica as emissões de um processo industrial. Para tanto é necessário, e para efeito de projeto, levar em consideração a natureza do processo, os instrumentos de controle utilizados, as peculiaridades das fontes emissoras e o objetivo no uso final dos dados obtidos.

O monitoramento de fontes pode ser tratado, segundo STERN (1984) como um sistema conceitualmente consistindo de seis operações unitárias, conforme demonstra a tabela abaixo.

OPERAÇÕES	OBJETIVOS
Seleção do sítio de amostragem	Representatividade da amostragem
Transporte da amostra (quando aplicável)	Transferência espacial e temporal da amostra extraída com o mínimo efeito sobre sua integridade
Tratamento da amostra (quando aplicável)	Condicionamento físico e/ou químico da amostra requerido nas operações de análise
Análise da amostra	Geração de dados sobre os poluentes e/ou parâmetros de interesse
Tratamento e informação dos dados gerados	Calibração e processamento de dados analógicos e mostradores (display) com formatos compatíveis com os objetivos das medidas
Interpretação dos dados	Avaliação da validade dos dados de medidas considerando as limitações impostas pelas amostragens e operações de análise

Tabela 03 – Conceito do Sistema de Monitoramento de Fontes.
Fonte: STERN, 1984.

Nos Estados Unidos, a instalação e operação de sistemas de monitoramento de fontes têm sido recomendadas pelas agências ambientais regionais para um grande número de tipologias com o objetivo de estarem em conformidade com o Padrão de Desempenho de Novas Fontes (EPA, 2002).

A Alemanha possui sistemas de monitoramento previsto para emissão de material particulado e emissões de SO₂.

No Brasil, segundo artigo 6º da Resolução CONAMA n.º 08/90, a verificação do atendimento aos limites nacionais de emissão fixados através desta Resolução, quando do fornecimento da LO (Licença de Operação), poderá ser realizada pelo órgão ambiental licenciador ou pela empresa em licenciamento desde que com o acompanhamento do referido órgão ambiental licenciador (CONAMA, 1990b).

De acordo com a EEA (2004b) os inventários de emissões geralmente abordam três tipos de fontes, quais sejam: pontual, área ou lineares.

- **Fontes Pontuais:** são fontes estacionárias de emissão que lançam poluentes para a atmosfera. A estimativa das emissões é realizada para cada fonte individualmente com a utilização de dados de capacidade e produção e condições de operação. Algumas metodologias consideram as fontes estacionárias as fontes que emitem uma quantidade de poluentes acima de um patamar pré-definido.

- **Fontes Aéreas:** são geralmente fontes menores que as primeiras cujas emissões individuais não as qualificam como fontes pontuais. Usualmente representam um grande número de atividades que individualmente lançam pequenas quantidades de poluentes para a atmosfera mais que coletivamente passam a ter emissões significativas como, por exemplo, as lavanderias cujas emissões individuais são pequenas, porém quando consideradas em conjunto podem ter significância em termos de emissões.

- **Fontes Lineares:** compreendem as fontes móveis cujas emissões originárias do transporte em rodovias, ferrovias, navegação e transporte aéreo são estimadas ao longo das trajetórias das vias percorridas.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Para a execução deste trabalho realizou-se a seleção das principais fontes de emissões atmosféricas, fixas ou pontuais e as móveis. Como fontes fixas foram consideradas algumas atividades industriais por tipologia e também algumas de comércio e serviços, segundo a classificação feita pela Lei n.3.219 - IPAAM e a área de deposição dos resíduos urbanos (aterro municipal de Manaus). Para as fontes móveis, consideraram-se os meios de transporte terrestre e aéreo. Para as atividades de comércio e serviço, levantou-se dados referentes a comercialização de combustíveis; serviço de geração de energia; serviço de incineração de resíduos; serviço de co-processamento de resíduos sólidos industriais.

Foram levantadas informações no campo, principalmente em relação à localização das principais fontes de emissão atmosférica para a elaboração de mapas. Para isso, as principais fontes de emissões foram georreferenciadas. No transporte terrestre, verificou-se a quantidade de veículos existentes oficialmente na cidade e as vias de tráfego mais intenso ou os corredores, assim também como os Terminais de Transporte Coletivo Urbano, devido à concentração de veículos de grande porte. No setor aéreo, registrou-se as informações da área do Aeroclube de Manaus e os aeroportos de Ponta Pelada (Base Militar) e o Internacional Eduardo Gomes.

Para a obtenção dos dados secundários, foi requisitado de diversos órgãos (Departamento de Trânsito - DETRAN/AM, Instituto Municipal de Trânsito - IMTRANS, Instituto Municipal de Transporte Urbano - IMTU, Manaus Energia - ME, Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM, Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA, Federação das Indústrias do Estado do Amazonas - FIEAM e Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM), dados oficiais para a elaboração do trabalho. Foram encontradas diversas dificuldades, devido à inexistência e/ou precariedade e a recusa no fornecimento de dados.

3.1 Área de Estudo: O Município de Manaus

O Município de Manaus está localizado na Região Norte do Brasil, no centro geográfico da Amazônia, em uma microrregião denominada Médio Amazonas.

A superfície total do Município é de 11.458,5km² (Lei Municipal n.º 279, de 05 de abril de 1995), equivalendo a 0,73% do território do Estado do Amazonas, que abrange 1.577.820,2 Km².

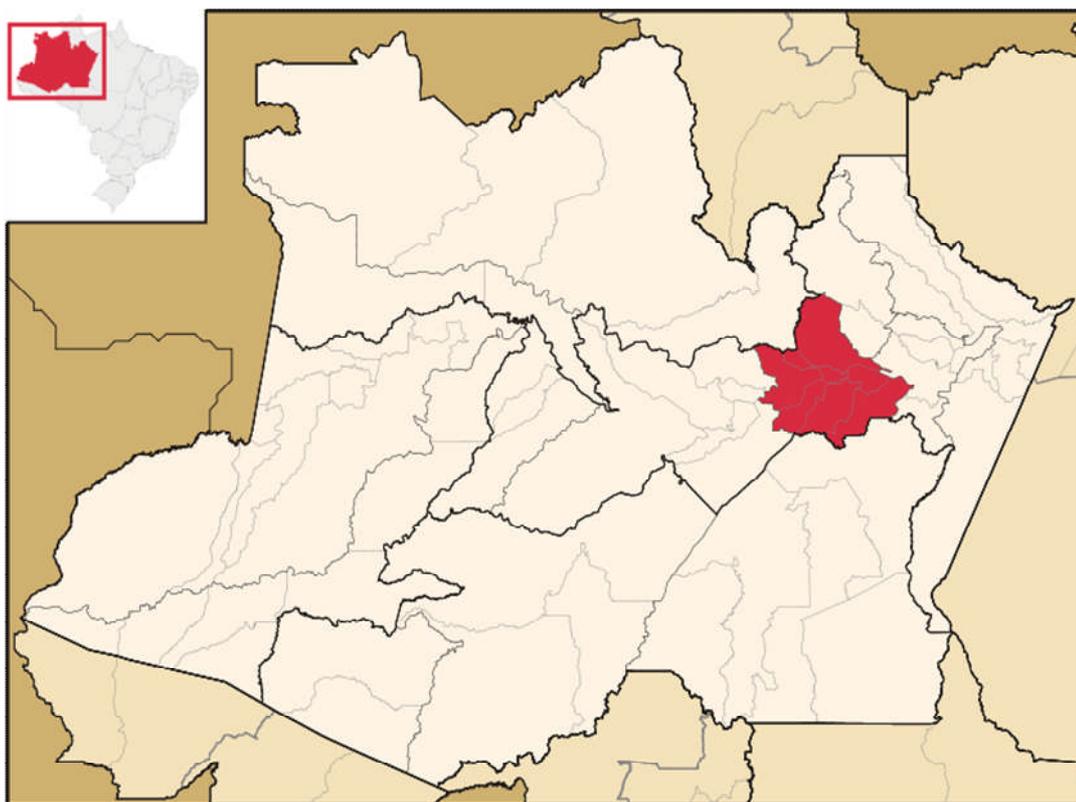


Figura 02 – Posição geográfica da cidade de Manaus.

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/46/Amazonas_Micro_Manauas.svg/800px-Amazonas_Micro_Manauas.svg.png

Os limites do município de Manaus são:

- ao Norte, com o Município de Presidente Figueiredo;
- a Leste, com os Municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara;
- ao Sul, com os Municípios de Careiro da Várzea e Iranduba; e
- a Oeste, com o Município de Novo Airão.

Atualmente, Manaus apresenta uma população total de 1.646.602 habitantes, com uma concentração de 99,35% na área urbana – 1.394.724 habitantes (IBGE, 2007).

Nos últimos trinta anos, a Zona Franca foi responsável pela atração de um grande fluxo migratório do interior do Estado, do Nordeste e de diferentes regiões do país. Em consequência, a população de Manaus cresceu mais de 500%, saltando de 300 mil habitantes, na década de 1970, para cerca de 1 milhão e 400 mil, na virada do século XXI (MANAUS, 2002).

Nesses anos, a cidade acumulou um passivo sócio-ambiental de iguais proporções, que provocou a redução da qualidade de vida da maior parte da população, com reflexos diretos nas condições de saúde, higiene e moradia.

O crescimento da população urbana de Manaus pode ser explicado pelo intenso fluxo migratório ocorrido, em função da expansão de seu parque industrial e da consolidação do setor de comércio especializado em produtos de alto consumo.

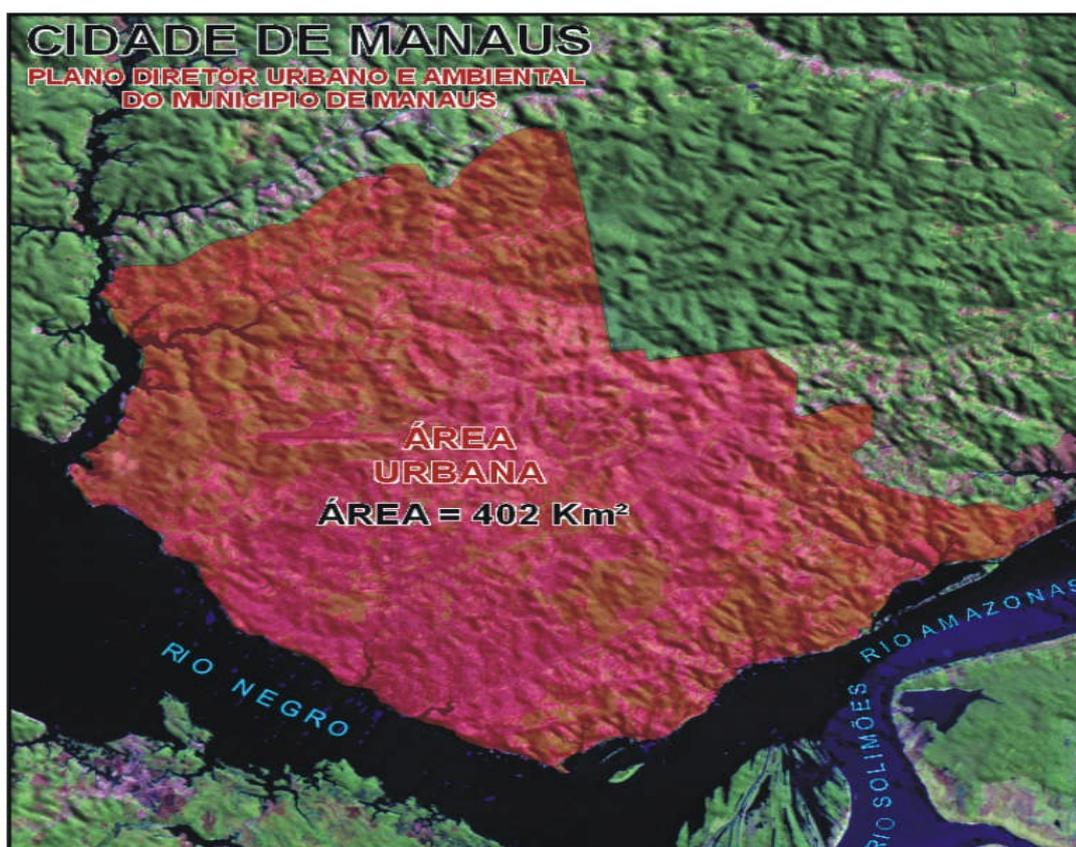


Figura 03 – Delimitação da área urbana de Manaus.
Fonte: Laboratório de Geoprocessamento/IPAAM, 2007.

3.1.1 O Clima de Manaus

O clima é um conjunto de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de um determinado lugar e os elementos que o caracterizam podem afetar o homem tanto diretamente quanto em relação às atividades que desempenha.

Por exemplo, quando os gases lançados pelas chaminés entram na atmosfera, as condições externas tais como pressão, temperatura, umidade, direção e velocidade dos ventos começam a afetá-los. Todos estes fatores meteorológicos, variáveis no tempo e no espaço aliados aos fatores topográficos, afetam diretamente a dispersão e o transporte dos poluentes.

A atmosfera terrestre está em constante movimento, principalmente como resultado da travessia da luz solar que gera um balanço térmico não uniforme. Assim os parâmetros

meteorológicos variam consideravelmente com a localização, altitude e tempo (STERN *et al*, 1984).

Todos estes fatores meteorológicos são importantes quando se deseja realizar estudos de dispersão de poluentes.

A classificação climática para a área de estudo é a de Köppen, adotada para a cidade de Manaus como do tipo “Afi”, definido como Equatorial Quente e Úmido. A zona climática “A” corresponde ao clima tropical praticamente sem inverno, com temperaturas médias para o mês mais frio sempre superior a 18°C. O tipo “f” é indicativo da ocorrência de chuvas o ano inteiro, com precipitação superior a 60 mm no mês mais seco. A variedade climática “i” indica que não existe grande diferenciação entre o verão e o inverno, e a variação anual da temperatura não é superior a 5°C.

3.1.1.1 Temperatura

O perfil de temperatura vertical que se forma influencia diretamente a dispersão dos poluentes. A temperatura na troposfera em geral diminui com o aumento da altitude, em uma média de 4°C a 8°C por quilômetro. Entretanto nas camadas inferiores da atmosfera, entre o primeiro e o segundo quilômetro, a temperatura pode aumentar com a variação da altitude por um determinado período de tempo. Este efeito térmico é conhecido como inversão térmica (GRAEDEL; CRUTZEL, 1997).

Estes gradientes de temperatura dão origem aos movimentos verticais ascendentes e descendentes das massas de ar que afetam o clima e os processos de mistura dos poluentes na atmosfera.

A cidade de Manaus possui clima quente durante quase todo o ano, porém no inverno ocorre uma sensível diminuição da temperatura durante poucos dias, quando são freqüentes as penetrações de frentes frias de origem polar (NIMER, 1979).

A temperatura média anual das máximas temperaturas é de 34,1°C, com amplitude térmica verificada (diferença entre o máximo e o mínimo) de 2,9°C. Os maiores valores máximos médios são registrados no mês de setembro (37,5°C), estação “seca” e os menores valores máximos (33,1°C), na estação chuvosa.

A temperatura média anual das mínimas temperaturas varia entre 20,5°C e 20,7°C em julho e agosto, com valor máximo no mês de setembro (21,6°C), significando, que existe entre o máximo e mínimo apenas 1,1°C de diferença, valor muito baixo levando-se em consideração se tratar de uma média anual. Os valores abaixo da média das mínimas ocorrem no início da estação “seca”, devido à redução da cobertura de nuvens, permitindo que a radiação na superfície terrestre seja mais eficiente nesse período do ano.

A temperatura média compensada demonstra claramente a influência da estação chuvosa nas características térmicas de Manaus. Os valores estão abaixo de 27,0°C nos meses que se estendem de janeiro até julho; de agosto a novembro, que são os meses com a clara definição da estação “seca”, os valores ultrapassam a casa dos 27,0°C, voltando a ficar abaixo desse valor no mês de dezembro quando se inicia a época das chuvas.

3.1.1.2 Direção dos ventos

Quando a atmosfera resiste aos movimentos verticais têm-se um estado de estabilidade. Caso contrário, um estado de instabilidade (GRAEDEL e CRUTZEL, 1997).

Além dos movimentos verticais das massas de ar, devem-se considerar na análise de transporte e dispersão dos poluentes, os movimentos horizontais causados pela direção e velocidade dos ventos.

A velocidade e direção dos ventos determinam a concentração dos poluentes em torno das fontes, seu alcance e trajetória.

O movimento do ar originando os ventos surge em função da existência de regiões com diferentes pressões. Zonas com pressões altas ou baixas possuem sistemas de ventilação diferenciados (GRAEDEL; CRUTZEL, 1997).

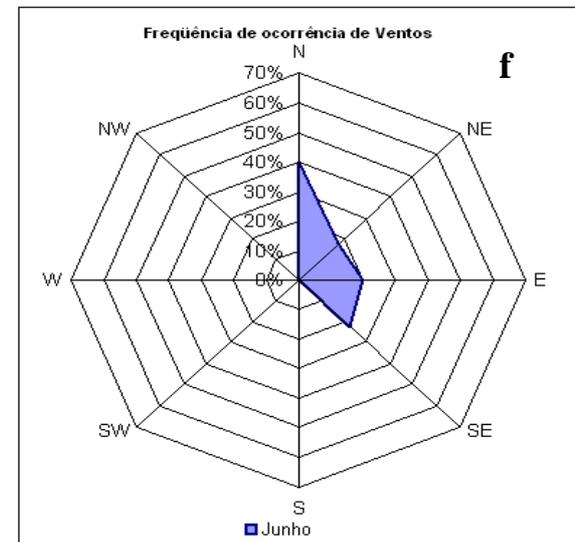
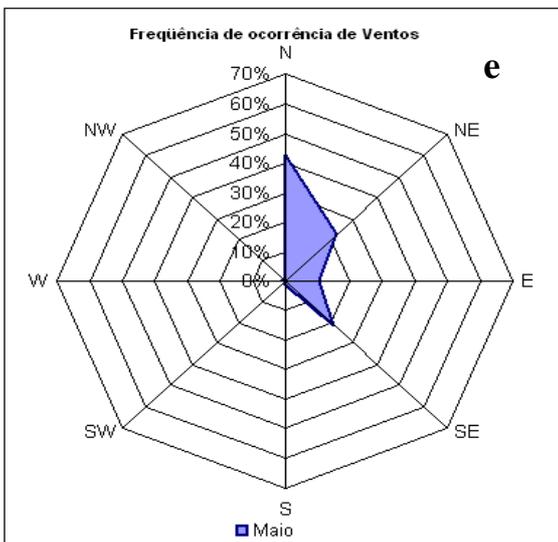
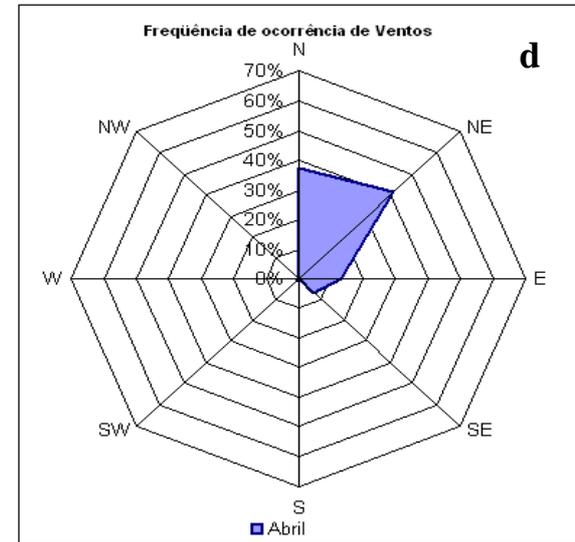
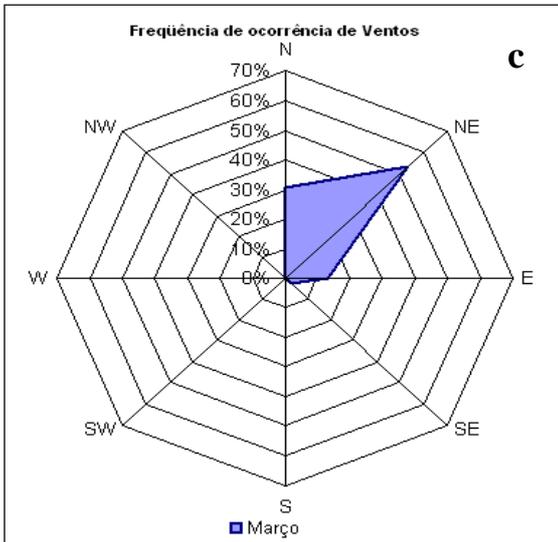
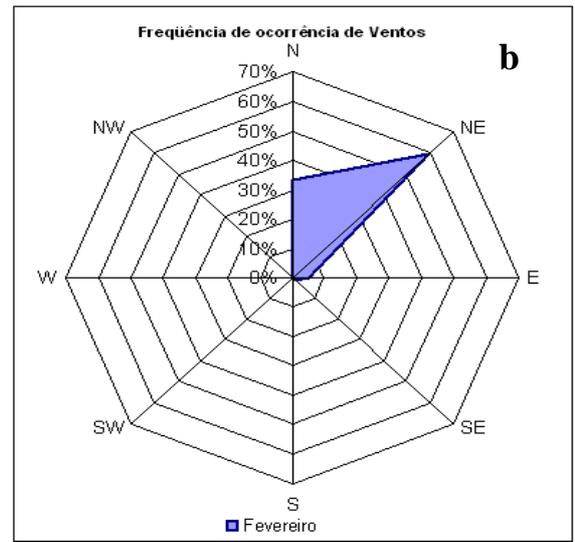
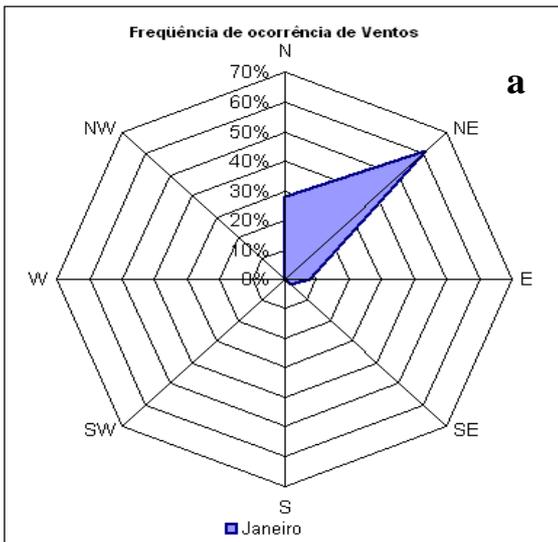
Geralmente o movimento do ar nas camadas inferiores da atmosfera ocorre das regiões de alta pressão para as regiões de baixa pressão. Esta convergência causa a movimentação das camadas de ar resultando num aumento da taxa de ventilação.

Quando a taxa de ventilação torna-se muito baixa, em função da diminuição do gradiente de pressão, ocorre à estagnação do ar, o que contribui para o aumento da concentração de poluentes na atmosfera (GRAEDEL; CRUTZEL, 1997).

O mais importante processo de mistura na atmosfera que causa a dispersão dos poluentes é a turbulência. Este processo é originado pela alta movimentação irregular dos ventos, que contribui grandemente para a mistura de parcelas de ar poluído e não poluído favorecendo assim a diluição dos poluentes (STERN *et al*, 1984; HONKIS, 1977).

A ventilação é um dos elementos climáticos mais importantes, pois vai promover o processo de dispersão dos gases emitidos pelas diversas atividades poluidoras na cidade de Manaus.

A frequência de ocorrência de ventos na cidade de Manaus não apresenta grandes variações no decorrer dos meses, ficando a predominância em sentido Nordeste/Sudoeste (anexo 01), com ressalva aos meses de abril a setembro, onde a frequência desloca-se em percentual máximo de 25% no sentido Sudeste/Noroeste (Figura 04).



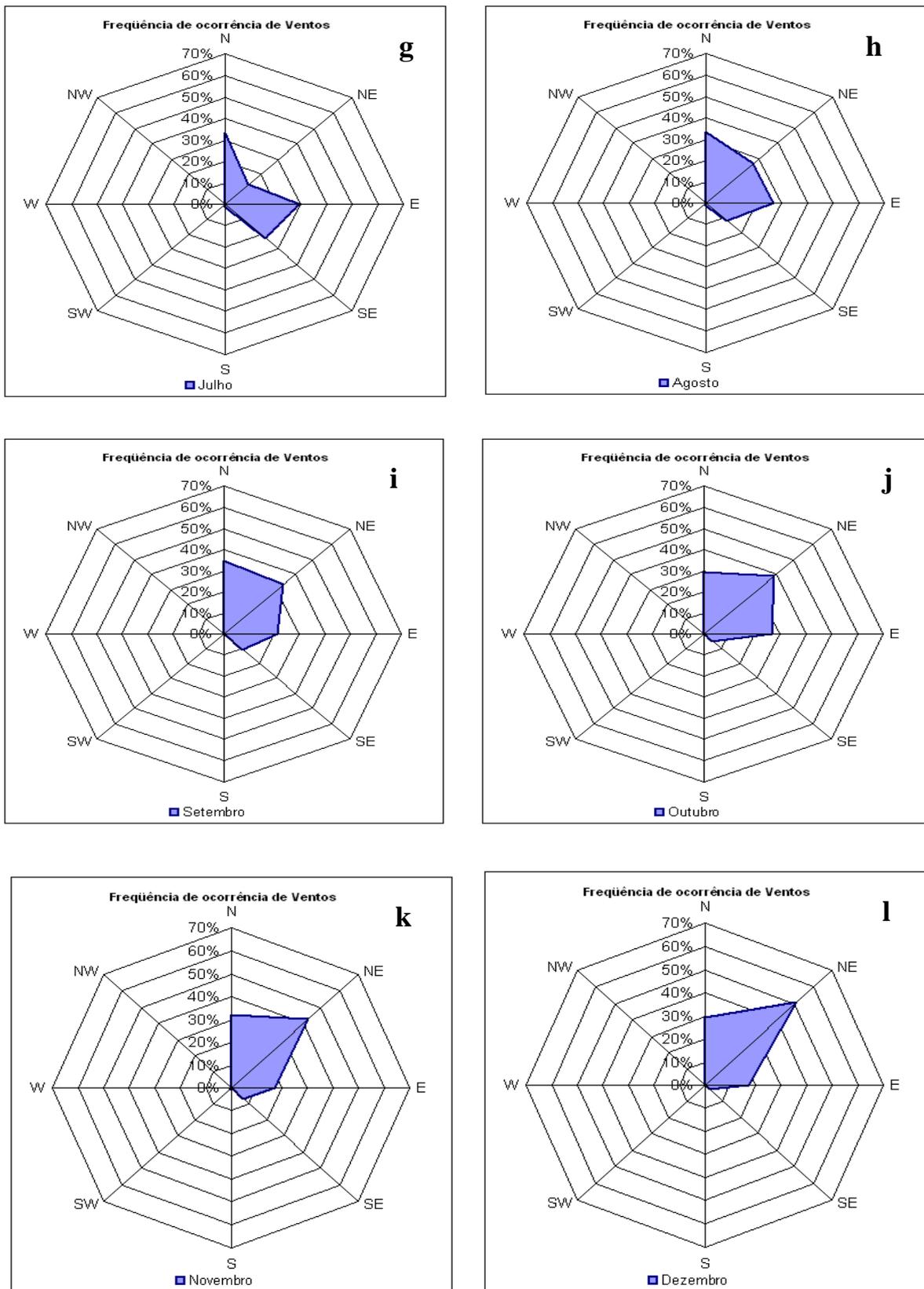


Figura 04 – Direção do vento na cidade de Manaus (a até l) segundo dados levantados em um período de 30 anos.

Fonte: SIPAM

Próximo à cidade de Manaus, os ventos diurnos apresentam velocidades em torno de 3,0 a 7,0 m.s-1 entre 300 e 1000 m, aumentando para em torno de 10 a 15 m.s-1 logo após o por do sol. O ar estaticamente estável desta camada tende a suprimir a turbulência, porém nota-se a geração de turbulência através do cisalhamento do vento ocasionado pelo desenvolvimento desses jatos. Entretanto, a presença destes jatos pode ser uma particularidade da região de Manaus, devido à presença do encontro das águas dos rios Negro e Solimões, onde acontece um aumento na largura do rio, provocando assim, um maior contraste em relação ao continente favorecendo o sistema de brisa fluvial.

Oliveira e Fitzjarrald (1993) verificaram a influência de uma circulação de brisa de rio sobre as condições locais da CLA (Camada Limite Atmosférica) da região próxima de Manaus. A circulação observada apresenta um ciclo diurno com fluxos de NE (em direção aos rios) durante o período da noite e da manhã e fluxos de SE (vindo dos rios) durante a tarde e ao anoitecer.

3.1.1.3 Velocidade dos Ventos

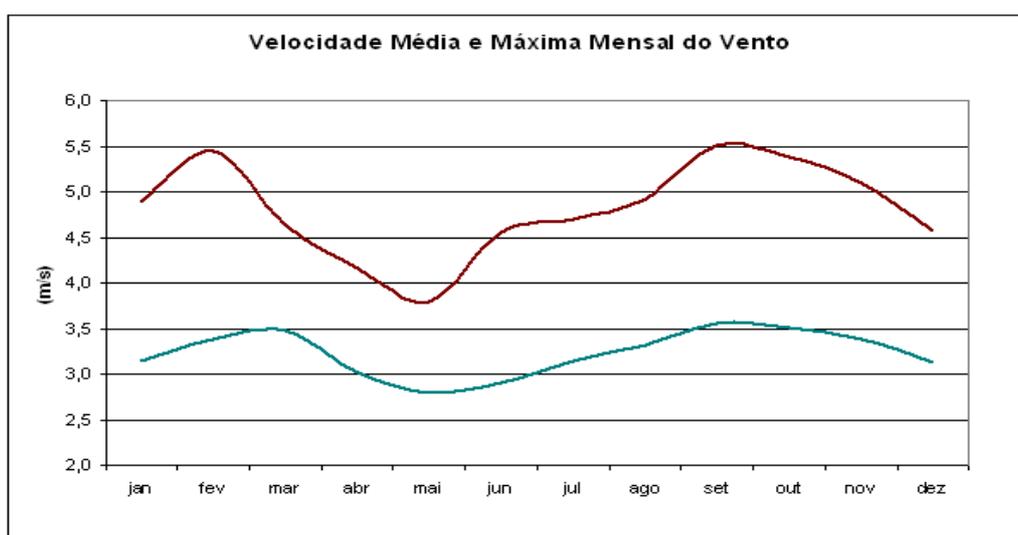


Figura 05 – Velocidade do vento na cidade de Manaus.
Fonte: INMET

No período, a maior velocidade média do vento ficou em torno de 3,5 m/s nos meses março, setembro e outubro. A menor velocidade média ocorre no mês de maio em torno de 2,8 m/s.

3.1.1.4 Umidade Relativa do Ar

São altos os índices de umidade relativa do ar em Manaus. Os dados apontam para uma média anual de 82%, muito embora sejam frequentes os dias, principalmente na estação das chuvas, em que a umidade alcança os 100%. As médias mensais alcançam até 87% nos meses mais chuvosos (março e abril), chegando a um mínimo de 77% nos meses mais “secos” (agosto e setembro) (Figura 06).

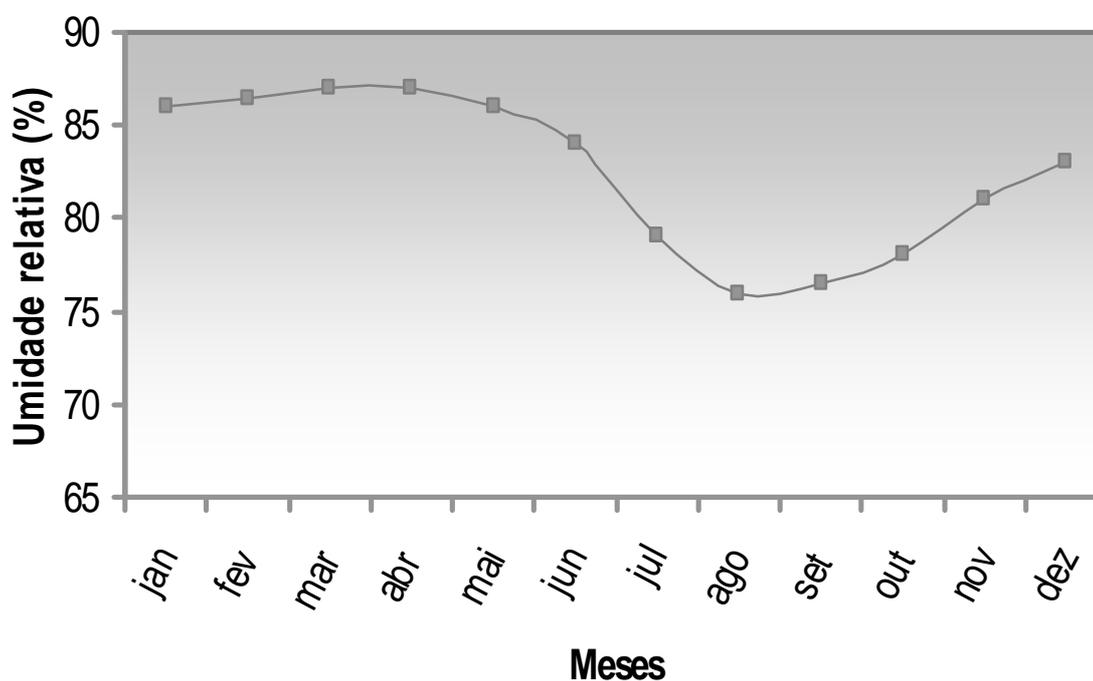


Figura 06 - Valor médio da umidade relativa do ar (%) (1974-2003).
Fonte: INMET.

PARÂMETRO CLIMATOLÓGICO	VALOR
Temperatura anual média	34,1 °C
Temperatura máxima média	37,5 °C
Temperatura mínima média	21,0 °C
Mês mais quente	Setembro
Precipitação anual média	2.296,4 mm/ano
Mês mais chuvoso	Abril (255 a 352 mm)
Mês menos chuvoso	Setembro (40 a 65 mm)
Umidade relativa anual média	82%
Vento	Fraco, predominantemente do quadrante Este

Tabela 04 - Parâmetros climatológicos característicos de Manaus a partir de uma série de 30 anos (1974-2003).

Fonte: INMET.

3.2 O Distrito Industrial de Manaus

Distrito Industrial é um bairro da Zona Leste de Manaus. Possui o maior número de fábricas da Zona Franca de Manaus. Surgiu juntamente com a instalação da Zona Franca de Manaus em 1967. Apesar de ser um bairro bastante antigo, possui poucos moradores devido a sua grande área ser ocupada em sua grande maioria pelas fábricas do Pólo Industrial de Manaus.

O bairro do Distrito Industrial vai se concretizar com a implantação da Zona Franca de Manaus (ZFM). A Zona Franca de Manaus caracteriza-se pelo livre comércio de importação e exportação. Foi criada com a finalidade de implantar em Manaus um centro industrial, comercial e agropecuário dotado de condições econômicas que permitissem o desenvolvimento da região Norte, integrando-a ao complexo produtivo nacional (MANAUS, 2002).

O pólo industrial, considerado a sua maior sustentação, foi estrategicamente instalado na periferia da cidade, longe dos possíveis riscos ambientais que as indústrias poderiam causar a população.

A partir da implantação do Distrito Industrial e das atividades da Zona Franca, a ocupação do solo intensificou-se e o crescimento da cidade teve como principal vetor de expansão o sentido norte, onde foram construídos grandes conjuntos habitacionais, de forma a atender à demanda de grande contingente populacional proveniente de todo o país.

É possível estabelecer três distintas fases para o processo de implementação do modelo de Zona Franca, institucionalizado na região Amazônica (PROJETO GEO CIDADES, 2002).

A primeira fase do projeto ocorreu entre os anos de 1967 a 1976, segundo dados fornecidos pela Suframa (Superintendência da Zona Franca de Manaus). Depois do lançamento da pedra fundamental, em 30 de setembro de 1968, em sessão solene, com a presença do governador Danilo Areosa e o superintendente da recém-criada Suframa, Floriano Pacheco, houve um intenso fluxo do turismo interno, impulsionado pela oferta de artigos importados. A cidade ofuscada pela perda da borracha renascia com um comércio de importados e um pólo industrial onde se concentraram centenas de fábricas. Com isso, Manaus voltou a experimentar um súbito crescimento demográfico, com a população passando de 200 mil habitantes ainda na década de 60.

Entre os anos de 1976 e 1990, ocorre a consolidação do pólo industrial, com muitos empregos gerados em Manaus sob a responsabilidade das fábricas do Distrito. É também nesta época que ocorre a intensa migração de moradores do interior e de outros estados brasileiros para Manaus, reflexo do crescimento populacional na década de 80 que atinge 900 mil habitantes. Este fator será responsável pelo surgimento de centenas de invasões, inclusive na área do Distrito Industrial, fato que lhe dá um caráter domiciliar.

A terceira fase, ocorrida a partir de 1991, tem grande impacto na vida dos trabalhadores de Manaus, quando muitas fábricas encerram suas atividades gerando desemprego em massa, a exemplo da Beta S/A, que fecha suas portas em 1990. Esta nova situação também vai se refletir no bairro, com o surgimento de invasões, como a Comunidade da Sharp e a Vila da Felicidade.

Localizado na Zona Leste da cidade, às margens da estrada BR-319, que liga Manaus às cidades de Humaitá e Porto Velho, em Rondônia, o bairro do Distrito Industrial Castelo Branco conta atualmente com duas etapas, os Distritos I e II que faz fronteira com os bairros Armando Mendes, Nova República, Mauazinho, Nova Jerusalém e Crespo. Segundo dados da Prefeitura do Município de Manaus, o Distrito Industrial, Figura 07, possui 79 artérias, entre ruas e alamedas. Grande parte das ruas recebe nomes de peixes e frutos regionais, como é o caso das vias Buriti e Açaí. Nelas, o fluxo de carros, ônibus e carretas transportando insumos são constantes.



Figura 07 – Localização espacial do Distrito Industrial de Manaus.
 Fonte: www.fpf.br/images/mapa_md.jpg

Porém, o crescimento econômico não impediu o surgimento de novas invasões que rodeiam a localidade, como é o caso da Nova Vitória e Nova Conquista, ocorrida na área do Distrito II. Consideradas as maiores dos últimos anos. Outro exemplo é a comunidade da Sharp, surgida através de uma invasão e que hoje carece de serviços de infra-estrutura, segurança pública e espera o reconhecimento como parte do Distrito Industrial II.

No final de 2008, o parque industrial de Manaus (Figura 08), abrigava mais de 600 empresas que geravam cerca de 100 mil empregos diretos; 350 mil indiretos, somente na cidade de Manaus e outros 20 mil nos demais Estados da região.



Figura 08 – Vista aérea do Distrito Industrial de Manaus.

Fonte: <http://s49.photobucket.com/albums/f276/walterwpn/?action=view¤t=distritoindustrial.jpg>

No bairro também está instalada a Refinaria Isaac Sabbá – UN Reman, localizada em uma área de 9,8 Km², na estrada da Refinaria, que funciona desde o dia 06 de setembro de 1956.

3.3 Principais Problemas Urbanos e Ambientais de Manaus

Desde a implantação da Zona Franca, em 1967, iniciou-se em Manaus um novo ciclo econômico, com a instalação de um parque industrial de porte e a consolidação de um setor terciário baseado na comercialização de produtos importados (MANAUS, 2002).

Estas atividades aqueceram a economia local e geraram milhares de empregos e postos de trabalho, diretos ou indiretos. A cidade deixou ser um "porto de lenha", como muitos afirmavam, para transformar-se em um importante pólo de industrialização.

Durante este período, observou-se um constante relaxamento no cumprimento das normas urbanísticas e edilícias previstas no Plano Diretor Local Integrado de Manaus - PDLI e em sua legislação complementar, em vigor desde meados da década de 1970. Este plano desempenhou um papel importante apenas nos primeiros anos do processo de expansão urbana que se seguiram à instalação da Zona Franca e do Distrito Industrial. Entretanto, a ausência de planejamento urbano continuado e a perda do controle do crescimento da cidade acabaram por determinar a ocorrência de vários problemas ambientais em Manaus.

Em que pese à atuação das recentes Administrações Municipais em programas de lotes urbanizados, de paisagismo dos logradouros públicos, de saneamento dos igarapés e de educação ambiental, a cidade vem sofrendo com o agravamento dos problemas ambientais, sobretudo no que diz respeito ao crescimento populacional, à ocupação desordenada do solo, à destruição das coberturas vegetais, à poluição dos corpos d'água e à deficiência de saneamento básico.

3.4 O Estado do Ar do Município de Manaus

Segundo informações da Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente – SEDEMA, hoje denominada SEMMAS (Secretaria Municipal de Meio Ambiente Sustentável), os principais poluentes atmosféricos observados na cidade de Manaus são originados das emissões de usinas termelétricas e de emissões veiculares, sendo pouco significativa a contribuição das indústrias localizadas dentro da área urbana. (MANAUS, 2002).

Em geral, as usinas termelétricas são alimentadas por óleo pesado (fuel oil) e não dispõem de equipamentos de controle de emissões atmosféricas, gerando fumaça preta durante as operações, principalmente nas operações de ramonagem. Em 1994, as principais UTE's de Manaus foram alvo de diversas denúncias pelas comunidades residentes em suas

imediações. As principais denúncias referiam-se à deposição de partículas nas superfícies, bem como à oxidação de materiais metálicos. A empresa operadora, na época a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A – Eletronorte foi pressionada a tomar providências para redução das emissões aéreas.

Em consequência, foi firmado Termo de Compromisso entre a empresa, a SEDEMA (Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente) e o Ministério Público, determinando à Eletronorte novos procedimentos operacionais. A Usina I, localizada no bairro de Aparecida, próximo ao centro da cidade, passou a utilizar óleo diesel (de melhor qualidade). Para a Usina II, localizada no bairro do Mauzinho, em zona destinada a atividades industriais, mas cercada por ocupações informais, foi realizada modelagem matemática de dispersão das emissões, além da aquisição de equipamentos para verificação de material particulado e dióxido de enxofre SO₂ e instalação de estações de monitoramento.

As atividades de monitoramento sistemático foram logo iniciadas e continuam sendo realizadas regularmente. De acordo com a SEDEMA, dados obtidos apresentaram-se ao longo do tempo dentro dos padrões estabelecidos, atendendo às normas estabelecidas pelas Resoluções do CONAMA n.^{os} 05/89, 03/90 e 08/90.

Atualmente, encontram-se instalados novos produtores independentes de geração de energia na área da Usina II. As novas unidades utilizam combustível de melhor qualidade (óleo combustível – 2A, com menor teor de enxofre). A instalação dessas unidades geradoras foi autorizada com base em Estudos Ambientais (RAS e EIA/RIMA) aprovado pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM e precedida de audiências públicas realizadas com a comunidade interessada. O monitoramento vem sendo acompanhado periodicamente pelo órgão ambiental do Estado.

Quanto às emissões veiculares, a Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente - SEDEMA, atualmente SEMMA, vem realizando, desde 1993, o monitoramento

de veículos do ciclo diesel. Até 1998, esse monitoramento ocorria de forma assistemática, pela verificação da fumaça emitida por veículos pesados, através de *blitzes* realizadas em vias de grande fluxo.

A partir de 1999, as empresas de transporte vêm solicitando o fornecimento de documentos comprobatórios do padrão de emissões dos veículos vistoriados por ocasião dos procedimentos de renovação de licença, com a finalidade de instruir os processos de certificação das séries ISO. Desde então, a Secretária de Meio Ambiente Municipal tem expedido Certificados de Registro Cadastral. Inicialmente, através de medições colorimétricas realizadas com base na escala de Ringelmann e, a partir de 2002, mediante o uso de equipamento do tipo opacímetro.

3.5 Procedimentos Metodológicos

Para a realização deste trabalho, foi realizado o levantamento de dados primários, com a seleção das principais fontes de emissões atmosféricas de origem industrial, utilizando-se para isso, as tipologias mais relevantes em relação a este tipo de poluição e aquelas oriundas da prestação de serviços e também o comércio. A partir daí, determinou-se que para as emissões de origem industrial (fontes pontuais), as atividades de maior contribuição na emissão de gases e material particulado são: indústria de material não metálico (indústria de cimento, argamassa e o refino de petróleo); indústria metalúrgica, em especial aquelas que realizam o processo de fundição; indústria mecânica; indústria de material plástico; indústria de papel e papelão; indústria química; indústria eletro-eletrônica; indústria de alimentos (fabricação de bebidas e torrefação de café).

Para a atividade de serviço, foi considerado o serviço de incineração de resíduos e na atividade de comércio, os postos de comercialização de combustíveis, condicionamento de pneumáticos e câmaras de ar e serviços de co-processamento de resíduos sólidos industriais.

Foram realizados levantamentos de informações no campo, principalmente em relação à localização das principais fontes de emissão atmosférica para a elaboração de mapas. Para isso, as principais fontes de emissão foram georeferenciadas.

Para as fontes móveis, considerou-se os meios de transporte terrestre e aéreo. No transporte terrestre, verificou-se a quantidade de veículos existentes oficialmente na cidade e as vias de tráfego mais intenso como a Av. Torquato Tapajós, Av. Constantino Nery, Av. Djalma Batista, Grande Circular etc. Também foram referenciados os Terminais de Transporte Coletivo Urbano, devido à concentração de veículos de grande porte.

No setor aéreo, registrou-se as informações da área do Aeroclube de Manaus, onde existem 08 hangares de pequenas companhias aéreas, que prestam serviços de taxi aéreo e os aeroportos de Ponta Pelada (Base Militar) e o Internacional Eduardo Gomes.

Para a obtenção dos dados secundários, foi requisitado de diversos órgãos públicos, por meio de ofício, os dados oficiais para a elaboração do trabalho. Os órgãos que receberam o ofício foram: DETRAN/AM (Departamento de Trânsito do Amazonas), IMTRANS (Instituto Municipal de Trânsito), IMTU (Instituto Municipal de Transportes Urbanos), IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas), SEMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente), FIEAM (Federação das Indústrias do Estado do Amazonas) e SIPAM (Sistema de Proteção do Amazonas).

Para a classificação das fontes estacionárias por tipologia e porte, foram consultadas informações existentes no IPAAM, autarquia de governo, responsável pela execução da política de controle ambiental no Estado do Amazonas.

O diagnóstico ambiental do clima foi realizado por meio de levantamento bibliográfico. As informações foram obtidas na literatura e cedidas pelo SIPAM que, por sua vez, utilizaram dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, para a

elaboração de gráficos da direção predominante dos ventos e velocidade dos ventos do período de 1961 a 1990.

Para os outros parâmetros climatológicos, foram utilizados dados do INMET para o período de 1974 a 2003.

É importante destacar que durante a fase de levantamento de dados, foram encontradas muitas dificuldades, na obtenção dos mesmos, devido à inexistência ou à precariedade de dados e muitas vezes, a recusa no fornecimento dos mesmos, pelas instituições públicas e privadas.

3.6 Análise e Interpretação de Dados

Apresenta e analisa, sem interpretações pessoais em ordem lógica, os resultados obtidos, acompanhados por gráficos, tabelas, mapas e figuras. Os dados apresentados também podem ser comparados com outros já existentes sobre o assunto na literatura citada. A discussão deve fornecer elementos para as conclusões (MICHALISZYN; TOMASINI, 2005).

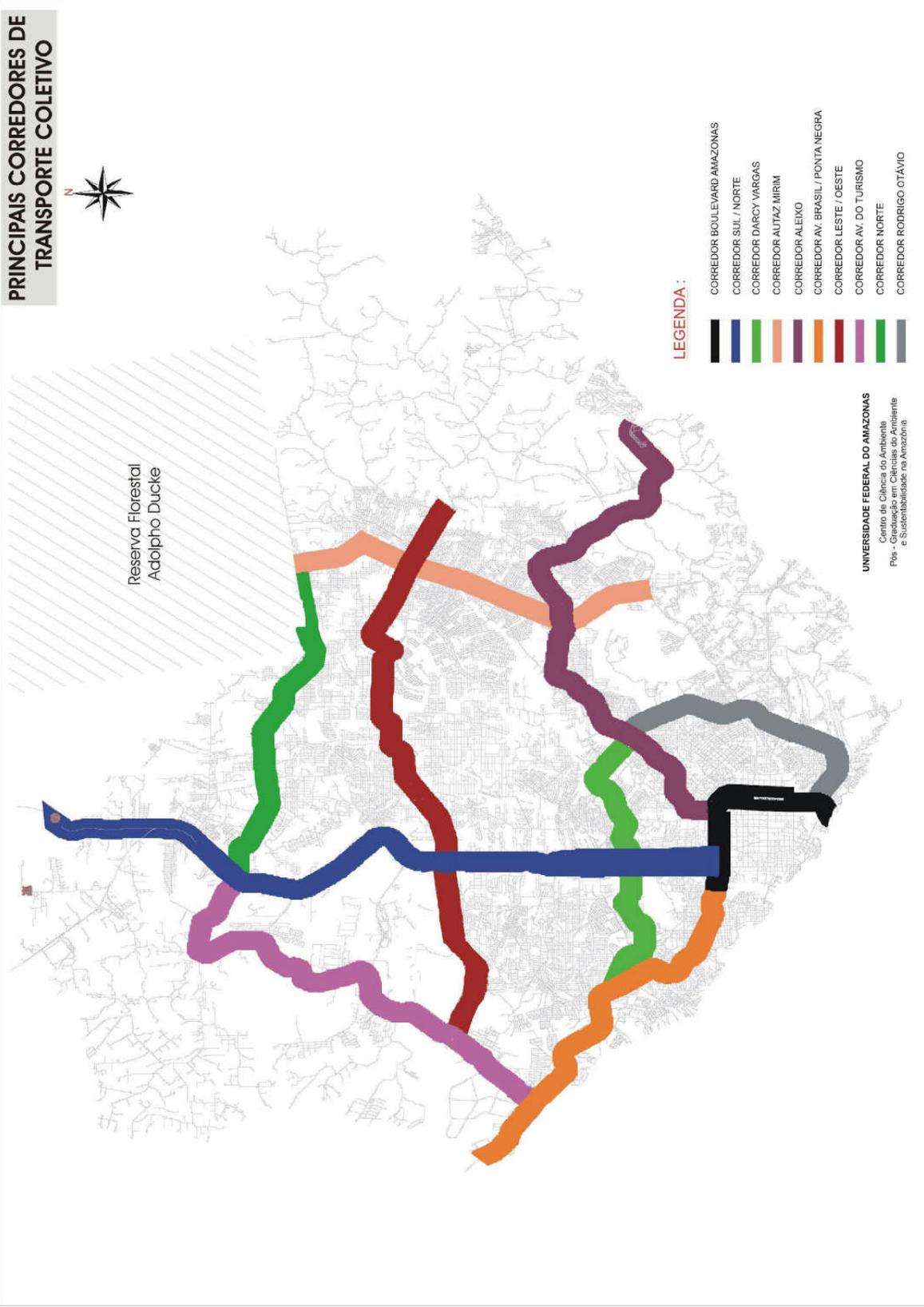
Após análise e interpretações dos dados foram feitas planilhas para realização do método estatísticos com resultados em gráficos.

4 FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS NA CIDADE DE MANAUS

A poluição atmosférica na cidade de Manaus ainda não foi mensurada, porém, a existência significativa de indústrias de transformação e a crescente frota de veículos automotores, está se tornando indispensável à realização de um inventário de emissões para um futuro monitoramento da qualidade do ar na cidade. Supõe-se que a cidade apresente áreas de maior comprometimento da qualidade do ar, em especial aquelas onde existe a concentração das indústrias – Distrito Industrial – e também, além deste, outras áreas como a que abrange os bairros do Mauzinho e a Colônia Antônio Aleixo, onde existem empresas de co-processamento e incineração de resíduos industriais, geradoras de energia, conforme ilustra o Anexo 01, e indústrias diversas.

Além das emissões de origem industrial, Manaus testemunhou nos últimos tempos, um crescimento intenso na sua frota de veículos e, conseqüentemente, a formação de corredores de tráfego, como a Av. Constantino Nery, Djalma Batista (corredor norte/sul), Av. Humberto Calderaro, Grande Circular, dentre outras tem uma grande contribuição na emissão de gases e outros poluentes para a atmosfera.

Essas áreas supostamente afetadas pelas fontes industriais e veiculares são apontadas quando se leva em consideração somente a localização/concentração de tais atividades. Provavelmente, quando existirem mais estudos sobre a qualidade do ar na cidade, em especial, quando da realização de um inventário, será desenhado outro cenário.



Fonte: Instituto Municipal de Transportes Urbanos – IMTU, 2008.

4.1 Fontes Pontuais

São fontes estacionárias de emissão que lançam poluentes para a atmosfera. A estimativa das emissões é realizada para cada fonte individualmente com a utilização de dados de capacidade e produção e condições de operação.

Em Manaus as fontes pontuais licenciadas no órgão ambiental competente avaliam a “qualidade” desta emissão requisitando análises periódicas e utiliza para isso, os parâmetros e limites estabelecidos nas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, específicas para este tipo de fonte, que são as Resoluções n.º 003/90, n.º 008/90, n.º 264/99, n.º 316/02 e n.º 382/06.

A Resolução n.º 003/90 dispõe sobre padrões da qualidade do ar, previstos no PRONAR, estabelecendo limites para os padrões primário e secundário, além de determinar os métodos de amostragem e análise.

A Resolução n.º 008/90 estabelece os limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) em fontes fixas de poluição, para os seguintes para Partículas Totais, Densidade Calorimétrica e Dióxido de Enxofre (SO₂).

A Resolução n.º 264/99 estabelece os limites de emissões para os fornos industriais de co-processamento de resíduos e a Resolução n.º 316 determina os critérios para o licenciamento da atividade de incineração e os limites máximos de gases poluentes.

A Resolução n.º 382/06 estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, instaladas a partir de sua publicação (novas fontes). Esta Resolução é mais específica, pois determina os limites máximos de poluentes considerando o tipo de combustível e o tipo de atividade.

- processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível.
- processos de geração de calor a partir da combustão externa de gás natural.

- processos de geração de calor a partir da combustão externa de bagaço de cana-de-açúcar.
- processos de geração de calor a partir da combustão externa de derivados da madeira.
- turbinas a gás para geração de energia elétrica
- refinarias de petróleo
- processos de fabricação de celulose
- processos de fusão secundária de chumbo.
- processos da indústria de Alumínio Primário
- fornos de Fusão de Vidro.
- indústria do cimento Portland
- produção de fertilizantes, ácido fosfórico, ácido sulfúrico e ácido nítrico.
- Indústrias Siderúrgicas Integradas e Semi-Integradas e Usinas de Pelotização de Minério de Ferro.

4.1.2 Setor de Comércio e Serviços na cidade de Manaus

Dentre as inúmeras fontes de emissão de gases para a atmosfera existentes na cidade de Manaus, no que se refere ao setor de comércio e serviços, foram levantadas algumas atividades como as de geração de energia, de incineração e Co-processamento de resíduos, principalmente industriais.

A comercialização de combustíveis, a disposição de resíduos sólidos em aterro controlado são fontes estacionárias que lançam poluentes para a atmosfera continuamente e que devem ser controlados e monitorados periodicamente.

4.1.2.1 Serviço de Geração de Energia por Usinas Termelétricas – UTEs

As usinas termelétricas são responsáveis principalmente pelas emissões de SO_x, NO_x, MP10 E COVNM. Porém, a quantidade de cada um depende do combustível utilizado e da potência gerada. Estudos realizados sobre as emissões dos gases de efeito estufa resultantes da operação das Centrais Termelétricas Brasileiras no período de 1990 a 1997 para o MCT-Brasil e PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), mostraram o tipo de combustível usado nas regiões do país e os principais gases emitidos na queima dos mesmos, conforme pode se observar nas Tabelas 05 e 06.

Nota-se que o óleo diesel e o óleo combustível residual são os mais utilizados para geração de energia na região norte e sudoeste, enquanto o carvão é o principal combustível nas regiões centro-oeste e sul. O Gás Natural ainda encontra-se com sua utilização em fase de expansão.

COMBUSTÍVEL	N	NE	SE	CO	S
Óleo Diesel	39.390	337	5.428	5.025	980
Óleo Combustível	13.331	-	8.237	304	8.355
Carvão	-	-	-	38.479	43.737
Gás Natural	-	69	491	-	-
TOTAL	52.721	405	14.155	43.808	53.072

Tabela 05 - Uso de combustíveis para gerar eletricidade no Brasil no período 1990-1997 - TJ/ano.

Fonte: MMA/PNUD,1999.

Quanto às emissões dos principais poluentes, nota-se que a região norte possui os maiores valores de CO₂ e S, devendo-se isso principalmente a utilização de Óleo Combustível, que possui hidrocarbonetos pesados e enxofre na sua composição. Isso se mostra claramente quando se compara as emissões da região norte com as da região nordeste, onde se utiliza óleo diesel, que é um óleo leve e o gás natural, sendo a emissão de gases poluentes a menor do país.

	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	S
NORTE	3726,35	0,151	0,03	10,078	0,756	129,043
NORDESTE	6,279	0	0	0,017	0,001	0,223
CENTRO-OESTE	197,299	0,008	0,002	0,538	0,04	7,013
SUDESTE	1335,57	0,053	0,011	3,675	0,288	41,063
SUL	696,691	0,076	0,097	20,998	1,404	121,945

Tabela 06 – Emissões dos principais poluentes gerados pela atividade termelétrica nas diversas regiões do país.

Fonte: MMA/PNUD,1999.

Com a operação do Gasoduto Coari – Manaus e a disponibilidade do Gás Natural, a oferta deste combustível de queima mais limpa, a chamada "energia limpa" aumentará significativamente, desencadeando alterações na matriz energética do Estado do Amazonas.

Na cidade de Manaus, as usinas termelétricas, principalmente as que fazem parte do sistema de Produtores Independentes de Energia – PIE, que utilizam diesel devem ser gradativamente, convertidas para consumir o gás. Porém, as conversões inadequadas de equipamentos a óleo para gás natural podem reduzir em 5% a 7% a eficiência da unidade e ocasionar dificuldades de operação (SANTOS, 2002).

O gás natural tem baixa presença de contaminantes, tornando a combustão do gás mais limpa, se comparada aos demais combustíveis fósseis.

Como a queima do gás natural não libera particulados, danosos ao sistema respiratório, nem óxidos de enxofre, resíduos tóxicos e um dos responsáveis pela chuva ácida, é dispensado o tratamento dos gases de combustão.

Devido á sua composição predominante de hidrocarbonetos leves e ainda por ser um gás, não precisa ser atomizado para queimar, resultando numa combustão limpa com reduzida emissão de poluentes e melhor rendimento térmico, o que se constitui em fatores ambiental e econômico significativos, pois além de poluir muito menos que os demais combustíveis fósseis, também aumentam o período de vida útil e reduz gastos com a manutenção dos

equipamentos envolvidos no processo de conversão térmica. Essas propriedades levam o Gás Natural a ser recomendado como combustível tanto sob o aspecto de segurança quanto sob o aspecto ambiental.

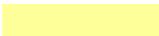
Na cidade de Manaus existem atualmente, 11 Unidades Termelétricas vinculadas à Manaus Energia, das quais 05 foram implantadas por Produtores Independentes de Energia (PIE), Tabela 07.

Usina Termelétrica	Localização (Bairro/Zona)	Potência Efetiva (MW)	Tipo de Combustível
UTE Flores	Flores/ Centro Sul	13,05	Diesel
UTE São José	São José/Zona Leste	44,8	Diesel
UTE Elétron	Mauazinho (flutuante)	120	OC1A
UTE Cidade Nova	Cidade Nova/Norte	15,45	Diesel
UTE Mauazinho	Bloco I Mauazinho/Leste	137,2	OC1A
	Bloco II Mauazinho/ Leste	44	OC1A
	Bloco III Mauazinho/ Leste	60	OC1A
	Bloco IV Mauazinho/ Leste	166,4	OPGE
UTE Aparecida	Bloco I Aparecida/Centro	92	OC1A
	Bloco II Aparecida/Centro	88	OC1A
UTE Manauara	AM 010 /Km 20	60	OC1A
UTE Cristiano Rocha	BR 174/Km 10	85	OC1A
UTE Jaraqui – Mattos	Torquato/Tarumã	75	OC1A
UTE Tambaqui – Fran	Mauazinho/Leste	75	OC1A
GERA	Santo Agostinho	85	OC1A

Tabela 07 – Usinas Termelétricas da Manaus Energia e dos PIE da cidade de Manaus.

Fonte: elaborado pelo autor

 MANAUS ENERGIA

 PIE

Segundo a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico emitida pela empresa produtora (Petrobras), as características dos combustíveis utilizados atualmente pelas geradoras de energia termelétrica, possuem uma composição química que comprometem a qualidade do ar por possuírem hidrocarbonetos pesados, enxofre e metais pesados, conforme se pode observar nos abaixo relacionados.

1) ÓLEO COMBUSTÍVEL TIPO 1A

Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo: Hidrocarbonetos parafínicos pesados; Hidrocarbonetos naftênicos; Hidrocarbonetos olefínicos; Hidrocarbonetos aromáticos; Hidrocarbonetos asfaltênicos; Nitrogênio (CAS 7727-37-9); Enxofre (CAS 7704-34-9): máx. 5 % (p/p); Metais pesados.

Características: Pouco volátil; a combustão normal produz dióxido de carbono (CO₂), vapor d'água e óxidos de enxofre; a combustão incompleta pode produzir monóxido de carbono; o aquecimento ou queima do produto pode liberar hidrocarbonetos poliaromáticos, na forma de particulados ou vapores; pode liberar gás sulfídrico.

2) ÓLEO PESADO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA-OPGE, PGE

Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo: Hidrocarbonetos parafínicos; Hidrocarbonetos naftênicos; Hidrocarbonetos aromáticos; Enxofre (CAS 71-43-2): máx. 0,90 % (p/p); Compostos nitrogenados (opcional): impureza; Compostos oxigenados (opcional): impureza.

Produtos perigosos de decomposição: Hidrocarbonetos de menor e maior peso molecular e coque.

3) ÓLEO LEVE PARA TURBINA ELÉTRICA, OLPTE, OLTE

Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo: Hidrocarbonetos parafínicos; Hidrocarbonetos naftênicos; Hidrocarbonetos aromáticos; Enxofre (CAS 71-43-2): máx. 1 % (p/p); Compostos nitrogenados (opcional): impureza; Compostos oxigenados (opcional): impureza.

Produtos perigosos de decomposição: Hidrocarbonetos de menor e maior peso molecular e coque.

4) ÓLEO DIESEL (tipo B).

Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo: Hidrocarbonetos parafínicos; Hidrocarbonetos naftênicos; Hidrocarbonetos aromáticos: 10 - 40 % (v/v); Enxofre (CAS 7704-34-9, orgânico): máx. 0,35 % (p/p); Compostos nitrogenados: impureza; Compostos oxigenados: impureza; Aditivos.

Produtos perigosos de decomposição: Hidrocarbonetos de menor e maior peso molecular e coque.

O licenciamento ambiental de usinas termelétricas é realizado pelo OEMA. Analisando os processos de licenciamento, constatou-se que como condicionante da Licença de Operação concedida, é a realização periódica do monitoramento das emissões oriundas da atividade. Para isso a empresa contrata um prestador de serviço, ou seja, o monitoramento é realizado pela própria empresa, de acordo com critérios estabelecidos pela legislação vigente.

Verificou-se que até o ano de 2007, era estabelecida uma periodicidade semestral para a realização das análises das emissões, utilizando os limites de estabelecidos na Resolução CONAMA n.º 008/1990 que aponta os limites máximos para Partículas Totais, Densidade Colorimétrica e Dióxido de Enxofre (SO₂). Ultimamente, a periodicidade passou a ser trimestral e com os limites de emissões baseados na Resolução CONAMA n.º 003/1990, que

estabelece os métodos de amostragens e os limites máximos para Partículas Totais em Suspensão, Fumaça, Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio e Dióxido de Nitrogênio considerando a Classe da Área e os padrões denominados como primário e secundário.

Observa-se que apesar do monitoramento da fonte de emissão realizada pela empresa por força do licenciamento, isso não é suficiente para garantir que a “qualidade” da emissão atende os limites máximos impostos na legislação, pois o órgão ambiental não realiza contraprova, pela inexistência de equipamentos e pessoal treinado para tal.



Figura 09 – Emissões de uma das geradoras de energia na cidade de Manaus.
Fonte: Edson Pinheiro Gomes, jan/2009.

As usinas termelétricas instaladas na cidade de Manaus contribuem de forma contínua com emissões de gases gerados pela queima dos combustíveis acima especificados, e também, devido a sua localização, conforme mostra a imagem abaixo.

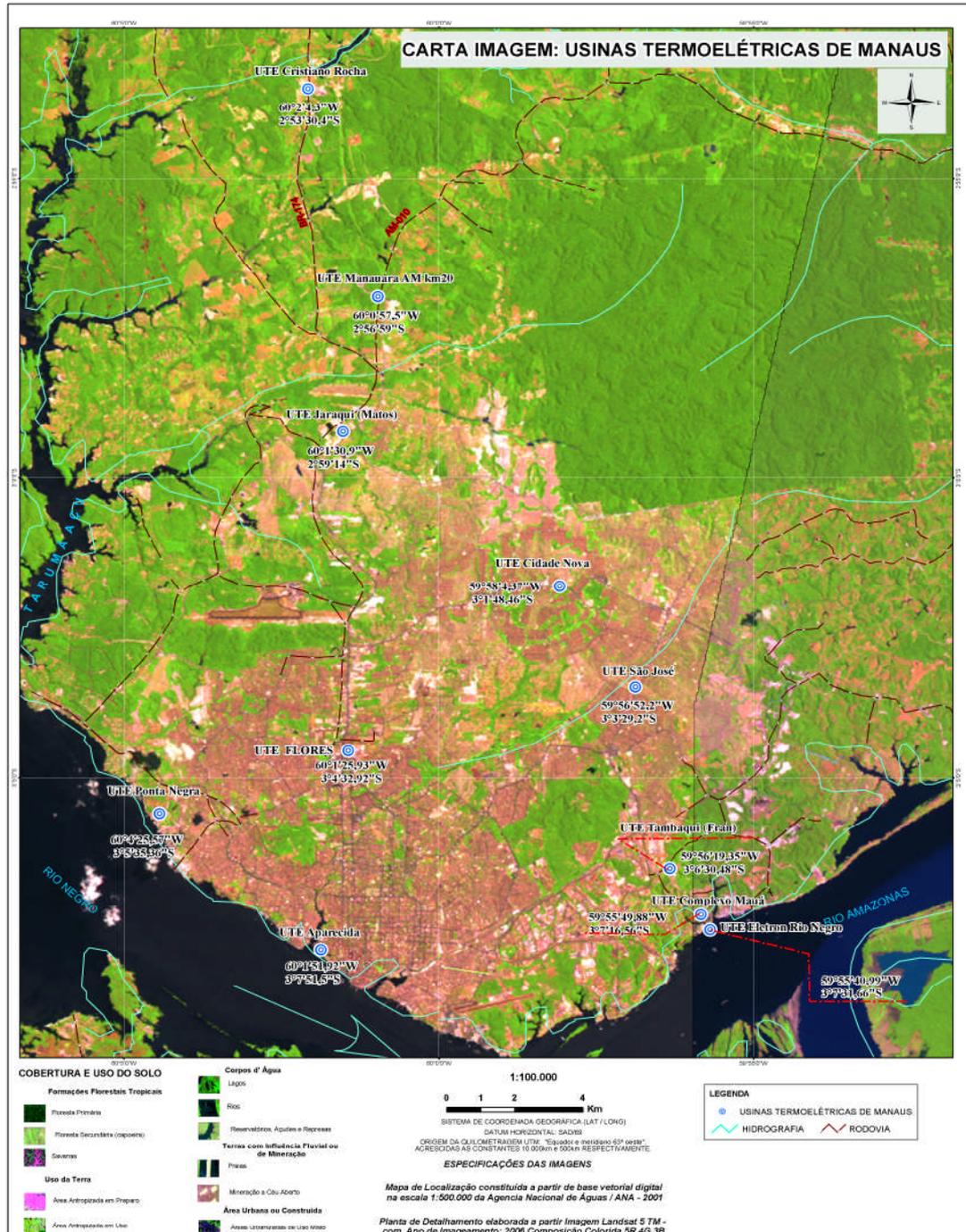


Figura 10 – Mapa imagem da localização das Usinas Termelétricas de Manaus.
 Fonte: Laboratório de Geoprocessamento/IPAAM, 2008.

4.2 Serviço de Incineração e Co-processamento de Resíduos

É o método de tratamento que baseia-se na utilização da decomposição térmica por oxidação, com o objetivo de tornar o resíduo menos volumoso, menos tóxico ou atóxico, ou em alguns casos, eliminá-lo (CETESB, 1993).

O processo de incineração consiste na queima de substâncias, ocorrendo numa área fechada sob condições controladas.

Durante a queima, a câmara de combustão do incinerador é alimentada com resíduos. À medida que os resíduos são queimados uma fração da sua massa é transformada em gases. Esses gases podem atingir uma temperatura tal que os compostos orgânicos existentes, podem quebrar as suas ligações separando-os nos seus constituintes elementares. Estes elementos combinam-se com o oxigênio formando gases estáveis que, por sua vez, são libertados para a atmosfera após atravessarem sistemas de despoluição.

Os gases de exaustão produzidos pelo processo de combustão primariamente compostos por dióxido de carbono, oxigênio, nitrogênio e vapor de água. A formação de poluentes atmosféricos irão depender da quantidade dos elementos enxofre, compostos nitrogenados, cloro e flúor contidos no combustível que será utilizado no processo.

Os níveis que estes subprodutos podem atingir são altamente dependentes do tipo de tecnologia específica de cada unidade e dependem igualmente de uma série de outros fatores como a composição dos resíduos, do tipo de sistema de incineração, assim como dos parâmetros de operação (por ex., temperatura e velocidade dos gases de exaustão) (COUTINHO, M.; MATA, P., 2003).

Dependendo da composição dos resíduos, no entanto, estes gases podem também conter constituintes indesejáveis, subprodutos do processo de combustão, como são os gases ácidos (HCl, HF, SO₂, e NO_x), dioxinas e furanos, partículas potencialmente contaminadas

com metais condensados (Cd, Hg), compostos orgânicos não voláteis e produtos da combustão incompleta dos resíduos, como por exemplo, o CO.

No processo da incineração dos Resíduos Sólidos Urbanos as emissões atmosféricas são constituídas por gases como gás carbônico (CO₂), óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de nitrogênio (NO_x), oxigênio (O₂), nitrogênio (N₂) e material particulado (MP). Em menor concentrações tem-se o ácido clorídrico (HCl) e o ácido fluorídrico (HF), chamados de gases ácidos, além dos metais pesados (normalmente associado ao MP) e os produtos da combustão incompleta como monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos, dioxinas e furanos. Todos eles produtos altamente tóxicos (GRIPP, 1998; LORA, 2000).

O controle das emissões destes gases está associado à redução das fontes desses elementos no incinerador e à instalação de Equipamentos de Controle da Poluição eficientes para retê-los.

Para o IPT/CEMPRE (1995), além dos métodos de controle da poluição do ar, a separação de materiais como peças de chumbo, folhas de flandres, pilhas, baterias, certos plásticos etc., antes da combustão, pode diminuir as emissões, principalmente as emissões de metais.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
A redução do resíduo é imediata.	Materiais com alta umidade não são incineráveis.
O volume em peso é reduzido.	É um investimento elevado.
O componente perigoso do resíduo é destruído.	Existem emissões de dioxinas e furanos com os gases de combustão.
As emissões gasosas podem ser efetivamente controladas para que o impacto seja mínimo.	O controle de metais pesados (chumbo, cromo, cádmio, mercúrio, níquel, arsênio, etc.) na incineração de resíduos orgânicos é complicado.
A incineração pode ser interrompida facilmente.	Necessita de combustíveis complementares para atingir a temperatura de incineração e mantê-la.
As cinzas resultantes do processo podem não ser classificadas como resíduo perigoso.	As cinzas resultantes, quando classificadas como resíduo perigoso, devem ser depositadas em aterro industrial.
A incineração pode ser interrompida facilmente.	Requer operários qualificados.

Tabela 08 – Vantagens e desvantagens do processo de incineração.

Fonte: Lora, 2000

O serviço de incineração na cidade de Manaus é realizado para tratar os resíduos industriais e os RSSS – Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde, gerados em algumas unidades de saúde, principalmente as licenciadas nos órgãos ambientais.



Figuras 11 e 12 – Emissões atmosféricas de duas empresas de incineração em Manaus.
Fonte: Edson P. Gomes, 2008.

No órgão ambiental estadual (IPAAM), existem atualmente, nove empresas licenciadas para a realização do tratamento térmico (incineração) de resíduos industriais. No processo de licenciamento são estabelecidas condicionantes dentre as quais as análises periódicas das emissões (auto-monitoramento), apresentadas periodicamente na forma de um Relatório de Emissões, com base na Resolução CONAMA n.º 316 de 2002, a qual estabelece os limites máximos para a emissão dos poluentes.

A falta de uma fiscalização mais assídua nas atividades das empresas licenciadas, assim como, a inexistência de equipamentos para que o órgão ambiental possa fazer contraprovas, dificultam o controle da atividade. Além disso, não há uma padronização na periodicidade do monitoramento nem mesmo parâmetros concretos para se determinar se as análises serão mensais, bimestrais ou trimestrais. Para que se tenha um panorama das

emissões de uma empresa, deve-se fazer análises mensais em um período de um ano, para se verificar a influência do clima, por exemplo. Além disso, o cardápio de queima não deve sofrer variação, o que certamente não ocorre na maioria das empresas licenciadas.

Outro fator importante é a falta de estudos, em especial os referentes à dispersão da pluma, para se avaliar a área de influência direta das emissões oriundas da atividade, pois a localização das empresas de incineração, não foi baseada em nenhum tipo de estudo ambiental prévio.

Na cidade de Manaus, encontram-se licenciadas no OEMA, as seguintes empresas:

1. KOMPAC ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO, localizada no D.I. à Rua Balata n.º 180 – D.I., possui um incinerador que opera a uma temperatura de 1.200 °C. Realiza atualmente, monitoramento trimestral das suas emissões. Para controle das mesmas, a empresa utiliza um lavador de gases.

Na licença ambiental da empresa, estão autorizados os seguintes resíduos: Resíduos de Serviço de Saúde dos grupos B, D e E, resíduos das Classes I e II, exceto organoclorados e radioativos.

2. ETERNAL Indústria, Comércio, Serviço e Tratamento de Resíduos da Amazônia Ltda., localizada à Rua Guiana Francesa, Estrada do Aleixo – Km 12, Bairro do Mauzinho. Realiza monitoramento das emissões em uma periodicidade bimestral. Está autorizada a incinerar resíduos industriais das Classes I e II, exceto organoclorados. Para isso, a empresa possui um incinerador da marca LUFTHC que atinge de 850 a 1.250 °C, na câmara de combustão secundária (ciclone) pode atingir até 1.600 °C. O equipamento de controle das emissões é um lavador de gases.

3. A. DA SILVA LEITE SERVIÇOS (MANAUS LIMPA), está instalada em uma área residencial, porém, possui uma certidão de uso do solo, emitida pelo poder público municipal com outorga onerosa. Atualmente a empresa está em fase de instalação (obra de construção

civil) no Distrito Industrial II. A mesma continua operando no bairro Colônia Terra Nova I, na Rua 13 de Maio n.º 24. Possui um incinerador onde a temperatura do Reator Lufthec RGL atinge 600 °C com picos até 900 °C.

4. CETRAM, foi à última empresa de incineração a se instalar em Manaus, operando inicialmente no bairro do Mauzinho e no momento, na Rua Flamboyant s/n.º no Distrito Industrial II. Incinera resíduos industriais das Classes I e II e realiza o monitoramento das emissões com uma periodicidade trimestral.

5. ALFA COMÉRCIO E REPRESENTAÇÕES LTDA., localizada na Estrada do Puraquequara, Ramal Chico Mendes, s/n.º e está autorizada a realizar incineração de pallets em um incinerador CPR-01-RSI, que atinge de 900 °C a 1.200 °C. Realiza monitoramento bimestral.

6. WS INDÚSTRIA, COMÉRCIO, REPRESENTAÇÃO E SERVIÇOS DE PRODUTOS QUÍMICOS, localizada na Rua Desembargador Cezar Rego n.º 1703 B, Colônia Antônio Aleixo, está autorizada a incinerar resíduos industriais das Classes I e II, exceto orgânicos clorados. O incinerador do tipo Reator Luftech - 1000 a 1250 °C, com um lavador de gases e realiza o monitoramento com uma periodicidade mensal.

7. CTR – Central de Tratamento de Resíduos da Amazônia Ltda., situada à Alameda Cosme Ferreira n.º 12.640 na Colônia Antônio Aleixo, incinera resíduos industriais das Classes I e II, exceto orgânicos clorados. Possui dois incineradores do tipo AX-20.000 com lavador de gases, realiza monitoramento bimestral.

Conforme as informações acima, a maioria das empresas de incineração estão localizadas na Zona Leste da cidade, especificamente no Bairro Distrito Industrial e sua expansão, conforme pode ser observado no mapa imagem abaixo (Figura 13).

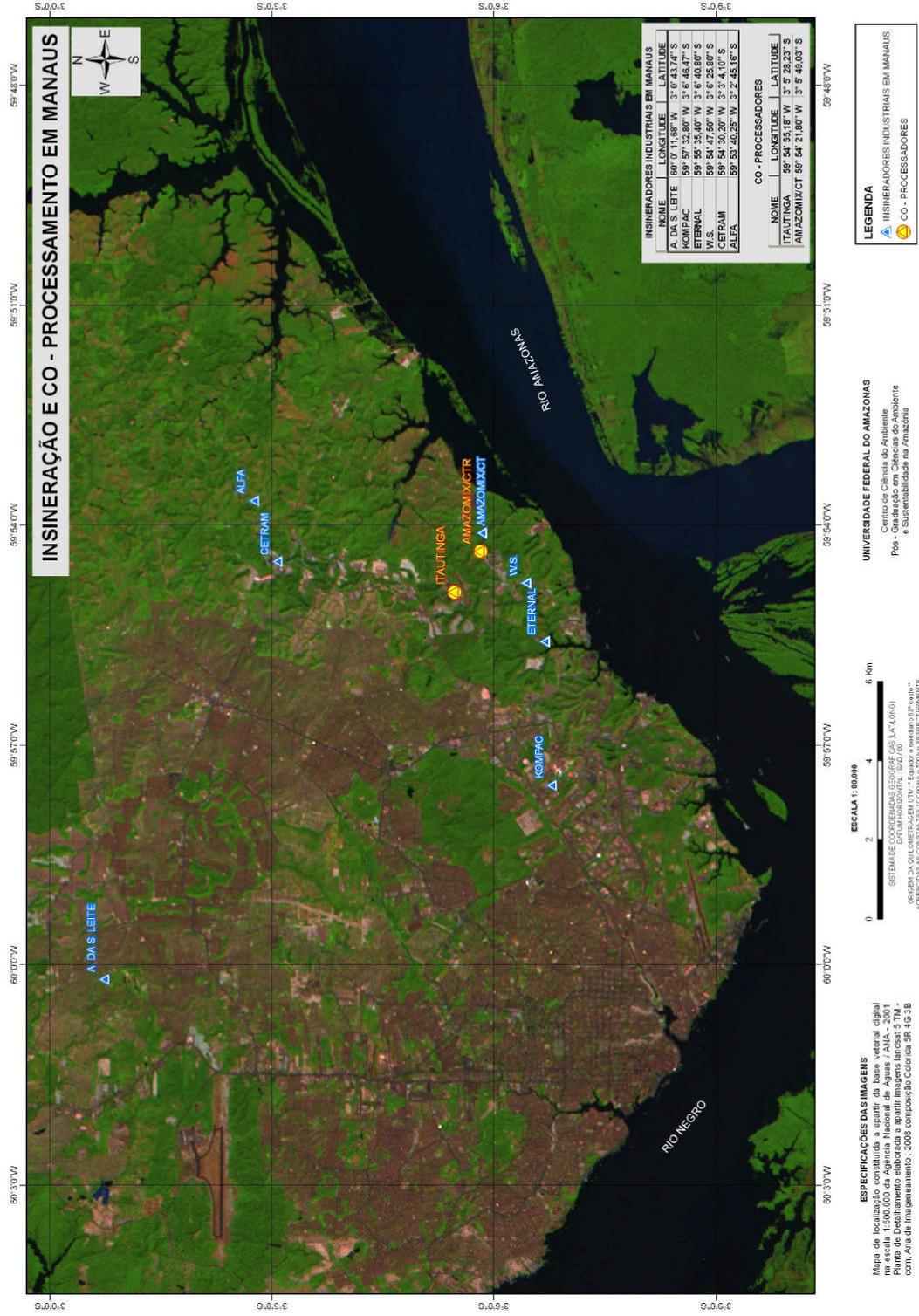


Figura 13 – Mapa imagem da localização das empresas de incineração em Manaus. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento/IPAAM, 2008.

A Resolução CONAMA n.º 264/99, dispõe sobre o licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividade de co-processamento de resíduos, atividade esta que é realizada por duas empresas em Manaus, uma atua na produção de cimento e outra na produção de argamassa.

É a técnica de incorporação de resíduos ao processo de fabricação de clínquer (cimento), a partir do seu aproveitamento, resultando na destruição térmica eficiente e segura sob o ponto de vista operacional e ambiental. Devido à quantidade de energia requerida em uma fábrica de cimento, as indústrias cimenteiras buscam continuamente alternativas mais econômicas para a utilização dos combustíveis.

Antes do início do processo, deve ser realizado o Estudo de Viabilidade de Queima, a Proposta de Co-processamento, o Teste em Branco, o Teste de Queima e outros planos complementares, como por exemplo, o local e condições de armazenamento de resíduos, o atendimento a emergências por caso de algum sinistro, conseqüentemente o treinamento de pessoal, tudo baseado em uma Análise de Risco, conforme legislação específica.

Os resíduos possíveis de se utilizar no processo são: Borras Oleosas, Pneus, Borra de Tintas, Ceras, Carvão Ativado Usado como Filtro, Borras Ácidas, Borrachas não Cloradas, Solventes, Resinas Fenólicas e Acrílicas, Elementos Filtrantes de Filtros de óleo.

Os resíduos proibidos são: Resíduos domésticos, resíduos de serviço de saúde, resíduos radioativos, substâncias organocloradas, agrotóxicos e explosivos.

4.3 Monitoramento Ambiental não Contínuo

Na chaminé os parâmetros que devem ser analisados são: Material Particulado, SO_x, NO_x, PCOPs, HCl/Cl₂, HF e elementos e substâncias inorgânicas (metais). O monitoramento de quaisquer outros poluentes, a exemplo de dioxinas e furanos, poderá ser fixado pelo órgão ambiental competente, porém, até o momento, isso não ocorreu.

Para o Particulado retido no precipitador eletrostático e no clínquer produzido, deve-se realizar a análise quanto à presença de metais. As características dos resíduos devem ser fundamentadas na análise de PCOP's, elementos e substâncias inorgânicas, enxofre, flúor, série nitrogenada e cloro. Essas análises não são requisitadas das empresas licenciadas pelo órgão ambiental estadual.

4.3.1 Monitoramento Contínuo

A pressão interna e a temperatura dos gases do sistema forno e na entrada do precipitador eletrostático, a vazão de alimentação do resíduo, o material particulado (através de opacímetro), O₂, CO, NO_x e hidrocarbonetos totais (THC) na chaminé.

Na tabela abaixo, estão os parâmetros e seus limites máximos de emissão, de acordo com a Resolução n.º 264/99.

Poluentes	Limites Máximos de Emissão
HCL	1,8kg/h ou 99% de redução
HF	5 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
CO*	100 ppmv, corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
MP	0,15 kg/t farinha seca
THC (expresso como propane)	20 ppmv, corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Mercúrio (Hg)	0,05 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Chumbo (Pb)	0,35 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Cádmio (Cd)	0,10 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Tálio (Tl)	0,10 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
(As+Be+Co+Ni+Se+Te)	1,4 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
(As+Be+Co+Cr+Cu+Mn+Ni+Pb+Sb+Se+Sn+Te+Zn)	7,0 mg/Nm ³ , corrigido a 7% de O ₂ (base seca)

Tabela 09 - Limites Máximos de Emissão para Co-processamento.

Fonte: CONAMA (1999)

As empresas licenciadas para realizar a atividade de co-processamento, são as duas abaixo caracterizadas:

1. AMAZOMIX – Produção de Argamassa

Endereço: Alameda Cosme Ferreira n.º 1264 – Colônia Antônio Aleixo

Periodicidade do Monitoramento: Bimestral

Temperatura do Incinerador: AX 10.000 - 900 °C

Resíduos Autorizados: Resíduos industriais das Classes I e II, exceto organoclorados.

2. ITAUTINGA AGRO INDUSTRIAL S.A. – Produção de Cimento

Endereço: Estrada do Aleixo, Km 10 s/n.º - Aleixo

Periodicidade do Monitoramento: Semestral

Temperatura do Incinerador: 1.200 °C

Resíduos Autorizados: Areia de Fundação, lodo galvânico, borra de tinta, solo contaminado e pneu picotado.

4.4 Posto de Comercialização de Combustíveis

Os postos de combustível possuem fontes potenciais de poluição do ar como as bombas de abastecimento, respiro dos tanques de combustível localizados no subsolo do terreno, locais de descarga de combustível e a movimentação intensa dos carros, como ilustra a figura 14.

Estudos realizados envolvendo trabalhadores expostos a gasolina com cerca de 2,0 a 2,7% de benzeno, revelaram concentrações na faixa de 80 a 900ppm (430ppm) e 40 a 700ppm (310ppm) de benzeno na zona respiratória de mecânicos de automóveis e frentistas de postos de abastecimento automotivo, respectivamente (COSTA; COSTA, 2002).



Figura 14 – 01 - posto de venda de combustível e sua infra-estrutura; 02 – abastecimento de veículos; 03 – abastecimento de tanques de combustível; 04 – respiro dos tanques

A exposição ao benzeno a partir da gasolina podem atingir uma grande população de trabalhadores de postos de gasolina, mecânicos, moradores em torno dos postos de gasolina e de vias de tráfego intenso. Também a população em geral se expõe ambientalmente devido à evaporação da gasolina nos postos e nos veículos automotores e às emissões veiculares dos mesmos, portanto com difusão universal.

Há dois grupos principais de hidrocarbonetos com interesse ambiental, os COVs e os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs). Os COVs são lançados à atmosfera através dos gases de exaustão de veículos automotores como produto da queima incompleta e também pela evaporação de solventes e de combustíveis. O benzeno e o 1,3-butadieno são os de maior interesse entre estes compostos por serem cancerígenos. O benzeno é emitido da exaustão de veículos não somente pela queima incompleta dos combustíveis, mas também pela decomposição de outros compostos aromáticos. Por este motivo vários países já monitoram o benzeno no ar urbano.

Na cidade de Manaus encontram-se licenciados no órgão estadual de meio ambiente, cerca de 230 postos de comercialização de combustíveis em fase de operação ou em fase de instalação, todos com licenças ambientais expedidas pelo OEMA. A localização da atividade em geral é em vias de maior tráfego de veículos, como exemplo, no corredor Norte/Sul, que compreende a Av. Constantino Nery e Torquato Tapajós, trecho com aproximadamente 20,50 Km, existem 21 postos de revenda de combustíveis, condição que potencializa a emissão de determinados gases resultantes de emissões evaporativas de combustíveis nas operações de transferência (associadas ao armazenamento e abastecimento), como já mencionados no parágrafo anterior.

4.5 Aterro Controlado de Manaus

A decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos depositados em aterros sanitários, aterros controlados ou não (lixões), se inicia primeiramente por via aeróbica e posteriormente, quando todo o oxigênio tenha sido consumido, por via anaeróbica. Este processo conduz a formação de um biogás conhecido por gás do lixo (GDL), gás de vertedero (GDV) ou “landifill gás” (LFG). A diferença entre o que ocorre em uma fermentação aeróbica, em que as bactérias que participam do processo dispõem de oxigênio suficiente e liberam dióxido de carbono, e no processo anaeróbico é que se divide em duas fases: na primeira, as bactérias transformam os resíduos orgânicos em álcool, aldeídos e ácidos para que na segunda fase esses compostos sejam transformados em dióxido de carbono e metano (Villarrubia & Villarrubia, 2003).

Estimativas das emissões globais de metano do *International Panel on Climate Change* (IPCC, 1996) apontam que 360 x 10⁶ t/ ano são gerados por fontes antropogênicas, sendo que 5 a 20% desse total (entre 20 x 10⁶ e 70 x 10⁶ t/ano) são provenientes de aterros sanitários (Dias *et al*, 2008).

Conforme Farquhar e Rovers (1973), as características biológicas do material dos lixões através dos processos de degradação geram gases. Os gases mais abundantes são o CO₂ (gás carbônico) e o CH₄ (metano) que, atuam como sumidouros do oxigênio do solo, até mais do que por seu efeito tóxico direto. Contudo, apesar desses gases serem os mais abundantes emitidos pelos lixões, a Amônia (NH₃) e o Sulfeto de Hidrogênio (H₂S) desempenham um papel importante, pois possuem forte odor característico de material em decomposição.

Na cidade de Manaus, o único complexo de destino final dos resíduos sólidos situa-se no km 19 da rodovia estadual AM-010 (Manaus - Itacoatiara), distante a 12 Km do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes.

O Aterro Municipal de Manaus foi projetado para receber todos os resíduos sólidos produzidos pela população manauara. O projeto foi elaborado a partir de vários estudos, tendo como normas as regulamentações nacionais e internacionais de controle de poluição (BARRONCAS, 1999).

A construção do aterro visou à capacidade máxima de recebimento de resíduos seria de até 980 t. dia-1, para uma vida útil de 20 anos.

Efetivamente, o Aterro Municipal de Manaus, recebe por dia (2.400 t), mais que o dobro da capacidade máxima de resíduos prevista no seu projeto inicial, e está em pleno funcionamento há 21 anos. Sendo considerado, atualmente, como um local que não atende as necessidades da questão dos resíduos sólidos na cidade de Manaus (OLIVEIRA, 2007).



Figura 15 – Vista aérea do aterro controlado de Manaus.
Fonte:http://farolcomunitario.blogspot.com/2008_04_01_arch.

Conforme constatado em loco, o aterro da cidade de Manaus recebe indiscriminadamente todo tipo de lixo produzido na zona urbana: doméstico, comercial, industrial, hospitalar, entulho de construção, restos de poda de árvores, etc.

Somente os restos de poda são segregados e direcionados para pilhas de compostagem. Todo lixo restante é disposto em camadas, intercaladas com solo argiloso retirado das imediações, sendo o depósito classificado como aterro controlado.

Esta cobertura diária, todavia, é realizada de forma aleatória, não resolvendo os problemas de poluição gerados pelo aterro, uma vez que os mecanismos de formação de líquidos (chorume e gases) não são levados em consideração (BARRONCAS, 1999).

Por isso, o Aterro Municipal de Resíduos Sólidos da cidade de Manaus, por não possuir um sistema de drenagem de gases e aproveitamento do mesmo, é uma fonte significativa de emissão de gases, em especial o metano.

4.6 Fontes Pontuais no Setor Industrial

No Brasil, a exemplo do que ocorre com a maioria dos países em desenvolvimento, a maior parte das grandes instalações industriais como refinarias, pólos petroquímicos e siderúrgicas, responsáveis pelas emissões de poluentes para a atmosfera, está concentrada em áreas urbanas (PUC, 2002).

Algumas destas áreas, anteriormente classificadas como zonas estritamente industriais, foram conduzidas pelo crescimento desordenado das cidades a abrigar residências expondo uma parcela considerável da população das cidades brasileiras às emissões provenientes daquele tipo de instalações, como aconteceu na cidade de Manaus.

A regulamentação da emissão de poluentes gerados por grandes fontes estacionárias ocorre em grande parte nas fases do licenciamento ambiental. Não se observa, entretanto, uma tendência de modernização das instalações com o objetivo de abater as emissões atmosféricas. Além disso, existem lacunas importantes relativas ao monitoramento ambiental do entorno dos complexos industriais do país, no que se refere ao fornecimento de séries históricas e informações, tais como: a composição dos efluentes e a quantificação das emissões,

dificultando enormemente avaliação dos impactos causados pelas fontes estacionárias (PUC, 2002).

Segundo Loureiro (2005), as atividades com potencial poluidor para atmosfera, consideradas como fontes fixas de emissão de poluentes, estão relacionadas na Tabela 10.

Fornos, caldeiras e outros equipamentos que utilizam como combustível carvão, óleo combustível, gás liquefeito de petróleo, madeira, bagaço e óleo residual.
Manejo de rejeitos sólidos com a combustão (incineradores, queima em ambiente aberto e etc.)
Turbinas, caldeiras e compressores para geração de energia elétrica e motores industriais.
Processo com emissões evaporativas Secagem Recobrimento de superfícies Coleta, tratamento e estocagem de água residual. Fabricação de plásticos Usinas de asfalto Manipulação de solventes Parques gráficos Indústrias têxteis
Indústria de petróleo Refino Transporte e distribuição Processamento de gás
Processos industriais de química orgânica Produtos químicos comerciais Explosivos Tintas e vernizes Sabões e detergentes Fibras sintéticas Produção de fármacos
Estocagem de líquidos
Processos industriais de química inorgânica Fertilizantes
Indústria alimentícia e produtos agrícolas
Indústria de produtos de madeira
Indústria de produtos minerais Plantas de produção de asfalto a quente Manufatura de refratários Produção de cimento Produção de cerâmicos Manufaturas com fibra de vidro Manufaturas com gesso
Indústria metalúrgica
Flares

Tabela 10 – Fontes fixas de emissões gasosas.

Fonte: LOUREIRO, 2005.

A grande diversidade de indústria de transformação na cidade de Manaus, é responsável pelo lançamento de diversos poluentes na atmosfera. Quando se considera o número de indústrias por atividade (Tab. 11), o que predomina é o pólo eletro-eletrônico, seguido dos pólos metalúrgico e plástico.

Porém, existem atividades que numericamente não são significativas, porém, contribuem para a poluição do ar na cidade com as atividades de: fundição de alumínio, fundição de chumbo e refino de petróleo.

Utilizando-se dados da FIEAM e da SUFRAMA, sobre o pólo industrial de Manaus, foram selecionadas as atividades industriais com potencial de impacto na qualidade do ar, as quais estão listadas na tabela 10, abaixo:

POLO INDUSTRIAL	Nº DE EMPRESAS
ALIMENTÍCIO	31
BEBIDAS	14
BORRACHA	4
QUÍMICO	28
RESINAS TERMOPLÁSTICAS	1
PLÁSTICOS	60
PAPEL E CELULOSE	9
METALÚRGICO	71
MOBILIÁRIO (Fabricação de colchões e estofados)	3
MECÂNICO	12
GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	2
ELETRO-MECÂNICO	1
ELETRO-ELETRÔNICO	109
DUAS RODAS	7
DIVERSOS (VULCANIZAÇÃO)	1
DIVERSOS (CIMENTEIRA)	1

Tabela 11 – Número de empresas por tipologia industrial com potencial de emissões gasosas do Pólo Industrial de Manaus.

Fonte: Cadastro da Indústria – FIEAM/2008

Os principais poluentes lançados na atmosfera pelas diversas atividades industriais estão relacionados na tabela 12, a seguir.

Fonte	Particulados	Emissões gasosas
Caldeiras e fornos Industriais	Cinzas e fuligem	NOx, SO ₂ , CO, aldeídos, ácidos orgânicos, 3,4-benzopireno
Motores de combustão interna	Fuligem	CO, NOx, aldeídos, hidrocarbonetos, 3,4-Benzopireno
Indústria de refino do petróleo	Pó, fuligem	SO ₂ , H ₂ S, NH ₃ , NOx, CO, hidrocarbonetos, mercaptanas, ácidos, aldeídos, cetonas, substâncias orgânicas carcinogênicas
Indústria química	Pó, fuligem	Dependente do processo (H ₂ S, CS ₂ , CO, NH ₃ , ácidos, substâncias orgânicas, solventes, orgânicos voláteis VOC, sulfetos, etc.).
Metalurgia e química do coque	Pó, óxidos de fenol	SO ₂ , CO, NH ₃ , NOx, Compostos de flúor, substâncias orgânicas.
Indústria do cimento	Pó	NOx
Indústria alimentícia	Pó	NH ₃ , H ₂ O (misturas de multicomponentes de compostos orgânicos).
Indústria de materiais da construção	Pó	CO, compostos orgânicos.
Indústria do Papel	MP10	SOx, NOx e COVNM

Tabela 12 - Principais fontes de poluição industrial e seus poluentes atmosféricos.
Fonte: LORA, 2000, modificado.

As indústrias licenciadas no órgão estadual de controle das atividades poluidoras não se concentram na área a elas destinada, o Distrito Industrial, pois o que se observa é que muitas atividades industriais foram autorizadas a operar em diversas áreas da cidade, inclusive em área que contrariam o determinado pelo Plano Diretor Urbano e Ambiental da cidade de Manaus, criado pela Lei n.º 671, de 04 de novembro de 2002.

As indústrias licenciadas que possuem fontes de emissão atmosférica, devem realizar o monitoramento das suas emissões, de acordo com a legislação que aponta os parâmetros e estabelece os limites máximos para a emissão para fontes fixas, que é a Resolução CONAMA n.º. 008/90 para as fontes já instaladas e a Resolução CONAMA n.º. 382/06 para as fontes novas.

Refinaria de Petróleo Isaac Sabbá – UN Reman

A atividade de refino de petróleo, cujos principais produtos são: GLP, nafta petroquímica, gasolina, querosene de aviação, óleo diesel, óleos combustíveis, óleo leve para turbina elétrica, óleo para a geração de energia e asfalto.

As emissões atmosféricas provenientes das refinarias incluem emissões fugitivas dos compostos voláteis presentes no óleo cru e nas suas frações, as emissões geradas pela queima de combustíveis nos aquecedores de processo e nas caldeiras, e as emissões das unidades de processo propriamente ditas.

As emissões fugitivas ocorrem em toda a refinaria e escapam das centenas de fontes potenciais dessas emissões, que compreendem válvulas, bombas, tanques, válvulas de alívio, flanges e etc. Ainda que os vazamentos sejam normalmente pequenos, o somatório de todas as emissões fugitivas de uma refinaria pode ser uma das maiores fontes de emissões da mesma. Essas emissões podem ser reduzidas através do uso de um grande número de técnicas, que incluem o uso de equipamentos com maior resistência a vazamentos, a redução do número de tanques de armazenamento e de outras fontes potenciais, o uso de tanques com teto flutuante, e talvez o método mais eficaz, o uso de um Programa de Detecção e Reparo de Vazamentos.

Os numerosos aquecedores de processo usados nas refinarias de petróleo para aquecer as correntes de processo ou gerar vapor (caldeiras) para aquecimento ou retificação com vapor, podem ser fontes potenciais de emissões de CO, SO_x, NO_x, material particulado e de hidrocarbonetos. Quando operadas apropriadamente e quando queimam combustíveis limpos, tais como gás de refinaria, óleo combustível ou gás natural, tais emissões são relativamente baixas. Se, no entanto, a combustão não for completa ou se os aquecedores estiverem sujos com piche ou outros resíduos, tais emissões podem se tornar significativas.

A maior parte das correntes gasosas que deixam as unidades de processo das refinarias contém quantidades variáveis de gás de refinaria, gás sulfídrico e amônia.

De um modo geral, pode-se dizer que os principais poluentes atmosféricos emitidos pelas refinarias são os óxidos de enxofre e nitrogênio, o monóxido de carbono, os materiais particulados, e os hidrocarbonetos (que geralmente constituem as emissões fugitivas de compostos orgânicos voláteis, os VOC's). Tais poluentes são liberados nas áreas de armazenamento (tancagem), nas unidades de processo, nos eventuais vazamentos e nas unidades de queima de combustíveis fósseis (fornos e caldeiras) que geram calor e energia para consumo da própria refinaria (MARIANO, 2001).

Na área de entorno da REMAN, encontram-se instaladas várias empresas distribuidoras de combustíveis, todas elas com sistemas de armazenamento de combustíveis compostos por diversos tanques e interligados por oleodutos e gasodutos, dentre estas empresas distribuidoras destacam-se a SHELL Brasil S.A., TEXACO Brasil S.A., BR Petrobras Distribuidora S.A., que armazenam e distribuem gasolina, diesel, querosene para aviação e etc., Fogás e Amazongás que armazenam, envasam e distribuem gás liquefeito de petróleo (GLP).

4.7 Fontes Lineares ou Veiculares

Os primeiros automóveis a gasolina apareceram em 1886. A produção mundial de automóveis, pouco mais de 100 anos depois, alcançou a cifra de 30×10^6 veículos/ano. Atualmente estão em funcionamento no mundo 500×10^6 unidades. Observa-se que o prognóstico para o ano 2010 é de que a quantidade de automóveis no mundo atinja entre 735 e 780 milhões de unidades (LORA, 2000).

4.7.1 Transporte Rodoviário

Segundo Lora, 2000, a frota de veículos no Brasil é de 15×10^6 unidades, das quais 4,3 milhões circulam na região de São Paulo (3,9 milhões de veículos a gasolina e a álcool e 400 mil ônibus e caminhões a diesel).

Em Manaus, verifica-se que o crescimento da frota em cinco anos (2003 a 2008), foi progressivo para quase todos os tipos de veículos, como os automóveis que em 2003 eram 130.813 e em 2008 passaram a ser 210.007, apresentando um aumento de veículos deste porte acima de 7,7% anualmente. A frota de caminhões passou de 9.067 para 12.986; a de ônibus de 3.367 para 5.335 e a das motocicletas de 28.966 para 63.629, representando neste último um crescimento de 54,48% da frota de veículos de duas rodas. Com o expressivo crescimento da frota de motocicletas e similares esta categoria passou a ter uma contribuição cada vez maior para a poluição do ar na cidade de Manaus.

As fontes veiculares de poluição atmosférica, além de serem as mais importantes, aumentando sua contribuição relativa em cidades menos industrializadas, são as de mais difícil controle, devido a sua grande dispersão. Os veículos automotores têm tido uma participação ativa no crescimento acelerado da poluição, principalmente no Brasil que privilegia o transporte rodoviário (AZUAGA, 2000).

Os principais poluentes lançados na atmosfera pelos veículos automotores são provenientes do processo de combustão incompleta, sendo geralmente quantificadas as emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC ou C_nH_m), óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado (MP) (FEEMA, 2004).

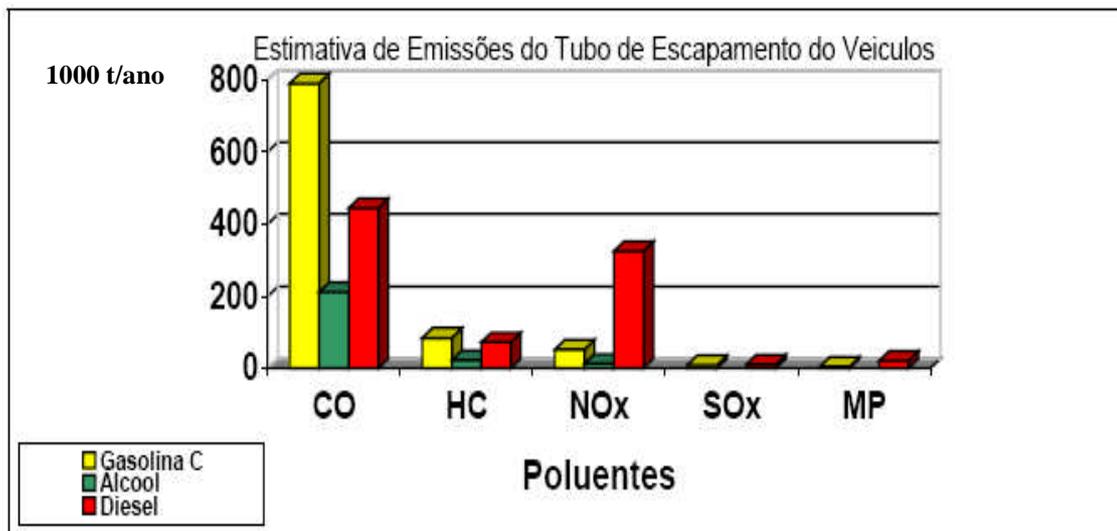


Gráfico 01 – Estimativa das emissões (1000 t/ano) do tubo de escapamento dos automóveis.
Fonte: LOUREIRO, 2005.

Veículos a gasolina possuem taxas de emissão menores de Material Particulados do que os veículos a diesel. As emissões de material particulado dos veículos a gasolina resultam do óleo lubrificante não queimado e resíduo da combustão do combustível e dos óleos aditivos. O MP emitido pelos veículos a diesel consiste de fuligem formada durante a combustão, HC's pesados condensados ou adsorvidos pela fuligem e sulfatos. Estas emissões contêm hidrocarbonetos poliaromáticos.

Em veículos antigos a diesel a contribuição de fuligem para as emissões de MP é entre 40-80%. Com o avanço das medidas de controle de emissão em motores, contudo, a contribuição de fuligem tem-se reduzido consideravelmente. HC pesados referem-se a frações orgânicas solúveis de MP, que tiveram origem a partir do óleo lubrificante, do combustível não queimado e compostos formados durante a combustão.

A fumaça negra, associada com a porção de fuligem da emissão de MP dos veículos a diesel, é causada pela deficiência de oxigênio durante a combustão ou na fase de expansão. Fumaça azul, cinza e branca podem ser causadas pela condensação de HC na exaustão dos

veículos a diesel. As cinza ou as azuis resultam da vaporização do óleo lubrificante e as brancas ocorrem durante a partida do motor em tempo frio.

Um dos métodos utilizados para diminuir o impacto das emissões veiculares é o estabelecimento de normas de emissão para veículos novos. No Brasil, foi estabelecido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em 1986, um programa para o controle das emissões veiculares, denominado PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores.

O PROCONVE foi baseado na experiência internacional dos países desenvolvidos e exigiu que os veículos e motores novos atendessem a limites máximos de emissão, em ensaios padronizados e com combustíveis de referência.

Devido à implantação de limites de emissão a nível internacional, os automóveis, movidos principalmente à gasolina, têm sofrido uma evolução tecnológica intensa propiciando a produção de veículos cada vez menos poluentes.

Parte do desenvolvimento tecnológico caminhou no sentido do aperfeiçoamento da reação de combustão, como, por exemplo, na otimização da relação ar-combustível. Destacase a troca dos carburadores pelos injetores, que controlam a alimentação de combustível, melhorando a combustão e o correspondente consumo e a implantação de Sistema de Controle de Emissões – SCE, como o conversor catalítico responsável, também por uma redução substancial das emissões veiculares.

Em 1987, com base nas alternativas disponíveis internacionalmente, já havia uma visão da indústria automobilística sobre as soluções tecnológicas que poderiam ser adotadas para os veículos leves, com motor de ciclo Otto. Desta forma, foram estabelecidas as cinco fases do PROCONVE, com metas de redução de poluentes a serem atingidas em cada fase. A primeira fase teve início em 1988 e a última em janeiro de 2009. Em novembro de 2008, foi publicada a Resolução CONAMA n.º 403 que dispõe sobre a nova fase de exigência do

Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE para veículos pesados novos e dá outras providências.

Mesmo que a evolução tecnológica dos veículos leves, a poluição do ar de origem veicular ainda continua sendo um problema sério em muitas regiões. Dentre diversos motivos pode-se destacar (SZWARC, 2001):

- aumento significativo da frota de veículos e de sua utilização;
- consumo elevado de combustíveis, as características dos veículos e as condições de trânsito cada vez mais congestionado;
- mau funcionamento de sistemas de controle de emissões (SCE) reduzindo a eficácia de controle;
- falta de manutenção dos veículos pelos seus proprietários;
- falta de preparo das oficinas para oferecer serviços de manutenção tecnicamente corretos;
- retirada proposital dos dispositivos de controle de emissões pelos proprietários dos veículos ou por serviços inadequados de reparação;
- adulteração de combustíveis;
- permanência em circulação de veículos antigos ou em péssimo estado de conservação, com níveis de emissão muito elevados; e
- falta de medidas destinadas a popularizar e incentivar o uso do transporte público, contendo o crescimento do uso de automóveis como forma de transporte individual.

Na prática é necessário estabelecer programas de inspeção e manutenção a fim de identificar e reparar os veículos que não cumprem as normas de emissão estabelecidas. Para isso, o PROCONVE determina também, que a partir de 1998, os órgãos estaduais de

controle ambiental deveriam implantar no âmbito de seu estado, programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – Programa de I/M (FEEMA, 2004).

Em relação a isso, no Estado do Amazonas, foram decretados desde o ano 2000, os Decretos N.º 21.623 e N.º 21.631, os quais instituem respectivamente, o Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV e o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M. Porém, até o momento não foi implementada nenhuma ação em relação ao estabelecido nos decretos acima citados.

De acordo com o Art. 1º do Decreto n.º 21.623 de dezembro de 2000, que instituiu o PCPV no âmbito estadual, esse tem os seguintes objetivos:

- I – reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando ao atendimento dos Padrões de Qualidade do Ar, principalmente nos centros urbanos;
- II – criar programas de Inspeção e Manutenção para veículos automotores em uso;
- III – promover a conscientização da População com relação à questão da poluição por veículos automotores;
- IV – estabelecer medidas de inspeção e fiscalização das emissões de poluentes e ruído por veículos em uso; e
- V – definir as regiões priorizadas para a implantação do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M.

Os objetivos do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M, de acordo com o Art. 1º do Decreto n.º 21.631, de 28 de dezembro de 2000, que o instituiu é, promover a redução da poluição atmosférica por meio do controle da emissão de poluentes pelos veículos em circulação.

Em ambos os programas o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM é o coordenador das ações.

Na área urbana de Manaus encontra-se a maior concentração de veículos do Estado do Amazonas, de acordo com dados divulgados pelo Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN e Sistema Nacional de Registro de Veículos/RENAVAM, em dezembro de 2003 a frota circulante era de 243.816, em dezembro de 2008, a frota teve um incremento de 40,33%, elevando-a para 370.093, como demonstrado no Quadro 01, tendo por resultado o Gráfico 02.

EVOLUÇÃO DA FROTA POR TIPO DE VEÍCULO

TIPOS DE VEÍCULO	2003 (A)	B/A (%)	2004 (B)	C/B (%)	2005 (C)	D/C (%)	2006 (D)	E/D (%)	2007 (E)	F/E (%)	2008 (F)	F/A (%)
AUTOMÓVEL	130.813	7,70	141.733	9,43	156.490	9,63	173.169	9,50	191.347	8,89	210.007	37,71
CAMINHÃO	9.067	5,00	9.544	8,91	10.477	7,07	11.274	5,71	11.957	7,92	12.986	30,18
CAMINHÃO TRATOR	955	8,79	1.047	14,18	1.220	14,02	1.419	5,53	1.502	8,91	1.649	42,09
CAMINHONETE	12.126	19,16	15.000	24,60	19.895	21,38	25.305	14,75	29.683	23,19	38.647	68,62
CAMIONETA	23.810	(1,57)	23.443	(4,96)	22.336	(6,69)	20.936	(6,97)	19.571	(22,93)	15.920	-49,56
CHASSI PLATAFORMA	60	4,76	63	(1,61)	62	(1,64)	61	(1,67)	60	(1,69)	59	-1,69
CICLOMOTOR	270	7,85	293	3,30	303	2,57	311	2,51	319	0,62	321	15,89
MICROÔNIBUS	1.081	14,68	1.267	16,42	1.516	14,30	1.769	8,25	1.928	5,58	2.042	47,06
MOTOCICLETA	28.966	17,47	35.097	15,61	41.587	11,22	46.841	13,92	54.413	14,48	63.629	54,48
MOTONETA	3.652	16,47	4.372	15,47	5.172	9,91	5.741	10,59	6.421	9,65	7.107	48,61
ÔNIBUS	3.367	10,90	3.779	6,51	4.042	10,75	4.529	6,44	4.841	9,26	5.335	36,89
REBOQUE	964	16,54	1.155	9,70	1.279	5,54	1.354	6,49	1.448	6,46	1.548	37,73
SEMI-REBOQUE	5.326	5,15	5.615	14,80	6.590	14,89	7.743	7,60	8.380	7,96	9.105	41,50
SIDE-CAR	4	33,33	6	-	6	-	6	-	6	-	6	33,33
OUTROS	75	(2,74)	73	(4,29)	70	(4,48)	67	(11,67)	60	(5,26)	57	-31,58
TRATOR RODAS	36	-	36	(2,86)	35	(2,94)	34	2,86	35	7,89	38	5,26
TRICICLO	30	(3,45)	29	9,38	32	3,03	33	(3,13)	32	34,69	49	38,78
UTILITÁRIO	214	37,24	341	38,22	552	29,50	783	27,43	1.079	32,05	1.588	86,52

Quadro 01 – Crescimento da frota de veículos na cidade de Manaus
 Fonte: DENATRAN, 2008

Evolução da frota de veículos em Manaus

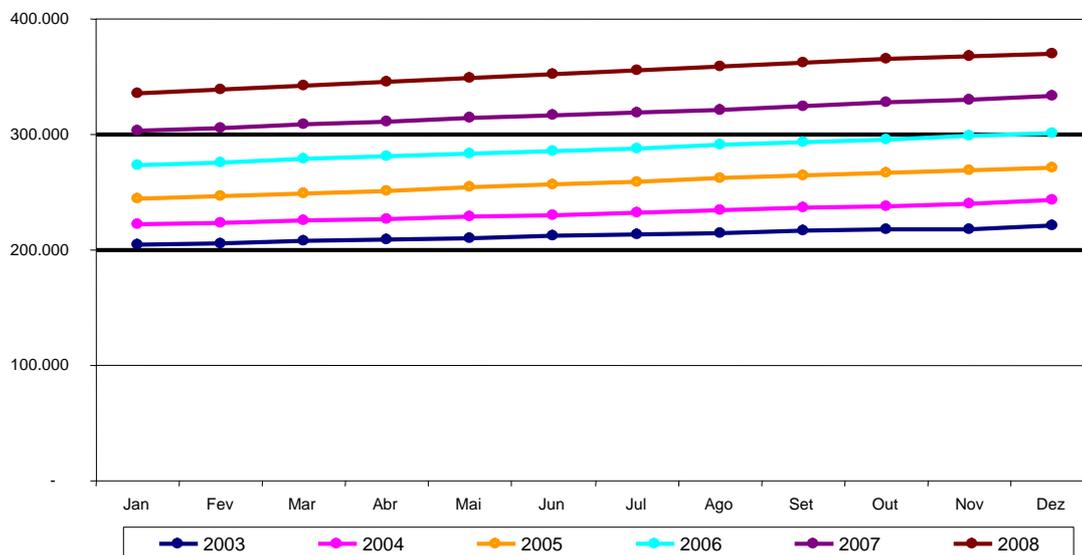


Gráfico 02 – Crescimento da frota de veículos na cidade de Manaus.
Fonte: DENATRAN, 2008.

Os últimos dados relativos à frota municipal de veículos, publicados em um anuário, pelo Instituto Municipal de Transportes Urbanos - IMTU datam do ano de 2006, período em que a extensão da rede viária atendida pelo serviço de ônibus era de 676,52 Km, composta por corredores de transporte coletivos, onde os principais são os do Boulevard Álvaro Maia, Sul/Norte (Av. Constantino Nery), Darcy Vargas, Autaz Mirim, Aleixo, Av. Brasil/Ponta Negra, Leste/Oeste, Av. do Turismo, Norte e Rodrigo Otávio, os quais são interligados a seis terminais: um central e cinco de integração, distribuídos no perímetro urbano, conforme ilustrado no Anexo 02 .

O sistema de transporte rodoviário de Manaus é composto por ônibus, microônibus, táxis e vans, sendo que o número de veículos utilizados no transporte coletivo na área urbana de Manaus soma 1.449 ônibus, onde a frota operante era de 1.378 veículos e a frota reserva era de 71. Além desse, existiam mais 946 ônibus que eram utilizados como frota de fretamento e, 14 como frota de transporte próprio.

Existiam ainda, as frotas de transporte escolar que contava com 45 veículos, dos quais 24 vans 17 kombis e 4 microônibus. A frota complementar é composta por veículos de uso próprio, de fretamento e turismo com 1.180 veículos dos quais, 385 são vans, 131 kombis e 664 microônibus.

É importante frisar que não existem ônibus ou microônibus, circulando com combustíveis alternativos, como gás, energia elétrica, etc., portanto o transporte coletivo na área urbana de Manaus era basicamente realizado por veículos movidos a óleo diesel.

De acordo com o anuário, em dezembro de 2006, os táxis compunham uma frota de 3.912 veículos, onde 3.054 usavam gasolina como combustível, 449 álcool, 350 gás natural veicular e 59 óleo diesel.

Com o intuito de criar a cultura do gás natural no Estado do Amazonas, o governo estadual, em fevereiro de 2005, lançou o Projeto Experimental do Gás Natural Veicular dentro do Programa Zona Franca Verde, em parceria com a PETROBRAS. Este projeto antecipou o fornecimento de gás para uso veicular antes da construção e operação do gasoduto Coari-Manaus. Foi planejado para a fase inicial do projeto, o fornecimento de gás em pequena escala, com o objetivo de permitir o desenvolvimento de pesquisa, principalmente na área de logística.

Atualmente o Gás Natural Veicular (GNV) é transportado pela PETROBRAS, na forma comprimida, de Urucu até Manaus, logística diferente encontrada e utilizada em outros Estados do Brasil. No período de operação do projeto vários aspectos deveriam ser analisados, como, logística de abastecimento, estoque de reserva estratégica e sua composição química, rendimento do combustível, emissão de poluentes, etc.

O projeto é conduzido pelo SENAI-AM, sede do Núcleo do Centro de Tecnologia do Gás – CTGAS, e tem o apoio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável – SDS, Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia – SECT, Companhia de Gás do Amazonas – CIGÁS, PETROBRAS e SEBRAE.

O público alvo do projeto foi a categoria dos taxistas de Manaus, segundo critérios definidos pelo Governo do Estado, em conjunto com representantes da categoria. O projeto previa 300 participantes que deveriam instalar kits de conversão de 3ª geração em oficinas credenciadas, recomendação dada pela ANP na Resolução n.º 10 de 1/3/2005, devido ao alto teor de nitrogênio e baixo teor de metano no gás natural de Urucu. Dos 300 candidatos, somente 220 foram habilitados a trabalhar com o GNV e, em decorrência de problemas ocasionados pela sazonalidade regional, enfrentados pela logística do transporte hidroviário do gás, vários profissionais ficaram algum tempo sem abastecer seus veículos com GNV, fato que motivou alguns motoristas a mudar de combustível. Atualmente só 196 taxistas operam com o gás natural veicular (Amazonas em Tempo, 2009).

O GNV é comercializado para o consumidor em um único posto de bandeira BR, localizado na Bola da SUFRAMA, zona Sul.

É importante destacar que o Projeto Experimental do Gás Natural Veicular, foi devidamente autorizado pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, por meio da Resolução ANP n.º 10 de 1º de março de 2005 (publicada no D.O.U. em 2/3/2005). Na referida resolução é feita uma ressalva estabelecendo um novo prazo para o término do projeto que será em 30 de setembro de 2009.

Para avaliar os padrões de emissão de gases emitidos por veículos convertidos para uso do GNV. A implementação de programas de inspeção e manutenção veicular é fundamental para assegurar que os veículos convertidos atendam aos limites de emissão. Além disso, outro aspecto fundamental é a adaptação dos equipamentos que deve ser realizada de maneira compatível, para que se obtenha todos os benefícios de sua utilização.

Os equipamentos devem, de preferência, ser projetados desde o início para operar com gás natural.

4.7.2 Transporte Aéreo

O setor de transporte aéreo atualmente representa cerca de 3% das emissões totais de CO₂ da União Européia (ou 12% das emissões totais do setor de transportes). A nível global, as emissões de CO₂ resultantes de viagens aéreas internacionais aumentaram 48% de 1990 para 2002; um acréscimo de 3,4% ao ano. Em termos absolutos, isso representa cerca de 203 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e), ou 1,2% das emissões reportadas para os países desenvolvidos (SIMÕES, 2000).

Mas o impacto relativo do setor para as mudanças climáticas não se resume somente nas emissões de CO₂. Aeronaves também emitem poluentes atmosféricos chamados óxidos de nitrogênio (NOx), que são particularmente eficazes na formação de ozônio (um gás de efeito estufa) quando emitidos na altitude de cruzeiro. A emissão de aeronaves também resulta em “fugas de condensação” (vapor d’água) e também são suspeitas em aumentar a formação de “nuvens de cirrus”; efeito que aumentam o potencial de efeito estufa. Em 1999, o IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) estimou que o impacto nas mudanças climáticas do setor de transporte aéreo e de 2-4 vezes maior do que o impacto somente das emissões de Carbono.

A aviação contribui para a poluição local do ar de diversas formas. As principais são (RIBEIRO, REAL e D`AGOSTO, 2000):

- Emissões das aeronaves nos taxamentos;
- Emissões de fontes internas dos aeroportos, tais como as de veículos auxiliares;
- Estocagem, recebimento e entrega de combustível podem gerar emissões, especialmente de hidrocarbonetos, através de evaporação e perda natural;

- Emissões geradas pelo combustível utilizado para aquecer, iluminar, etc.;
- Emissões durante os processos de decolagem e aterrissagem. Sob tais circunstâncias ocorre geração, em grande quantidade, de óxidos de nitrogênio, compostos extremamente danosos ao solo e a água e, conseqüentemente, à saúde humana.

Em geral, os maiores níveis de poluição em aeroportos, ocorrem nos pátios de manobras e nos estacionamentos para automóveis. Em geral, observa-se que quando a temperatura ambiente é mais baixa, existe uma maior tendência para que as emissões de óxidos de nitrogênio influenciem negativamente na qualidade local do ar (RIBEIRO, REAL e D`AGOSTO, 2000).

Medições da poluição do ar em aeroportos europeus realizados no período de 1986 a 1996 (OECD, 1997), indicaram que o nível de poluição nos arredores e no próprio aeroporto é maior ou comparável ao que se registra nos grandes centros urbanos, independentemente de quão afastado do centro estiver o aeroporto.

Outro estudo realizado pela OECD (1997a) no aeroporto de Munique, em 1998, mostrou quando o aeroporto se situa no centro de um quadrado de 30 km x 30 km, todas as áreas residenciais inseridas “respiravam” a mesma qualidade de ar que outras áreas aparentemente mais poluídas (centro, auto-estradas, regiões de fábricas, etc.) de Munique. O mesmo estudo ressaltou que as emissões devido ao pouso ou decolagem de aeronaves são as maiores fontes poluidoras do ar em regiões próximas ao aeroporto, desde que determinado perfil de ventos esteja atuante.

Em termos de poluição do ar local devido à movimentação aeroportuária, observa-se que um grave problema é o tráfego de alimentação ao aeroporto. A grande maioria dos passageiros, tripulação, funcionários ou qualquer pessoa que, por qualquer motivo, se dirija a um aeroporto o faz, a maioria dos casos, através de veículos motores (ônibus e automóveis, basicamente). A poluição gerada pelas emissões devido à queima do combustível de tais

veículos constitui-se, normalmente, no fator que mais potencializa os níveis de poluição nos aeroportos ou proximidades.

A enorme quantidade diária de pequenas viagens rodoviárias com destino aos aeroportos gera uma não desprezível poluição. Tal poluição, dependendo do regime local de ventos, pode chegar a ser superior (para um período de um mês ou mais) do que a poluição devido às manobras de decolagem e aterrissagem das aeronaves, de acordo com estudo realizado, em 1999, em diversos aeroportos dos Estados Unidos (EPA, 1999).

Esse mesmo estudo observou que em determinados aeroportos, como o de Miami, as emissões de óxidos de nitrogênio devido aos veículos automotivos de alimentação aeroportuária chegavam a ser cerca de 9% superiores do que as emissões de NOx, resultantes das manobras dos aviões. Pesquisas similares, realizadas na China e países da Europa, chegaram à mesma conclusão, ou seja, o tráfego rodoviário próximo ao aeroporto é o fator dominante na influência da qualidade do ar em regiões próximas aos aeroportos (T&E, 1997).

No setor de transporte aéreo, Manaus possui três locais que servem de base para as aeronaves de diversos tipos e funções, o **Aeroporto Ponta Pelada**, localizado na Zona sul é parte da infra-estrutura da Base Aérea de Manaus (Aeronáutica) para transporte militar e treinamento; o **Aeroclube de Manaus**, localizado na Zona Centro-Sul, é utilizado como local de treinamento de civis (escola de vôo e pára-quedismo) e prestação de serviço de táxi aéreo e; o **Aeroporto Internacional Eduardo Gomes**.

O Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, é o que possui o maior movimento de aeronaves comerciais e de carga e está localizado na Av. Santos Dumont, 1350 – Tarumã, zona Oeste da cidade de Manaus, a 14 km (em linha reta) do centro da cidade, nas seguintes coordenadas geográficas: 03° 02' 28" S e 60° 03'02" W.

O aeroporto possui um sítio aeroportuário composto por uma área de 14.050.529,01 m² com um pátio para aeronaves com uma área de 18.575,90 m². A pista possui dimensões de 2.700 x 45 m. O estacionamento para aeronaves possui 15 posições.

O terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes possui 49 balcões e um estacionamento com capacidade para 682 veículos.

Atualmente o aeroporto está em fase de ampliação de suas instalações e de uma nova pista de pouso. Isso significa que irá ocorrer também, o aumento de aeronaves que circularão na área.

Atualmente o aeroporto opera com várias companhias aéreas, COPA AIRLINES, GOL, RICO, TAM, TAME- Línea Aérea Del Ecuador, OCEANAIR (desde novembro de 2008), TRIP, VARIG, META, TOTAL e APUÍ. A movimentação de aeronaves (pousos e decolagens) no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes no ano de 2007, pode ser observado na tabela 13, a seguir.

MÊS	AERONAVES (pousos e decolagens)			PASSAGEIROS (embarque e desembarque)			CARGA AÉREA (Kg)		
	Domest.	Intern.	Total	Domest.	Intern.	Total	Domest.	Intern.	Total
Janeiro	2.831	496	3.327	170.297	12.262	182.559	5.809.121	2.898.063	8.707.184
Fevereiro	4.078	433	4.511	139.160	8.816	147.976	6.640.999	2.959.746	9.600.745
Março	2.825	462	3.287	134.932	6.716	141.648	7.431.603	5.267.536	12.699.139
Abril	2.542	558	3.100	149.500	10.692	160.192	6.670.735	25.329.159	31.999.894
Maiο	3.098	470	3.568	156.510	5.653	162.163	7.406.053	6.028.863	13.434.916
Junho	3.008	427	3.435	154.543	6.115	160.658	7.165.042	4.102.875	11.267.917
Julho	3.290	565	3.855	189.136	8.475	197.611	7.567.601	4.193.276	11.760.877
Agosto	3.110	502	3.612	147.894	6.953	154.847	7.119.147	1.930.593	9.049.740
Setembro	3.053	515	3.568	161.120	7.823	168.943	6.510.332	5.340.443	11.850.775
Outubro	3.387	657	4.044	181.615	7.244	188.859	7.230.330	7.475.852	14.706.182
Novembro	3.375	563	3.938	178.849	8.274	187.123	9.790.830	6.236.116	16.026.946
Dezembro	3.493	565	4.058	203.281	8.012	211.293	10.098.968	5.195.628	15.294.596
TOTAL ANO			44.303			2.063.872			166.398.911

Tabela 13 – Movimentação operacional do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes em 2007.

Fonte: Boletim de Informações Gerenciais da INFRAERO - BIG

Além das emissões das aeronaves, deve-se levar em consideração, a área de estocagem dos combustíveis. O Aeroporto Internacional Eduardo Gomes possui duas empresas abastecedoras de combustíveis para aeronaves: BR (Petrobrás) e Shell. Existem dois tanques de combustível JET-A1, com capacidade para 1.200.000,000 litros e um tanque de AVGÁS 250.000,00 litros. A gasolina de aviação é apanhada em uma viatura com capacidade de 3.000 litros, devidamente equipada com extintores PQ de 12 Kg, na base da SHELL/BR.

5 CONCLUSÕES

Durante a elaboração deste trabalho, foi evidenciada que, em Manaus, o transporte de bens é feito via caminhões e, o de pessoas é basicamente, realizado em ônibus ou automóvel, havendo a necessidade de desenvolver estratégias diferentes para o monitoramento e o controle de fontes de emissões móveis e fixas.

Há uma grande variedade de fontes de emissões, sendo as móveis, provavelmente as mais significativas, pois com base nas análises efetuadas nos capítulos precedentes, destaca-se que a emissão de poluentes pelos veículos automotores apresenta contribuição preponderante no tocante ao volume total de poluentes atmosféricos lançados pelas diversas fontes existentes no perímetro urbano da cidade.

Manaus, que já possui uma frota veicular em torno de 210.000 veículos com crescimento progressivo, conta com um único e insipiente controle das emissões atmosféricas geradas pelas fontes móveis, que é realizado pelo órgão municipal de meio ambiente nos veículos que utilizam o diesel como combustível. Este controle é realizado através de blitz em vias de grande fluxo, utilizando medições colorimétricas através da escala Rigelmam e Opacímetro.

Assim sendo, propõe-se o equacionamento destas questões, como preâmbulo necessário para a efetiva implementação do Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV e o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M, nos quais as motos deverão ser incluídas por serem importantes contribuintes para a poluição local.

Em curto prazo, poderão ser adotadas medidas complementares para minimizar os efeitos das emissões atmosféricas veiculares, como a oferta de transporte alternativo de qualidade, como forma de incentivar a não utilização de transporte urbano em veículos automotores individuais.

Incentivar a substituição gradativa, da atual frota de veículos de transporte coletivo por outra que utilize combustíveis alternativos menos poluentes, por exemplo, o Gás Natural, tão logo este seja disponibilizado para uso veicular. No entanto, para que seja obtido o máximo aproveitamento dos benefícios do GNV, recomenda-se que os veículos já venham de fábrica com o sistema para a utilização deste combustível.

A reengenharia do sistema viário é mais uma alternativa para que seja solucionado ou minimizado os congestionamentos que ocorrem nos grandes corredores de tráfego, em horários de pico, aumentando a velocidade média de circulação e eliminando a queima desnecessária de toneladas de combustíveis, aliada a uma nova tecnologia de fiscalização para coibir a circulação de veículos com elevado nível de deterioração ou inadimplentes com o licenciamento anual.

Além disso, os órgãos responsáveis pelo controle, deverão intensificar a fiscalização da qualidade dos combustíveis oferecidos ao consumidor a fim de combater a adulteração dos destes, pois uma das importantes fronteiras para a redução das emissões está na adequação da especificação dos combustíveis em uso.

Quanto às fontes fixas, há necessidade do estabelecimento de critérios mais rígidos para o monitoramento das mesmas, principalmente as licenciadas pelos órgãos ambientais em especial, as de incineração de resíduos perigosos e de geração de energia.

Recomenda-se que o poder público municipal, implante sistema de coleta e abatimento de gases, gerados no processo de decomposição de matéria orgânica, no aterro controlado de Manaus, o qual se trata de uma fonte de emissões atmosféricas e gases de efeito estufa (GEE), principalmente o metano (CH₄).

Recomenda-se que, para a obtenção de Licenças de Operação, os novos postos de revenda de combustíveis deverão ter em sua infra-estrutura sistemas de prevenção e alerta de vazamentos dos tanques, bem como sistemas de controle de emissão de vapores, nos tanques

de armazenagem, nas operações de recepção de combustíveis e durante o ato de abastecer. Isso se faz especialmente importante quando se considera as altas temperaturas, típicas de Manaus e que as evaporações constituem importante fonte de emissão de hidrocarbonetos.

Recomenda-se ainda, o desenvolvimento e adoção de tecnologias limpas de produção e o aumento da eficiência energética pelas indústrias que fazem parte do Parque Industrial de Manaus, variáveis que influenciam em um eficiente controle de fontes de emissões.

Para a implementação de medidas eficazes de controle da poluição é necessária a capacidade de se prever, com um mínimo de precisão, os impactos da poluição do ar, o que possibilitará aos órgãos ambientais, o estabelecimento de critérios mais eficazes para conduzir os processos de licenciamento ambiental e que medidas sejam adotadas corretamente. Com essas informações pode-se, por exemplo, determinar vocações e densidades permissíveis de uso do solo urbano, em função das fontes poluidoras já existentes.

Para tanto, é necessário que seja dado prioridade à elaboração de inventários bem elaborados das diversas fontes de emissão e ao desenvolvimento de modelos que permitam prever a qualidade do ar na cidade de Manaus, uma vez que a Lei n. 3.135, que estabelece os objetivos da Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, determina no Art. 2.º, inciso III, a realização de inventário estadual de emissões, biodiversidade e estoque dos gases que causam efeito estufa de forma sistematizada e periódica. Com isso, poderá ser estabelecido um sistema de monitoramento da qualidade do ar em áreas mais críticas, que serão determinadas pelos inventários das diversas fontes locais e também um controle mais efetivo nas atividades que contribuem de forma mais contundente para a poluição do ar na cidade.

Apesar do Governo do Estado do Amazonas ter estabelecido uma Política Ambiental baseada na conservação da floresta, não se pode esquecer que é indispensável o levantamento da qualidade do ar na área urbana de Manaus.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES JR., Olímpio de Melo; LACAVA, Carlos Ibsen Vianna; FERNANDES, Paulo Sérgio. **Emissões Atmosféricas**. Brasília: SENAI/DN, 2002.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, n.º 10 de 1º de março de 2005 (publicada no D.O.U. em 2/3/2005).

AZUAGA, D. *Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2000.

BOUBEL, R.W et al., 1984, *Fundamental of Air Pollution*, San Diego, Academic Press Inc.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores**. Brasília: MMA, 2006.

BRETSCHNEIRDER, B.; KURFURST, J., *Air Pollution Control Technology*, Amsterdam-Oxford-New York, Elsevier, 1987.

CARVALHO JÚNIOR, J. A.; LACAVA, P. T. *Emissões em processos de combustão*. São Paulo: UNESP, 2003.

CAVALCANTI, P.M.S., , *Avaliação dos Impactos Causados na Qualidade do Ar pela Geração Termelétrica*. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2003.

CETESB, *Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência – Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos*. Brasília. 2002.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Dutos e chaminés de fontes estacionárias: determinação da umidade dos efluentes: normas técnicas*. São Paulo: CETESB, 1993.

COSTA, M. A. F. da, COSTA, M. de F. B. da. **Benzeno: uma questão de saúde pública**. *INCI*. 2002, vol.27, no.4, p.201-204.

COUTINHO, M., MATA P., PEREIRA M. e BORREGO, C.; Níveis ambientais e biológicos de dioxinas e furanos em Portugal, I Encontro Nacional de Dioxinas, 2003.

DECRETO Nº. 21.631, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2000 INSTITUI o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M, e dá outras providências.

DECRETO N.º 21.623, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2.000 INSTITUI o Plano de Controle da poluição por Veículos em Uso – PCPV e dá outras providências.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 1980, *Tráfego e*

Meio Ambiente. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

DIAS, V. C. F., SANTOS, H. A. P. DOS, OLIVEIRA, D. M. DE, CASTILHOS JR. A. B. DE, ROSSO, L. **Estimativa das emissões de gases pela camada de cobertura do aterro de resíduos sólidos de Içara/SC**. IX Seminário Nacional de Resíduos Sólidos – por uma gestão integrada e sustentável. 2008.

EEA, 2004b, European Environment Agency, Site Internet www.reports.eea.eu.int/ (Acessado em dezembro de 2008).

EPA, 1999, U.S. Environmental Protection Agency, Handbook for criteria Pollutant Inventory Development: A Beginner's Guide for Point and Area Sources, September, 1997.

EPA, 2002, U.S. Environmental Protection Agency, National Ambient Air Quality Standards (NAAQS).

ETI (ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE INTERNATIONALE). Relatório de Estudo de Viabilidade do Sistema Nacional de Monitoramento da qualidade do Ar, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil. 2000.

FARQUHAR G. J., ROVERS F. A. Gas production during refuse decomposition, Dept. of Civil Engineering, Ontario-Canadá, 24p. 1973.

FEEMA, 2004: Inventário de Fontes Emissoras de Poluentes Atmosféricos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. (Disponível em: www.feema.rj.gov.br).

GRAEDEL, T. E., CRUTZEN, P. J., 1997. Atmospherere Climate and Change. Scientific American Library, New York.

GRIPP, W. G. **Aspectos técnicos e ambientais da incineração de resíduos sólidos urbanos**: considerações sobre a proposta para São Paulo. São Carlos: 1998. 208 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

HONKIS, M.A.J.,1977, "A Poluição do ar e a ozonosfera".In: Recursos Naturais, Meio Ambiente e Poluição: contribuições de um ciclo de debates,v.2,Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, IBGE,pp. 203-208.

INMET – Instituto Nacional de Metereologia. www.inmet.gov.br

IPCC, 1996. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Disponível em <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>. Acessado em janeiro de 2006.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo, 1995. 278 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo demográfico. Disponível em www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default/shtm.

KEMP, D. D., 1994, Global Environment Issues - A Climatological Approach. 2ed. USA, Routledge.

LEI Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 – Institui a Política Nacional De Meio Ambiente.

LEI Nº 671, DE 04 DE NOVEMBRO DE 2002, regulamenta o Plano Diretor Urbano e Ambiental estabelece diretrizes para o desenvolvimento da Cidade de Manaus e dá outras providências relativas ao planejamento e à gestão do território do Município.

LOUREIRO, LUCIANA NEVES. Panorâmica sobre Emissões Atmosféricas Estudo de Caso: Avaliação do Inventário de Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para Fontes Móveis [Rio de Janeiro] VIII, 153 p. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 2005.

LORA, Electo Silva. Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte. Brasília, DF: ANEEL, 2000.

MAIA, L.F.P.G. Estudo de Dimensionamento da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar para Cidade do Rio de Janeiro. Parte I: Estudo Dinâmico-Climatológico. Departamento de Meteorologia-UFRJ/Secretaria Municipal de Meio Ambiente/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1997.

MANAUS. Projeto Geo Cidades: relatório ambiental urbano integrado: informe GEO: Manaus/ Supervisão: Ana Lúcia Nadalutti La Rovere, Samyra Crespo; Coordenação: Rui Velloso. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2002.

MARIANO, JACQUELINE BARBOZA, Impactos Ambientais do Refino de Petróleo [Rio de Janeiro] 2001, VIII, 216 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2001) Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

MCT- Brasil e PNUD, **Emissões de Gases do Efeito Estufa por Termelétricas**. Disponível em <http://ecen.com/eee17/emisterm.htm>, 1999.

MEDEIROS, A. M., Diretrizes para a Incorporação da Variável Ambiental no Planejamento da Expansão Termelétrica a Gás Natural no Brasil. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2003.

MICHALISZYN, Mário Sérgio; TOMASINI, Ricardo. **Pesquisa**: orientações e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

NIMER, E. Climatologia do Brasil, Rio de Janeiro, 1979.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Special issues in carbon/energy taxation: carbon charges on aviation fuel*. In: Amex I expert group on the United Nations Framework, Convention on Climate Change, Working paper n. 12, Paris. 1997.

OLIVEIRA, J.L.F., *Poluição Atmosférica e o Transporte Rodoviário: Perspectivas de Uso do Gás Natural na Frota de Ônibus Urbanos da Cidade do Rio de Janeiro*. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1997.

OLIVEIRA, A. P. FITZJARRALD, D.R. The Amazon river breeze and the local boundary layer: I. Observations Boundary Layer Meteorology, V. 63, n.º 12, p 141-162, Feb. 1993.

OLIVEIRA, D. L. de. *Influência do Aterro Municipal de Manaus nas Águas Superficiais da Circunvizinhança: Um enfoque ao estudo de metais pesados*. Dissertação. Fundação Universidade do Amazonas, 2007.

PARTER, A. *Industrial Air Pollution Handbook*, Great Britain, Mc-GrawHill Book Company. 1978.

PINTO, Waldir de Deus; ALMEIDA, Marília de (orgs). *Resoluções CONAMA Anotadas – Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA*. Brasília: Fórum, 2002.

PIRES, Dilson Ojeda. *Inventário de Emissões Atmosféricas de Fontes Estacionárias e sua Contribuição para a Poluição do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro [Rio de Janeiro] 2005 VI*, 188p. Site Internet <http://www.ppe.ufrj.br/production/tesis/dopires.pdf> (Acessado em 12/01/07).

POPPE, Marcelo Kholed; LA ROVERE, Emílio Lèbre. Oportunidades para o Brasil no âmbito do desenvolvimento limpo da Convenção do Clima. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, n. 21, dez. 2005.

PUC – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002. *Memórias do Seminário sobre Emissões Atmosféricas de Fontes Estacionárias*.

RELATÓRIO MANAUS - Diagnóstico e diretrizes para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos do município de Manaus-AM. 2007.

RIBEIRO, S. K.; COSTA, C. V.; DAVID, E. G.; REAL, M. V.; DÁGOSTO, M. A. 2000. *Transporte e Mudanças Climáticas*. 1ª ed. Rio de Janeiro, Mauad Ed.Ltda.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos. *Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil*. São Paulo: Annablume, 2002.

SIMÕES, ANDRÉ FELIPE, *O Transporte Aéreo Brasileiro no Contexto de Mudanças Climáticas Globais: Emissões de CO2 e Alternativas de Mitigação [Rio de Janeiro] 2003XXVI*, 288 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D. Sc., Planejamento Energético, 2003), Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

STERN, A. C.; BOUBEL, R. W.; TURNER, D. B.; FOX, D. L., 1984, *Fundamentals of Air Pollution*, Academic Press, Inc., Orlando, Florida.

STEWART, C.T., 1979, *Air Pollution Human Health, and Public Policy*. 1 ed, Massachusetts, Lexington Books.

SZWARC, A. 2001, Controle das emissões de poluentes por veículos automotores no Brasil. Relatório de pesquisa para a Fundação COPPETEC/MMA. Mimeo, ADS Tecnologia e Desenvolvimento Sustentável, SP.

T&E, 1997 - EUROPEAN FEDERATION FOR TRANSPORT AND ENVIRONMENT, 1997, *Traffic, air pollution and health*. In: Stephanos Anastasiadis, Brussels.

WILKINSON, P. L., HAY, N. E., 1987, “Major Air Pollutants and Their Sources”. In: HAY, N. E., Natural Gas Applications for Air Pollution Control, chapter 3, Lilburn, USA, The Fairmount Press, Inc.

ANEXOS

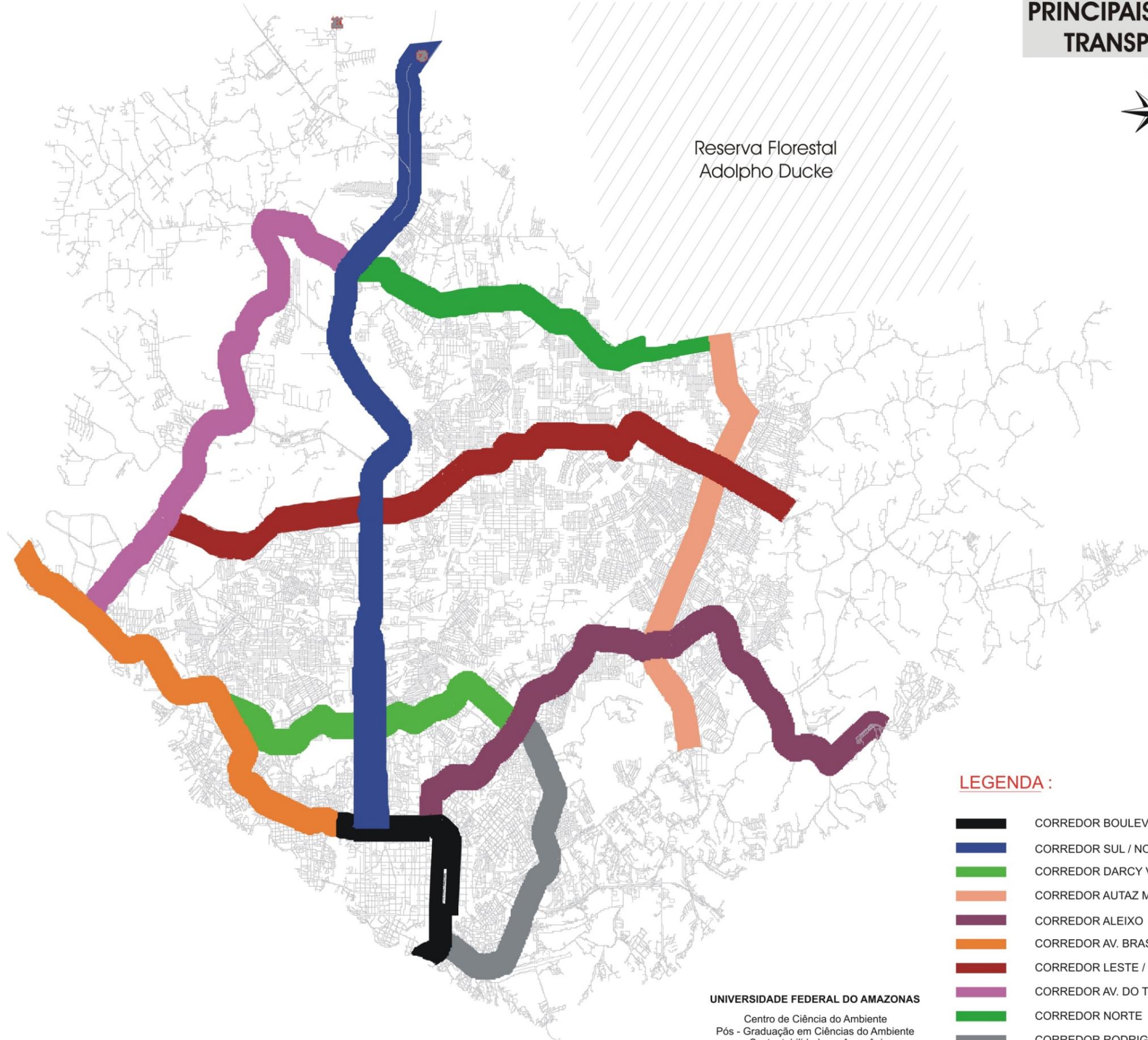
ANEXO 01 - Incineração e Co-Processamento de resíduos sólidos e UTEs em Manaus.

ANEXO 02 – Zonas da cidade de Manaus Terminais Rodoviários e Hidroviários.

PRINCIPAIS CORREDORES DE TRANSPORTE COLETIVO



Reserva Florestal
Adolpho Ducke



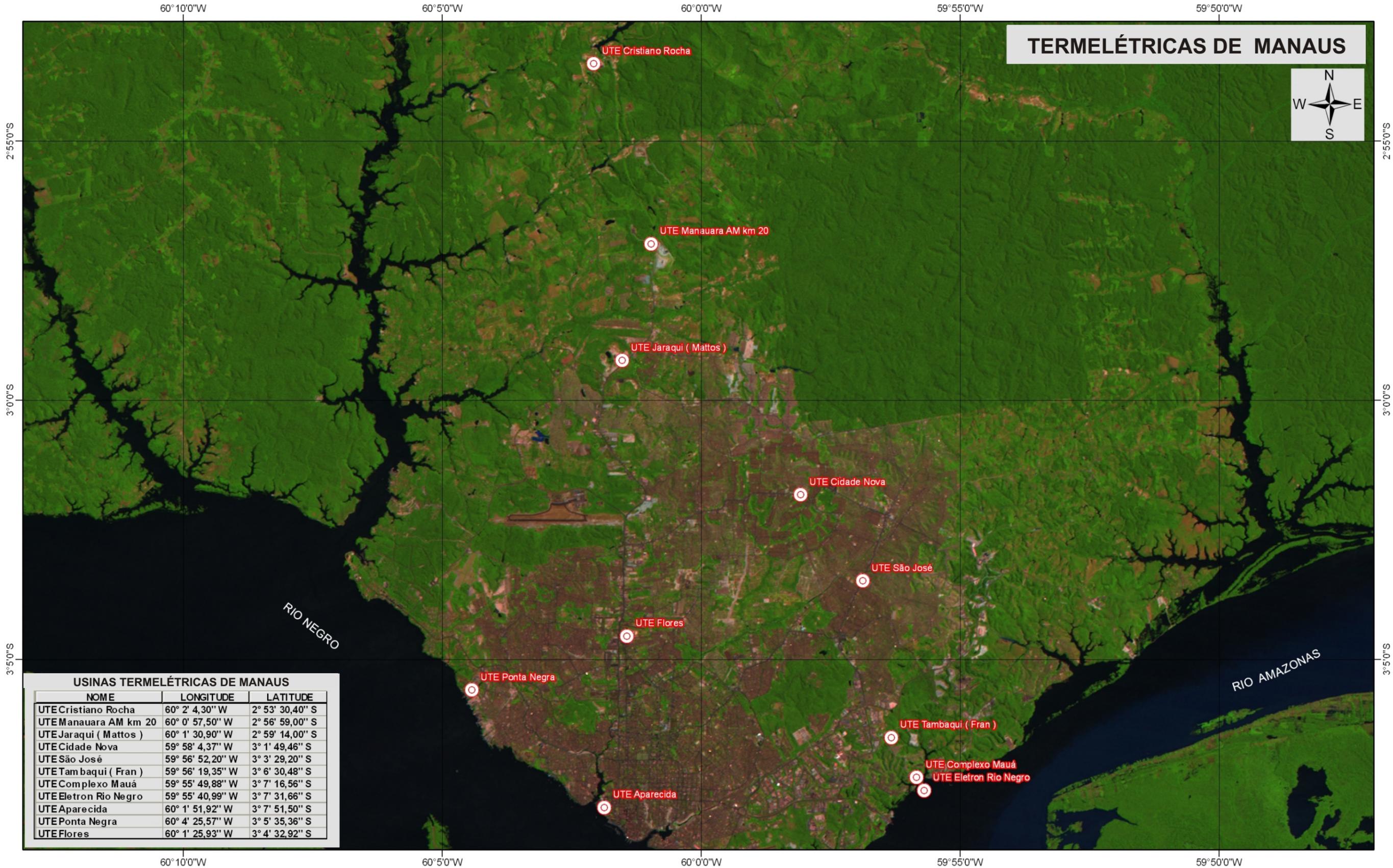
LEGENDA :

	CORREDOR BOULEVARD AMAZONAS
	CORREDOR SUL / NORTE
	CORREDOR DARCY VARGAS
	CORREDOR AUTAZ MIRIM
	CORREDOR ALEIXO
	CORREDOR AV. BRASIL / PONTA NEGRA
	CORREDOR LESTE / OESTE
	CORREDOR AV. DO TURISMO
	CORREDOR NORTE
	CORREDOR RODRIGO OTÁVIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Centro de Ciência do Ambiente
Pós - Graduação em Ciências do Ambiente
e Sustentabilidade na Amazônia

TERMELÉTRICAS DE MANAUS



USINAS TERMELÉTRICAS DE MANAUS		
NOME	LONGITUDE	LATITUDE
UTE Cristiano Rocha	60° 2' 4,30" W	2° 53' 30,40" S
UTE Manauara AM km 20	60° 0' 57,50" W	2° 56' 59,00" S
UTE Jaraqui (Mattos)	60° 1' 30,90" W	2° 59' 14,00" S
UTECidade Nova	59° 58' 4,37" W	3° 1' 49,46" S
UTE São José	59° 56' 52,20" W	3° 3' 29,20" S
UTETambaqui (Fran)	59° 56' 19,35" W	3° 6' 30,48" S
UTEComplexo Mauá	59° 55' 49,88" W	3° 7' 16,56" S
UTE Eletron Rio Negro	59° 55' 40,99" W	3° 7' 31,66" S
UTE Aparecida	60° 1' 51,92" W	3° 7' 51,50" S
UTE Ponta Negra	60° 4' 25,57" W	3° 5' 35,36" S
UTE Flores	60° 1' 25,93" W	3° 4' 32,92" S

ESPECIFICAÇÕES DAS IMAGENS

Mapa de localização constituída a partir da base vetorial digital na escala 1:500.000 da Agência Nacional de Águas / ANA - 2001 Planta de Detalhamento elaborada a partir imagens landsat 5 TM - com, Ana de Imogeneamento : 2008 composição Colorida 5R 4G 3B

ESCALA 1: 120.000



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS (LAT/LONG)
 DATUM HORIZONTAL : SAD / 69
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: " Equador e meridiano 63° oeste "
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10.000 km e 500 km RESPECTIVAMENTE

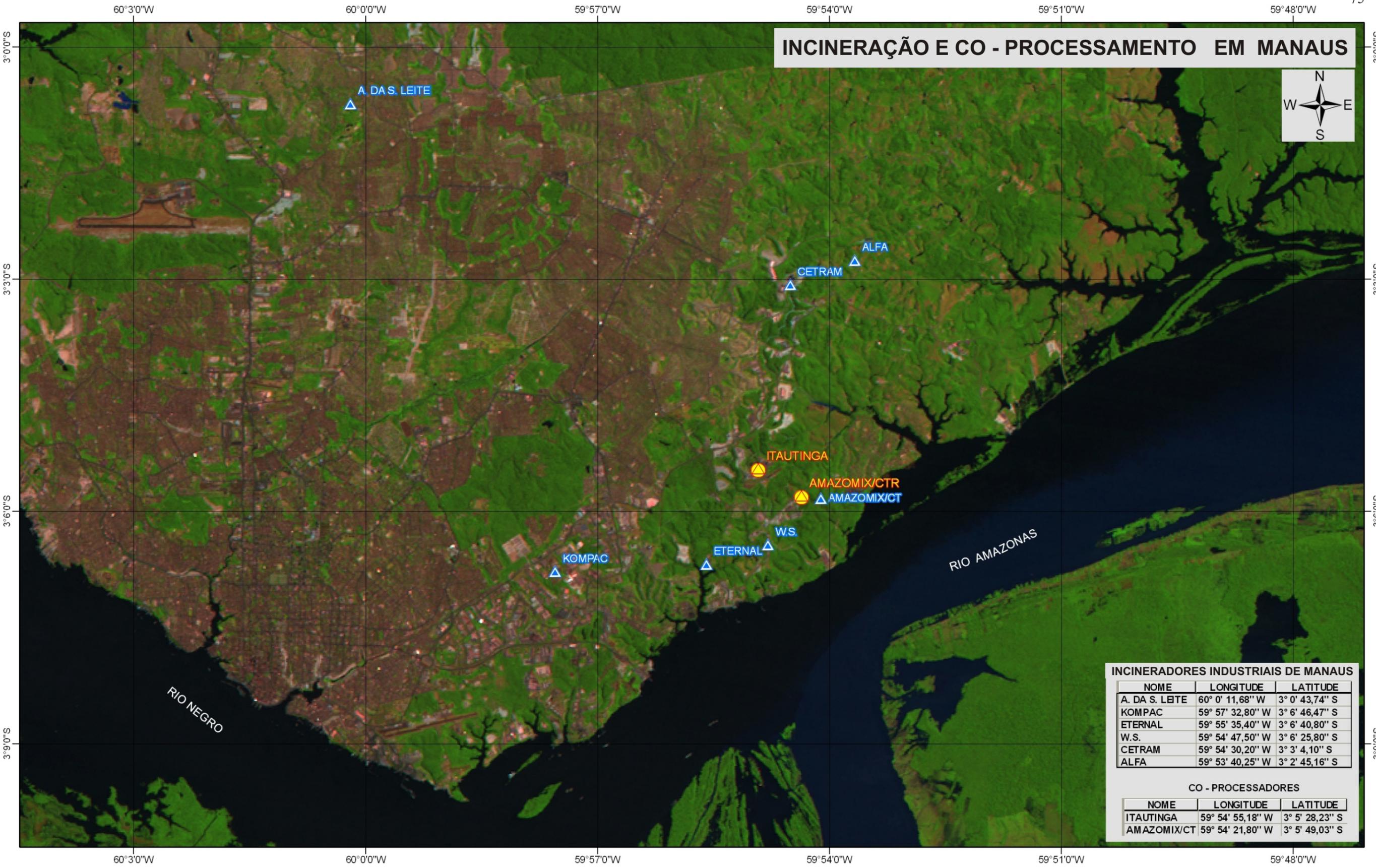
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Centro de Ciência do Ambiente
 Pós - Graduação em Ciências do Ambiente
 e Sustentabilidade na Amazônia

LEGENDA

USINAS TERMELÉTRICAS DE MANAUS

INCINERAÇÃO E CO - PROCESSAMENTO EM MANAUS



INCINERADORES INDUSTRIAIS DE MANAUS

NOME	LONGITUDE	LATITUDE
A. DA S. LBTE	60° 0' 11,68" W	3° 0' 43,74" S
KOMPAC	59° 57' 32,80" W	3° 6' 46,47" S
ETERNAL	59° 55' 35,40" W	3° 6' 40,80" S
W.S.	59° 54' 47,50" W	3° 6' 25,80" S
CETRAM	59° 54' 30,20" W	3° 3' 4,10" S
ALFA	59° 53' 40,25" W	3° 2' 45,16" S

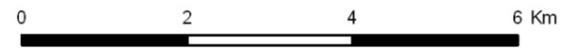
CO - PROCESSADORES

NOME	LONGITUDE	LATITUDE
ITAUTINGA	59° 54' 55,18" W	3° 5' 28,23" S
AMAZOMIX/CT	59° 54' 21,80" W	3° 5' 49,03" S

ESPECIFICAÇÕES DAS IMAGENS

Mapa de localização constituída a partir da base vetorial digital na escala 1:500.000 da Agência Nacional de Águas / ANA - 2001 Planta de Detalhamento elaborada a partir imagens landsat 5 TM - com, Ana de Imagemamento : 2008 composição Colorida 5R 4G 3B

ESCALA 1: 80.000



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS (LAT/LONG)
 DATUM HORIZONTAL : SAD / 69
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: " Equador e meridiano 63° oeste "
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10.000 km e 500 km RESPECTIVAMENTE

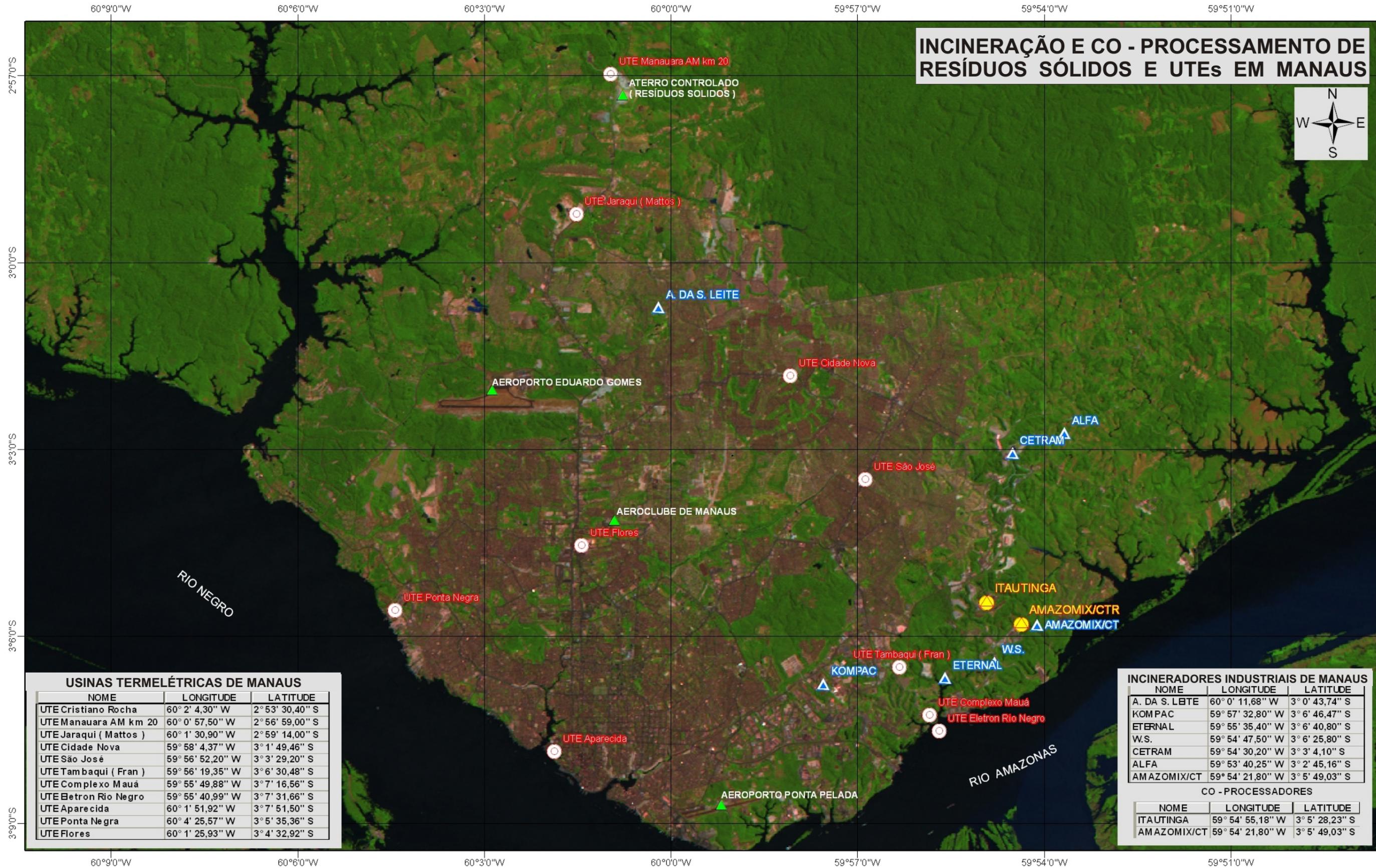
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Centro de Ciência do Ambiente
 Pós - Graduação em Ciências do Ambiente
 e Sustentabilidade na Amazônia

LEGENDA

- INCINERADORES INDUSTRIAIS DE MANAUS
- CO - PROCESSADORES

INCINERAÇÃO E CO - PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E UTEs EM MANAUS

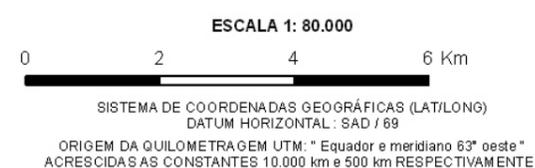


USINAS TERMELÉTRICAS DE MANAUS		
NOME	LONGITUDE	LATITUDE
UTE Cristiano Rocha	60° 2' 4,30" W	2° 53' 30,40" S
UTE Manauara AM km 20	60° 0' 57,50" W	2° 56' 59,00" S
UTE Jaraqui (Mattos)	60° 1' 30,90" W	2° 59' 14,00" S
UTE Cidade Nova	59° 58' 4,37" W	3° 1' 49,46" S
UTE São José	59° 56' 52,20" W	3° 3' 29,20" S
UTE Tambaqui (Fran)	59° 56' 19,35" W	3° 6' 30,48" S
UTE Complexo Mauá	59° 55' 49,88" W	3° 7' 16,56" S
UTE Betron Rio Negro	59° 55' 40,99" W	3° 7' 31,66" S
UTE Aparecida	60° 1' 51,92" W	3° 7' 51,50" S
UTE Ponta Negra	60° 4' 25,57" W	3° 5' 35,36" S
UTE Flores	60° 1' 25,93" W	3° 4' 32,92" S

INCINERADORES INDUSTRIAIS DE MANAUS		
NOME	LONGITUDE	LATITUDE
A. DA S. LBTE	60° 0' 11,68" W	3° 0' 43,74" S
KOMPAC	59° 57' 32,80" W	3° 6' 46,47" S
ETERNAL	59° 55' 35,40" W	3° 6' 40,80" S
W.S.	59° 54' 47,50" W	3° 6' 25,80" S
CETRAM	59° 54' 30,20" W	3° 3' 4,10" S
ALFA	59° 53' 40,25" W	3° 2' 45,16" S
AMAZOMIX/CT	59° 54' 21,80" W	3° 5' 49,03" S

CO - PROCESSADORES		
NOME	LONGITUDE	LATITUDE
ITAUTINGA	59° 54' 55,18" W	3° 5' 28,23" S
AMAZOMIX/CT	59° 54' 21,80" W	3° 5' 49,03" S

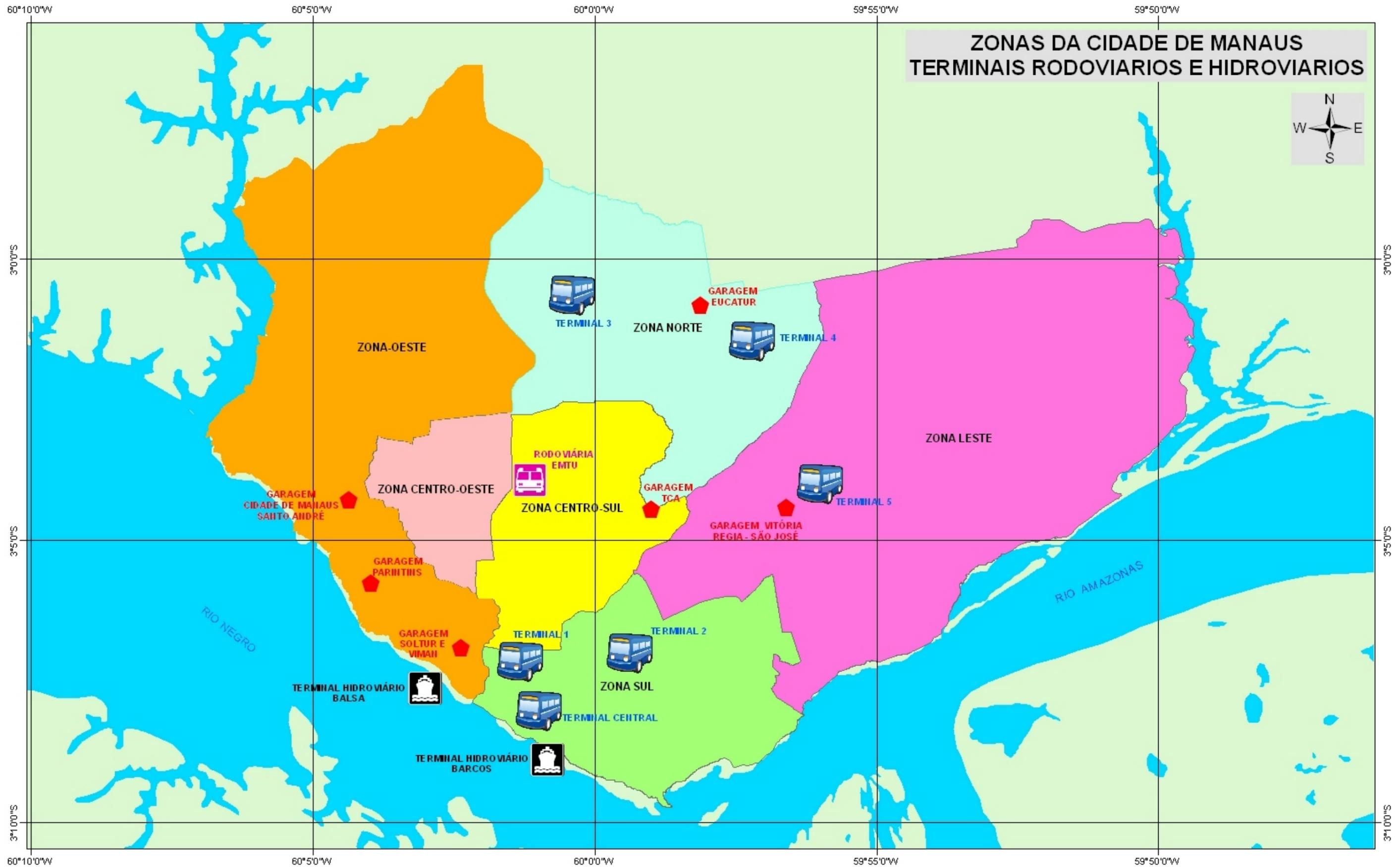
ESPECIFICAÇÕES DAS IMAGENS
 Mapa de localização constituída a partir da base vetorial digital na escala 1:500.000 da Agência Nacional de Águas / ANA - 2001 Planta de Detalhamento elaborada a partir imagens landsat 5 TM - com, Ana de Imagemamento : 2008 composição Colorida 5R 4G 3B



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
 Centro de Ciência do Ambiente
 Pós - Graduação em Ciências do Ambiente
 e Sustentabilidade na Amazônia

LEGENDA

- INCINERADORES INDUSTRIAIS DE MANAUS
- CO - PROCESSADORES
- USINAS TERMELÉTRICAS DE MANAUS

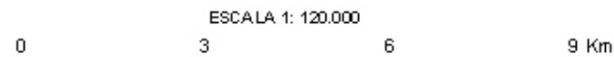


**ZONAS DA CIDADE DE MANAUS
TERMINAIS RODOVIARIOS E HIDROVIARIOS**



ESPECIFICAÇÕES DAS IMAGENS

Mapa de localização constituída a partir da base vetorial digital na escala 1:500.000 da Agência Nacional de Águas / ANA - 2001. Planta de Detalhamento elaborada a partir imagens landsat 5 TM - com, Ana de Imagemamento : 2008 composição Colorida 5R 4G 3B



ESCALA 1: 120.000
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS (LAT/LONG)
DATUM HORIZONTAL : SAD / 69
ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: 1° Equador e meridiano 63° oeste *
ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10.000km e 500 km RESPECTIVAMENTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Centro de Ciência do Ambiente
Pós - Graduação em Ciências do Ambiente
e Sustentabilidade na Amazônia

LEGENDA

-  TERMINAIS DE ÔNIBUS
-  GARAGEM DAS OPERADORAS URBANAS
-  TERMINAIS HIDROVIÁRIO