

ANEXO XXIII  
PROGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS



ANEXO XXIII A  
QUALIDADE DO AR



# 1 Qualidade do Ar

## 1.1 Legislação Ambiental Específica

A qualidade do ar de uma região é o resultado de um sistema complexo, que envolve tanto a emissão de contaminantes atmosféricos por fontes fixas e móveis, locais e distantes, quanto as condições físicas e meteorológicas incidentes nessa região, determinando assim a concentração dos poluentes na atmosfera.

Com o intuito de estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar, válidas para todo o território nacional, conforme previsto na Lei nº 6.938/81, foi instituído o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) pela Resolução Conama 05/89, estabelecendo definições e diretrizes para prevenção e gerenciamento.

Com base na Resolução Conama 05/89, foi editada a Resolução Conama 03/90, que estabelece padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos, bem como níveis de qualidade atinentes a um plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar, visando providências dos governos estaduais e municipais para prevenir grave e iminente risco à saúde pública.

A mesma resolução estabeleceu, também, que: “Enquanto cada Estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, subitem 2.3, da Resolução Conama 05/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos nesta Resolução”. Assim, para a área de influência direta do Projeto Ferro Carajás S11D, aplicam-se os padrões primários de qualidade do ar. A **Tabela 1.1** apresenta os padrões de qualidade do ar primários e secundários, segundo a Resolução Conama 03/90.

**TABELA 1.1**

### **PADRÕES DE QUALIDADE DO AR – RESOLUÇÃO CONAMA 03/1990**

Poluente	Padrão Primário		Padrão Secundário	
	Concentração [µg/m <sup>3</sup> ]	Referência Temporal	Concentração [µg/m <sup>3</sup> ]	Referência Temporal
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	80 <sup>a</sup>	1 ano	60 <sup>a</sup>	1 ano
	240	24 horas	150	24 horas
Partículas Inaláveis <10 µm (PI)	50	1 ano	50	1 ano
	150	24 horas	150	24 horas
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	80	1 ano	40	1 ano
	365	24 horas	100	24 horas
Monóxido de Carbono (CO)	10.000 (9 ppm)	8 horas	10.000 (9 ppm)	8 horas
	40.000 (35 ppm)	1 hora	40.000 (35 ppm)	1 hora
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	100	1 ano	100	1 ano
	320	1 hora	190	1 hora
Fumaça	150	24 horas	100	24 horas
	60	1 ano	40	1 ano
Ozônio (O <sub>3</sub> )	160	1 hora	160	1 hora

Notas:

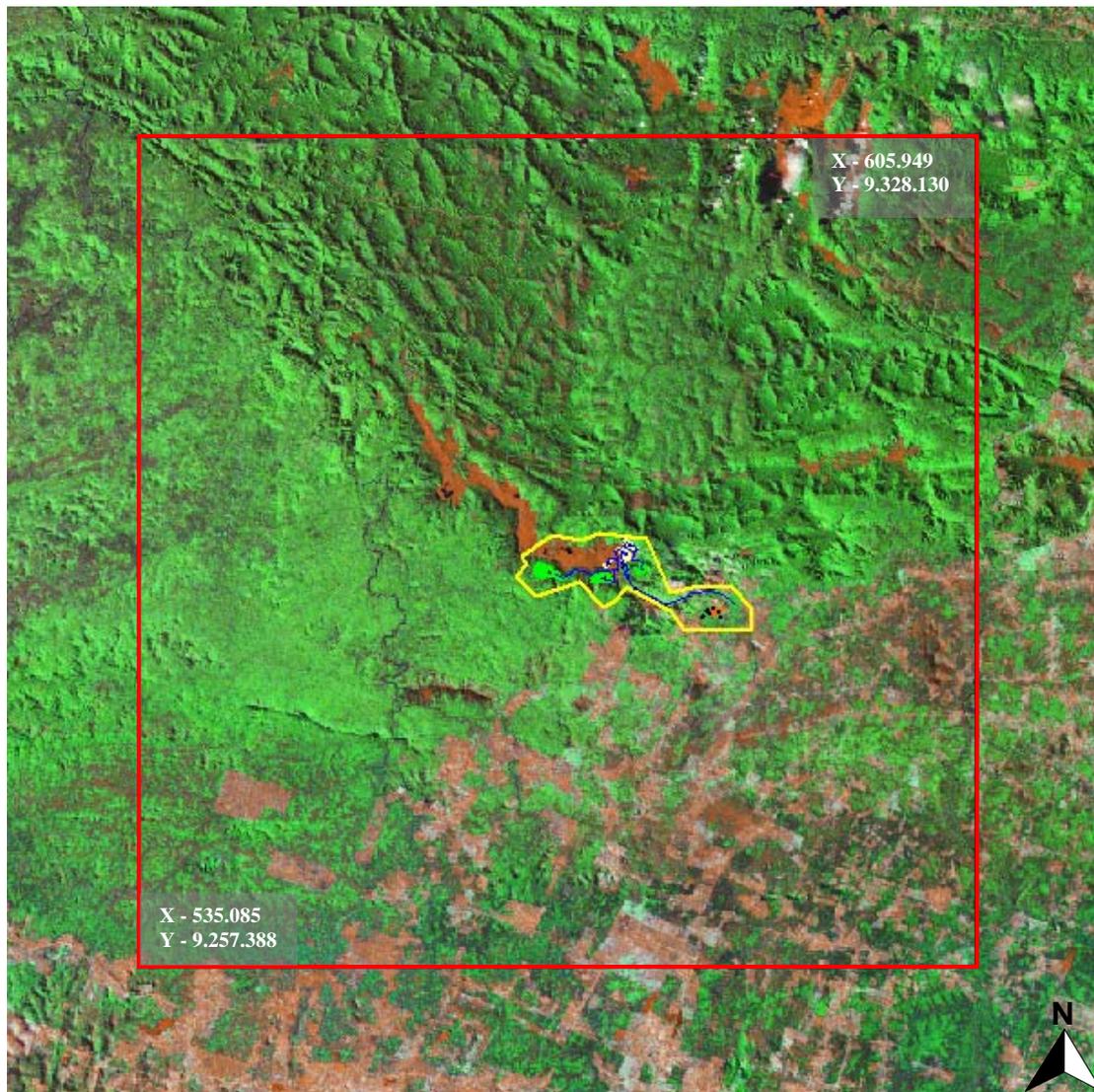
- Média Geométrica
- Padrão Primário – concentrações que se ultrapassadas poderão afetar a saúde da população.
- Padrão Secundário – concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população bem como o mínimo dano à fauna e à flora. Em áreas poluídas, podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

## 1.2 Área de Estudo, Malha de Modelagem e Estratificação do Relevô

A área de influência direta (AID), relacionada ao impacto atmosférico decorrente da operação do Projeto Ferro Carajás S11D, foi dimensionada para cobrir toda a região sob a influência das emissões atmosféricas previstas para o empreendimento. A AID atmosférica foi definida como um quadrado de aproximadamente 5.041 km<sup>2</sup>, definido pelas coordenadas 535.085, 9.257.388 (aresta sudoeste) e 605.949, 9.328.130 (aresta nordeste). A **Figura 1.1** apresenta a AID definida para a análise do impacto de alteração da qualidade do ar.

Para a demarcação desta área foram realizados testes de alcance das plumas de poluentes geradas pelo empreendimento, utilizando modelagem matemática atmosférica. Com base na análise de comportamento das plumas de poluentes obtidas nessa modelagem preliminar, a AID foi definida de modo a garantir a identificação dos picos de concentração e verificação da extinção das plumas de cada poluente de interesse na área estudada. Uma investigação complementar de adequação da AID foi realizada após a modelagem dos cenários de qualidade do ar, quando foi comprovada que a área demarcada é adequada e suficiente aos objetivos requeridos pelo estudo.

De antemão, espera-se que o setor situado a sudoeste (SW) do empreendimento seja a área de maior impacto das emissões atmosféricas das fontes consideradas. Esta observação está baseada na avaliação do regime de ventos da região, que apresenta forte predominância de direções do quadrante nordeste (NE).



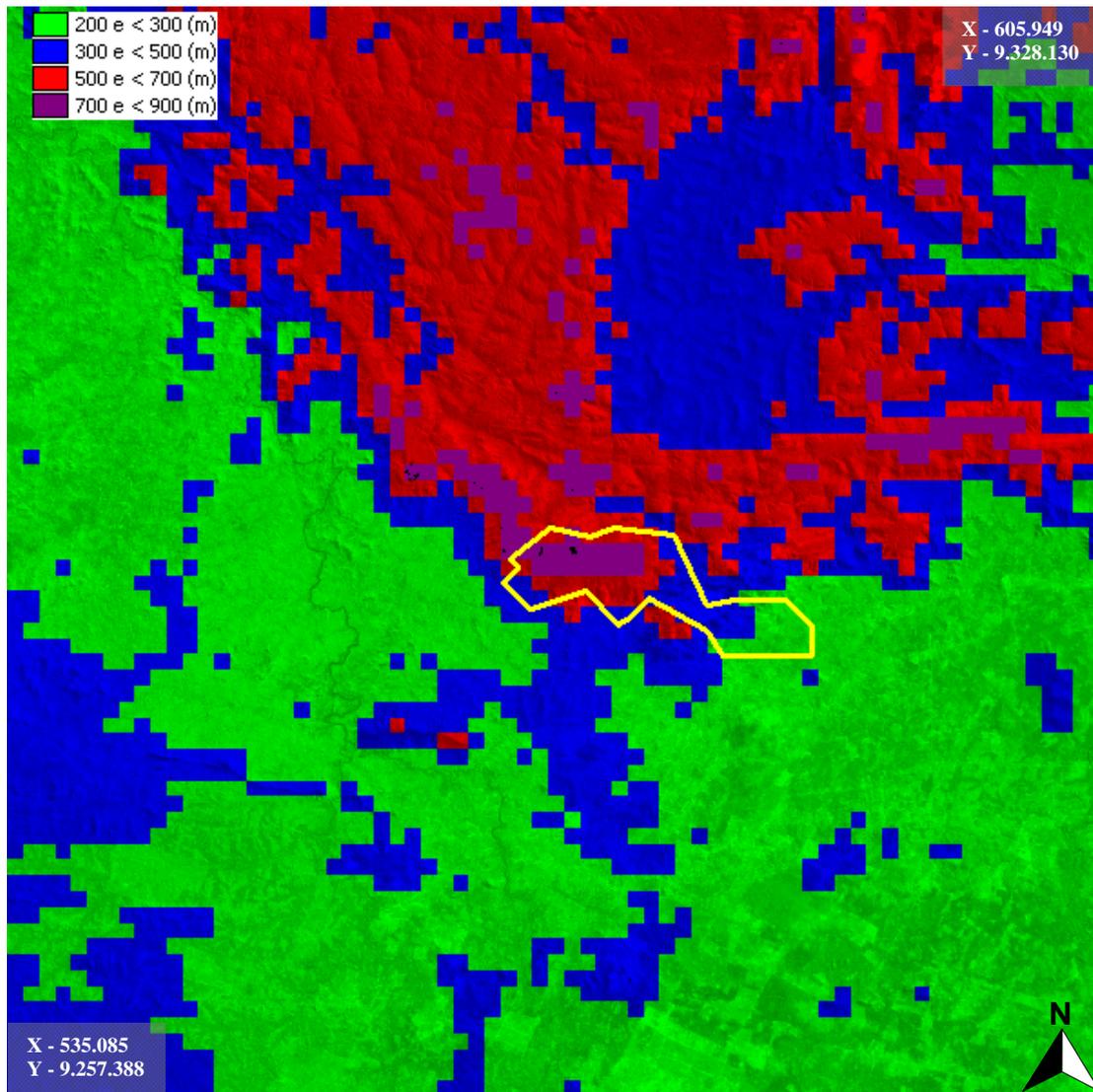
Legenda:

-  Limite do Projeto Ferro Carajás S11D
-  AID para o Tema Qualidade do Ar

Escala:  12,6 km

**FIGURA 1.1 - Delimitação da Área de Influência Direta para IMPACTOS ATMOSFÉRICOS**

Com relação aos aspectos topográficos da região, é verificado um relevo complexo, com variação, desde o nível de 200 m até mais de 800 m de altitude. No presente estudo, o relevo da AID foi digitalizado e discretizado em células com resolução espacial aproximada de 1.000 x 1.000 m. A **Figura 1.2** apresenta a estratificação do relevo para a AID do empreendimento.



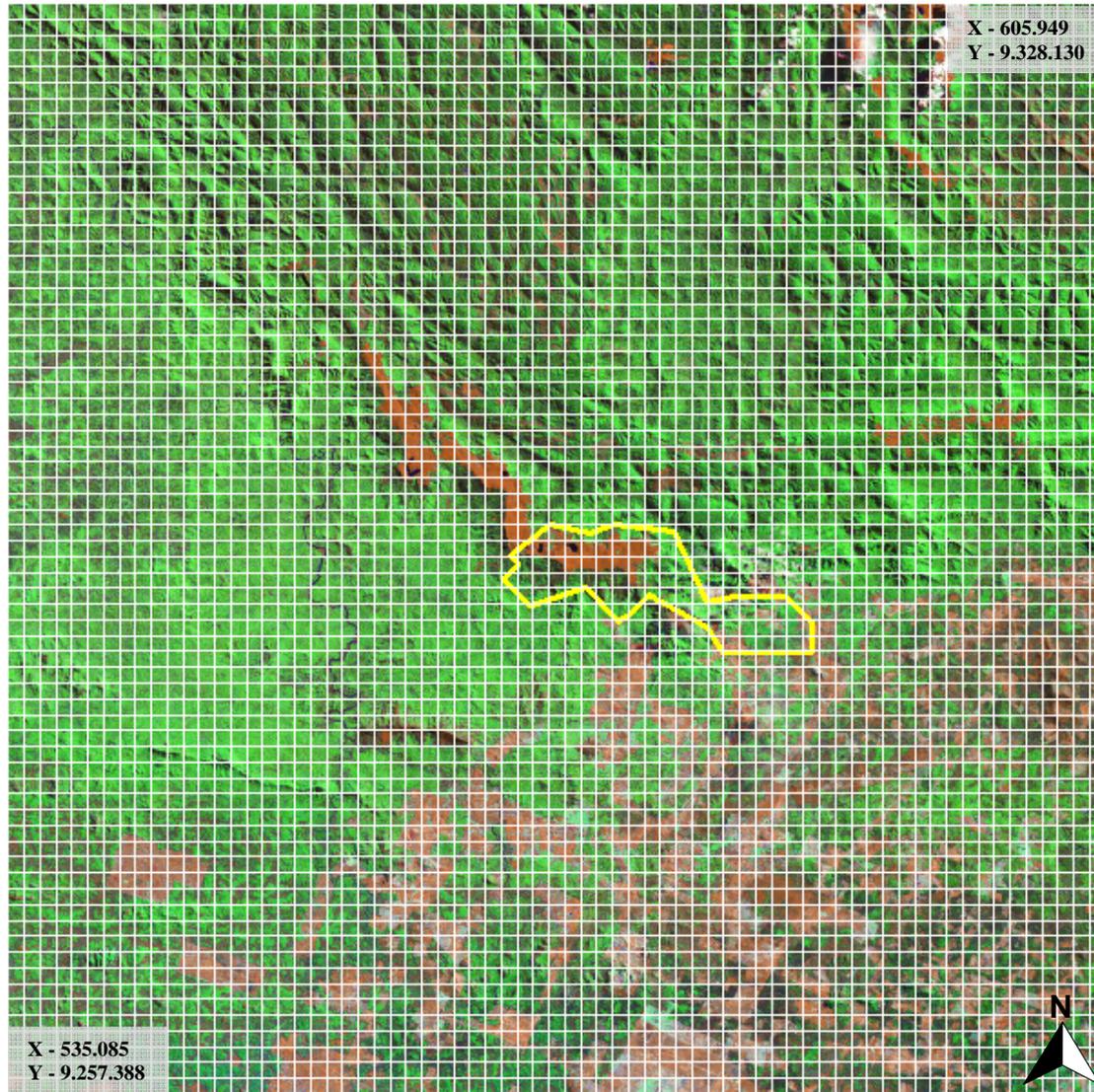
Legenda:

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,6 km

**FIGURA 1.2 - Relevo Médio da AID – Resolução APROXIMADA DE 1.000 x 1.000 M**

Conforme já mencionado, para a aplicação do modelo matemático da dispersão de poluentes na atmosfera, a AID foi caracterizada como um domínio computacional e subdividido em células de aproximadamente 1.000 x 1.000 m, perfazendo um total de 4.761 pontos receptores analisados (69 colunas x 69 linhas). A **Figura 1.3** apresenta a malha computacional para a modelagem matemática utilizada neste estudo.



Legenda:

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,6 km

**FIGURA 1.3 - Malha Computacional do Modelo Matemático da Dispersão de Poluentes na Atmosfera- Resolução APROXIMADA DE 1000 x 1000 M**

### 1.3 Análise de Meteorologia Aplicada à Modelagem da Dispersão de Poluentes na Atmosfera

A qualidade do ar de uma determinada área é determinada por complexos fenômenos envolvendo a quantidade, regime e condições de lançamento de poluentes por fontes emissoras influentes, além de mecanismos de remoção, transformação e dispersão desses poluentes na massa de ar. Desta forma, as condições meteorológicas de micro e mesoescala exercem um papel determinante na frequência, duração e concentração dos poluentes a que estão expostos os possíveis receptores situados na área de influência direta dessas fontes.

As variáveis meteorológicas comumente medidas em estações de superfície são a direção e a velocidade do vento, o desvio padrão de direção do vento ( $\sigma\theta$ ), a radiação solar, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar, a temperatura e a pressão atmosférica.

Entretanto, para a execução da modelagem matemática da dispersão dos poluentes na atmosfera com o modelo AERMOD, é necessária a utilização de parâmetros que, via de regra, não são mensurados em estações meteorológicas de superfície existentes no Brasil.

Diante da carência do conjunto de dados meteorológicos necessários para aplicação do AERMOD, foi utilizada uma abordagem metodológica de vanguarda para suprimento de informações da meteorologia local, fazendo uso de modernos métodos de simulação meteorológica de mesoescala. Nesta tarefa, o modelo meteorológico de previsão numérica MM5, desenvolvido pela *Pennsylvania State University / National Center for Atmospheric Research Numerical (PSU/NCAR Meso-scale Model)*, foi utilizado para reproduzir as condições atmosféricas (meteorológicas) da área demarcada, ao nível do solo e em diversas altitudes (níveis de pressão atmosférica). Informações meteorológicas históricas de reanálise, obtidas junto ao NCEP (*National Centers for Environmental Prediction-USA*), foram utilizadas como base para alimentação do modelo MM5.

A modelagem com o MM5 exige o processamento em computadores de alto desempenho (cluster), o que por sua vez também impõe uma limitação ao tamanho do período de dados a ser reproduzido. Desta forma, optou-se pela reprodução completa da base de dados meteorológicos relativo ao período de 2 anos, mais especificamente os anos de 2005 e 2006, tomados como médias horárias, 24 horas por dia. Este conjunto de dados foi utilizado para o prognóstico da dispersão dos poluentes atmosféricos do Projeto Ferro Carajás S11D.

Para suprir de informações o modelo meteorológico de mesoescala, foram utilizados dados providos por modelos globais, compilados num acervo de reanálises. É importante distinguir as definições de análise e reanálise. Na prática da meteorologia moderna, a denominação análise é referente aos procedimentos de interpolação dos dados observados (nas estações em pontos aleatoriamente distribuídos sobre a esfera terrestre e em alturas diversas e também aleatórias) em matrizes tridimensionais previamente definidas. Esta interpolação é feita com a utilização de um modelo numérico global da atmosfera, que permite um processamento gráfico e analítico dessas informações, sendo imprescindível para a inserção dos dados observados em modelos numéricos regionais. As reanálises são projetos específicos de grandes centros mundiais de meteorologia operacional, nos quais uma determinada versão de um modelo atmosférico global é utilizada para a reconstrução de análises num longo período de tempo, permitindo assim o uso confiável das séries temporais produzidas, uma vez que as eventuais variações nestas séries não se devem a mudanças nos modelos utilizados.

A partir dos campos meteorológicos calculados pela simulação tridimensional de mesoescala, foram geradas séries históricas representativas para a AID do empreendimento contendo 17.520 registros médios horários, referentes aos anos de 2005 e 2006, para cada um dos parâmetros apresentados na **Tabela 1.2**, que relaciona os dados meteorológicos necessários para a execução do modelo AERMOD.

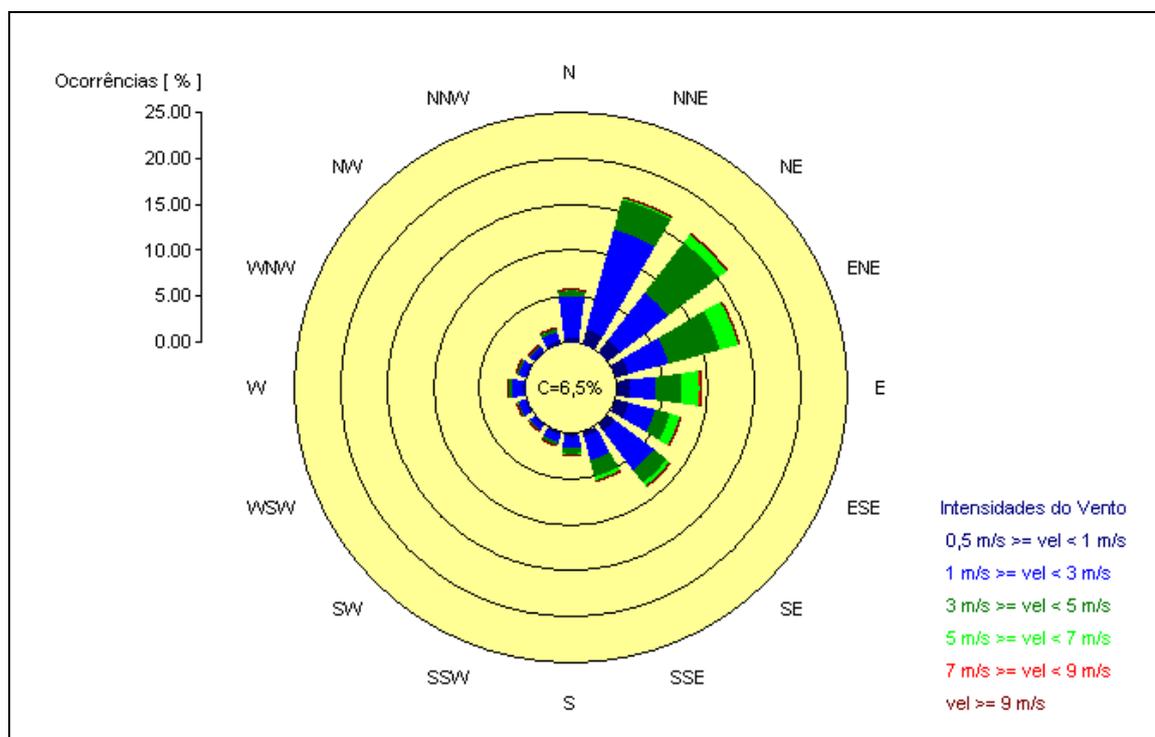
**TABELA 1.2**

**INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS PELO MODELO AERMOD E  
CALCULADAS PELA SIMULAÇÃO METEOROLÓGICA DE MESOESCALA -  
MODELO MM5**

<b>Parâmetros Meteorológicos</b>
Altura da camada limite convectiva
Altura da camada limite mecânica
Comprimento do Monin-Obukhov
Velocidade do Vento
Direção do vento
Radiação solar global
Escala de velocidade convectiva
Fluxo de calor latente
Temperatura do ar
Fluxo de calor sensível
Gradiente vertical de temperatura potencial
Perfis verticais de direção e velocidade do vento
Perfis verticais de temperatura do ar
Velocidade de fricção

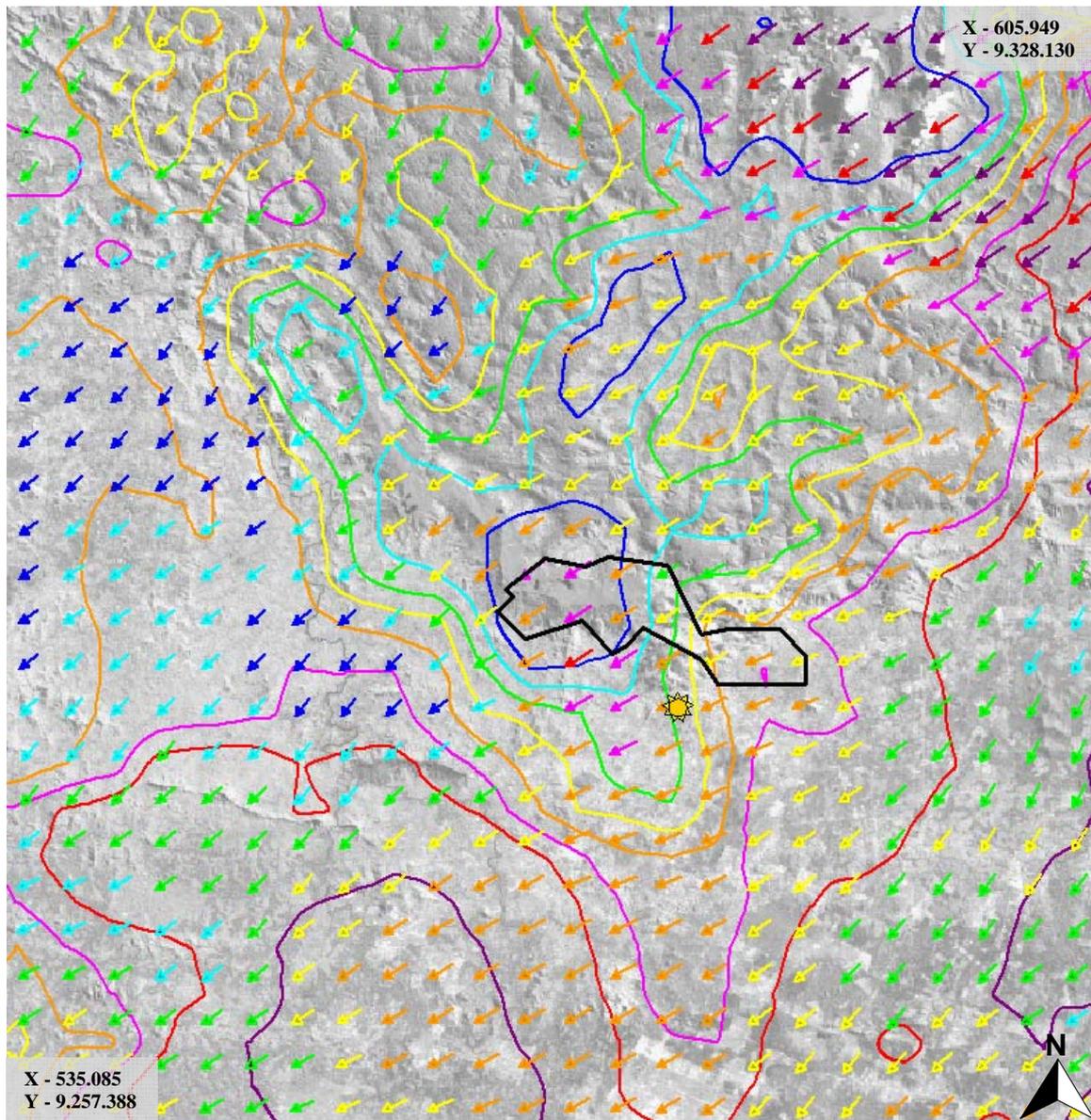
Após a geração dos campos meteorológicos de mesoescala, estes dados foram extraídos para a aplicação do modelo de dispersão de poluentes sob a forma de séries temporais de variáveis meteorológicas ao nível da superfície e de perfis verticais, conforme necessidade de alimentação do modelo AERMOD, configurando assim uma estação meteorológica virtual posicionada próxima ao empreendimento, conforme apresentado na **Figura 1.4**, que além da localização da estação, apresenta um exemplo de campo de vento típico da AID associado a um campo de temperatura, ambos calculados com a utilização do MM5, apresentado a título de demonstração da capacidade de reprodução das condições meteorológicas de superfície.

O parâmetro vento próximo do nível do solo é altamente dependente de fatores de microescala, sendo que as características do relevo e do uso do solo do sítio e arredores da estação de monitoramento, em geral interferem nas medições realizadas. Os ventos de maior intensidade são menos suscetíveis a essas condições de superfície, ao contrário dos ventos fracos, cujas direções variam mais intensamente em decorrência de obstáculos e alterações da rugosidade do solo. O comportamento médio do vento (velocidade e direção) pode ser resumido numa representação gráfica denominada rosa dos ventos. A rosa dos ventos apresentada a seguir foi gerada com base nas séries temporais de dados horários da estação meteorológica Virtual MM5. A **Figura 1.4** apresenta a rosa dos ventos obtida com base nos dados da estação meteorológica Virtual MM5 medidos no período de 01/01/2005 a 31/12/2006. Na rosa dos ventos observa-se que as direções mais frequentes são as norte-nordeste (NNE), nordeste (NE) e leste-nordeste (ENE). Os ventos apresentam-se de fraco a moderado, com velocidade média igual a 2,5 m/s (a 10 m do solo) e índice de calmaria de 6,5%.



**Figura 1.4 – Rosa dos Ventos da Estação Virtual MM5**

Os resultados obtidos pelo MM5 não são restritos a pontos discretos, mas obtidos para toda a região de estudo, conforme pode ser evidenciado na **Figura 1.5**, que apresenta um exemplo do campo de vento e temperatura modelado para o dia 05/01/2005 as 09:30. Para cada hora do período de 01/01/2005 a 31/12/2006, foram produzidos cenários meteorológicos representativos das condições ocorridas na região de estudo, formando uma ampla base de dados para a aplicação do modelo de dispersão atmosférica AERMOD.



Legenda

Vento	
	0,7 a <1,6 (M/S)
	1,6 a <2,2 (M/S)
	2,2 a <2,6 (M/S)
	2,6 a <3,1 (M/S)
	3,1 a <3,8 (M/S)
	3,8 a <4,4 (M/S)
	4,4 a <4,8 (M/S)
	4,8 a <5,8 (M/S)

Temperatura	
	300,0 (K)
	300,5 (K)
	301,0 (K)
	301,5 (K)
	302,0 (K)
	302,5 (K)
	303,0 (K)
	304,0 (K)

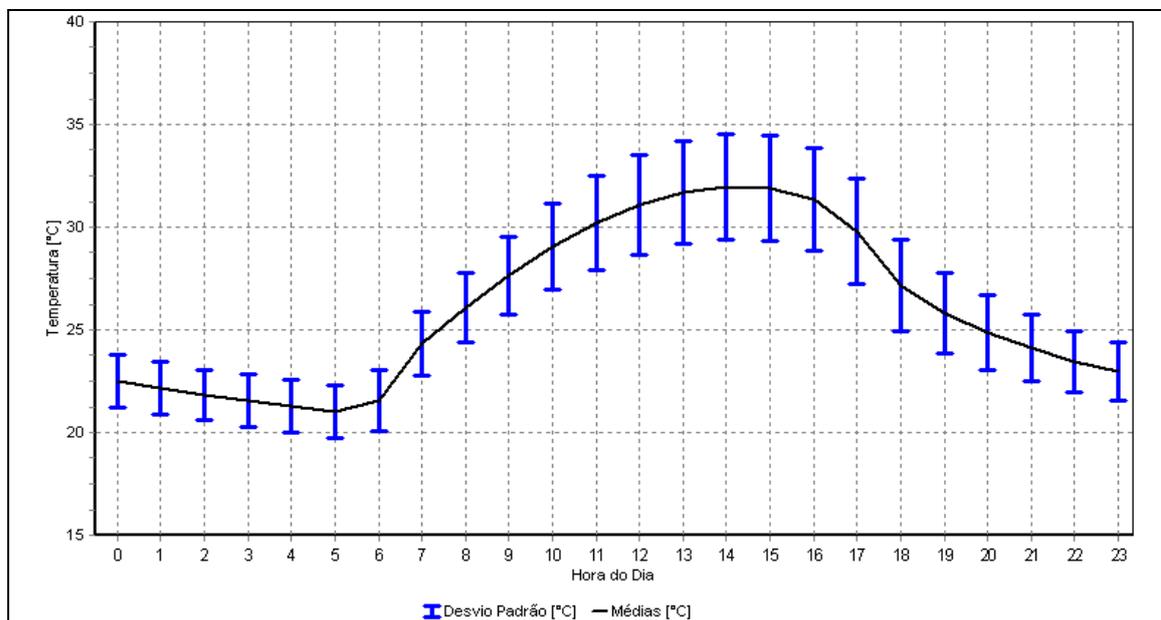
-  Limite do Projeto Ferro Carajás S11D
-  Estação Virtual MM5 – coordenadas (6,472018° S; -50,288608° W)

Escala: 0 9,3 km

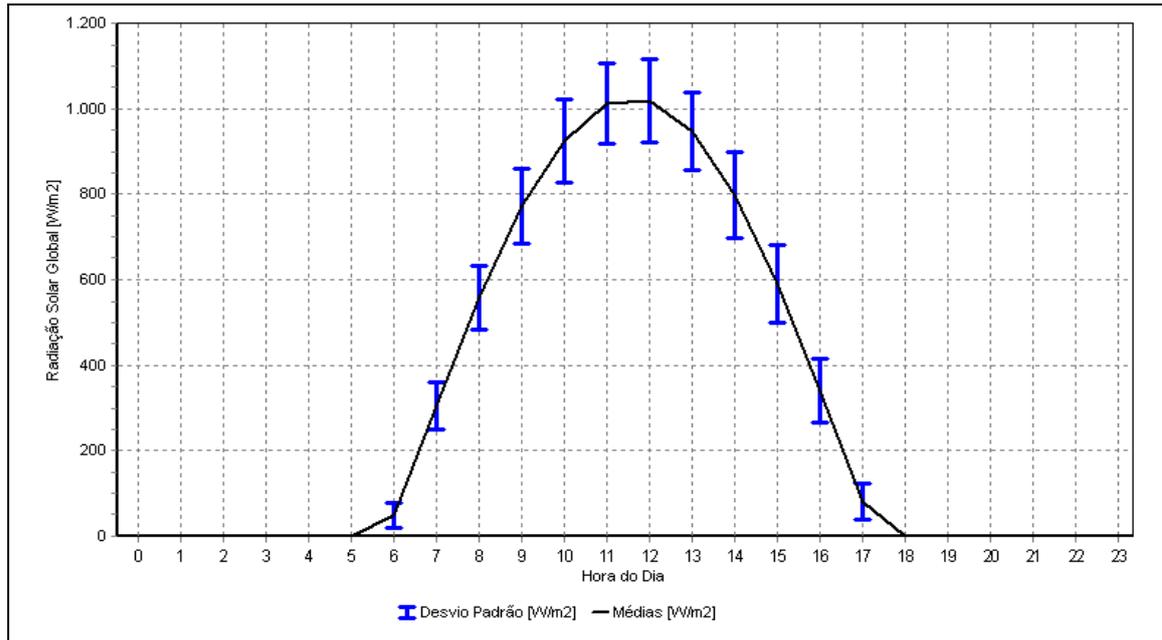
**FIGURA 1.5 - Exemplo de Campos de Vento e temperatura Obtidos com a Simulação de Mesoescala – dia 05/01/2007 09:30 H**

A caracterização meteorológica de mesoescala, elaborada com detalhes utilizando o modelo MM5, é composta por matrizes tridimensionais que contêm as variáveis citadas na **Tabela 1.3**, dentre outras. O resumo destas informações, utilizadas no modelo de dispersão atmosférica, é resumidamente apresentado na forma de curvas típicas extraídas do universo de dados modelados.

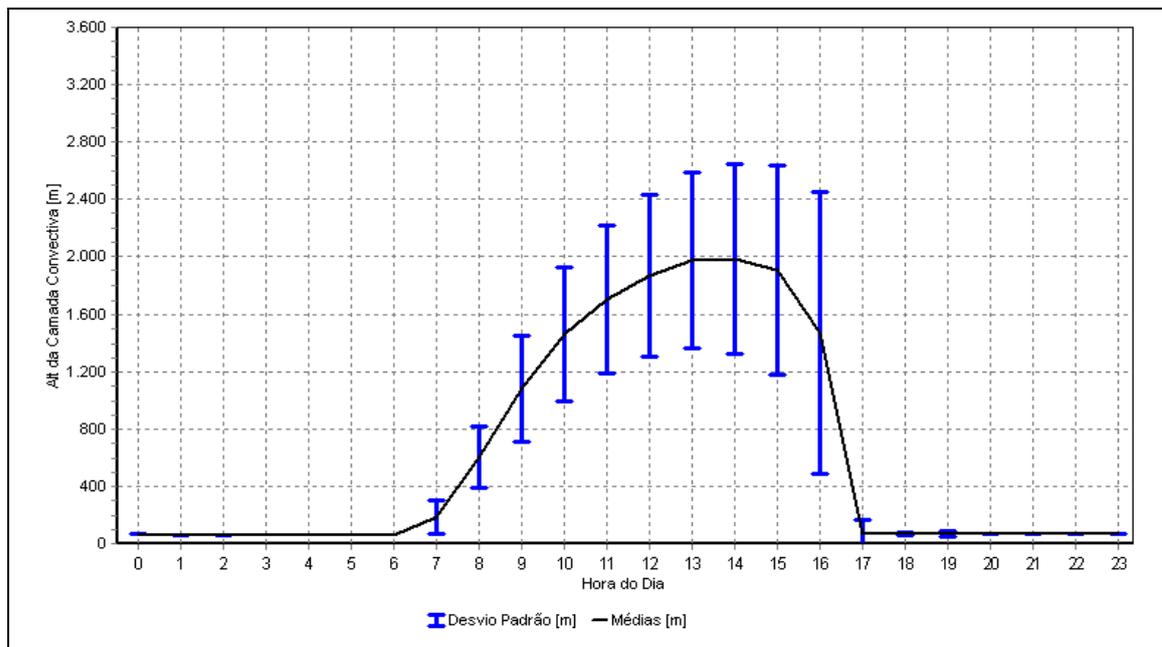
A **Figura 1.6** descreve a curva típica das médias horárias de temperatura do ar que ocorrem na região estudada. A curva típica das médias horárias de radiação solar é exibida na **Figura 1.7**. As curvas de comportamento das médias horárias de altura da camada limite convectiva e altura da camada limite mecânica são apresentadas nas **Figuras 1.8 e 1.9**, respectivamente.



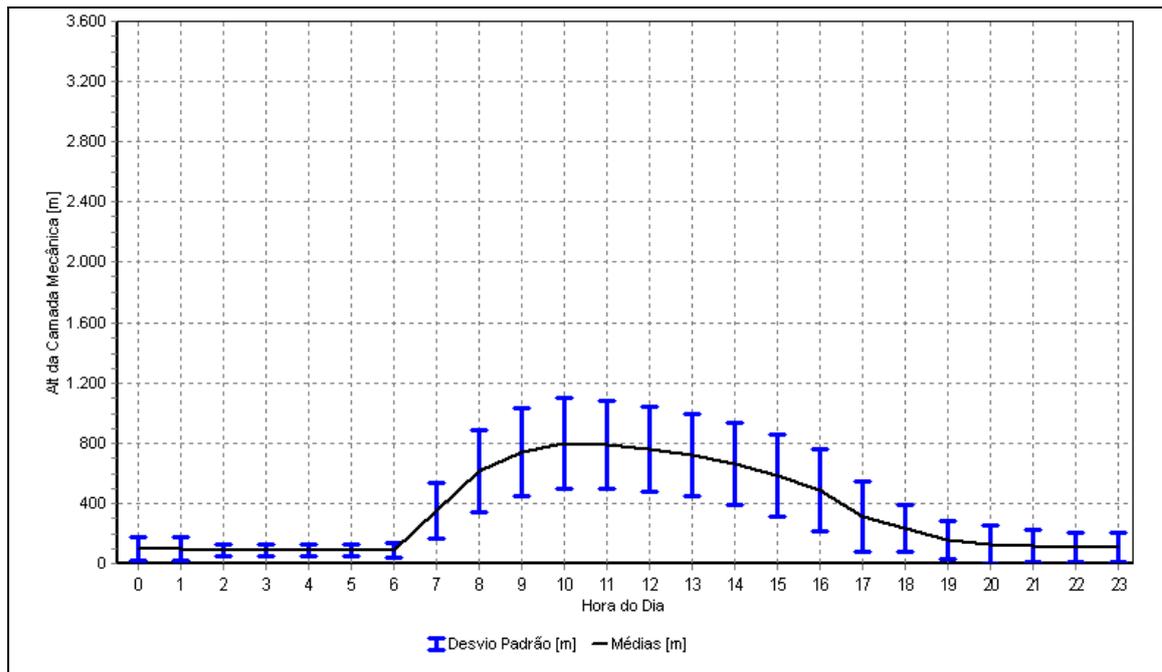
**FIGURA 1.6 – Médias Horárias Típicas da Temperatura do Ar - Estação Virtual MM5**



**FIGURA 1.7 – Médias Horárias Típicas de Radiação Solar - Estação Virtual MM5**



**FIGURA 1.8 – Médias Horárias Típicas da Altura da Camada Limite Convectiva – Estação Virtual MM5**



**FIGURA 1.9 – Médias Horárias Típicas da Altura da Camada Limite Mecânica - Estação Virtual MM5**

## 1.4 Inventário das Emissões de Poluentes Atmosféricos

Nesta seção, as fontes emissoras de poluentes atmosféricos relacionadas com o Projeto Ferro Carajás S11D, são detalhadamente identificadas, caracterizadas e suas emissões de poluentes quantificadas.

Os poluentes considerados no inventário de emissões atmosféricas são aqueles ditos convencionais, e/ou regulamentados pela Resolução Conama 03/1990 (que estabelece padrões primários e secundários de qualidade do ar a serem obedecidos na região do empreendimento), e/ou são precursores da formação de poluentes secundários na atmosfera. São eles o material particulado (MP), material particulado menor que 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{MP}_{10}$ ), dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV). A escolha desses parâmetros é ainda justificada pela significância de suas emissões nas tipologias de fontes das atividades produtivas existentes e a serem instaladas.

O poluente ozônio ( $\text{O}_3$ ) não é considerado nos inventários de emissões do presente estudo por não ser emitido em nenhuma fonte emissora prevista. O ozônio da troposfera é um poluente secundário, formado por complexas reações fotoquímicas, com a participação dos óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis e outros catalisadores disponíveis na baixa atmosfera. Vale ressaltar que, ao serem emitidos na atmosfera, o MP e o  $\text{MP}_{10}$  passam a ser denominados de partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI), respectivamente.

A quantificação das emissões dos poluentes relevantes para cada fonte foi realizada segundo o protocolo do EIIP (*Emission Inventory Improvement Program*) da EPA (*Environmental Protection Agency*), complementada e consistida por informações de projeto e dados técnicos dos equipamentos. O inventário de emissões atmosféricas do Projeto Ferro Carajás S11D foi obtido com base na aplicação de fatores de emissão específicos associados a dados de produção fornecidos pela Vale, na Caracterização do Empreendimento. As taxas de emissão calculadas consideram, além dos dados de produção e fatores de emissão, a atenuação sazonal sobre o material particulado que ocorre em função do regime pluviométrico da região.

Devido aos tipos de fontes emissoras identificados em atividades de exploração mineral a céu aberto, o material particulado (MP e  $\text{MP}_{10}$ ) ou poeira, recebem ênfase especial, por se tratar do poluente emitido em maior escala, e que conseqüentemente apresenta maior potencial de degradação da qualidade do ar da área estudada.

### 1.4.1 Tipologia de Fontes Inventariadas

#### a) Áreas Suscetíveis à Erosão Eólica

São fontes que, sujeitas à ação do vento, sofrem erosão superficial emitindo poeira, mesmo que não apresentem movimentação de material.

O principal mecanismo de emissão em uma área erodível exposta é o arraste eólico das partículas finas e livres existentes nas superfícies expostas. A emissão de MP e  $\text{MP}_{10}$  em uma área exposta têm como variáveis importantes para a sua caracterização:

- dimensão da área exposta;
- teor de finos do material superficial;
- teor de umidade do material da superfície;
- velocidade do vento;
- precipitação pluviométrica.

#### **b) Pilhas de Materiais**

A formação de pilhas de materiais, o que normalmente ocorre a céu aberto, é inerente às operações de manuseio de grandes quantidades de materiais fragmentados.

As emissões de poeira em pilhas ocorrem nas diversas fases do ciclo de estocagem de material: (1) carregamento da pilha, (2) erosão eólica e (3) retirada de material da pilha. A movimentação de caminhões e equipamentos de carga e descarga sobre a pilha ou ao seu redor também provoca emissão de poeira.

A quantidade de poeira emitida por uma pilha de materiais fragmentados varia em função da quantidade de material movimentado e ainda:

- área superficial da pilha;
- idade da pilha;
- teor de umidade do material superficial;
- teor de finos do material superficial;
- geometria da pilha e sua suscetibilidade à ação dos ventos;
- velocidade do vento incidente na pilha;
- precipitação pluviométrica.

A idade da pilha é determinada pelo tempo decorrido após a sua formação (ou última perturbação). Em geral, quando uma pilha está em formação ou quando está havendo movimentação da mesma, o seu potencial de emissão de MP atinge o nível máximo. Materiais finos porventura existentes na superfície da pilha são facilmente arrastados e lançados na atmosfera pelas correntes de vento incidentes. À medida que os materiais mais finos vão sendo arrastados, permanecem sobre a superfície da pilha os materiais de maior granulometria, cujo arraste é mais difícil. Se não ocorrerem novas perturbações na pilha, com o passar do tempo, a emissão de MP tende a zero, exceto se todo o material da pilha apresentar granulometria muito fina.

A umidade causa a agregação dos materiais finos na superfície das partículas mais grossas reduzindo o potencial de emissão.

As emissões das pilhas de materiais foram calculadas com base em modelos recomendados pela EPA.

Deve ser observado que a emissão de poeira nas pilhas de materiais varia substancialmente em função de condições meteorológicas, tais como velocidade do vento incidente na pilha e ocorrência de chuvas. Assim sendo, as taxas de emissão de MP em pilhas de materiais podem variar tão dinamicamente quanto à própria meteorologia do local.

### **c) Frentes de Lavra a Céu Aberto**

As emissões de poeira provenientes das frentes de lavra geralmente ocorrem devido à movimentação do material lavrado.

Em uma frente de lavra os minérios e estéreis são constantemente removidos das bancadas por escavadeiras que alimentam caminhões. Essa intensa movimentação de material fragmentado proporciona a desagregação da fração fina porventura existente no minério e estéreis, sendo lançada para a atmosfera. Além disso, a operação e movimentação das escavadeiras, pás-carregadeiras e tratores movidos a diesel resultam na emissão de gases de combustão para a atmosfera.

Outra fonte descontínua de emissão de poeira nas frentes de lavra são as explosões para o desmonte a fogo das bancadas, geralmente necessárias onde o solo ou mineral é mais compacto ou em rochas sãs. Esta operação antecede a retirada de minérios com as escavadeiras. Os explosivos são instalados a uma certa profundidade ao longo do trecho a ser preparado para lavra. As ondas de choque provocadas pela explosão ocasionam o lançamento de partículas ao ar. Além disso, há também a geração de gases resultantes da reação química dos explosivos utilizados, que também são lançados na atmosfera.

As principais variáveis para a quantificação das emissões de detonação são:

- consumo de explosivo;
- tipo de explosivo;
- número de detonações por dia;
- volume da região detonada.

As principais variáveis para quantificação das emissões de escavação são:

- tempo de escavação por dia;
- consumo de combustível dos equipamentos utilizados em operações de escavação;
- quantidade de material lavrado;
- umidade do material lavrado;
- teor de finos do material lavrado.

### **d) Vias Pavimentadas e Não Pavimentadas**

Quando um veículo trafega em uma via não pavimentada, o atrito e a pressão das rodas na superfície causa a pulverização do material. Partículas agarram e soltam-se das rodas dos veículos, e a superfície da via fica exposta a correntes turbulentas de ar que ocorrem na passagem do veículo e durante a incidência de vento.

A quantidade de MP emitida em uma via de tráfego não pavimentada varia linearmente com o volume de tráfego incidente sobre a mesma e com a velocidade de tráfego.

Além da emissão por tráfego de veículos, a via de tráfego também está sujeita ao arraste eólico, assim como ocorre em uma área erosiva exposta. A movimentação dos caminhões nas minas resulta ainda na emissão de gases para a atmosfera provenientes da combustão dos motores.

A pavimentação de uma via de tráfego, por si só, consiste em uma medida de controle de emissão. Em geral, as emissões de material particulado de uma via pavimentada são 90 % menores que uma via não pavimentada com mesmo fluxo de tráfego.

Todavia, para que a pavimentação da via seja considerada como um controle de emissão de material particulado, a superfície da mesma deverá ser mantida livre de material particulado depositado. Assim, para a garantia de redução das emissões de partículas em vias pavimentadas é necessário que a superfície seja mantida livre de partículas, através do acionamento de ações de limpeza tais como, lavagem e /ou varrição.

As vias de tráfego, além das emissões de MP, contribuem para o lançamento de gases de combustão para a atmosfera, devido à queima de combustíveis pelos veículos.

São variáveis importantes para a quantificação das emissões de poeira em vias de tráfego:

- consumo de combustível dos veículos;
- tipo de combustível utilizado;
- fluxo dos veículos;
- massa média dos veículos que trafegam na via;
- umidade superficial da via;
- teor de finos da superfície da via.

#### **e) Britagem e Peneiramento do Minério**

A movimentação do material no britador e na peneira faz com que as partículas finas de poeira contida no minério se desagreguem, com conseqüente geração de MP. As características construtivas desses equipamentos, geralmente confinados, reduzem a emissão de poeira para o ambiente.

São variáveis importantes para a caracterização das emissões de material particulado no processo de beneficiamento:

- quantidade movimentada de material;
- umidade do material a ser beneficiado;
- sistema de carregamento dos britadores;
- altura de queda do material nas transferências.

#### **f) Transferência de Materiais**

O transporte dos minérios, no circuito de beneficiamento, é realizado por meio de correias transportadoras. Ocorre ainda transferência de materiais nas operações de carregamento e descarregamento de caminhões.

As principais variáveis para a caracterização desse tipo de fonte emissora são:

- quantidade movimentada de material;
- umidade do material transportado;

- altura de queda do material;
- velocidade do vento incidente.

#### 1.4.2 Taxas de Emissão de Poluentes Atmosféricos do Projeto Ferro Carajás S11D

O inventário de emissões atmosféricas do Projeto Ferro Carajás S11D foi elaborado com base nos tipos de fontes emissoras descritos na **Tabela 1.5**. Considerando as práticas e intensidades de controle das emissões de material particulado adotadas pelo empreendimento, a totalização das emissões atmosféricas previstas para as atividades do Projeto Ferro Carajás S11D é apresentada na **Tabela 1.4**.

**TABELA 1.4**

**TAXAS TOTAIS DE EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS - PROJETO FERRO CARAJÁS S11D – FASE DE OPERAÇÃO**

Poluente	Taxa de Emissão [kg/h]
Material Particulado	326,9
Material Particulado <10µm	109,5
Dióxido de Enxofre	29,7
Óxidos de Nitrogênio	148,7
Monóxido de Carbono	217,5
Compostos Orgânicos Voláteis	20,4

A **Tabela 1.5** apresenta as informações detalhadas das fontes emissoras de poluentes atmosféricos do Projeto Ferro Carajás S11D para a fase de operação do empreendimento. Para a modelagem das emissões atmosféricas e avaliação dos impactos na qualidade do ar, as fontes difusas inventariadas foram integradas em grandes grupos de fontes, de forma a otimizar a execução do modelo. A **Tabela 1.6** apresenta o inventário em síntese, utilizado na modelagem atmosférica.

**TABELA 1.5**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

Fonte Emissora	X	Y	MP [mg/s]	MP <sub>10</sub> [mg/s]	SO <sub>2</sub> [mg/s]	NO <sub>x</sub> [mg/s]	CO [mg/s]	COV [mg/s]
ÁREA EXPOSTA - MINA SS1	574.794	9.291.780	183,7	6,8	-	-	-	-
ÁREA EXPOSTA - MINA SS2	576.231	9.292.531	282,2	23,9	-	-	-	-
ÁREA EXPOSTA - MINA SS3	576.617	9.293.303	547,9	20,2	-	-	-	-
ÁREA EXPOSTA - PILHA ESTÉRIL 1	577.628	9.291.329	122,5	1,2	-	-	-	-
ÁREA EXPOSTA - PILHA ESTÉRIL 2	574.316	9.290.570	85,0	0,8	-	-	-	-
ÁREA EXPOSTA - PILHA ESTÉRIL 3	569.599	9.291.120	51,0	0,5	-	-	-	-
BRITADOR - BRITAGEM SECUNDÁRIA	583.142	9.287.828	637,6	318,8	-	-	-	-
BRITADOR - BRITAGEM TERCIÁRIA	583.359	9.287.625	318,8	159,4	-	-	-	-
BRITADOR - BSM 1	577.129	9.293.026	212,5	106,3	-	-	-	-
BRITADOR - BSM 2	576.126	9.291.818	212,5	106,3	-	-	-	-
BRITADOR - BSM 3	575.510	9.291.308	212,5	106,3	-	-	-	-
DETONAÇÃO MINA SS1	574.845	9.291.778	2,2	1,2	126,8	1.014,7	4.312,5	
DETONAÇÃO MINA SS2	576.338	9.292.549	14,8	7,7	126,8	1.014,7	4.312,5	
DETONAÇÃO MINA SS3	576.551	9.293.337	11,5	6,0	126,8	1.014,7	4.312,5	
ESCAVAÇÃO SS1	574.901	9.291.823	306,4	228,9	773,6	3.764,4	4.672,6	556,6
ESCAVAÇÃO SS2	576.284	9.292.530	306,4	228,9	773,6	3.764,4	4.672,6	556,6
ESCAVAÇÃO SS3	576.661	9.293.295	306,4	228,9	773,6	3.764,4	4.672,6	556,6
PENEIRA - PENEIRAMENTO PRIMÁRIO	583.248	9.287.842	637,6	318,8	-	-	-	-
PENEIRA - PENEIRAMENTO SECUNDÁRIO	582.903	9.287.348	637,6	318,8	-	-	-	-
PILHA DE EMERGÊNCIA SS1	577.130	9.293.061	3,7	0,1	-	-	-	-
PILHA DE EMERGÊNCIA SS2	576.150	9.291.870	3,7	0,1	-	-	-	-
PILHA DE EMERGÊNCIA SS3	575.638	9.291.299	3,7	0,1	-	-	-	-
PILHA DE MINÉRIO 1	583.652	9.288.044	14,6	0,5	-	-	-	-
PILHA DE MINÉRIO 2	583.690	9.287.979	14,6	0,5	-	-	-	-
PILHA DE MINÉRIO 3	583.725	9.287.918	14,6	0,5	-	-	-	-

**TABELA 1.5**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

Fonte Emissora	X	Y	MP [mg/s]	MP <sub>10</sub> [mg/s]	SO <sub>2</sub> [mg/s]	NO <sub>x</sub> [mg/s]	CO [mg/s]	COV [mg/s]
PILHA DE REGULARIZAÇÃO DO BSM 1	577.264	9.292.947	3,7	0,1	-	-	-	-
PILHA DE REGULARIZAÇÃO DO BSM 2	576.213	9.291.774	3,7	0,1	-	-	-	-
PILHA DE REGULARIZAÇÃO DO BSM 3	575.625	9.291.215	3,7	0,1	-	-	-	-
PILHA FINOS 1	584.092	9.287.805	42,0	1,5	-	-	-	-
PILHA FINOS 2	584.132	9.287.751	42,0	1,5	-	-	-	-
PILHA FINOS 3	584.162	9.287.691	42,0	1,5	-	-	-	-
PILHA FINOS 4	584.193	9.287.636	42,0	1,5	-	-	-	-
TR - CT PEN SEC/ PRÉDIO 2 PEN SEC	582.900	9.287.359	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT PEN SEC/PRÉDIO 3 PEN SEC	582.934	9.287.300	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - BSM 1/CAMINHÃO 1	577.068	9.292.935	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 1/CAMINHÃO 2	577.055	9.292.918	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 1/CAMINHÃO 3	577.072	9.292.918	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 2/CAMINHÃO 4	576.088	9.291.765	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 2/CAMINHÃO 5	576.108	9.291.746	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 2/CAMINHÃO 6	576.131	9.291.720	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 3/CAMINHÃO 7	575.424	9.291.294	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 3/CAMINHÃO 8	575.475	9.291.288	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - BSM 3/CAMINHÃO 9	575.509	9.291.277	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 1/PILHA REGULARIZAÇÃO 1	577.139	9.293.086	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 2/PILHA REGULARIZAÇÃO 1	577.144	9.293.086	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 3/PILHA REGULARIZAÇÃO 1	577.149	9.293.086	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 4/PILHA REGULARIZAÇÃO 2	576.046	9.291.908	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 5/PILHA REGULARIZAÇÃO 2	576.094	9.291.910	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 6/PILHA REGULARIZAÇÃO 2	576.121	9.291.907	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 7/PILHA REGULARIZAÇÃO 3	575.643	9.291.334	20,3	9,7	-	-	-	-

**TABELA 1.5**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

Fonte Emissora	X	Y	MP [mg/s]	MP <sub>10</sub> [mg/s]	SO <sub>2</sub> [mg/s]	NO <sub>x</sub> [mg/s]	CO [mg/s]	COV [mg/s]
TR - CAMINHÃO 8/PILHA REGULARIZAÇÃO 3	575.638	9.291.305	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO 9/PILHA REGULARIZAÇÃO 3	575.640	9.291.287	20,3	9,7	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO ESTÉRIL 1/PILHA ESTÉRIL 1	577.711	9.291.432	31,1	14,8	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO ESTÉRIL 2/PILHA ESTÉRIL 2	574.534	9.290.598	31,1	14,8	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO ESTÉRIL 3/PILHA ESTÉRIL 3	569.857	9.291.039	31,1	14,8	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO SS1/BSM3	575.637	9.291.367	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO SS2/BSM 2	576.050	9.291.790	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CAMINHÃO SS3/BSM 1	577.055	9.292.935	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT 1 BRIT SEC A/PÁTIO REGULARIZAÇÃO 1	583.656	9.288.053	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT 2 BRIT SEC A/PÁTIO REGULARIZAÇÃO 2	583.690	9.287.979	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT 3 BRIT SEC A/PÁTIO REGULARIZAÇÃO 3	583.719	9.287.925	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT BRIT TERC/PRÉDIO 1 BRIT TERC	583.334	9.287.667	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - CT BRIT TERC/PRÉDIO 2 BRIT TERC	583.379	9.287.628	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - CT BRIT TERC/PRÉDIO 3 BRIT TERC	583.416	9.287.541	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - CT BSM 1/TR 2011KS-09	577.197	9.293.033	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT BSM 2/TR 2011KS-09	577.121	9.289.682	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT BSM 3/TR 2011KS-11	576.329	9.290.905	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - CT LINHA CARREGAMENTO/LINHAS DE EMBARQUES	584.332	9.287.245	183,1	86,9	-	-	-	-
TR - CT PEN SEC/ PRÉDIO 1 PEN SEC	582.861	9.287.425	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - MINA SS1/ CAMINHÃO SS1	574.788	9.291.759	92,2	43,7	-	-	-	-
TR - MINA SS2/CAMINHÃO SS2	576.224	9.292.569	92,2	43,7	-	-	-	-
TR - MINA SS3/CAMINHÃO SS3	576.622	9.293.366	92,2	43,7	-	-	-	-
TR - PÁTIO DE REGULARIZAÇÃO 1/CT PEN SEC	582.778	9.287.332	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PÁTIO DE REGULARIZAÇÃO 2/CT PEN SEC	582.819	9.287.313	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PÁTIO DE REGULARIZAÇÃO 3/CT PEN SEC	582.778	9.287.297	61,0	29,0	-	-	-	-

**TABELA 1.5**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

Fonte Emissora	X	Y	MP [mg/s]	MP <sub>10</sub> [mg/s]	SO <sub>2</sub> [mg/s]	NO <sub>x</sub> [mg/s]	CO [mg/s]	COV [mg/s]
TR - PÁTIOS ESTOCAGEM 1 A 4/CT LINHA CARREGAMENTO	584.332	9.287.306	183,1	86,9	-	-	-	-
TR - PILHA REGULARIZAÇÃO 1/CT BSM 1	577.137	9.293.047	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PILHA REGULARIZAÇÃO 2/CT BSM 2	576.158	9.291.869	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PILHA REGULARIZAÇÃO 3/CT BSM 3	576.042	9.291.494	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 1 BRIT TER/CT PEN SEC	582.831	9.287.287	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 1 PEN SEC/CT BRIT TERC	583.247	9.287.582	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 1 PEN SEC/PÁTIO ESTOCAGEM 1	584.108	9.287.777	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 2 BRIT TER/CT PEN SEC	582.805	9.287.261	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 2 PEN SEC/CT BRIT TERC	583.275	9.287.582	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 2 PEN SEC/PÁTIO ESTOCAGEM 2	584.144	9.287.722	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 3 BRIT TER/CT PEN SEC	582.842	9.287.249	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 3 PEN SEC/CT BRIT TERC	583.304	9.287.587	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - PRÉDIO 3 PEN SEC/PÁTIO ESTOCAGEM 3	584.177	9.287.662	61,0	29,0	-	-	-	-
TR - SILO 1 BRIT SEC/CT 1 BRIT SEC A	583.197	9.287.767	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - SILO 2 BRIT SEC/CT 1 BRIT SEC A	583.223	9.287.731	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - SILO 3 BRIT SEC/CT 2 BRIT SEC A	583.247	9.287.772	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - SILO 4 BRIT SEC/CT 2 BRIT SEC A	583.285	9.287.738	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - SILO 5 BRIT SEC/CT 3 BRIT SEC A	583.308	9.287.779	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - SILO 6 BRIT SEC/CT 3 BRIT SEC A	583.339	9.287.756	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - TR 2011KS-09 E 11/TR 2011KS-13	578.624	9.288.884	183,1	86,9	-	-	-	-
TR - TR 2011KS-13/TR 2011KS-14	579.696	9.288.275	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - TR 2011KS-13/TR 2011KS-15	579.707	9.288.396	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - TR 2011KS-14/TR 2012KS-01	581.689	9.288.965	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - TR 2011KS-15/TR 2012KS-02	581.689	9.289.057	91,6	43,5	-	-	-	-
TR - TR 2012KS-01/SILO 1 BRIT SEC	583.115	9.287.823	30,5	14,5	-	-	-	-

**TABELA 1.5**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D**

Fonte Emissora	X	Y	MP [mg/s]	MP <sub>10</sub> [mg/s]	SO <sub>2</sub> [mg/s]	NO <sub>x</sub> [mg/s]	CO [mg/s]	COV [mg/s]
TR - TR 2012KS-01/SILO 2 BRIT SEC	583.178	9.287.857	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - TR 2012KS-01/SILO 3 BRIT SEC	583.241	9.287.891	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - TR 2012KS-02/SILO 4 BRIT SEC	583.159	9.287.811	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - TR 2012KS-02/SILO 5 BRIT SEC	583.236	9.287.836	30,5	14,5	-	-	-	-
TR - TR 2012KS-02/SILO 6 BRIT SEC	583.294	9.287.872	30,5	14,5	-	-	-	-
VIA MINA - USINA	580.275	9.289.339	421,1	134,4	0,4	26,3	36,3	5,6
VIA MINA SS1 - BSM3	575.260	9.291.921	22.208,7	7.182,7	1.512,0	7.357,7	9.132,8	1.087,9
VIA MINA SS1 - ESTÉRIL 3	572.909	9.291.030	2.904,0	939,1	196,9	958,2	1.189,4	141,7
VIA MINA SS2 - BSM2	576.045	9.292.317	23.748,4	7.682,0	1.624,5	7.905,3	9.812,4	1.168,9
VIA MINA SS2 - ESTÉRIL 2	575.396	9.291.556	3.245,0	1.049,0	218,0	1.060,9	1.316,8	156,9
VIA MINA SS3 - BSM1	576.618	9.293.386	4.611,3	1.490,5	309,4	1.505,8	1.869,0	222,6
VIA MINA SS3 - ESTÉRIL 1	577.111	9.292.382	24.600,1	7.955,9	1.673,7	8.144,8	10.109,8	1.204,3
<b>Total</b>		<b>[mg/s]</b>	90.819,4	30.415,0	8.236,1	41.296,4	60.421,8	5.657,7
		<b>[kg/h]</b>	326,9	109,5	29,7	148,7	217,5	20,4

Legenda:

- X coordenada UTM, SAD 69;
- Y coordenada UTM, SAD 69;
- MP taxa de emissão de material particulado;
- MP<sub>10</sub> taxa de emissão de material particulado na fração menor que 10 µm;
- SO<sub>2</sub> taxa de emissão de dióxido de enxofre;
- NO<sub>x</sub> taxa de emissão de óxidos de nitrogênio;
- CO taxa de emissão de monóxido de carbono;
- COV taxa de emissão de compostos orgânicos voláteis.

**TABELA 1.6**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D – AGRUPAMENTO DE FONTES EMISSORAS UTILIZADO NA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Fonte Emissora	X	Y	MP [mg/s]	MP <sub>10</sub> [mg/s]	SO <sub>2</sub> [mg/s]	NO <sub>x</sub> [mg/s]	CO [mg/s]	COV [mg/s]	
ÁREA EXPOSTA - PILHA ESTÉRIL 1	577.628	9.291.329	122,5	1,2	-	-	-	-	
ÁREA EXPOSTA - PILHA ESTÉRIL 2	574.316	9.290.570	85,0	0,8	-	-	-	-	
ÁREA EXPOSTA - PILHA ESTÉRIL 3	569.599	9.291.120	51,0	0,5	-	-	-	-	
BRITAGEM TERCIÁRIA	583.351	9.287.611	685,0	333,2	-	-	-	-	
BSM 1	577.174	9.293.015	525,2	251,4	-	-	-	-	
BSM 2	576.152	9.291.814	464,2	222,4	-	-	-	-	
BSM 3	575.560	9.291.297	403,1	193,4	-	-	-	-	
EMBARQUE DE MINÉRIO	584.252	9.287.300	366,2	173,8	-	-	-	-	
FONTE VIAS DE TRÁFEGO	574.157	9.291.514	81.317,5	26.299,2	5.534,5	26.932,8	33.430,1	3.982,3	
VIA MINA - USINA	580.275	9.289.339	421,1	134,4	0,4	26,3	36,3	5,6	
MINA SS1	574.794	9.291.780	584,5	280,6	900,4	4.779,1	8.985,1	556,6	
MINA SS2	576.231	9.292.531	695,6	304,2	900,4	4.779,1	8.985,1	556,6	
MINA SS3	576.617	9.293.303	958,0	298,8	900,4	4.779,1	8.985,1	556,6	
PÁTIO DE ESTOCAGEM	584.143	9.287.722	351,1	93,1	-	-	-	-	
PÁTIO DE REGULARIZAÇÃO	583.688	9.287.981	226,8	88,5	-	-	-	-	
PENEIRAMENTO PRIMÁRIO E BRITAGEM SECUNDÁRIA	583.213	9.287.784	1.641,4	811,4	-	-	-	-	
PENEIRAMENTO SECUNDÁRIO	582.866	9.287.325	1.095,4	536,1	-	-	-	-	
TR - 01 - 14 / 02 - 15	581.690	9.289.011	183,1	86,9	-	-	-	-	
TR - 13 - 14 / 15	579.701	9.288.370	183,1	86,9	-	-	-	-	
TR - CAMINHÃO ESTÉRIL 1/PILHA ESTÉRIL 1	577.711	9.291.432	31,1	14,8	-	-	-	-	
TR - CAMINHÃO ESTÉRIL 2/PILHA ESTÉRIL 2	574.534	9.290.598	31,1	14,8	-	-	-	-	
TR - CAMINHÃO ESTÉRIL 3/PILHA ESTÉRIL 3	569.857	9.291.039	31,1	14,8	-	-	-	-	
TR - CT BSM 2/TR 2011KS-09	577.121	9.289.682	61,0	29,0	-	-	-	-	
TR - CT BSM 3/TR 2011KS-11	576.329	9.290.905	61,0	29,0	-	-	-	-	
TR - PILHA REGULARIZAÇÃO 3/CT BSM 3	576.042	9.291.494	61,0	29,0	-	-	-	-	
TR - TR 2011KS-09 E 11/TR 2011KS-13	578.624	9.288.884	183,1	86,9	-	-	-	-	
<b>Total</b>			[mg/s]	90.819,4	30.415,0	8.236,1	41.296,4	60.421,8	5.657,7
			[kg/h]	326,9	109,5	29,7	148,7	217,5	20,4

Legenda:

- X coordenada UTM, SAD 69;
- Y coordenada UTM, SAD 69;
- MP taxa de emissão de material particulado;
- MP<sub>10</sub> taxa de emissão de material particulado na fração menor que 10 µm;
- SO<sub>2</sub> taxa de emissão de dióxido de enxofre;
- NO<sub>x</sub> taxa de emissão de óxidos de nitrogênio;
- CO taxa de emissão de monóxido de carbono;
- COV taxa de emissão de compostos orgânicos totais.

## 1.5 Modelagem Matemática da Dispersão Atmosférica de Poluentes

O modelo de dispersão utilizado foi o AERMOD (EPA, 2004), recomendado como regulatório pela EPA. Este modelo é um aprimoramento do modelo ISC3 (*Industrial Source Complex*), tendo sido apresentado pela EPA como o seu substituto a partir de 2006.

O AERMOD considera a pluma de poluentes em estado estacionário. Na camada limite estável (SBL), a distribuição da concentração é Gaussiana na vertical e horizontal. Contudo, na condição de camada limite convectiva (CBL) a distribuição horizontal é dada como Gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita por uma função de densidade probabilidade bigaussiana. O AERMOD também possibilita o cálculo da reentrada de poluentes lançados acima da camada limite.

Uma das principais melhorias trazidas pelo AERMOD em relação ao ISC3 é sua habilidade de caracterizar a CLP (camada limite planetária) através de informações de superfície e dados de estratificações das camadas simultaneamente. Neste estudo, para descrever as condições da atmosfera, o AERMOD utilizou os perfis verticais das variáveis meteorológicas geradas pelo modelo meteorológico numérico de mesoescala MM5.

### 1.5.1 Resultados da Modelagem Matemática da Dispersão de Poluentes na Atmosfera

Nesta seção é apresentado o prognóstico da qualidade do ar obtido por meio da modelagem matemática da dispersão de poluentes na atmosfera, que por sua vez utiliza o inventário de emissões descrito na **Tabela 1.6**.

As concentrações de influência do inventário de emissões do Projeto Ferro Carajás S11D foram calculadas como médias horárias para cada uma das horas calculadas pela modelagem MM5, conforme descrito na **Tabela 1.7**. Foram gerados aproximadamente 17.520 cenários médios horários para cada um dos 7 poluentes considerados (PTS, PI, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e COV). Após a geração dos cenários médios horários, o modelo utilizado procede a uma avaliação estatística dos resultados, de modo a obter as máximas e médias concentrações para cada uma das referências temporais consideradas no estudo.

A **Tabela 1.7** apresenta os principais resultados obtidos pela modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos da mina e usina. São apresentados os resultados relativos à contribuição do empreendimento na qualidade do ar da região de estudo e suas comparações com as concentrações limite estabelecidas pelos padrões primários de qualidade do ar da resolução Conama 03/1990.

Ressalta-se que as concentrações médias obtidas no modelo foram calculadas com base em um período de 2 anos (01/01/2005 – 31/12/2006).

**TABELA 1.7**

**MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES NA  
ATMOSFERA DECORRENTES DAS EMISSÕES DO PROJETO FERRO CARAJÁS  
S11D**

Poluente	Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup>	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Localização <sup>c</sup>
PTS [µg/m <sup>3</sup> ]	24 h	240	137,8	3,5 km a WSW
	Média anual	80 <sup>b</sup>	37,4	3,5 km a WSW
PI [µg/m <sup>3</sup> ]	24 h	150	45,0	3,5 km a WSW
	Média anual	50	12,2	3,5 km a WSW
SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	24 h	365	17,1	3,5 km a WSW
	Média anual	80	3,5	3,5 km a SW
NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	1 h	NA	305,5	4,0 km a NE
	Média anual	NA	17,5	3,5 km a SW
CO [µg/m <sup>3</sup> ]	1 h	40.000	497,2	4,0 km a NE
	8 h	10.000	350,3	3,5 km a WSW
	Média anual	NA <sup>b</sup>	25,9	3,5 km a SW
NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	1 h	320	211,3	4,0 km a NE
	Média anual	100	16,47	3,5 km a SW
COV [µg/m <sup>3</sup> ]	1 h	NA	39,4	4,0 km a NE
	Média anual	NA	2,4	3,5 km a WSW

Notas:

- a. padrão primário da qualidade do ar estabelecido pela Resolução Conama 03/1990;
  - b. média geométrica;
  - c. localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D;
- NA não aplicável.

Os cenários de qualidade do ar são apresentados para as referências temporais relacionadas com os padrões de qualidade do ar vigentes no Brasil. No caso de compostos orgânicos voláteis, que não possui padrão de qualidade do ar vigente no Brasil, os resultados foram apresentados com as referências temporais de 1 hora e anual.

A modelagem das concentrações de NO<sub>2</sub> foi realizada com a utilização da rotina OLM - *Ozone Limiting Method* (EPA, 2004) do AERMOD. As concentrações de NO<sub>x</sub> foram modeladas conservadoramente pelo modelo gaussiano, independentemente do equilíbrio entre o NO e o NO<sub>2</sub>.

Além dos resultados apresentados na forma de tabelas, são apresentados os resultados na forma gráfica considerando os níveis de concentração na região de estudo para cada uma das referências temporais. Essa apresentação gráfica das concentrações dos poluentes é denominada cenário de qualidade do ar. Os principais cenários de qualidade do ar podem ser descritos da seguinte forma:

- cenário de máximos por ponto receptor: máximas concentrações que ocorrem em cada célula da malha computacional. As máximas concentrações não necessariamente ocorrem

simultaneamente, isto é, são elencados os máximos acréscimos em cada uma das células que podem ocorrer em diferentes momentos. Sendo assim, esse cenário não representa uma única pluma de poluentes, mas sim é obtido através do agrupamento estatístico dos milhares de casos gerados pela modelagem;

- cenário de médias do período: cenário de concentrações médias de todo o período modelado. Esse cenário representa a referência temporal de longo prazo (anual) e possibilita a verificação das áreas mais frequentemente afetadas pelas emissões consideradas.

A seguir são apresentados os resultados da modelagem realizada para cada um dos poluentes considerados.

#### a) Partículas Totais em Suspensão

A **Tabela 1.8** apresenta as máximas concentrações modeladas para partículas totais em suspensão (PTS) dentro da AID e fora dos limites do empreendimento.

**TABELA 1.8**

#### MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA

Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup> [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Localização <sup>c</sup>
24 h	240	137,8	3,5 km WSW
Anual	80 <sup>b</sup>	37,4	3,5 km WSW

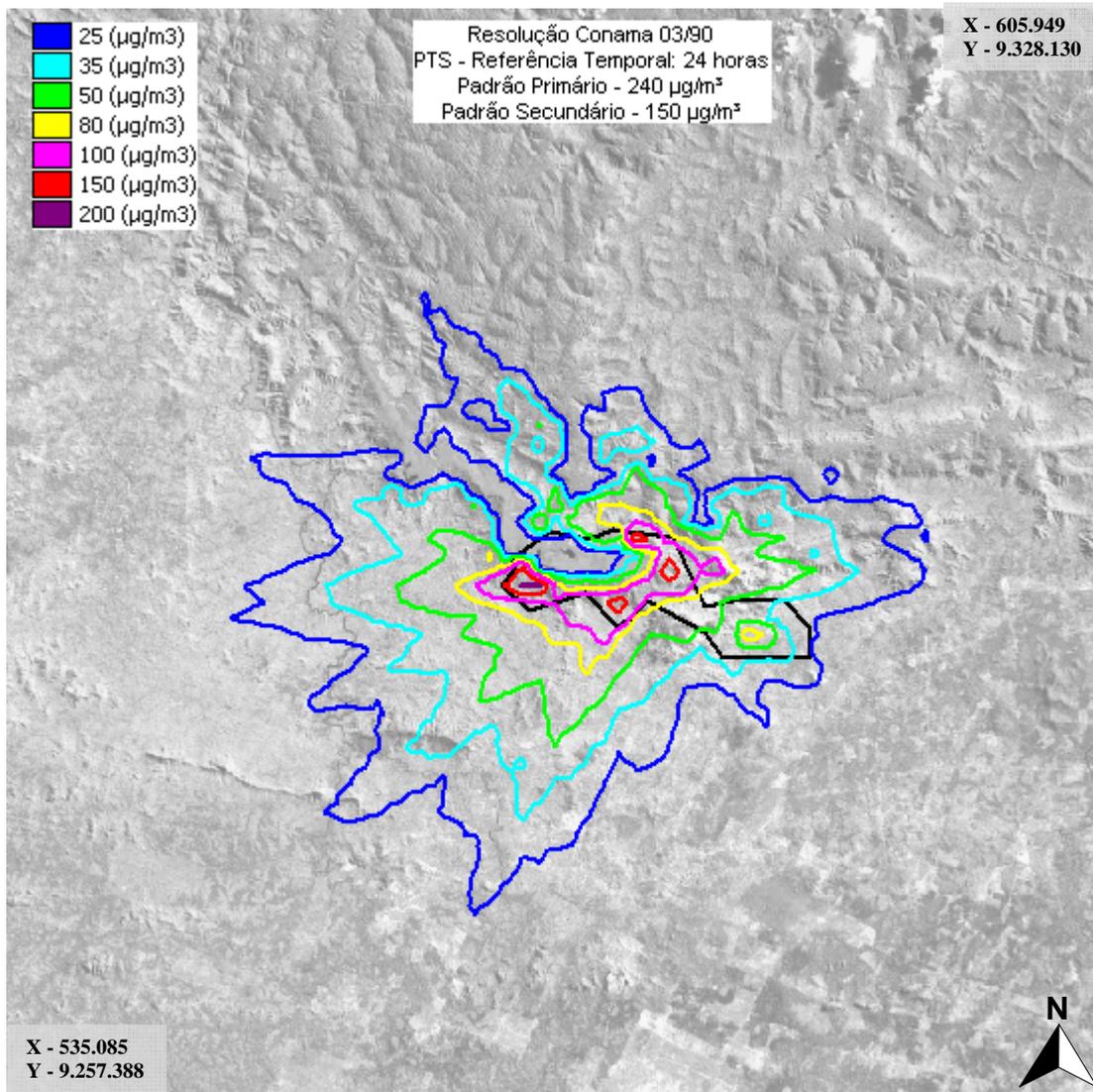
Notas:

- padrão primário da qualidade do ar com referência a Resolução Conama 03/1990;
- média geométrica anual;
- localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 1.8**, não foram observadas concentrações de acréscimo de PTS acima do padrão primário de qualidade do ar na Área de Influência Direta para as referências temporais analisadas (24 h e anual).

As **Figuras 1.10** e **1.11** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 24 horas por ponto receptor e o cenário de médias anuais para PTS.

As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático, para facilitar a visualização.

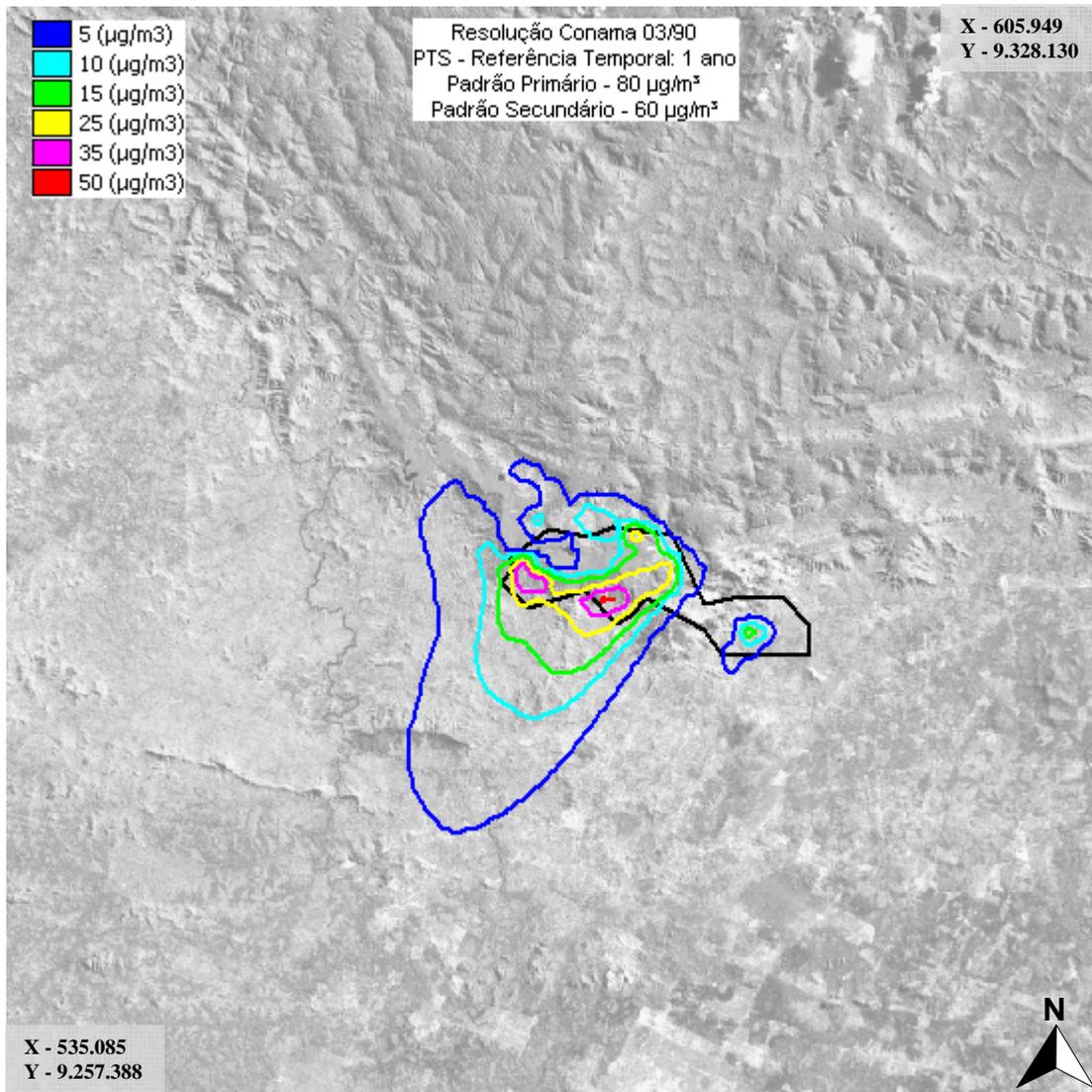


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.10 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de PTS por Ponto Receptor – Médias de 24 horas.**



Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.11 - Cenário de Concentrações Médias anuais de PTS.**

**b) Partículas Inaláveis**

A **Tabela 1.9** apresenta as máximas concentrações modeladas para partículas inaláveis (PI, menor que 10 µm) dentro da AID e fora dos limites do empreendimento.

**TABELA 1.9****MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS INALÁVEIS NA ATMOSFERA**

Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup> [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Localização <sup>b</sup>
24 horas	150	45,0	3,5 km WSW
Anual	50	12,2	3,5 km WSW

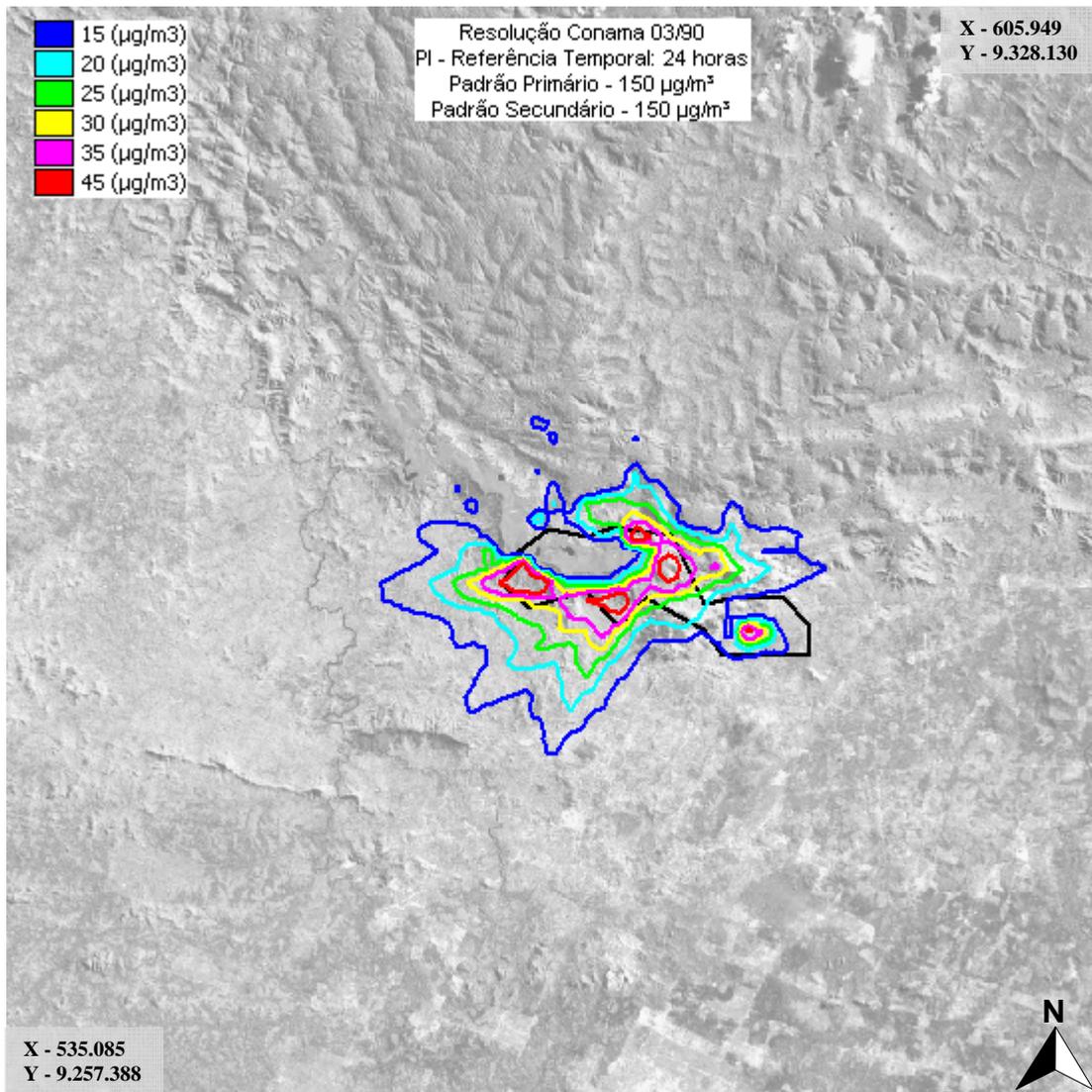
Notas:

- a. padrão primário da qualidade do ar com referência a Resolução Conama 03/1990;
- b. localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 1.9**, não foram observadas concentrações de acréscimo de PI acima do padrão primário de qualidade do ar na Área de Influência Direta para as referências temporais analisadas (24 h e anual).

As **Figuras 1.12** e **1.13** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 24 horas por ponto receptor e o cenário de médias anuais para PI.

As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático, para facilitar a visualização.

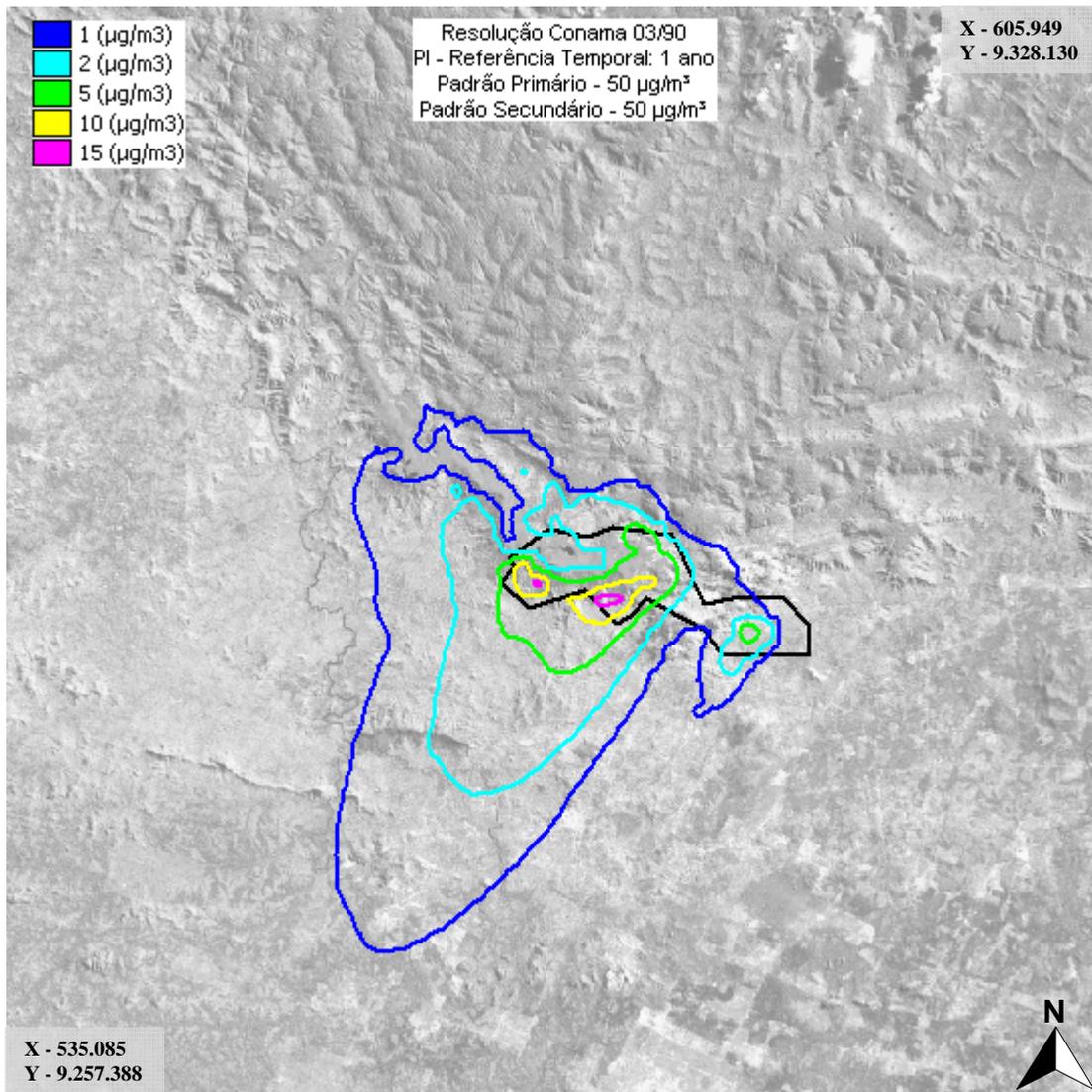


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.12 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de PI Por Ponto Receptor - Médias de 24 horas.**



Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.13 - Cenário de Concentrações Médias anuais de PI**

**c) Dióxido de Enxofre**

A **Tabela 1.10** apresenta as máximas concentrações modeladas para dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) dentro da AID e fora dos limites do empreendimento.

**TABELA 1.10****MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE DIÓXIDO DE ENXOFRE NA ATMOSFERA**

Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup> [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Localização <sup>b</sup>
24 horas	365	17,1	3,5 km WSW
Anual	80	3,5	3,5 km SW

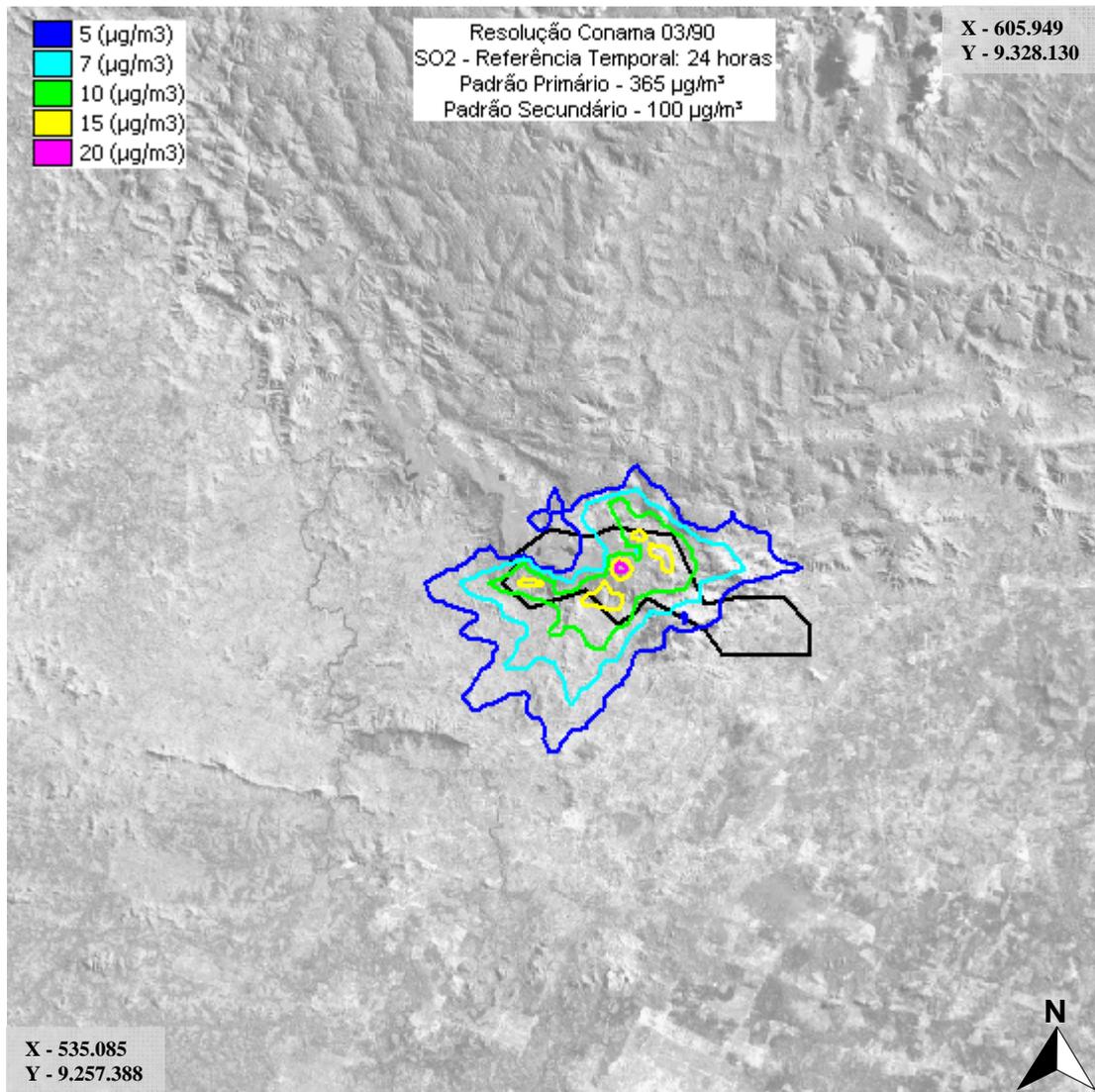
Notas:

- a. padrão primário da qualidade do ar com referência a Resolução Conama 03/1990;
- b. localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 1.10**, não foram observadas concentrações de acréscimo de SO<sub>2</sub> acima do padrão primário de qualidade do ar na Área de Influência Direta para nenhuma das referências temporais analisadas (24 h e anual).

As **Figuras 1.14** a **1.15** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 24 horas por ponto receptor e o cenário de médias anuais para SO<sub>2</sub>.

As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático, para facilitar a visualização.

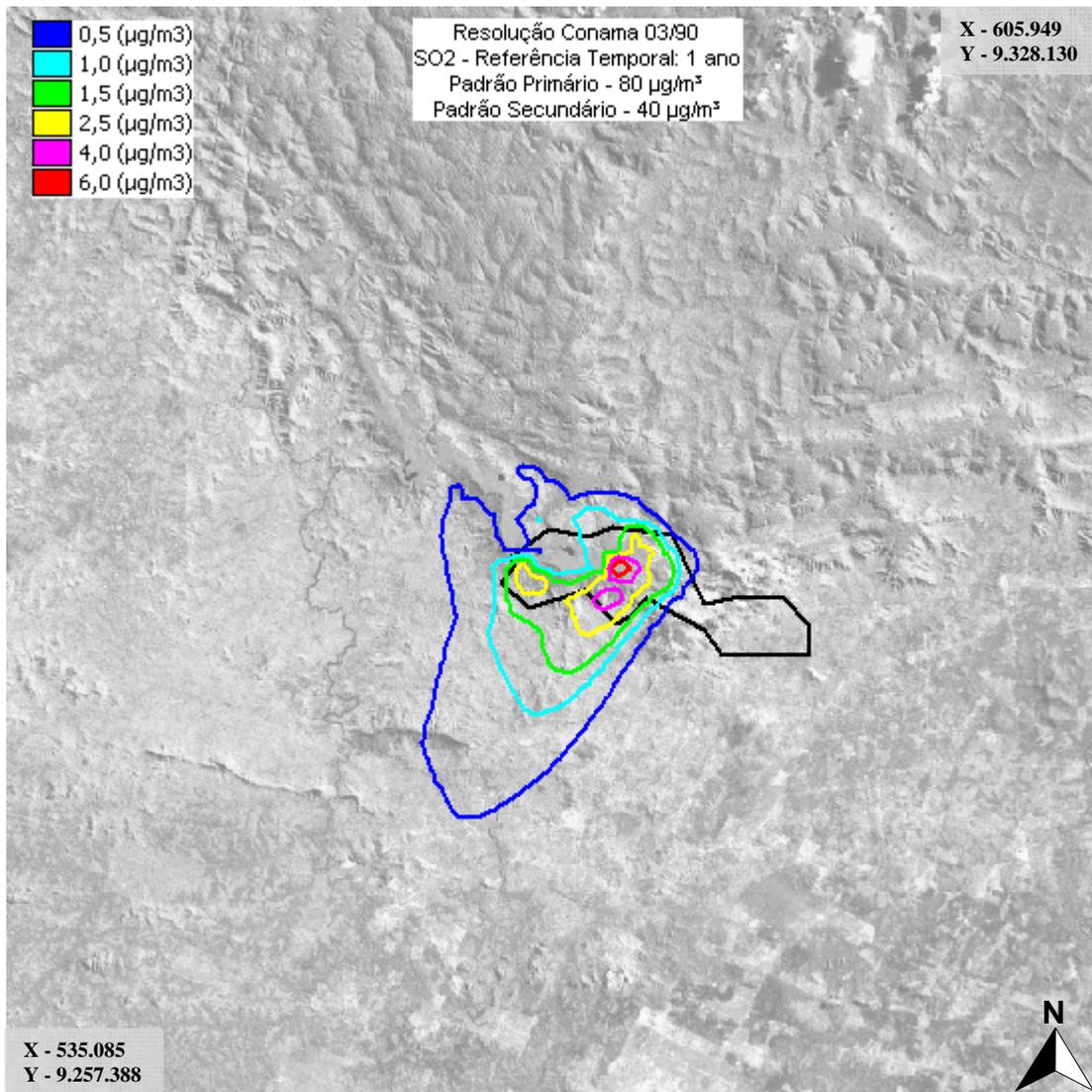


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.14 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de SO<sub>2</sub> por Ponto Receptor – Médias de 24 horas.**



Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.15 - Cenário de Concentrações Médias anuais de SO<sub>2</sub>**

#### d) Óxidos de Nitrogênio e Dióxido de Nitrogênio

A **Tabela 1.11** apresenta as máximas concentrações modeladas para óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) dentro da AID e fora dos limites do empreendimento.

**TABELA 1.11**

#### MÁXIMOS ACRÉSCIMOS DAS CONCENTRAÇÕES DE ÓXIDOS DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA

Poluente	Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup> [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Localização <sup>b</sup>
NO <sub>x</sub>	1 hora	NA <sup>c</sup>	305,5	4,0 km NE
	Anual	NA <sup>c</sup>	17,5	3,5 km SW
NO <sub>2</sub>	1 hora	320	211,3	4,0 km NE
	Anual	100	16,47	3,5 km SW

Notas:

- padrão primário da qualidade do ar para NO<sub>2</sub> com referência a Resolução Conama 03/1990;
- localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D;
- não aplicável.

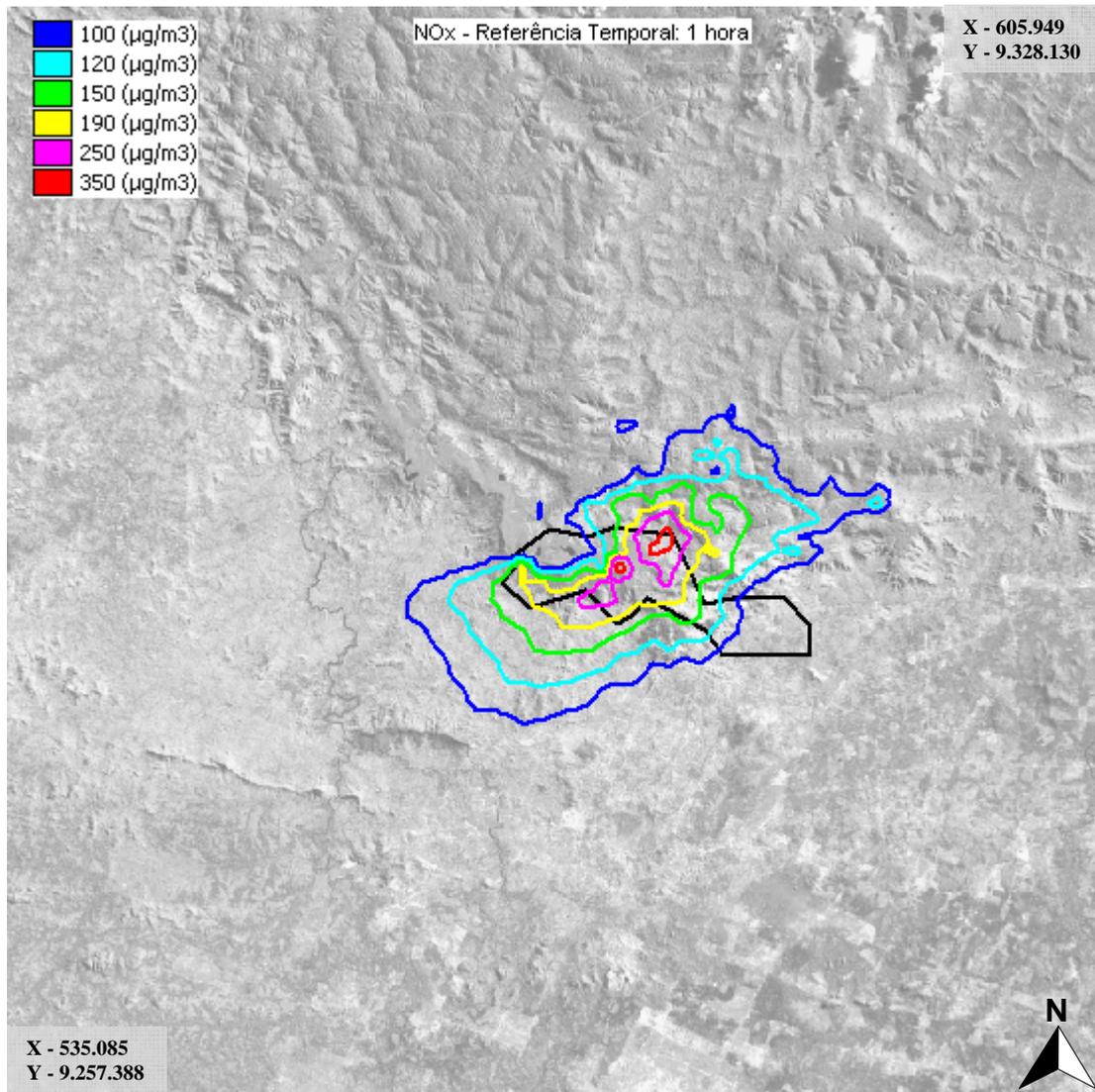
De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 1.11**, não foram observadas concentrações de NO<sub>2</sub> acima do limite estabelecido pelos padrões de qualidade do ar para a referência temporal de 1 hora e anual.

Destaca-se que as concentrações de NO<sub>2</sub> foram calculadas com a aplicação da rotina OLM – *Ozone Limiting Method* disponibilizada pelo modelo AERMOD.

É importante destacar que a legislação brasileira não prevê concentrações limite para óxidos de nitrogênio. O padrão de qualidade do ar é estipulado para o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>).

As **Figuras 1.16** e **1.17** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 hora por ponto receptor e o cenário de médias do período modelado (anual) para o NO<sub>x</sub>. As **Figuras 1.18** a **1.19** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 hora por ponto receptor e o cenário de médias do período modelado (anual) para o NO<sub>2</sub>.

As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático, para facilitar a visualização.

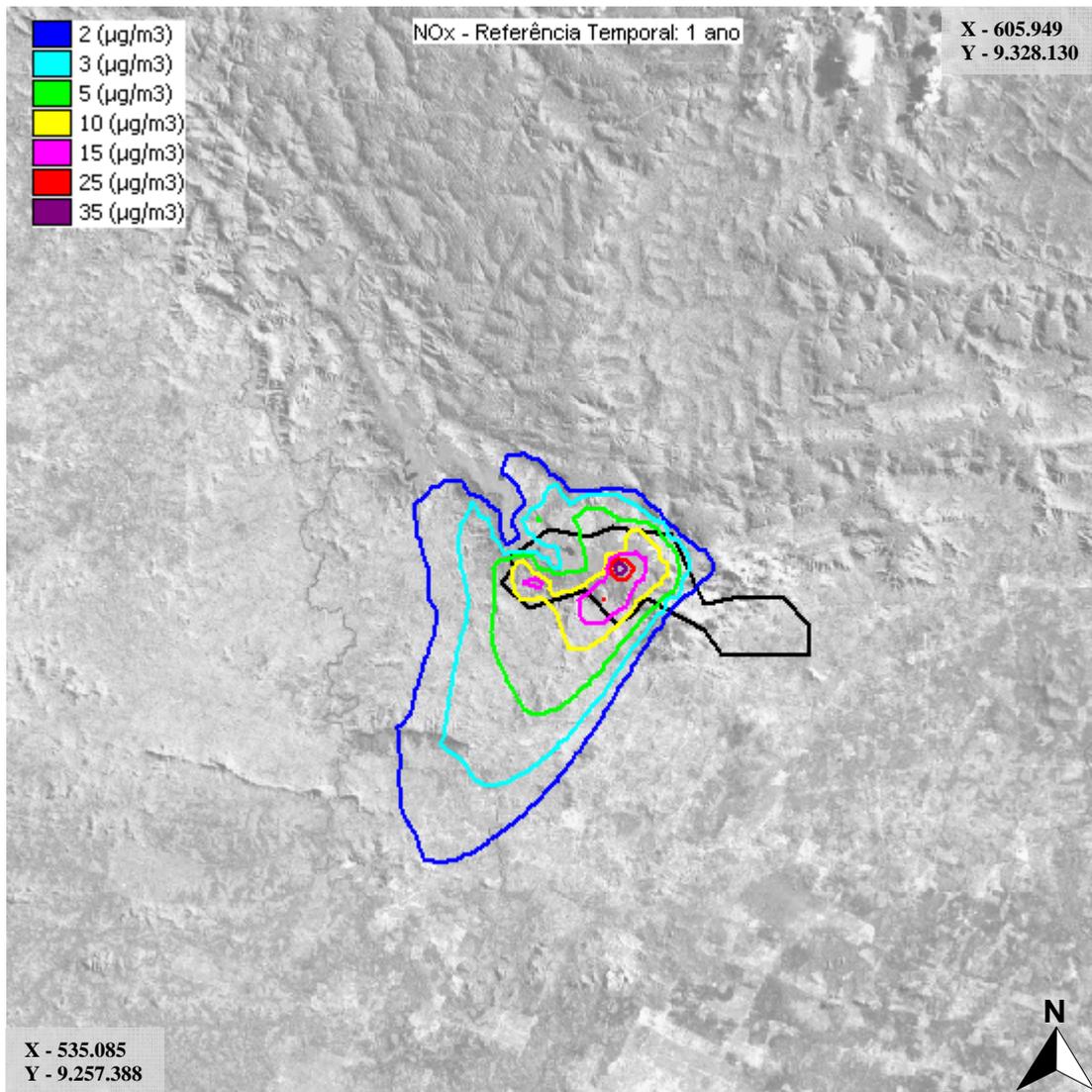


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.16 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de NOX por Ponto Receptor - Médias de 1 hora**

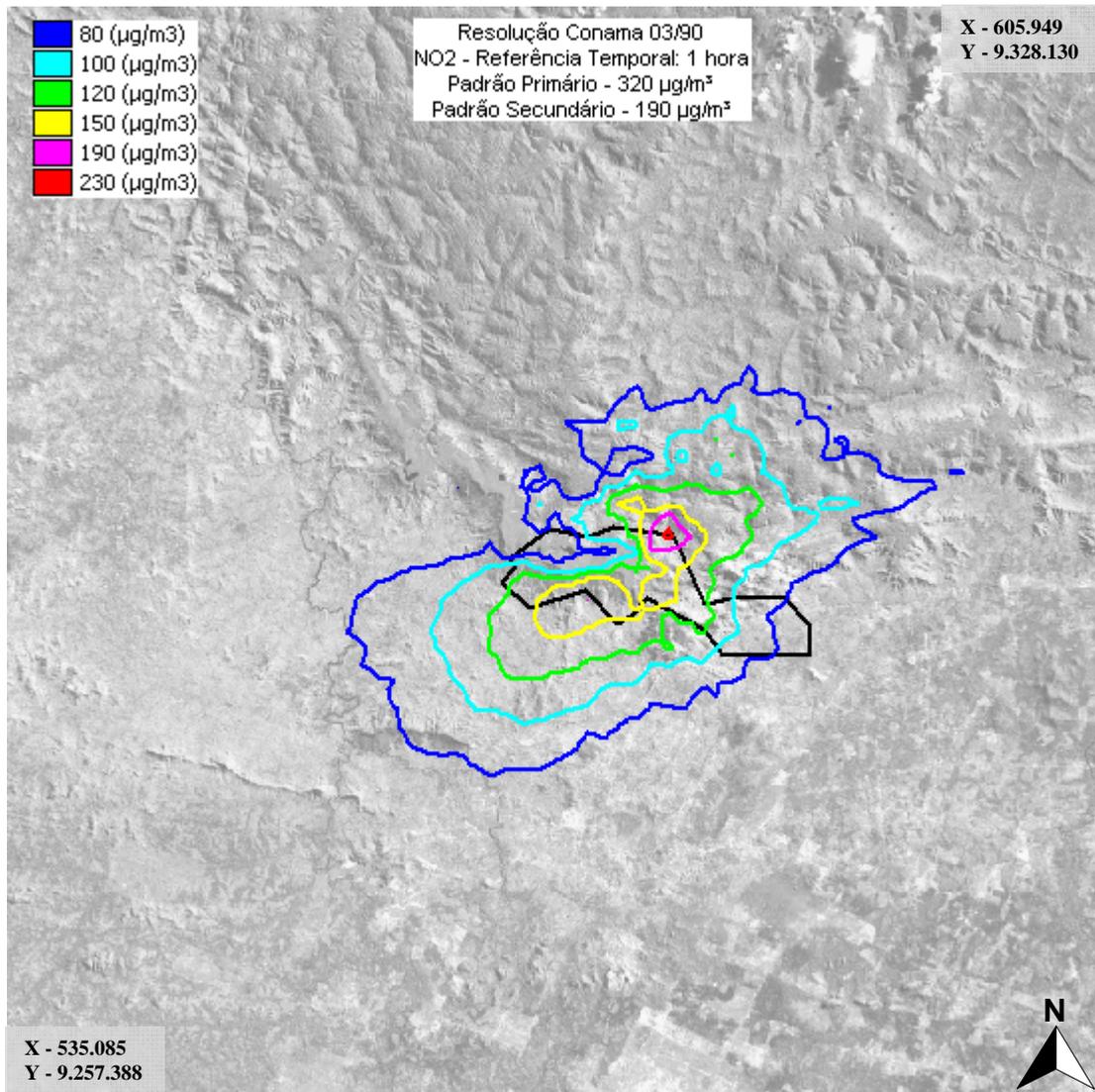


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.17 - Cenário de Concentrações Médias anuais de NOX.**

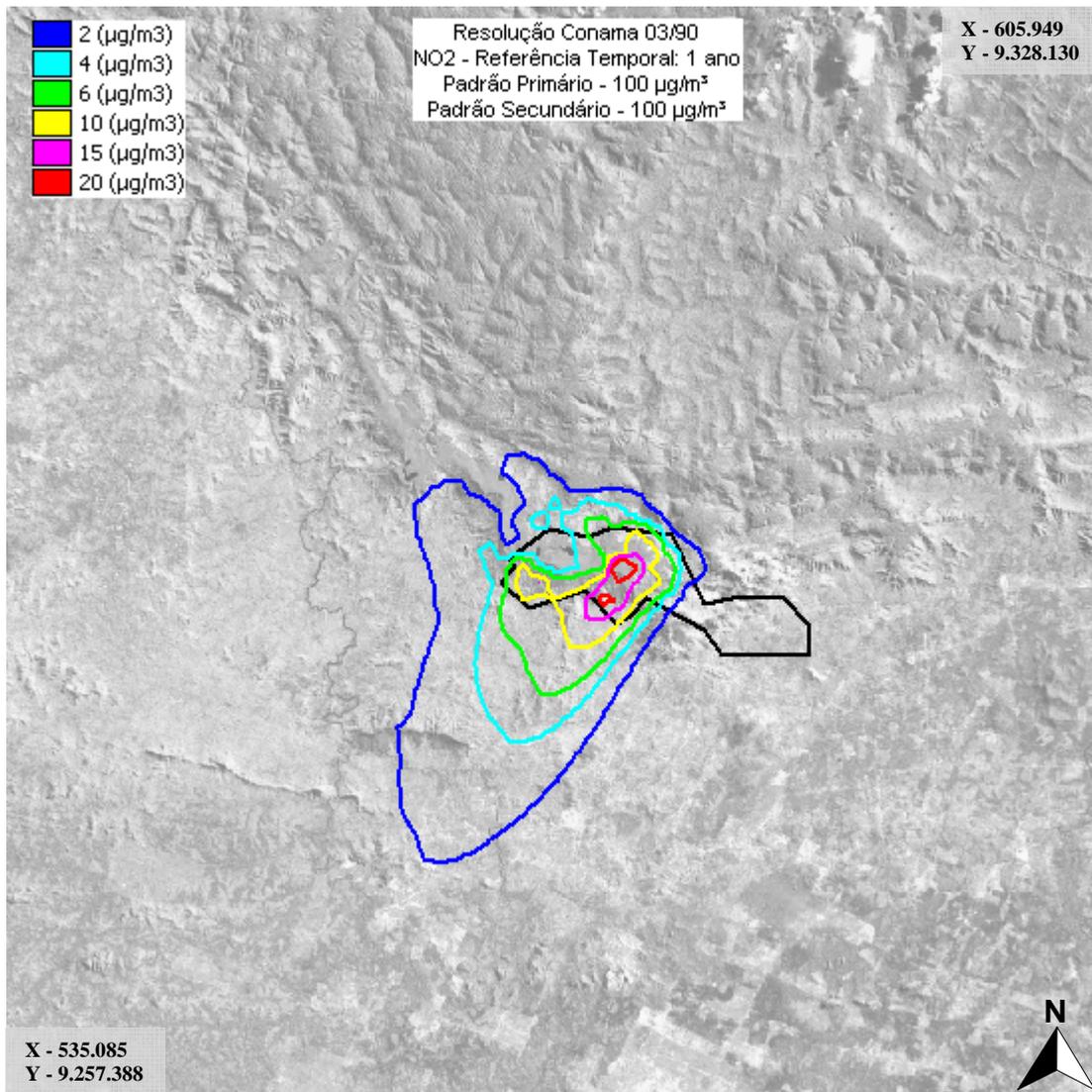


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.18 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de NO<sub>2</sub> por Ponto Receptor - Médias de 1 hora.**



Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9.7 km

**FIGURA 1.19 - Cenário de Concentrações Médias anuais de NO<sub>2</sub>.**

**e) Monóxido de Carbono**

A **Tabela 1.12** apresenta as máximas concentrações modeladas para monóxido de carbono (CO) dentro da AID e fora dos limites do empreendimento.

**TABELA 1.12****PROGNÓSTICO OBTIDO POR MODELAGEM – MONÓXIDO DE CARBONO**

Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup> [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Localização <sup>b</sup>
1 hora	40.000	497,2	4,0 km NE
8 horas	10.000	350,3	3,5 km WSW
Anual	NA <sup>c</sup>	25,9	3,5 km SW

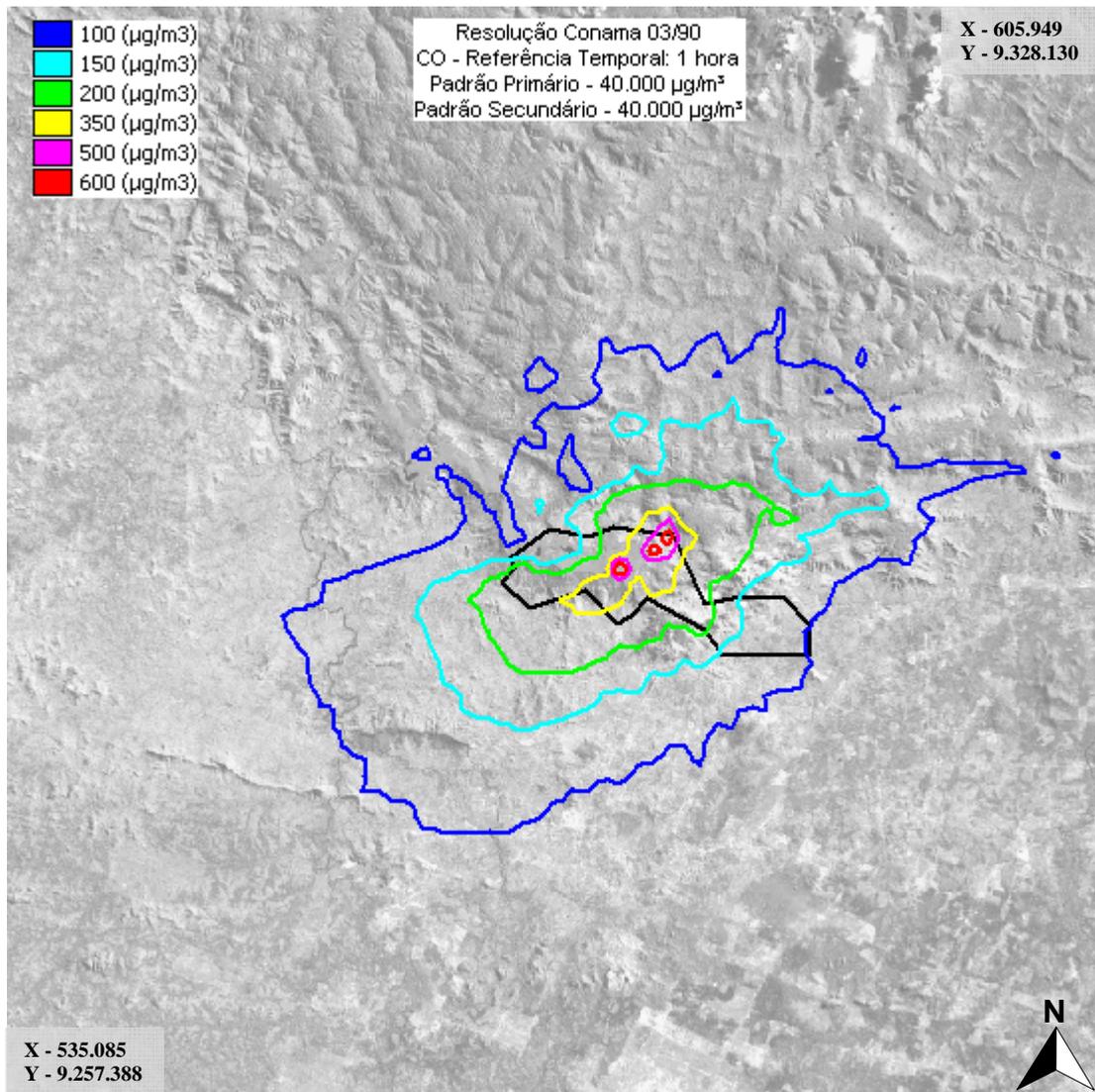
Notas:

- padrão primário da qualidade do ar com referência a Resolução Conama 03/1990;
- localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D;
- não aplicável

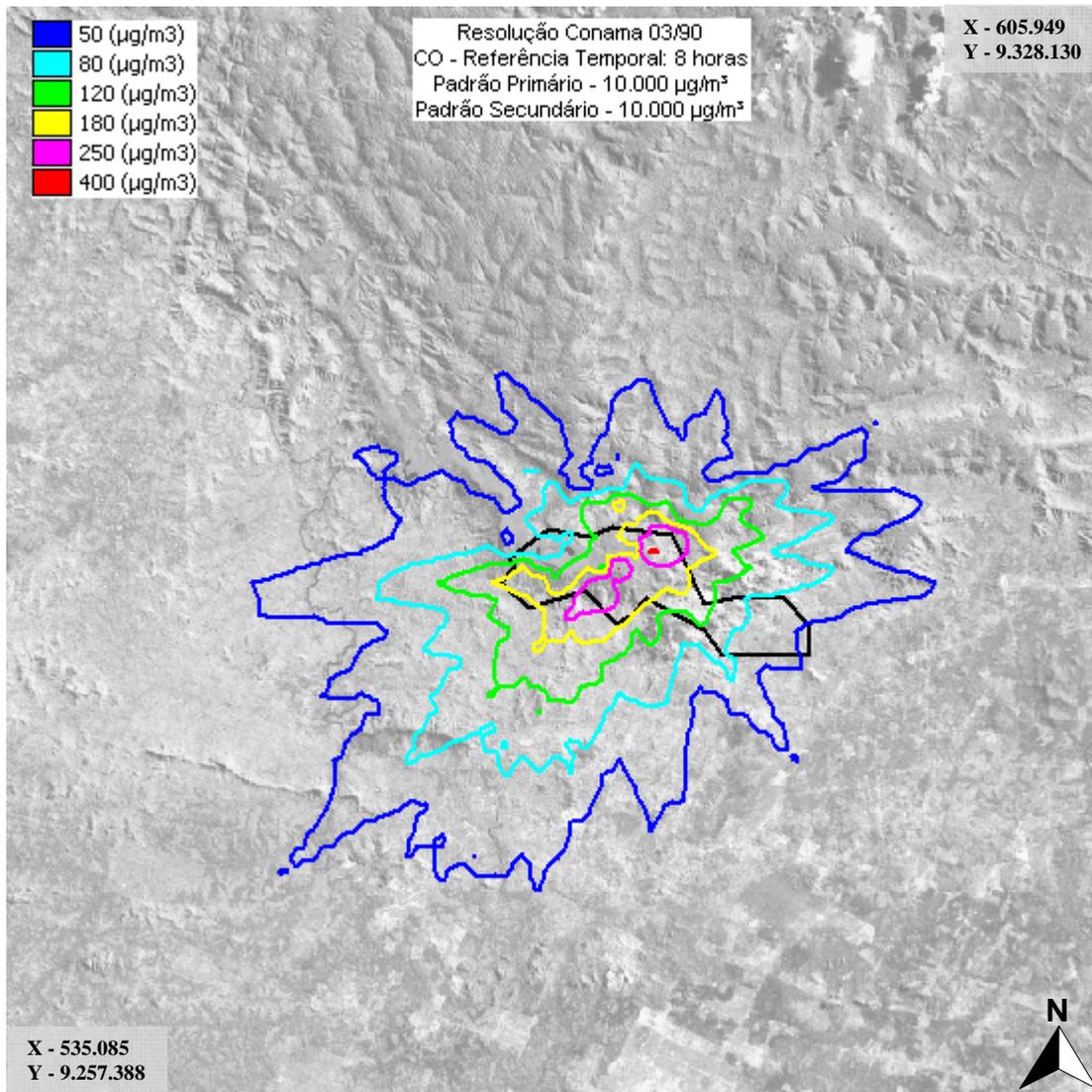
De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 1.12**, não foram observadas concentrações de acréscimo de CO acima do padrão primário de qualidade do ar na Área de Influência Direta para nenhuma das referências temporais analisadas (1 h e 8 h).

As **Figuras 1.20 a 1.21** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 hora por ponto receptor, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 8 horas por ponto receptor e o cenário de médias anuais, todos referentes ao parâmetro monóxido de carbono.

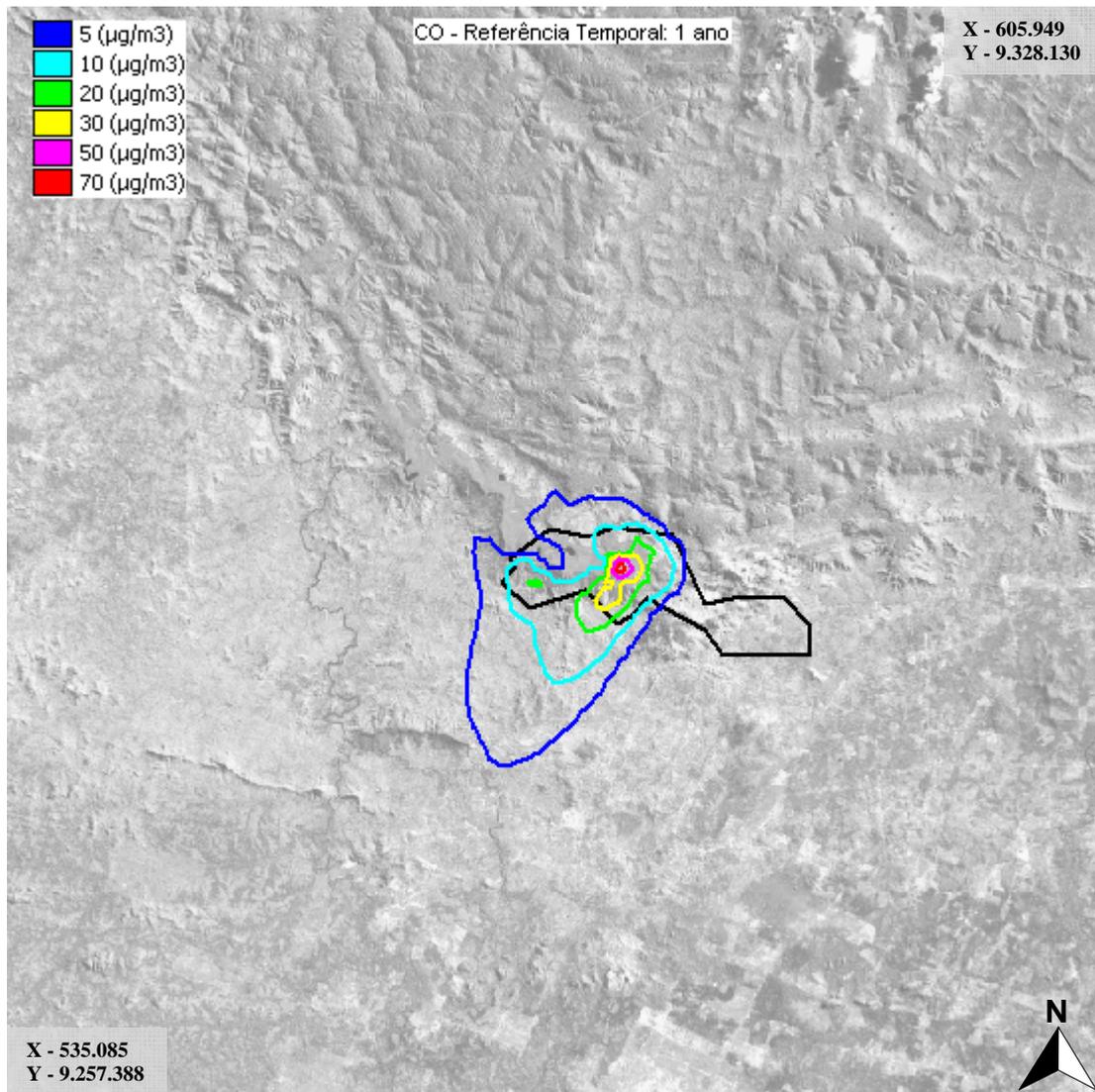
As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático.



**FIGURA 1.20 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de CO por Ponto Receptor - Médias de 1 hora.**



**FIGURA 1.21 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de CO por Ponto Receptor - Médias de 8 horas.**



Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.22 - Cenário de Concentrações Médias anuais de CO.**

**f) Compostos Orgânicos Voláteis**

A **Tabela 1.13** apresenta as máximas concentrações modeladas para compostos orgânicos voláteis (COV) dentro da AID e fora dos limites do empreendimento.

**TABELA 1.13****PROGNÓSTICO OBTIDO POR MODELAGEM – COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS**

Referência Temporal	Concentração Modelada [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Localização <sup>a</sup>
1 hora	39,4	4,0 km NE
Anual	2,4	3,5 km WSW

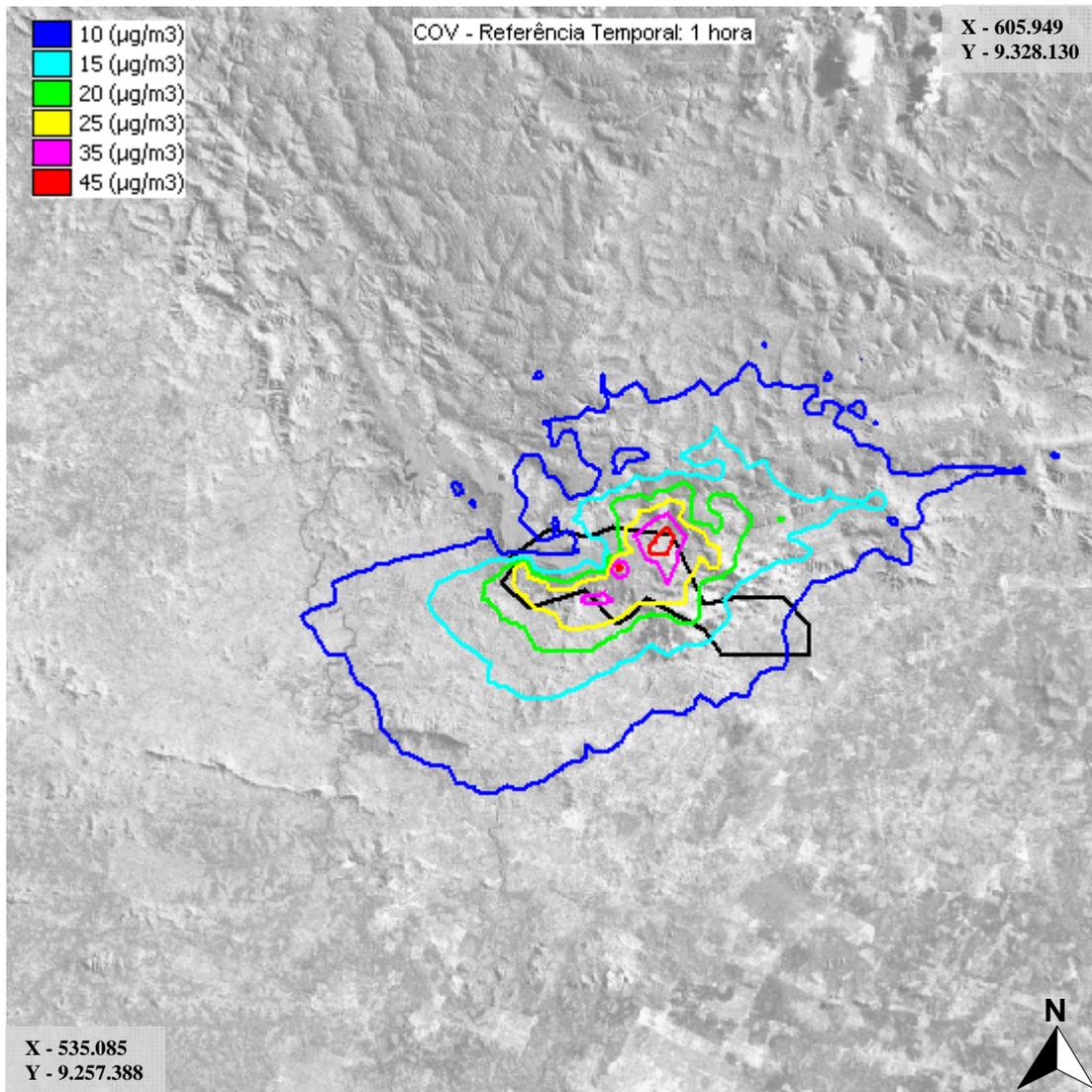
Notas:

a. localização relativa ao centro da área do Projeto Ferro Carajás S11D;

A legislação brasileira não apresenta padrões de qualidade do ar para compostos orgânicos voláteis. Todavia, os resultados apresentados pela modelagem matemática correspondem a valores pouco significativos se comparados aos encontrados em áreas urbanas, onde as concentrações de longo período atingem concentrações superiores a 1.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

As **Figuras 1.23** e **1.24** apresentam, respectivamente, o cenário dos primeiros máximos acréscimos médios de 1 hora por ponto receptor e o cenário de médias anuais de compostos orgânicos voláteis.

As escalas dos cenários foram ajustadas à ordem de grandeza das concentrações calculadas pelo modelo matemático.

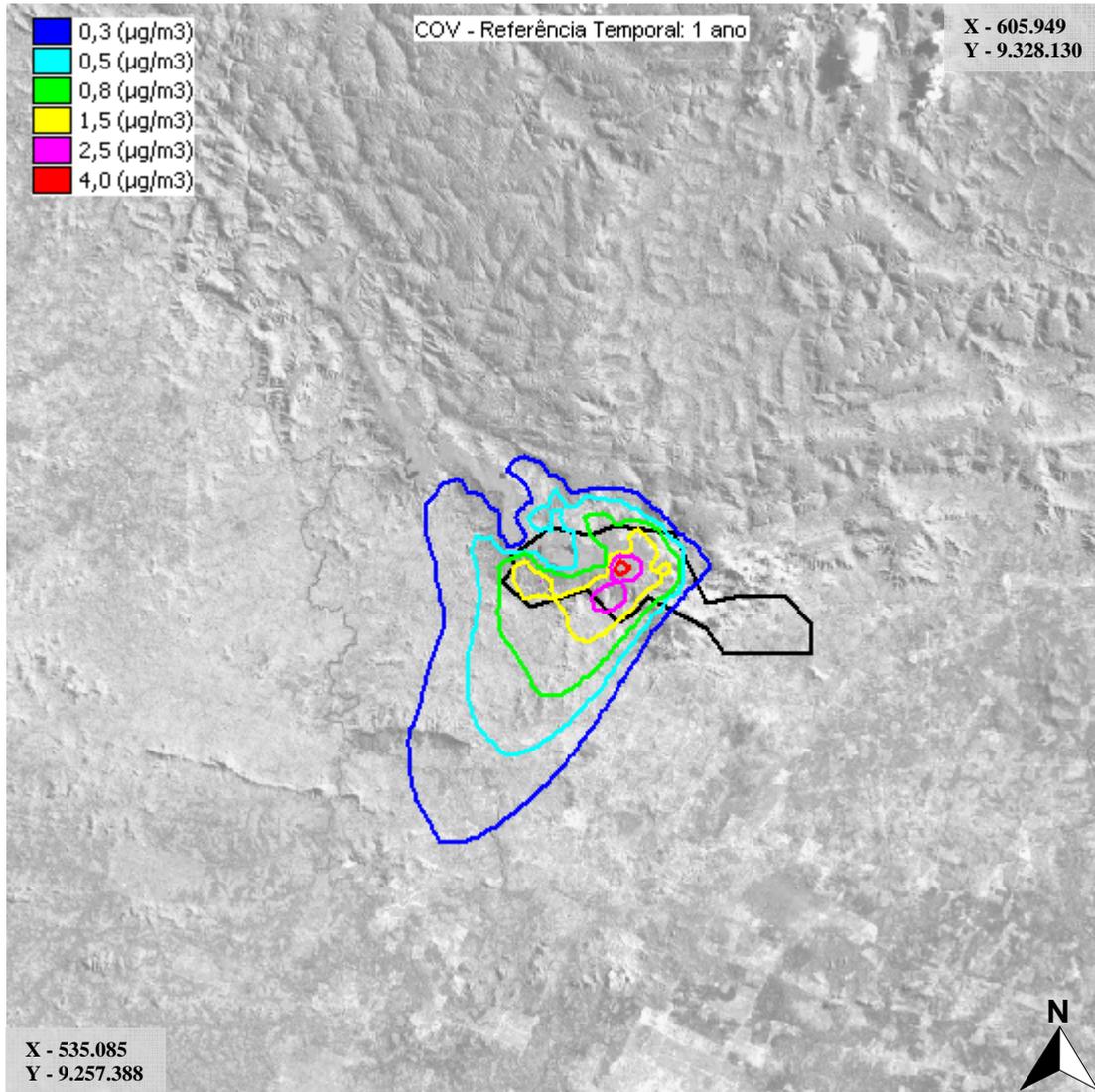


Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

**FIGURA 1.23 - Cenário de Primeiros Máximos Acréscimos nas Concentrações de COV por Ponto Receptor - Médias de 1 horas**



Legenda

— Limite do Projeto Ferro Carajás S11D

Escala: 0 9,7 km

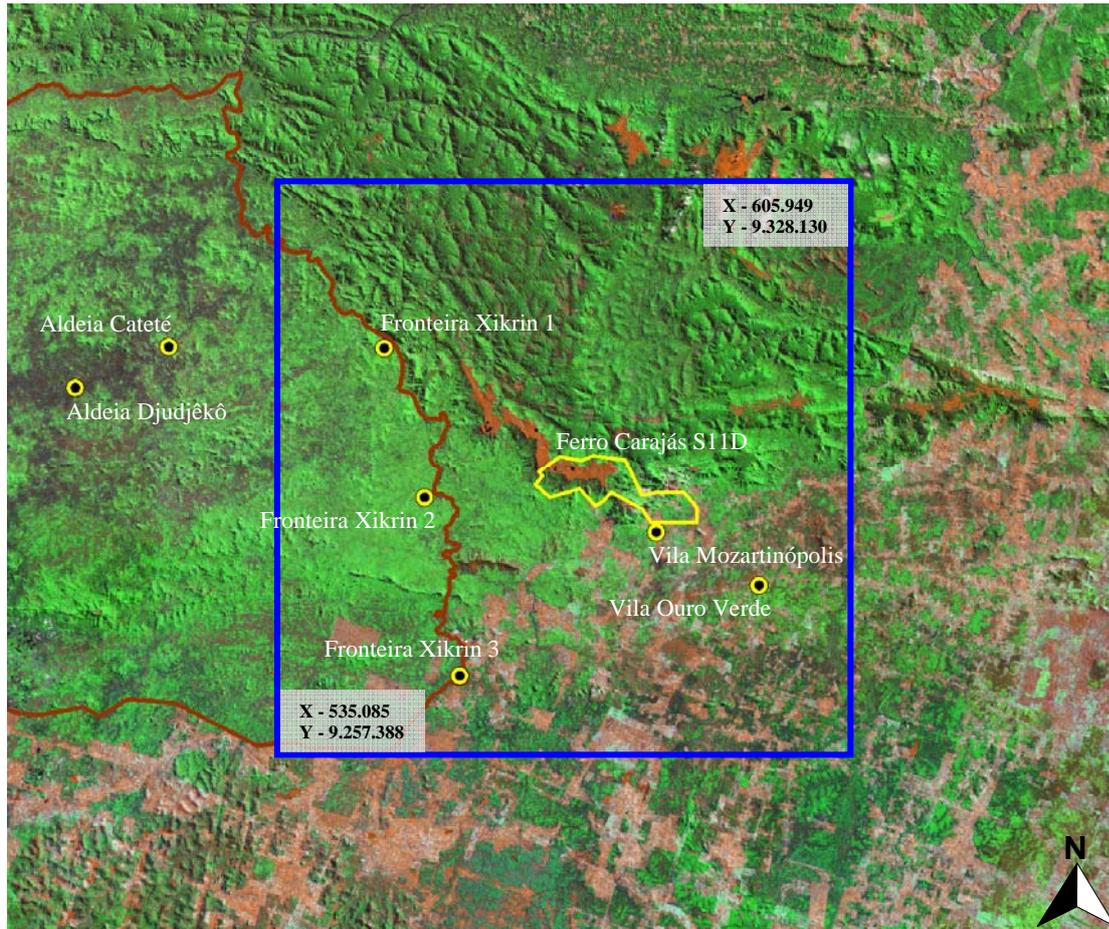
**FIGURA 1.24 - Cenário de Concentrações Médias anuais de COV.**

## 1.6 Análise de Alteração da Qualidade do Ar em Pontos Discretos

Complementando a análise dos resultados de prognóstico da qualidade do ar, nesta seção são apresentados os resultados de concentrações em pontos notórios, caracterizados como os locais com ocorrência de atividade antrópica na região do empreendimento. Os locais mais próximos da ADA que possuem esta característica são as Vilas Mozartinópolis e Ouro Verde e as Aldeias Xikrin Cateté e Djudjêkô. Como as Aldeias se encontram fora da AID do empreendimento, foram incluídos na análise 3 diferentes pontos situados na fronteira da Reserva Xikrin, além do valor máximo de concentração na borda oeste da AID.

Na **Tabela 1.14** são apresentadas as concentrações de poluentes nestes pontos discretos. A **Figura 1.25** apresenta a localização dos pontos discretos avaliados.

As aldeias Xikrin estão localizadas fora da AID delimitada para a modelagem de dispersão de poluentes na atmosfera. Assim, os valores obtidos na borda oeste da AID, informados na **Tabela 1.14** foram obtidos como sendo o valor máximo da concentração ocorrido na fronteira da AID. Sob esta abordagem é possível inferir que os valores de concentrações acrescidas nos locais das aldeias sejam seguramente inferiores aos reportados na **Tabela 1.14**.



Legenda

-  Limite do Projeto Ferro Carajás S11D
-  Reserva Xikrin
-  AID para Qualidade do Ar
-  Núcleos povoados

Escala:  18,6 km

**FIGURA 1.25 - Localização dos pontos discretos analisados**

**TABELA 1.14**  
**CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES EM PONTOS DISCRETOS**

Poluente	Referência Temporal	PQAr	Fronteira da Reserva Xikrin 1 [µg/m³]	Fronteira da Reserva Xikrin 2 [µg/m³]	Fronteira da Reserva Xikrin 3 [µg/m³]	Valor Máximo na Borda Oeste da AID <sup>a</sup> [µg/m³]	Vila Mozartinópolis [µg/m³]	Vila Ouro Verde [µg/m³]
PTS [µg/m³]	24 h	240	12,9	28,9	15,6	10,9	31,9	10,9
	Média anual <sup>c</sup>	80 <sup>b</sup>	1,1	1,8	3,0	0,5	3,9	0,2
PI [µg/m³]	24 h	150	4,3	9,5	5,2	3,6	12,2	3,7
	Média anual <sup>c</sup>	50	0,4	0,6	1,0	0,2	1,7	0,1
SO <sub>2</sub> [µg/m³]	24 h	365	1,3	2,5	1,7	1,0	3,5	1,0
	Média anual <sup>c</sup>	80	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	< 0,1
NO <sub>x</sub> [µg/m³]	1 h	NA	26,6	67,3	44,9	36,0	80,7	36,6
	Média anual <sup>c</sup>	NA	0,5	0,8	1,4	0,2	0,4	0,1
CO [µg/m³]	1 h	40.000	41,4	99,4	69,2	54,8	123,6	57,0
	8 h	10.000	20,4	51,0	31,8	20,9	81,4	21,9
	Média anual <sup>c</sup>	N.A.	0,7	1,1	2,0	0,3	0,5	0,1
NO <sub>2</sub> [µg/m³]	1 h	320	26,6	67,3	44,9	36,0	80,7	36,6
	Média anual <sup>c</sup>	100	0,5	0,8	1,4	0,2	0,4	0,1
COV [µg/m³]	1 h	N.A	3,6	9,2	6,0	5,0	10,8	4,8
	Média anual <sup>c</sup>	N.A	0,1	0,1	0,2	< 0,1	0,1	< 0,1
<b>Coordenadas dos Pontos</b>			06° 15' 46" S 50° 33' 45" W	06° 25' 52" S 50° 31' 03" W	06° 37' 53" S 50° 28' 42" W	NA	06° 28' 12" S 50° 15' 34" W	06° 31' 47" S 50° 08' 41" W

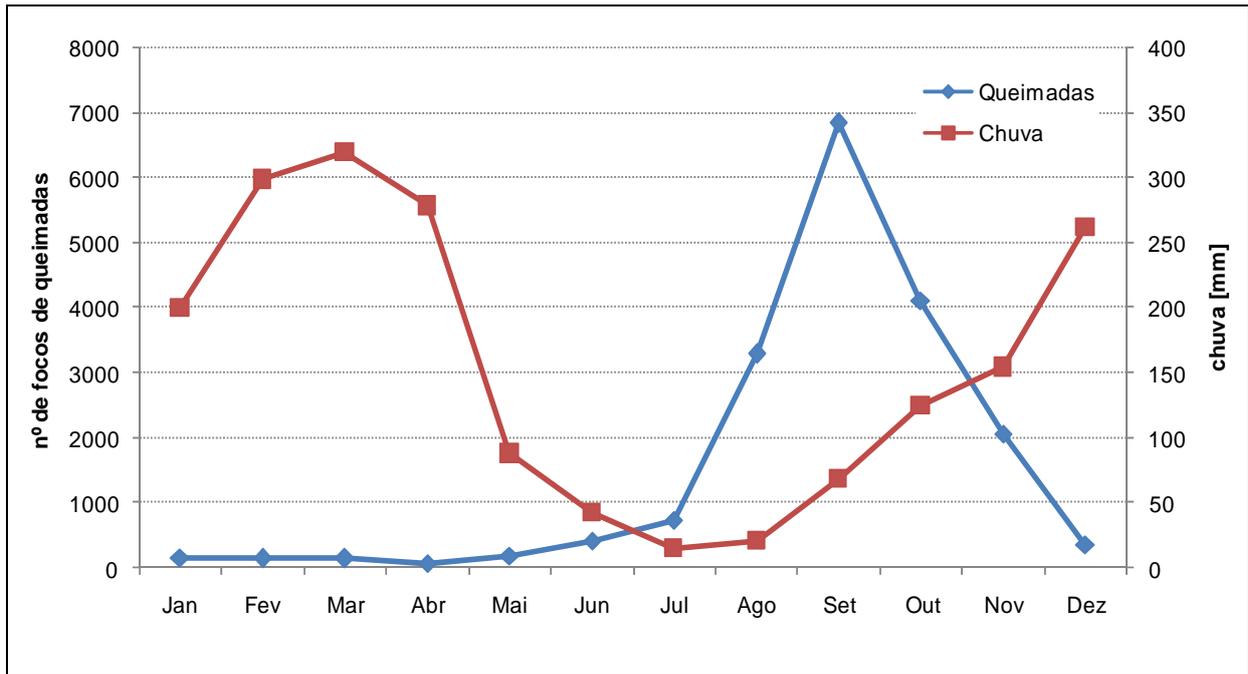
Notas:

a. valores tomados como referência dos máximos acréscimos de concentrações acarretados pelas emissões atmosféricas do Projeto Ferro Carajás S11D sobre as aldeias Xikrin Cateté e Djudjêkô;

NA não aplicável.

### 1.7 Influência de Queimadas para a Qualidade do Ar

A ocorrência de queimadas é um fenômeno típico do estado do Pará e das regiões de entorno da AID do Projeto Ferro Carajás S11D. As queimadas ocasionam significativa degradação da qualidade do ar durante sua ocorrência. O período típico de ocorrência das queimadas são os meses de julho a novembro, tendo pico de ocorrência no mês de setembro, conforme apresentado na **Figura 1.26**.



Fonte: Fonte: Queimadas - INPE (2008) e Chuva - Estação Fazenda Rio Branco (ANA)

**FIGURA 1.26 – Focos de Queimadas Ocorridos na Bacia do rio Itacaiúnas no ano de 2007.**

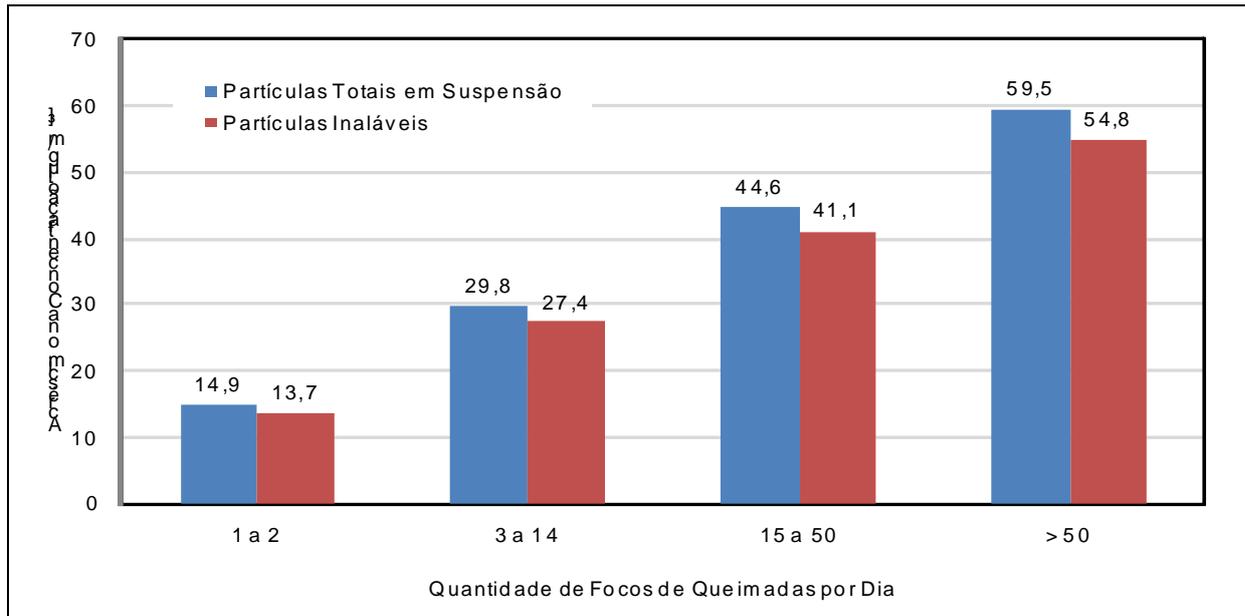
Os efeitos de degradação da qualidade do ar da Região de Carajás foram estudados e quantificados pela EcoSoft em parceria com a VALE (2006), com base nos dados coletados na estação de monitoramento de qualidade do ar instalada no Núcleo Urbano de Carajás. Nesse estudo foram analisados os incrementos médios de concentrações de partículas totais em suspensão e partículas inaláveis em função da ocorrência de focos de queimadas na região. A **Figura 1.26** apresenta os resultados de acréscimos médios de concentrações de PTS e PI provocados pelas emissões das queimadas em função do número de focos detectados (detecção realizada por meio de sensoriamento remoto operacionalizado pelo INPE).

As queimadas frequentes no período seco representam uma fragilidade da AID, pois os incrementos de concentrações de poluentes decorrentes das queimadas reduzem significativamente a capacidade de suporte da atmosfera da região em boa parte do ano.

Como pode ser observado na **Figura 1.26**, no período crítico de ocorrência de queimadas, os impactos atmosféricos exclusivamente por elas provocados podem ser de tal magnitude que, em alguns momentos, podem causar a extrapolação dos padrões de qualidade vigentes,

independentemente da existência ou não de outras fontes emissoras na área de estudo, como o é o caso do empreendimento ora estudado.

A **Figura 1.27** apresenta os incrementos de concentrações de partículas causados pelas queimadas. Deve ser ressaltado ainda que as queimadas produzem também grandes emissões de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>), além de óxidos de nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), que são precursores do ozônio, e monóxido de carbono (CO), contribuindo decisivamente para agravar a degradação da qualidade do ar promovida pelas partículas oriundas das queimadas, em toda a área de estudo.



**FIGURA 1.27 - Incremento Médio dos Níveis de PTS e PI em Função da Ocorrência de Queimadas – Bacia do Itacaiúnas - 01/08/2005 a 31/09/2006**

Durante a campanha de monitoramento para a obtenção dos dados primários de qualidade do ar, realizada em Serra Sul e apresentada no Diagnóstico do Meio Físico, no período de 02/08/2007 a 23/10/2007, foram detectadas ocorrências significativas de queimadas na AID e, principalmente, fora da AID. Assim, é importante constatar que os dados de qualidade do ar primários medidos na ADA do empreendimento, foram significativamente afetados pela ocorrência de queimadas, uma vez que atualmente na ADA do Projeto Ferro Carajás S11D não ocorrem atividades antropogênicas que resultem em emissões de poluentes atmosféricos que possam provocar elevações significativas das concentrações dos poluentes.

Campanhas de monitoramento realizadas no sudeste do Pará em períodos diferentes, com ausência de queimadas significativas, indicam um melhor estado da qualidade do ar, com a verificação de médias de concentrações significativamente inferiores aos medidos em Serra Sul. Este é o caso dos resultados obtidos na campanha realizada em Curionópolis e Serra Pelada, na ocasião de obtenção de dados primários para o EIA do Projeto Serra Leste.

A **Tabela 1.15** apresenta a compilação dos resultados das campanhas de monitoramento citadas, é importante observar a diferença das ordens de grandeza de concentrações medidas sob a influência de queimadas em relação às concentrações normalmente verificadas na AID.

Considerando os resultados apresentados na **Tabela 1.15**, é possível afirmar que em grande parte do ano as concentrações de poluentes na AID do Projeto Ferro Carajás S11D se enquadrem nos padrões de qualidade do ar, sendo abruptamente alteradas durante o período de maior incidência de queimadas. Assim, se considerados os níveis de acréscimos prognosticados com a operação do Projeto Ferro Carajás S11D, identifica-se que a atual condição da qualidade do ar da região não será modificada, sendo que os níveis de qualidade do ar da AID se manterão enquadrados nos padrões de qualidade do ar vigentes na maior parte do ano, sendo possivelmente extrapolados no período de maior incidência de queimadas, caso estas emissões indesejadas continuem a ocorrer com a intensidade e frequência atualmente identificadas.

**TABELA 1.15**

**CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES VERIFICADAS SOB OCORRÊNCIA E AUSÊNCIA DE QUEIMADAS**

Poluente	Referência Temporal em Relação ao PQAr	PQAr <sup>a</sup>	Estação Serra Sul		Estação Serra Pelada		Estação Curionópolis	
			Concentração Máxima <sup>b</sup>	Fração do PQAr [%] <sup>c</sup>	Concentração Máxima <sup>b</sup>	Fração do PQAr [%] <sup>c</sup>	Concentração Máxima <sup>b</sup>	Fração do PQAr [%] <sup>c</sup>
PTS [µg/m³]	24 h	240	196,1	82,0	46,30	19,3	53,29	22,2
	Média anual	80 <sup>e</sup>	69,0 <sup>d</sup>	86,0	19,45 <sup>d</sup>	24,3	26,15 <sup>d</sup>	32,7
PI [µg/m³]	24 h	150	148,8	99,0	19,29	12,9	24,38	16,3
	Média anual	50	61,0 <sup>d</sup>	122,0	8,42 <sup>d</sup>	16,8	13,25 <sup>d</sup>	26,5
SO <sub>2</sub> [µg/m³]	24 h	365	5,5	2,0	0,01	0,0	0,16	0,1
	Média anual	80	1,6 <sup>d</sup>	2,0	< 0,1 <sup>d</sup>	0,0	< 0,1 <sup>d</sup>	0,1
NO <sub>2</sub> [µg/m³]	1 h	320	47,3	15,0	5,79	1,8	20,44	6,3
	Média anual	100	6,4 <sup>d</sup>	6,4	0,84 <sup>d</sup>	0,8	2,72 <sup>d</sup>	2,7
CO [µg/m³]	1 h	40.000	1.665,3	4,0	158,77	0,3	503,70	1,2
	8 h	10.000	1.449,2	14,0	116,91	1,1	249,78	2,4
O <sub>3</sub> [µg/m³]	1 h	160	207,1	129	42,74	26,7	40,47	25,2
Período			02/08/2007 a 23/10/2007		13/04/2006 a 02/05/2006		25/03/2006 a 11/04/2006	
Observações			Forte Incidência de Queimadas		Ausência de Queimadas		Ausência de Queimadas	

Notas:

- a. padrão primário da qualidade do ar estabelecido pela Resolução Conama 03/1990;
- b. concentração máxima obtida por médias móveis;
- c. fração de contribuição relativa ao padrão primário de qualidade do ar (100 x concentração máxima/ PQAr)
- d. valor da média do período monitorado;
- e. média geométrica anual.

## 1.8 Síntese Temática

Os impactos provenientes das atividades de mineração e beneficiamento de minério no Projeto Ferro Carajás S11D, na qualidade do ar da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, foram avaliados à luz dos cenários de qualidade do ar calculados com auxílio da modelagem matemática da dispersão de poluentes.

A área de estudo de 5.041 km<sup>2</sup>, destinada à avaliação da extensão e magnitude dos impactos atmosféricos da mina e usina, mostrou-se suficiente para seus propósitos, uma vez que os impactos significativos para cada poluente analisado ficarão nitidamente restritos ao perímetro delimitado.

As informações de micrometeorologia foram obtidas de dados meteorológicos gerados pelo modelo meteorológico de mesoescala denominado *Mesoescala Model - MM5*, para reproduzir as condições meteorológicas ao longo do empreendimento, de hora em hora, de janeiro de 2005 a dezembro de 2006, para a estação virtual posicionada estrategicamente próxima ao empreendimento.

A **Tabela 1.16** apresenta o resumo dos máximos acréscimos nos níveis de poluentes atmosféricos previstos para a região, em decorrência da implantação do empreendimento, comparando-os ainda aos padrões primários da qualidade do ar aplicáveis (Resolução Conama 03/1990).

**TABELA 1.16**

### PROGNÓSTICO DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11D NA QUALIDADE DO AR E COMPARAÇÃO COM OS PADRÕES VIGENTES

Poluente	Referência Temporal	PQAr <sup>a</sup>	Concentração Modelada [µg/m <sup>3</sup> ]	Máx. Contribuição Relativa ao PQAr [%]
PTS [µg/m <sup>3</sup> ]	24 h	240	137,8	57%
	Média anual <sup>c</sup>	80 <sup>b</sup>	37,4	47%
PI [µg/m <sup>3</sup> ]	24 h	150	45,0	30%
	Média anual <sup>c</sup>	50	12,2	24%
SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	24 h	365	17,1	5%
	Média anual <sup>c</sup>	80	3,5	4%
NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	1 h	320 <sup>d</sup>	211,3	66%
	Média anual <sup>c</sup>	100 <sup>d</sup>	16,47	16%
CO [µg/m <sup>3</sup> ]	1 h	40.000	497,2	1%
	8 h	10.000	350,3	4%

Notas:

a. padrão primário da qualidade do ar estabelecido pela Resolução Conama 03/1990;

b. média geométrica;

c. valor da média anual.

O prognóstico de impacto do Projeto Ferro Carajás S11D na qualidade do ar obtido por meio de modelagem gaussiana apresenta resultados mais representativos quando analisado em relação ao longo período, ou seja, as médias de todo o período modelado. Consideram-se então os picos de curto período obtidos na modelagem como máximas contribuições possíveis, mas com baixa probabilidade de ocorrência.

Analisando os resultados de concentrações apresentados pelos cenários de qualidade do ar, pode ser observado que o empreendimento apresenta um potencial de alteração da qualidade do ar do seu entorno, principalmente em relação ao NO<sub>2</sub> e partículas (PTS e PI). Todavia, verifica-se que em toda AID as concentrações prognosticadas são compatíveis com a manutenção da boa qualidade do ar, com os máximos acréscimos situados abaixo dos padrões ambientais vigentes.

Especificamente nos pontos discretos analisados, Vila Ouro Verde, Mozartinópolis, e Aldeias Xikrin Cateté e Djudjêkô as concentrações acrescidas pelas emissões do Projeto Ferro Carajás S11D são muito inferiores aos limites estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar (Resolução Conama 03/1990), caracterizando o impacto de alteração da qualidade do ar nestes locais como de baixa magnitude.

A análise de impacto de um novo empreendimento quanto à temática qualidade do ar depende fortemente da condição dos níveis de poluentes pré-existent (*background* ou *baseline*) da região onde o mesmo será inserido, haja vista que a legislação vigente no Brasil prevê que não basta ao empreendimento o cumprimento de padrões de emissão de poluentes atmosféricos pela totalidade de suas fontes emissoras, mas também devem ser obedecidos os padrões de qualidade do ar de sua área de influência. O cumprimento dessa última condição depende de fatores não necessariamente relativos apenas ao empreendimento em questão, mas a outras fontes emissoras de poluentes influentes na qualidade do ar da região, como, por exemplo, outros empreendimentos instalados, emissões veiculares, queimadas e fontes naturais (erosão eólica, vegetação, etc.).

Com base nos itens discutidos neste estudo é possível identificar que as emissões provenientes do Projeto Ferro Carajás S11D são compatíveis com a manutenção dos níveis adequados de qualidade do ar da AID e que esta condição de adequabilidade da qualidade do ar da AID é abruptamente alterada com a ocorrência das queimadas, independentemente das emissões prognosticadas para o Projeto Ferro Carajás S11D.

A ocorrência de queimadas na região é um fenômeno indesejável e de difícil controle, haja vista que envolve inúmeros e diferenciados atores, aspectos culturais, práticas de agricultura, políticas de governo, atividades ilícitas e outros tantos fatores. Não obstante às dificuldades inerentes, a implementação de ações que possam contribuir para a redução das queimadas na região é de fundamental importância para garantir a preservação de diversos recursos ambientais disponíveis na região, inclusive do recurso ar, devendo ser incluídas nos planos estratégicos de gestão ambiental pelos órgãos governamentais competentes.

Considerando toda a base de informações desenvolvida, desde as características do terreno, o inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos, a caracterização das condições meteorológicas, diagnóstico e o prognóstico de concentrações de acréscimo de poluentes atmosféricos devido ao Projeto Ferro Carajás S11D e tendo como balizadores os níveis de incrementos de concentrações prognosticados o empreendimento, conclui-se o Projeto Ferro Carajás S11D possui **viabilidade ambiental** do ponto de vista do recurso ar, desde que mantidas as condições de controle de emissões atmosféricas propostas no seu Plano de Gestão da Qualidade do Ar.