



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
NELSON HARTMAM JUNIOR

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA DISPERSÃO DOS POLUENTES
ATMOSFÉRICOS DA USINA TERMELÉTRICA WILLIAM ARJONA

Tubarão
2007

NELSON HARTMAM JUNIOR

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA DISPERSÃO DOS POLUENTES
ATMOSFÉRICOS DA USINA TERMELÉTRICA WILLIAM ARJONA**

Relatório apresentado ao curso de graduação
em Engenharia Química da Universidade do
Sul de Santa Catarina, como requisito parcial
para aprovação na disciplina Estágio
Supervisionado curricular.

Universidade do Sul de Santa Catarina

Supervisor : Professor Dr. Dile Pontarolo Stremel

Tubarão

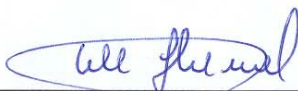
2007

NELSON HARTMAM JUNIOR

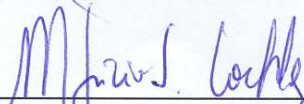
**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE DISPERSÃO DOS POLUENTES
ATMOSFÉRICOS DA USINA TERMELÉTRICA WILLIAM ARJONA**

Este relatório foi avaliado e considerado adequado como requisito parcial na aprovação da disciplina Estágio Supervisionado Curricular em Engenharia Química da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 06 de Dezembro de 2007



Professor e Orientador Dile Pontarolo Stremel, Dr
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Maria Lúcia Soares Cochlar, Msc
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Everton Skoronski, Msc
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho à empresa Tractebel Energia S.A que me possibilitou a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação em Engenharia Química.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos meus pais, Nelson Hartmam e Eliane Maria Hartmam, que me orgulho muito pela educação recebida.

Aos meus irmãos Rafael, Josuel e o meu querido sobrinho e afilhado Felipinho pelo apoio e carinho.

Ao orientador pedagógico Dile Pontarolo Stremel pelas orientações fornecidas e por todo apoio recebido nos últimos semestres.

À Universidade do Sul de Santa Catarina e ao Curso de Engenharia Química que oportunizaram a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho Alexandre, Ilmar e Lígia que colaboraram para a realização deste.

RESUMO

A Tractebel Energia, tem sede em Florianópolis - SC e possui seis usinas hidrelétricas e sete termelétricas, nas quais todas são certificadas segundo as normas ambientais ISO 9001 e ISO 14001. A empresa tem capacidade instalada de 5.881MW e produz 8% do total de energia elétrica consumida no país. O estágio supervisionado em Engenharia Química foi realizado no departamento de Meio Ambiente das unidades termelétricas da empresa no Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, situado na cidade de Capivari de Baixo/SC. Durante o estágio foi realizada uma modelagem matemática de dispersão dos poluentes para a Usina Térmica William Arjona - UTWA, localizada em Campo Grande, capital do estado do Mato Grosso do Sul. A usina utiliza gás natural como combustível principal, abastecida a partir do gasoduto Brasil/Bolívia, composta por cinco unidades geradoras, com uma potência nominal instalada de 190 MW. Os parâmetros desta modelagem foram: material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2), determinando-se a influência da usina na qualidade do ar no seu entorno para emissão desses parâmetros. Os resultados obtidos na modelagem representam as concentrações a nível do solo, geradas somente a partir das emissões atmosféricas da UTWA, que somadas as respectivas concentrações de *background*, resultarão nos correspondentes níveis de qualidade do ar da região, que é o objeto principal deste estudo. Os valores baixos de emissão das unidades geradoras da usina, associados, em especial, a topografia e as condições meteorológicas existentes, favoráveis a dispersão atmosférica, levaram a concentrações reduzidas de dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e material particulado a nível do solo. Os resultados da modelagem foram muito abaixo dos padrões da legislação vigente, Resolução CONAMA 03/90, e da Organização Mundial de Saúde.

Palavras-chave: Matemática. Emissão Atmosférica. Qualidade do Ar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho do princípio de funcionamento.....	24
Figura 2 - Malha Computacional Utilizada no Estudo.....	26
Figura 3 - Localização da Usina Termelétrica Willian Arjona e Estação Meteorológica (Aeroporto de Campo Grande – MS)	27
Figura 4 -Tela de Análises Estatísticas do Software SIA 4.5.	31
Figura 5 - Rosa dos Ventos da Região de Estudo Estação Meteorológica do Aeroporto de Campo Grande - MS.....	31
Figura 6 - Concentrações Máximas de 24 horas para SO ₂ do período simulado com carga nominal 190 MW/h.....	34
Figura 7 - Concentrações Máximas de 24 horas para MP do período simulado com carga nominal 190 MW/h.....	35
Figura 8 - Concentrações Máximas de 1 hora para NO ₂ do período simulado com carga nominal 190 MW/h.....	36
Figura 9 - Concentrações Médias de 1 hora para SO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	37
Figura 10 - Concentrações Médias de 1 hora para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	38
Figura 11 - Concentrações Médias de 1 hora para NO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	39
Figura 12 - Concentrações Máximas de 24 horas para SO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	40
Figura 13 - Concentrações Máximas de 24 horas para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	41
Figura 14 - Concentrações Máximas de 1 hora para NO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	42
Figura 15 - Concentrações Médias de 1 hora para SO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	43

Figura 16 - Concentrações Médias de 1 hora para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	44
Figura 17 - Concentrações Médias de 1 hora para NO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	45
Figura 18 -Concentrações Máximas de 24 horas para SO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	46
Figura 19 -Concentrações Máximas de 24 horas para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	47
Figura 20 - Concentrações Máximas de 1 hora para NO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	48
Figura 21 - Concentrações Médias de 1 hora para SO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	49
Figura 22 - Concentrações Médias de 1 hora para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	50
Figura 23 - Concentrações Médias de 1 hora para NO ₂ do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classes de Estabilidade Atmosférica de Pasquill.....	16
Tabela 2- Classes de Estabilidade Atmosférica de Pasquill.....	16
Tabela 3 - Coeficientes de Dispersão para Áreas Urbanas de Briggs.	17
Tabela 4- Coeficientes de Dispersão para Áreas Rurais de Pasquill.....	17
Tabela 5- Coeficientes de Dispersão para Áreas Rurais de Pasquill.....	18
Tabela 6- Fórmulas para o Cálculo de Δh	20
Tabela 7- Estratificação da Temperatura da Atmosfera	21
Tabela 8 - Padrões de Qualidade do Ar - Resolução CONAMA 03/1990.	32
Tabela 9 - Concentrações máximas a nível do solo para as Alturas da Camada de Inversão Térmica (Camada Limite) de 200, 500 e 1500 metros.....	33

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
SUMÁRIO	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 DESENVOLVIMENTO	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	12
3.1. MODELO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA - ATMOS	12
3.1.1 Descrição do modelo	12
3.1.2 Algoritmos auxiliares	14
3.2 PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA	24
3.2.1 Localização	24
3.2.2 Descrição Básica do Processo de Geração de Energia.....	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 METODOLOGIA UTILIZADA	25
4.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
4.3 MODELO ESTATÍSTICO	28
4.4 ANÁLISE DA MICROMETEOROLOGIA DA REGIÃO DA UTWA.....	30
5 RESULTADOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA	32
5.1 CENÁRIOS MODELADOS.....	33
5.1.1 Altura da camada de inversão para 200 metros	34
5.1.2 Altura da camada de inversão para 500 metros	40
5.1.3 Altura da camada de inversão para 1500 metros	46
6 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO	54
APÊNDICE B – A EMPRESA	55
APÊNDICE C – RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03	56

1 INTRODUÇÃO

A Tractebel Energia, maior empresa privada geradora de energia no Brasil, atuando no mercado brasileiro desde 1998, tem sede em Florianópolis - SC e possui seis usinas hidrelétricas e sete termelétricas, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás. Parte da SUEZ Energy International, divisão do Grupo SUEZ, a empresa tem capacidade instalada de 5.881MW e produz 8% do total de energia elétrica consumida no país.

O código e política de meio ambiente, expressa o comprometimento público da Empresa com o meio ambiente e o homem, fundamento da própria identidade empresarial. Comprometida com os princípios do desenvolvimento sustentável em todas as suas atividades, a Tractebel Energia tem suas 13 usinas certificadas segundo as normas ISO 9001 e ISO 14001. O estágio supervisionado em Engenharia Química foi realizado no departamento de Meio Ambiente do Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, situado na cidade de Capivari de Baixo/SC. O trabalho de estágio foram desenvolvidos e aplicados para a Usina Térmica William Arjona - UTWA, localizada em Campo Grande, capital do estado do Mato Grosso do Sul, para atender uma condicionante ambiental.

A Termelétrica Willian Arjona é uma usina que utiliza gás natural como combustível principal, abastecida a partir do gasoduto Brasil/Bolívia, composta por cinco unidades geradoras, com uma potência nominal instalada de 190 MW.

O presente Relatório Técnico apresenta os estudos realizados para avaliação de Material Particulado (MP), Dióxido de Enxofre (SO₂), e Dióxido de Nitrogênio (NO₂), determinando-se a influência da usina na qualidade do ar no seu entorno para emissão desses parâmetros, considerando a carga nominal de 190 MW/h e as condições meteorológicas.

A modelagem atmosférica dos poluentes foi realizada com o auxílio de um *software* ambiental, denominado Atmos, visando atender uma condicionante da licença ambiental de operação da UTWA e quantificar as concentrações de material particulado, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio a nível do solo, comparando os resultados da modelagem com a legislação ambiental brasileira, bem como a organização mundial da saúde.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolvimento de uma modelagem matemática de dispersão de poluentes para a termelétrica William Arjona que avalia o impacto das emissões da usina na qualidade do ar da região com a determinação a nível do solo das concentrações de dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e material particulado em suspensão, com auxílio do modelo ATMOS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os resultados do modelo com a legislação brasileira e a organização mundial da saúde.
- Atender uma condicionante da licença ambiental de operação – LAO.

3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

3.1. MODELO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA - ATMOS

O modelo matemático de dispersão atmosférica Atmos é parte integrante do programa denominado Sistema de Informações Ambientais, SIA, versão 4.5 desenvolvido pela ECOSOFT, empresa brasileira localizada em Vitória no Espírito Santo

3.1.1 Descrição do modelo

O modelo Atmos é baseado no modelo ISC (Industrial Source Complex) recomendado pela USEPA (United States Environmental Protection Agency). No entanto, desde 1987 os algoritmos do ISC utilizados originalmente no Atmos vêm sendo modificados e complementados, com base em pesquisas e trabalhos realizados e através de inclusão de inovações e atualizações publicadas internacionalmente em periódicos especializados. Todo esse trabalho vem sendo traduzido em melhoria contínua dos resultados de cenários de qualidade do ar modelados para diversas áreas e condições testadas no Brasil, elevando-se sensivelmente o nível de correlação entre dados medidos e calculados por modelagem.

De acordo com Ecosoft (2004), sob certas condições idealizadas, a concentração média das espécies emitidas de uma fonte pontual obedece a uma distribuição gaussiana. Este fato, embora estritamente verdadeiro no caso de estacionaridade e turbulência atmosférica homogênea, serve como base para uma larga classe de fórmulas de dispersão de contaminantes atmosféricos em corrente uso. Baseada na abordagem lagrangeana, uma aproximação mais largamente aceita e utilizada é a equação da pluma gaussiana. Esta assume que o espalhamento do efluente de uma fonte contínua tem uma distribuição normal ao eixo horizontal da pluma, tanto no plano horizontal como no vertical (direção vertical z e direção y perpendicular à direção do vento), cuja concentração é dada pela equação (01)

$$C(x,y,z) = \frac{F D}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp\left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right] \left\{ \exp\left[\frac{-(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[\frac{-(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (01)$$

Onde:

x,y = coordenadas cartesianas que identificam o ponto analisado;

z = altitude média da célula onde se situa o ponto analisado, em relação ao nível do mar [m];

Q = taxa de emissão do poluente [g.s⁻¹];

u_s = velocidade média do vento na altura de emissão [m.s⁻¹];

σ_y = parâmetro de distribuição de Pasquill-Gifford na direção lateral ao eixo da pluma [m];

y = distância ortogonal do ponto analisado ao eixo da pluma [m];

h = altura efetiva de emissão [m];

σ_z = parâmetro de distribuição de Pasquill-Gifford na direção vertical ao eixo da pluma [m];

F = fator de correção para diferentes tempos de amostragem;

D = termo de decaimento do poluente considerado [s⁻¹].

Ecosoft (2004, p.11) explica que, “na abordagem de curto período os dados brutos válidos e consistentes (normalmente médias de 15 minutos ou 1 hora) são utilizados conforme medição ocorrida (dados brutos ou reais ocorridos).” Neste caso, a direção do vento é considerada com resolução de um grau, totalizando 360 setores de proveniência do vento. No caso onde a direção de vento é registrada como siglas, o Atmos considera então até 16 setores medidos.

Afirma Ecosoft (2004), até esse ponto, todo o tratamento das informações de meteorologia para o modelo de curto período do Atmos é idêntico ao utilizado no ISC. Para o ISC, esta etapa de tratamento de informações de meteorologia já seria suficiente para a aplicação do modelo de curto período. O ISC considera que as informações meteorológicas não variam no espaço ou área de estudo, ou seja, as informações meteorológicas coletadas em uma estação de medição são transpostas e consideradas invariáveis para toda a área de estudo. Isso pode não ser muito significativo para áreas com relevo muito plano, mas em áreas mais complexas, a diferença nos cenários de qualidade do ar modelados pode ser muito significativa. No Atmos, a variável vento sofre um tratamento mais realista, possibilitando uma interpretação mais apurada de sua variação no espaço ou região a ser modelada. O Atmos permite ainda a consideração de uma ou mais estações de medição

localizadas no interior da área de estudo simultaneamente, o que é impossível no ISC.

“No Atmos, antes de iniciar a modelagem de cada cenário de qualidade do ar, as informações meteorológicas são pré-processadas por um esquema de interpolação, obtendo-se, como resultado, campos discretos de ventos e demais variáveis.” (ECOSOFT, 2004, p.13). O Atmos utiliza o modelo de interpolação dos valores medidos nas N estações meteorológicas, calculando da seguinte forma.

$$x_{ij} = \frac{1}{\sum_{n=1}^n r_n^{-2}} \sum_{n=1}^n w_n r_n^{-2} \quad (02)$$

Onde:

i, j = índices de referência das direções X e Y, respectivamente;

x_{ij} = valor interpolado em cada célula do nível do relevo base;

n = número de estações consideradas no modelo;

r = distância entre a célula e a estação considerada [m];

w = valor medido em cada estação n.

Preconiza Ecosoft (2004), uma vez que cada estação considerada possivelmente encontra-se em um nível de solo diferente das demais, os valores de velocidade de vento medidos são inicialmente calculados para a mesma cota de referência (relevo base). A utilização de campos meteorológicos no Atmos o diferencia largamente do ISC. Em relevos complexos, o grau de acerto do Atmos é muito superior ao dos modelos bidimensionais, conforme testes de calibração realizados para o Atmos e o ISC.

3.1.2 Algoritmos auxiliares

“A equação 1 é a equação básica do modelo de pluma gaussiana, contudo são necessários alguns algoritmos auxiliares para o cálculo das variáveis pertinentes ao cálculo das concentrações para cada poluente estudado.” (ECOSOFT, 2004, p.14).

O efeito da remoção de gases e pequenas partículas (menores que 20 μm) na atmosfera pelo efeito gravitacional, pode ser desprezado pelos modelos dispersão. No entanto, para partículas mais grosseiras, a remoção pela ação da

gravidade terrestre é bastante significativa. A equação do termo vertical utilizada pelo ISC e Atmos para o primeiro caso é dado por:

$$V = \exp\left[-0,5\left(\frac{z_r - h_e}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-0,5\left(\frac{z_r + h_e}{\sigma_z}\right)^2\right] + \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp\left[-0,5\left(\frac{H_1}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-0,5\left(\frac{H_2}{\sigma_z}\right)^2\right] + \right. \quad (03)$$

$$\left. + \exp\left[-0,5\left(\frac{H_3}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-0,5\left(\frac{H_4}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

Onde:

$$h_e = h_s + \Delta h$$

$$H_1 = z_r - (2iz_i - h_e)$$

$$H_2 = z_r + (2iz_i - h_e)$$

$$H_3 = z_r - (2iz_i - h_e)$$

$$H_4 = z_r + (2iz_i - h_e)$$

h_s = altura física da fonte emissora [m];

Δh = ganho de altura da pluma por efeitos de empuxo e momentum (Plume Rise) [m];

z_r = altura do receptor a partir do solo [m];

z_i = altura da camada de mistura [m].

Corroborando Ecosoft (2004), a série infinita na Equação 3 representa os efeitos do crescimento vertical da pluma até o topo da camada de mistura. O método de fontes imagem é utilizado para representar o efeito das reflexões no solo e no topo da camada limite. Os parâmetros σ_y e σ_z dependem da distância da fonte emissora ao ponto analisado, da rugosidade aerodinâmica da superfície e da estabilidade atmosférica. A estabilidade atmosférica pode ser indicada corretamente pelo número de Richardson (Ri). O número de Richardson representa a relação entre a turbulência mecânica (causada pelo gradiente da velocidade do vento em relação à altura acima do solo) e a turbulência térmica ou convectiva (causada pelo gradiente de temperatura do ar em relação à altura acima do solo) da atmosfera, porém, Ri não é um parâmetro rotineiramente medido, pois exige técnicas e equipamentos sofisticados.

Reconhecendo a necessidade de um meio prático para definir a estabilidade atmosférica baseada em observações de rotina, Pasquill (1961) introduziu o conceito de classes de estabilidade definidas na Tabela 1.

Tabela 1- Classes de Estabilidade Atmosférica de Pasquill

Velocidade do Vento a 10 m do solo (m/s)	Radiação Solar (W/m ²)			Fração de Cobertura de Nuvens à Noite	
	>700	350 a 700	<350	≥ 8/4	≤ 8/3
< 2	A	A – B	B	-	-
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

A = extremamente instável D = neutra
 B = moderadamente instável E = levemente estável
 C = levemente instável F = moderadamente estável
 Fonte: Pasquill, 1961.

O Atmos também calcula a classe de estabilidade segundo o desvio padrão da direção horizontal do vento. A Tabela 2 apresenta a relação entre as classes de estabilidade de Pasquill e o desvio padrão da direção do vento.

Tabela 2- Classes de Estabilidade Atmosférica de Pasquill

Classe de Estabilidade	Desvio Padrão da Direção do Vento (°)
A	$5,22 \geq \theta\sigma$
B	$17,5 \geq \theta\sigma < 22,5$
C	$12,5 \geq \theta\sigma < 17,5$
D	$7,5 \geq \theta\sigma < 12,5$
E	$3,8 \geq \theta\sigma < 7,5$
F	$8,3 \leq \theta\sigma$

Fonte: Pasquill, 1961.

O cálculo dos parâmetros de dispersão σ_y e σ_z é baseado em coeficientes empíricos desenvolvidos em diversos trabalhos e ajustados para o Hemisfério Sul por Queiroz e Santolim (1987).

A U.S. Environmental Protection Agency (EPA) recomenda o cálculo do σ_y e σ_z distintamente para áreas urbanas e áreas rurais. Caso a caso, o cálculo de σ_y e σ_z é previamente escolhido nos modelos matemáticos do Atmos, de acordo com a área geográfica de trabalho de cada usuário.

Segundo Ecosoft (2004), as fórmulas utilizadas no Atmos para o cálculo dos parâmetros de dispersão (σ) são exatamente as mesmas utilizadas no ISC. Porém, o Atmos dispõe de uma lista interna de parâmetros utilizados nestas formulações, que inclui todos os utilizados pelo ISC e vários outros adaptados para as condições brasileiras e que foram validadas para fontes pontuais e difusas com a utilização de traçadores, com distâncias entre a fonte e o receptor maiores que 100 metros e menores que 50 quilômetros. Além disso, o Atmos permite a interação do usuário para a modificação desses parâmetros, caso esteja disponível correlações mais acuradas para a região estudada.

Tanto no ISC quanto no Atmos, o cálculo do σ_y e σ_z é diferenciado para áreas urbanas e rurais. Para áreas urbanas, ambos os modelos utilizam a formulação proposta por Briggs (1974), conforme pode ser observado na Tabela 3. Para áreas rurais, os modelos utilizam a formulação exponencial proposta por Pasquill (1961), conforme as Tabelas 4 e 5.

Tabela 3 - Coeficientes de Dispersão para Áreas Urbanas de Briggs.

Classe de Estabilidade	σ_y (metros)	σ_z (metros)
A	$0,32 \times (1,0 + 0,0004 x)^{-1/2}$	$0,24 \times (1,0 + 0,001 x)^{1/2}$
B	$0,32 \times (1,0 + 0,0004 x)^{-1/2}$	$0,24 \times (1,0 + 0,001 x)^{1/2}$
C	$0,22 \times (1,0 + 0,0004 x)^{-1/2}$	0,20 x
D	$0,16 \times (1,0 + 0,0004 x)^{-1/2}$	$0,14 \times (1,0 + 0,0003 x)^{-1/2}$
E	$0,11 \times (1,0 + 0,0004 x)^{-1/2}$	$0,08 \times (1,0 + 0,0015 x)^{-1/2}$
F	$0,11 \times (1,0 + 0,0004 x)^{-1/2}$	$0,08 \times (1,0 + 0,0015 x)^{-1/2}$

Onde: x em metros.

Fonte: Briggs, 1974.

Tabela 4- Coeficientes de Dispersão para Áreas Rurais de Pasquill.

Classe de Estabilidade	$\sigma_y = 465,11628 (x) \tan(\text{TH})$ $\text{TH} = 0,017453293 [a - b \ln(x)]$	
	a	b
A	24,167	2,5334
B	18,333	1,8096
C	12,5	1,0857
D	8,333	0,72382
E	6,25	0,54287
F	4,1667	0,36191

Onde: σ_y é dado em metros e x é dado em quilômetros

Fonte: Pasquill, 1961.

Tabela 5- Coeficientes de Dispersão para Áreas Rurais de Pasquill

Classe de Estabilidade	x (km)	σ_z (m)= c(x)d	(x em Km)
		c	d
A	<0,10	122,8	0,9447
	0,10 – 0,15	158,08	1,0542
	0,16 – 0,20	170,22	1,0932
	0,21 – 0,25	179,52	1,1262
	0,26 – 0,30	217,41	1,2644
	0,31 – 0,40	258,89	1,4094
	0,41 – 0,50	346,75	1,7283
	0,51 – 3,11	453,85	2,1166
	>3,11	**	**
B*	<0,20	90,673	0,93198
	0,21 – 0,40	98,483	0,98332
	>0,40	109,3	1,0971
C*	Todas	61,141	0,91465
D	<0,30	34,459	0,86974
	0,31 – 1,00	32,093	0,81066
	1,01 – 3,00	32,093	0,64403
	3,01 – 10,0	33,504	0,60486
	10,01 – 30,00	36,65	0,56589
	<30,00	44,053	0,51179
E	<0,10	24,26	0,8366
	0,10 – 0,30	23,331	0,81956
	0,31 – 1,00	21,628	0,7566
	1,01 – 2,00	21,628	0,63077
	2,01 – 4,00	22,534	0,57154
	4,01 – 10,00	24,703	0,50527
	10,01 – 20,00	26,97	0,46713
	20,01 – 40,00	35,42	0,37615
	>40,00	47,618	0,29592
F	<0,20	15,209	0,81558
	0,21 – 0,70	14,457	0,78407
	0,71 – 1,00	13,953	0,68465
	1,01 – 2,00	13,953	0,63227
	2,01 – 3,00	14,823	0,54503
	3,01 – 7,00	16,187	0,4649
	7,01 – 15,00	17,836	0,41507
	15,01 – 30,00	22,651	0,32681
	30,01 – 60,00	27,074	0,27436
	>60,00	34,219	0,21716

* Se o valor calculado de σ_z exceder a 5000 m, σ_z é ajustado para 5000 m.

** σ_z é igual a 5000 m.

Fonte: Pasquill, 1961.

A formulação de dispersão utilizada no modelo Atmos requer o valor da velocidade do vento na altura em que a emissão dos poluentes atmosféricos é realizada em cada fonte. A equação a seguir é usada no ISC e no Atmos para ajustar a velocidade do vento medida na estação meteorológica para a altura de lançamento de cada fonte. (ECOSOFT, 2004, p.17).

$$u_s = u_{ref} \left(\frac{h_s}{z_{ref}} \right)^p \quad (04)$$

Onde:

p = expoente do perfil de velocidade do vento;
 h_s = altura de lançamento da chaminé ou fonte extensa [m];
 z_{ref} = altura do anemômetro da estação meteorológica [m];
 u_{ref} = velocidade medida na estação meteorológica [m s^{-1}];
 u_s = velocidade do vento na altura de emissão [m s^{-1}].

Consoante Ecosoft (2004), outro fator a ser considerado na análise da dispersão de poluentes na atmosfera, é a altura na qual os gases e partículas são liberados na atmosfera. Quando emitidos através de uma chaminé, eles geralmente saem do topo do mesmo com uma considerável quantidade de movimento, devido à diferença de temperatura do gás para o ambiente e da velocidade de lançamento do gás. Isto geralmente faz com que a pluma ganhe altura ao sair da chaminé, antes de se inclinar na direção do vento. Portanto, a altura efetiva de emissão do poluente, h , usada na equação de dispersão é definida como a soma da altura física da extremidade superior da chaminé em relação ao nível do mar, h_s , com uma parcela denominada Δh que caracteriza a variação da altura de lançamento devido aos fatores citados.

$$h = h_s + \Delta h \quad (05)$$

Preconiza Ecosoft (2004), a caracterização da ascensão da pluma em termos das propriedades do gás exaurido e do estado da atmosfera ambiente é um problema complexo. Uma abordagem detalhada deveria envolver a resolução simultânea das equações de conservação de massa, momentum e energia. O Atmos utiliza as formulações de cálculo de ascensão da pluma inclusas no ISC, isto é, o Atmos utiliza os algoritmos de Briggs e Huber-Snyder para o cálculo dos efeitos de ascensão da pluma de poluentes.

Uma abordagem prática alternativa, proposta por Briggs (1974), ASME-American Society of Mechanical Engineers e recomendada pela EPA está disposta na Tabela 6.

Tabela 6- Fórmulas para o Cálculo de Δh

Referência	Estabilidade Atmosférica	a	b	E	Condições
Plumas Dominadas por Empuxo					
Briggs (1974)	Neutra e Instável	1	2/3	1,6F ^{1/3}	F < 55, x < 49F ^{5/8}
		1	0	21,4F ^{3/4}	F < 55, x ≥ 49F ^{5/8}
		1	2/3	1,6F ^{1/3}	F ≥ 55, x < 119F ^{2/5}
		1	0	38,7F ^{3/5}	F ≥ 55, x ≥ 119F ^{2/5}
	Estável	1/3	0	2,4(F/S ₂) ^{1/3}	
		0	0	5F ^{1/4} /S ₂ ^{-3/8}	
Plumas Dominadas por Momentum					
ASME (1973)	Todas	1,4	0	dV _s ^{1,4}	V _s > 10 m s ⁻¹
					V _s > \bar{u}
Briggs (1974)	Neutra	2/3	1/3	1,44 (dV _s) ^{2/3}	ΔT < K 05 V _s / u ≥ 4
		1	0	3dV _s	V _s / u ≥ 4

Fonte: Briggs, 1974.

$$\Delta h = \frac{Ex^b}{\bar{u}^a} \quad (06)$$

Onde:

 d = diâmetro da fonte emissora [m]; F = parâmetro de empuxo, $gd^2V_s(T_s - T_a)/4T_s$ [$\text{m}^4 \text{s}^{-3}$]; g = aceleração gravitacional, [m s^{-2}]; $S_2 = g(\partial\theta/\partial z)/T_a$ [s^{-2}]; T_a = temperatura ambiente na altura de lançamento [K]; T_s = temperatura de exaustão dos gases [K]; $\Delta T = (T_s - T_a)$ [K]; V_s = velocidade do vento na altura de lançamento [m s^{-1}].

Tabela 7- Estratificação da Temperatura da Atmosfera

Classe de Estabilidade	Gradiente de Temperatura Ambiente	Gradiente Potencial de Temperatura
A (extremamente instável)	< - 1,9	< - 0,9
B (moderadamente instável)	- 1,9 até - 1,7	- 0,9 até - 0,7
C (levemente instável)	- 1,7 até - 1,5	- 0,7 até - 0,5
D (neutra)	- 1,5 até - 0,5	- 0,5 até 0,5
E (levemente estável)	- 0,5 até 1,5	0,5 até 2,5
F (moderadamente estável)	> 1,5	> 2,5

Fonte: Briggs, 1974.

Afirma Ecosoft (2004), que as concentrações de poluentes a jusante de uma fonte poluidora decrescem com o tempo de amostragem devido, principalmente, a um aumento do σ_y em função do aumento da flutuação da direção principal do vento. Ou seja, a razão entre os picos e as concentrações médias são decrescentes com o aumento no tempo de amostragem do poluente para medições realizadas em alturas próximas às de emissão. Essa razão reduz-se ainda mais quando as medições são realizadas ao nível do solo e os poluentes lançados de chaminés elevadas. Com o aumento da distância de medição em relação ao ponto de lançamento de fontes elevadas, a razão entre os picos e as concentrações médias aproximam-se da unidade. A estabilidade atmosférica e o tipo de terreno sobre o qual a pluma está passando, também interferem nesta relação.

As curvas de correlação utilizadas no Atmos e ISC, são representativas para um tempo de amostragem de 1 hora e na maioria dos casos não necessita de ajustes, pois ambos trabalham em base horária. Para utilizar os modelos citados no cálculo de concentrações com períodos diferentes, é necessário que o valor obtido na simulação seja corrigido. (ECOSOFT, 2004, p.20).

A EPA sugere que a seguinte correção poderia ser obtida conforme a equação abaixo:

$$F = C_k \left(\frac{t_k}{t_c} \right)^p \quad (07)$$

Onde:

F = concentração corrigida para o período de tempo requerido [$\mu\text{g m}^{-3}$];

t_c = tempo de amostragem requerido [min];

C_k = concentração obtida para um curto período de tempo, t_k [$\mu\text{g m}^{-3}$];

t_k = tempo de amostragem de referência [min];

$0,17 \leq p \leq 0,2$.

Outro fator considerado igualmente no Atmos e ISC é o tempo de vida de cada poluente emitido. “O método aqui utilizado introduz um termo de decaimento do poluente na equação de dispersão, baseado na remoção do mesmo por fatores físicos e químicos, de acordo com a equação seguinte.” (ECOSOFT, 2004, p.20).

$$D = \exp\left(-\Psi \frac{x}{u_s}\right), \text{ para } \Psi > 0 \quad (08)$$

Onde:

Ψ = coeficiente de decaimento [s^{-1}];

x = distância da fonte ao receptor [m];

u_s = velocidade do vento na altura de emissão [$m\ s^{-1}$].

De acordo com Ecosoft (2004), a mistura turbulenta e a difusão vertical de uma pluma de gases na atmosfera são limitadas pela altura vertical onde ocorre a inversão do gradiente de temperatura nas partes mais baixas da troposfera. A altura da camada limite de inversão térmica da atmosfera é considerada no modelo através do efeito de restrição ao crescimento vertical da pluma de dispersão. No caso do poluente ser lançado em altura superior à da camada de mistura, a pluma é considerada totalmente restrita ao espaço acima da camada de inversão e a contribuição da mesma para o solo é nula. A técnica de aplicação do modelo de dispersão no Atmos no tocante ao espaço difere ligeiramente do ISC. No ISC, os pontos receptores são previamente cadastrados pelo usuário, havendo ainda a opção de simulação para uma grade pré-dimensionada (o que na verdade internamente transforma-se em uma matriz de pontos receptores no sistema). O Atmos trabalha com grades retangulares particionadas em células de igual tamanho. Isso permite o tratamento do relevo de uma forma mais realista e ainda obriga a uma análise das condições de contorno de cada receptor de interesse, além do próprio ponto receptor. O cálculo da concentração em cada célula é realizado de maneira pontual para um ponto representativo de toda a área da mesma, geralmente o ponto central desta.

Ambos os modelos simulam, para cada célula ou receptor, a contribuição conjunta de todas as fontes ativas existentes no banco de dados de fontes emissoras, levando-se em consideração as distâncias envolvidas entre cada fonte e receptor e as condições meteorológicas do momento de interesse, gerando cenários de qualidade do ar para cada poluente de interesse estudado. (ECOSOFT, 2004, p.21).

Para Ecosoft (2004, p.21) “após o cálculo de cada cenário de qualidade do ar, pode ser aplicada uma operação opcional de suavizamento (smoothing) do campo discreto de concentrações para remover flutuações de pequena escala.” Operações similares são comumente usadas em investigações de turbulência e previsão numérica de condições climáticas. O suavizamento pode ser efetuado através do seguinte algoritmo:

$$C_{ij} = \frac{a \cdot C_{ij} + C_{i-1,j} + C_{i+1,j} + C_{i,j-1} + C_{i,j+1}}{a + 4}$$

equação (9)

Onde:

C_{ij} = concentração suavizada da célula (i,j) [$\mu\text{g m}^{-3}$];

a = fator de peso (0 a 6).

Consoante Ecosoft (2004), este algoritmo pode ser utilizado com tantas iterações quantas forem necessárias, enquanto o campo discreto de concentrações mantiver suas características essenciais. No Atmos são usados valores de a variando entre 0 e 6 iterações sucessivas, de acordo com o poluente analisado e a classe de estabilidade atmosférica detectada. O campo de concentrações previsto, assim operado, geralmente apresenta características mais próximas às do campo real existente. O ISC não dispõe desse efeito. O Atmos conta ainda com os modelos de cálculo de taxas dinâmicas de emissão de poluentes, todos recomendados pela EPA. A utilização de cálculo dinâmico das taxas de emissão de poluentes, além de possibilitar melhor análise de sensibilidade de variações meteorológicas e de emissão de poluentes, também acrescenta um significativo diferencial para a obtenção de resultados mais representativos dos modelos de dispersão.

Corroborando Ecosoft (2004), que esses modelos possibilitam o cálculo das taxas de emissão dinamicamente em função das variáveis meteorológicas e operacionais ao qual cada fonte é susceptível. Em geral, as fontes emissoras do tipo difusas apresentam larga variabilidade de suas taxas de emissão, pois são fortemente suscetíveis às variações operacionais e meteorológicas, em especial à velocidade do vento. E nesse aspecto, o modelo de campo de ventos de superfície gerado pelo Atmos novamente apresenta um diferencial, possibilitando a obtenção do perfil de velocidade do vento ajustado para a localização espacial de cada fonte,

considerando ainda as variações de altitude da região estudada. O ISC não dispõe desse recurso. O ISC é um modelo recomendado e desenvolvido pela EPA. O Atmos foi totalmente desenvolvido pela EcoSoft, inicialmente com base nos algoritmos do ISC e aprimorado ao longo de 12 anos de estudos e trabalhos no Brasil.

3.2 PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA

3.2.1 Localização

A usina Termelétrica William Arjona (UTWA), está localizada na Rodovia BR 060 s/nº, Estrada Vicinal – Campo Grande – MS.

3.2.2 Descrição Básica do Processo de Geração de Energia

O ar é succionado da atmosfera, chegando à admissão do compressor, onde é elevada a pressão do ar.

Nos queimadores é injetado o combustível, que se mistura com o ar proveniente do compressor. Posteriormente, esta mistura entra em combustão.

Os gases quentes gerados pela combustão acionam a turbina, que, por sua vez, aciona o compressor e o gerador, produzindo energia elétrica.

Da exaustão da turbina, os gases, com cerca de 540 °C, são descarregados na atmosfera pela chaminé.

Na figura 1, pode-se observar o princípio de funcionamento.

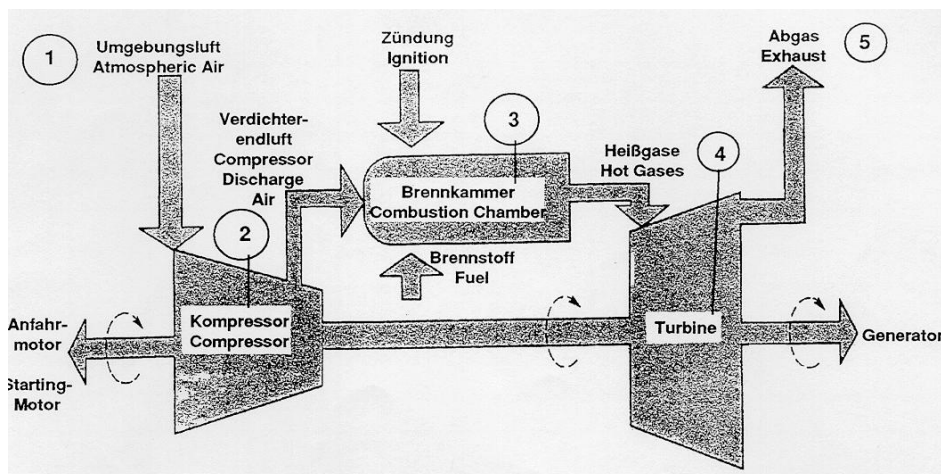


Figura 1 - Desenho do princípio de funcionamento.

4 METODOLOGIA

4.1 METODOLOGIA UTILIZADA

Abaixo, são listadas as principais etapas desenvolvidas para a realização deste estudo:

- a) Reconhecimento da área de estudo e demarcação da mesma;
- b) Levantamento de informações históricas de meteorologia disponíveis na região;
- c) Análise e validação dos dados obtidos, seguido de migração e compilação dos mesmos para o banco de dados (Oracle) do *software* Atmos;
- d) Levantamento de dados das fontes emissora da UTWA, características físicas dos dutos e do monitoramento das emissões, temperatura, vazão, resultados de dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio (NO_x, NO, NO₂) e material particulado pertencente a UTWA.
- e) Importação de dados genéricos de emissão para o *ORACLE*
- f) Utilização do Modelo de Dispersão Atmos, considerando, basicamente a área estudada como rural, cálculo de ΔH (altura de elevação da pluma acima do duto) para Huber Snyder e seleção da opção para rodar como o ISC, para condição de operação da usina com máxima (nominal) e com 200, 500 e 1500 metros de altura da camada de inversão térmica (Z_i),
- g) Geração para o ar ambiente (nível do solo) de cenários para material particulado, SO₂ e NO₂, horários, 24 h e do período de monitoramento.
- h) Análise dos impactos na qualidade do ar da região de estudo, por meio da observação destes cenários modelados.

A área de trabalho selecionada para a verificação do impacto atmosférico da Usina UTWA, considerada neste estudo, totaliza 1600 km², definida como um retângulo de dimensões 40 x 40 km, subdividido em células quadradas. A figura 2 apresenta esta área de trabalho, particionada, conforme a descrição.

Desta forma, os resultados das estimativas de acréscimo das concentrações de MP, SO₂ e NO₂ no ar da região de estudo são apresentados numa malha de concentração sobre a imagem de satélite (cenários de qualidade do ar),

proporcionando uma fácil verificação dos impactos provocados pelas emissões da UTWA na região, bem como as áreas mais impactadas.

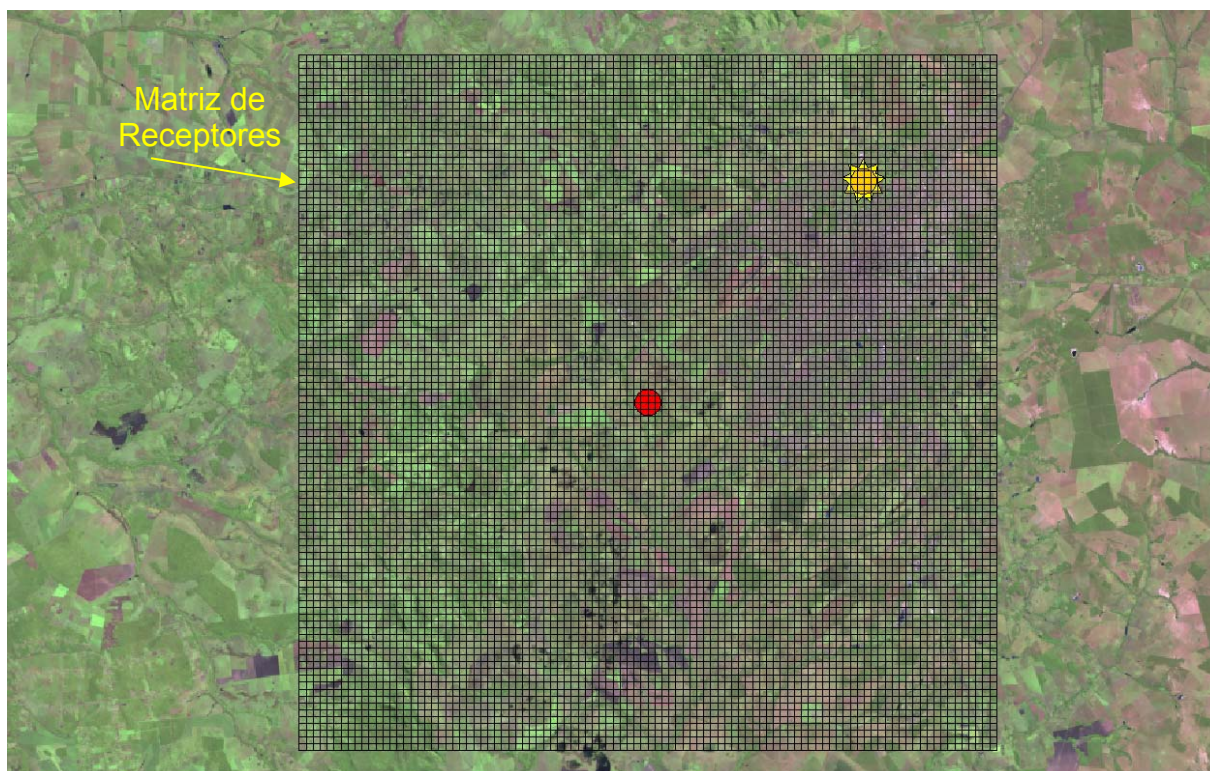


Figura 2 - Malha Computacional Utilizada no Estudo
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

4.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O inventário das emissões de poluentes atmosféricos da fonte inventariada, é fundamental para a alimentação do modelo matemático de dispersão, empregado para a determinação da influência da fonte emissora na qualidade do ar da região de estudo. Os dados físicos da chaminé (variáveis, neste estudo), bem como a caracterização das emissões atmosféricas dela oriundas (também variáveis neste estudo) foram devidamente inseridos no banco de dados do Atmos.

A quantificação da emissão do poluente Material Particulado, Dióxido de Enxofre e Dióxido de Nitrogênio na chaminé da UTWA foi realizada pela empresa RCLF Medições Ambientais.

Essas emissões foram utilizadas diretamente para geração dos resultados de acréscimos nas concentrações de MP, SO₂ e NO₂ no entorno da UTWA. No presente trabalho não se considerou a emissão de outros poluentes atmosféricos da chaminé da UTWA.

O *software* SIA 4.5-Atmos utilizado no estudo e licenciado para a Tractebel - Complexo Jorge Lacerda, foi alimentado com as propriedades pertinentes a UTWA, possibilitando facilmente futuras alterações e novas análises de influência (modelagens).

Para facilitar ainda mais a gestão das fontes emissoras, o SIA 4.5 possui o módulo de geoprocessamento onde o usuário pode criar e inserir símbolos, polígonos ou objetos georreferenciados que representam as fontes emissoras de poluentes atmosféricos da empresa ou quaisquer outros objetos de interesse, tais como: estações de monitoramento da qualidade do ar, estações meteorológicas, pontos receptores, denominados genericamente por entidades. A partir desses símbolos inseridos na área de interesse é possível associá-los diferentes tipos de dados de entidades, conforme é apresentado na Figura 3.

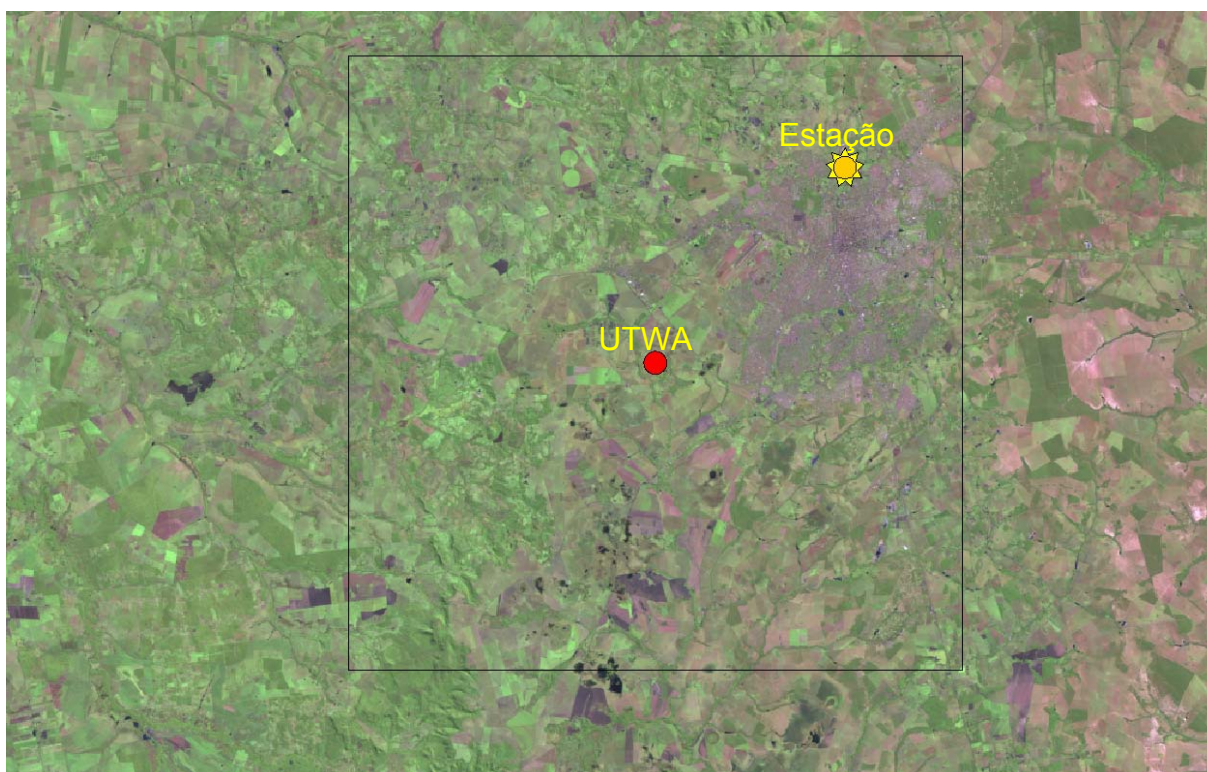


Figura 3 - Localização da Usina Termelétrica Willian Arjona e Estação Meteorológica (Aeroporto de Campo Grande – MS)

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

4.3 MODELO ESTATÍSTICO

O modelo estatístico é uma ferramenta avançada para modelagem de cenários de qualidade do ar de curto e longo períodos, simultaneamente, tomando como base informações meteorológicas brutas de curto período (médias horárias brutas).

Ele trabalha de forma semelhante ao modelo de curto período do Atmos, como descrito anteriormente, porém sem gravar os cenários horários de qualidade do ar, o que na maioria das vezes é inviável devido ao enorme espaço em disco exigido do computador. Ao invés de gravar todos os cenários horários de qualidade do ar, no modelo estatístico os valores obtidos para cada célula da malha para cada hora modelada são processados na memória do computador e os valores são acumulados na forma de matrizes, permitindo-se a obtenção das primeiras máximas concentrações de cada poluente modelado, juntamente com a mínima, o desvio padrão, e as médias móveis de qualquer período de interesse, sendo então somente esse conjunto de informações estatísticas gravado pelo sistema na forma de um cenário estatístico para cada poluente de interesse.

Resumidamente, são extraídos do universo de informações dos cenários modelados de qualidade do ar os seguintes resultados, para cada célula da malha da região de estudo:

- Média aritmética do período;
- Desvio padrão aritmético;
- Percentual de tempo de influência (tempo sob o qual a célula esteve sob influência de pelo menos uma fonte emissora);
- Máximas médias para as referências temporais requeridas (podem ser geradas - Médias de 1h, 2h, 4h, 6h, 8h, 12h, 24h, 48h, 72h, 7 dias e 1 ano);
- Cenário que contém a máxima concentração entre as máximas de cada célula para cada uma das médias acima.

As informações de direção do vento são consideradas com resolução de 1 grau.

Esse modelo foi gerado para a modelagem de quantidades significativas de dados meteorológicos, como períodos de amostragem nas chaminés.

Contudo, faz-se necessária uma criteriosa validação dos dados meteorológicos de base, uma vez que estes serão utilizados pelo modelo sem nenhum pré-tratamento, apenas pelo processo de validação dos mesmos.

No Atmos as médias de 8h e 24h, por exemplo, são obtidas como médias móveis que percorrem todo o período modelado, hora a hora, obtendo-se então as respectivas médias reais para o período considerado. No ISC, as médias são geradas como médias simples.

4.4 ANÁLISE DA MICROMETEOROLOGIA DA REGIÃO DA UTWA

A atmosfera é o meio propagador dos poluentes emitidos e os movimentos atmosféricos exercem um papel determinante na frequência, duração e concentração dos poluentes a que estão expostos os possíveis receptores.

A avaliação de impactos de emissões atmosféricas sobre a qualidade do ar do seu entorno exige um razoável conhecimento das condições meteorológicas de micro e mesoescala, que ocorrem na área de influência direta da empresa.

No presente estudo, foi possível obter informações meteorológicas da estação do aeroporto de Campo Grande, MS.

Os dados foram obtidos para o período compreendido entre 01/01/2006 a 31/12/2006, cujos parâmetros medidos são os seguintes:

- direção e velocidade do vento;
- nebulosidade;
- temperatura do ar;
- precipitação pluviométrica;
- radiação solar.

Os dados obtidos da estação meteorológica de Campo Grande – MS, referem-se a médias horárias, tomadas a cada 1 hora.

Os dados de altura da camada limite atmosférica foram tomados iguais a 200, 500 e 1500 metros.

O *software* SIA 4.5 possui ferramentas avançadas de análises estatísticas para melhor visualização, entendimento e validação dos dados inseridos no banco de dados (Oracle), conforme apresentado na Figura 4.

O comportamento característico da velocidade e direção do vento em Campo Grande – MS, pode ser resumido em uma representação gráfica denominada de Rosa dos Ventos. Foi gerada a rosa dos ventos para o período 01/01/2006 a 31/12/2006, para a estação meteorológica do aeroporto de Campo Grande - MS, cujo resultado é apresentado na Figura 5.

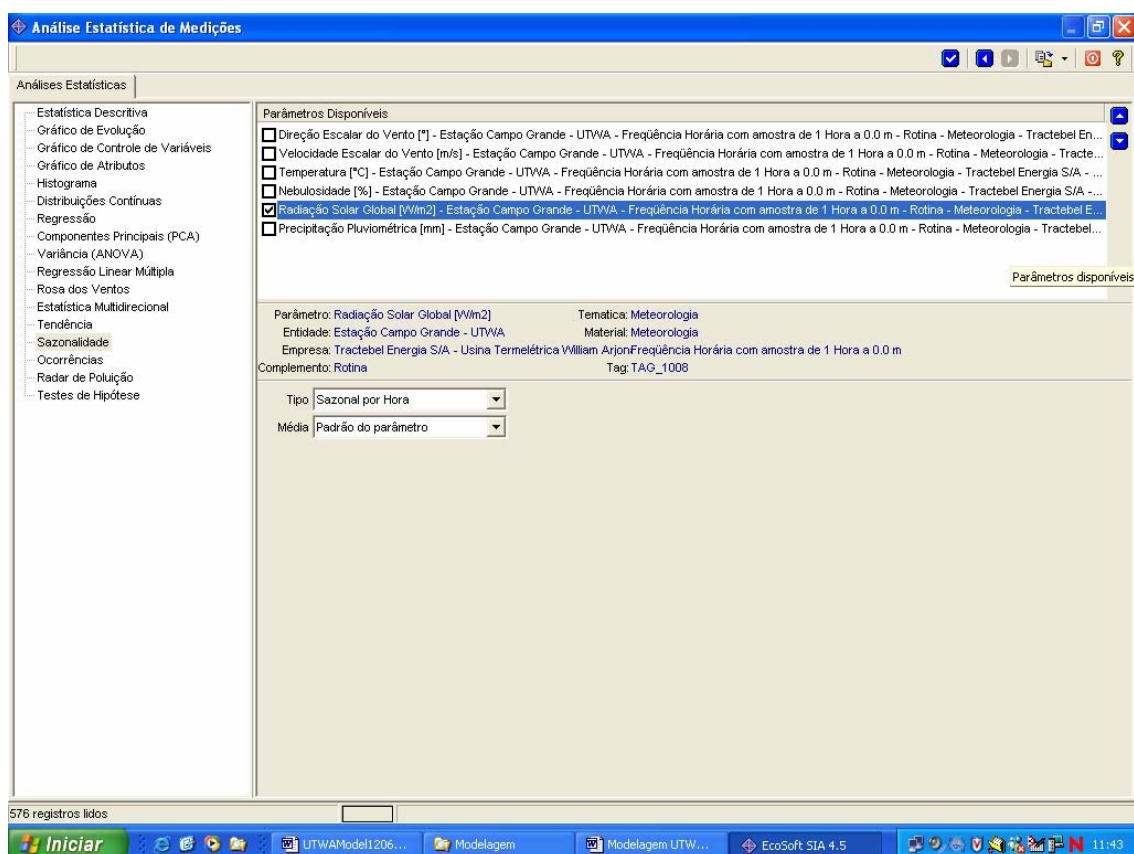


Figura 4 - Tela de Análises Estatísticas do Software SIA 4.5.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

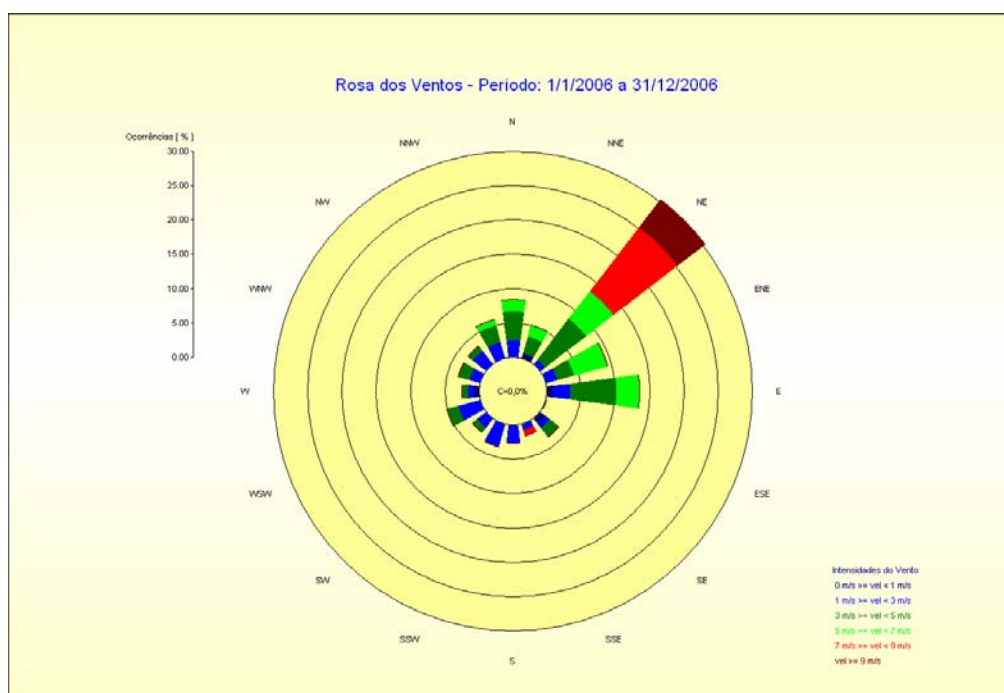


Figura 5 - Rosa dos Ventos da Região de Estudo Estação Meteorológica do Aeroporto de Campo Grande - MS

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

5 RESULTADOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Para a construção dos cenários modelados de qualidade do ar foi utilizado o modelo estatístico do Atmos 4.5, com todas as informações de emissões da UTWA, da meteorologia local e características geofísicas da região.

Foi realizada a modelagem de cenários estatísticos para cada uma das 18 combinações das variáveis analisadas, com base em cenários de medias horárias para o poluente Dióxido de Nitrogênio, e médias 24 horas para Material Particulado e Dióxido de Enxofre, bem como média de todo o período modelado para cada parâmetro analisado, considerando-se o período de 01/01/2006 a 31/12/2006.

A partir das informações de base, foram modelados os cenários de qualidade do ar para a região de estudo, considerando-se a condição operacional de carga máxima (nominal) e variação na altura da camada limite (200, 500 e 1500 m), totalizando 18 modelagens matemáticas (6 cenários analisados para cada altura de camada limite x cargas nominal e máximas do período de amostragem, totalizando 18 cenários modelados).

Ressalta-se que todos os resultados de concentração calculados apresentam-se com ordem de grandeza em níveis substancialmente inferiores aos padrões de qualidade do ar do CONAMA. A tabela 8 abaixo, apresenta os padrões de qualidade do ar da Resolução CONAMA para o poluente PTS, SO₂ e NO₂.

Tabela 8 - Padrões de Qualidade do Ar - Resolução CONAMA 03/1990.

Poluente	Padrão Primário	
	Concentração (µg/m ³)	Referência Temporal
Partículas Totais em Suspensão	80	1 ano
	240	24 horas
Dióxido de Enxofre SO ₂	80	1 ano
	365	24 horas
Dióxido de Nitrogênio NO ₂	100	1 ano
	320	1 hora

Fonte: CETESB, 2000.

Os principais resultados extraídos das modelagens matemáticas estão mostradas na Tabela 9 abaixo. A tabela mostra o pico de concentração de Material Particulado, Dióxido de Enxofre e Dióxido de Nitrogênio, para as referências temporais de 1 hora, 24 horas e média do período modelado, além da distância

desse pico em relação à chaminé da UTWA. Nesta mesma tabela pode-se comparar os resultados com a legislação ambiental.

Tabela 9 - Concentrações máximas a nível do solo para as Alturas da Camada de Inversão Térmica (Camada Limite) de 200, 500 e 1500 metros.

Parâmetros	Referência Temporal	Altura da Camada de Inversão			Padrão da Legislação Ambiental Res. CONAMA 03/90.
		Zi = 200 m Concentração [µg/m³]	Zi = 500 m Concentração [µg/m³]	Zi = 1500 m Concentração [µg/m³]	
Material Particulado	Máxima de 1h	12,100	7,157	7,157	-
	Máxima de 24 h	0,511	0,566	0,700	240 µg/m³
	Máxima média do período	0,2742	0,2305	0,2590	-
Dióxido de Enxofre	Máxima de 1h	1,493	0,893	0,893	-
	Máxima de 24 h	0,077	0,082	0,093	365 µg/m³
	Máxima média do período	0,0356	0,0336	0,0354	-
Dióxido de Nitrogênio	Máxima de 1h	41,171	24,666	24,666	320 µg/m³
	Máxima de 24 h	1,715	1,675	2,072	-
	Máxima média do período	0,6734	0,6055	0,7431	-

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

5.1 CENÁRIOS MODELADOS

Os cenários modelados para cada variação da altura da camada de inversão térmica (200, 500 e 1500 metros) são apresentados abaixo.

5.1.1 Altura da camada de inversão para 200 metros

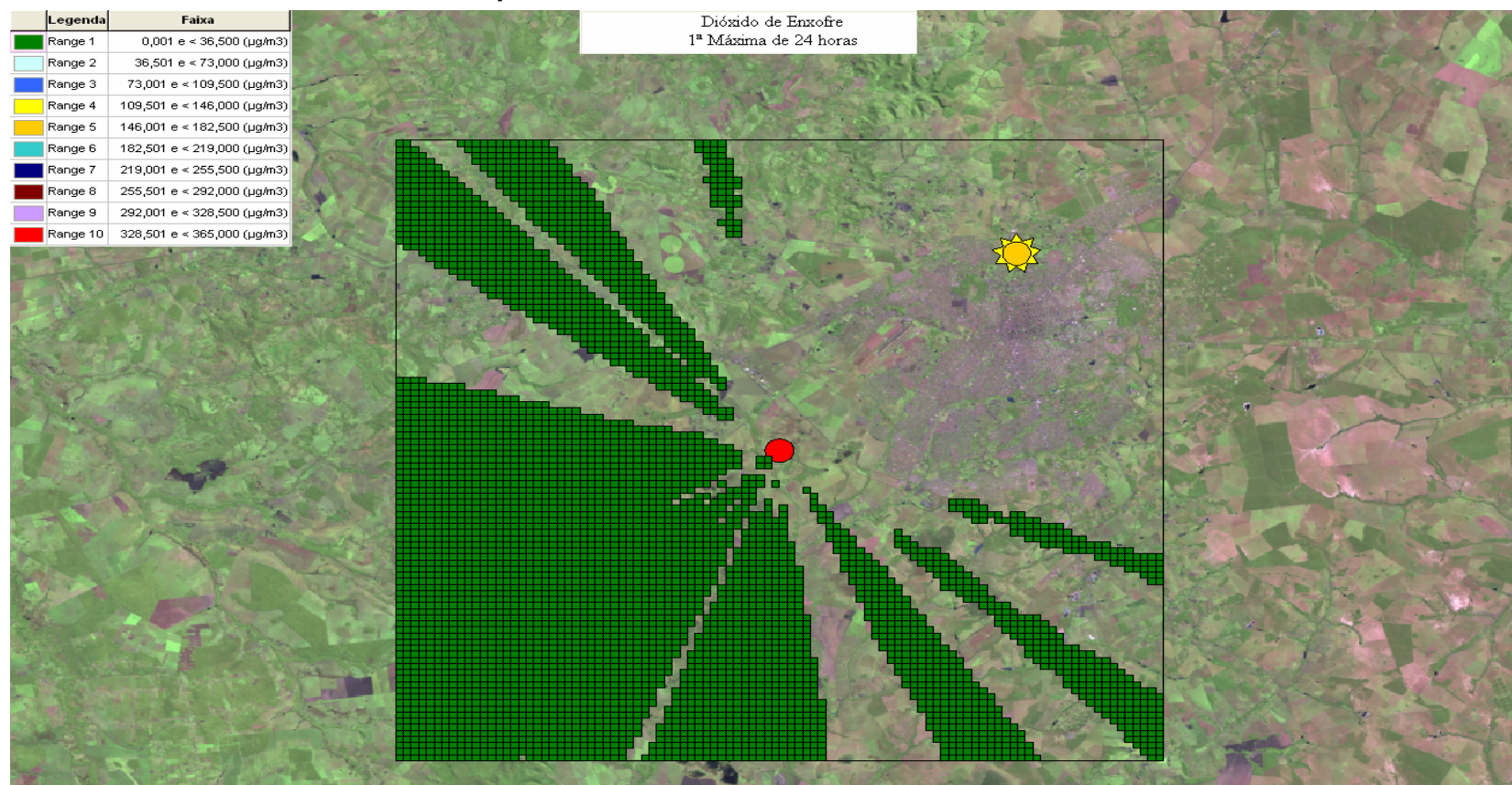


Figura 6 - Concentrações Máximas de 24 horas para SO_2 do período simulado com carga nominal 190 MW/h.
Valor máximo encontrado = $0,218 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

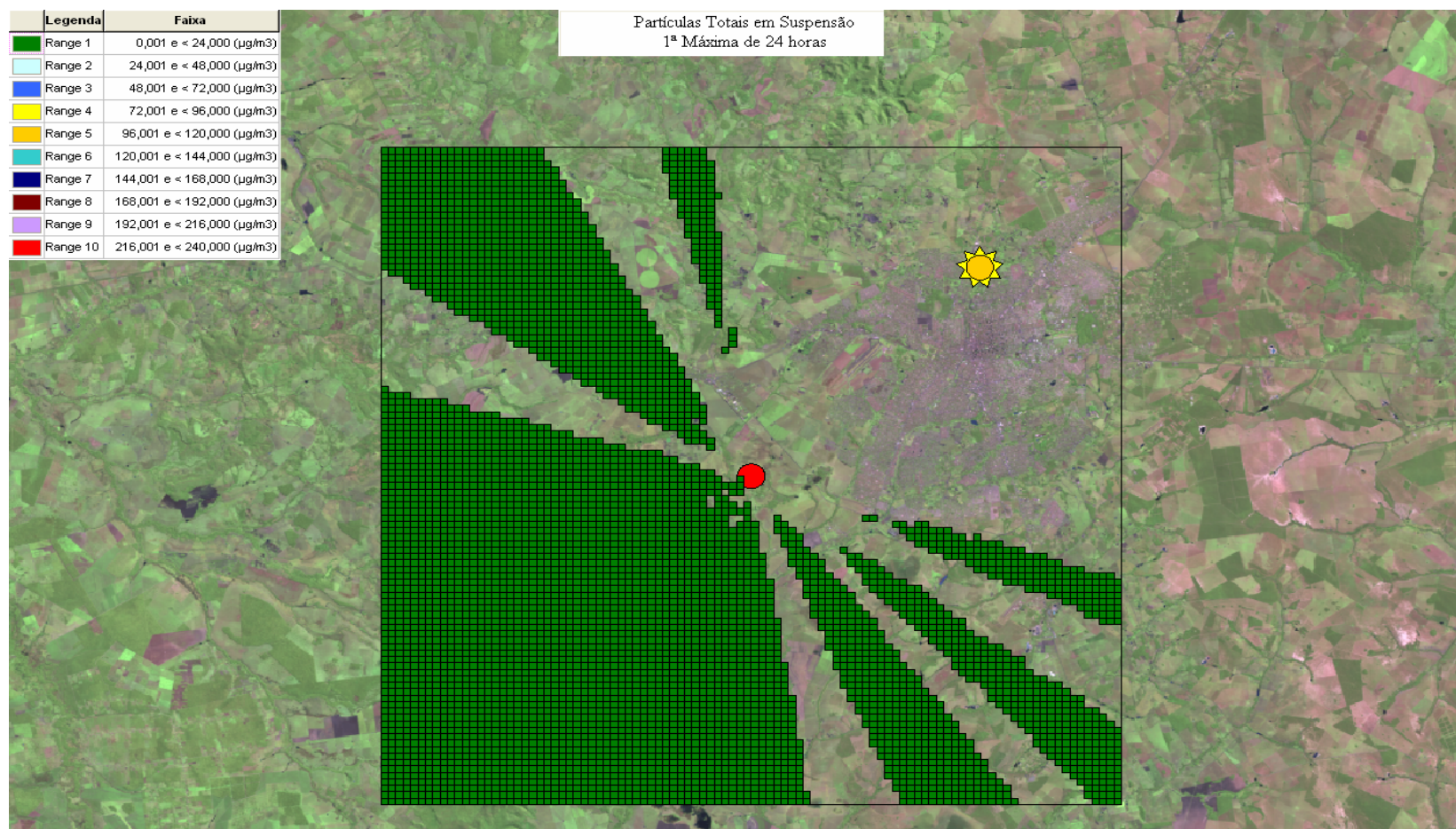


Figura 7 - Concentrações Máximas de 24 horas para MP do período simulado com carga nominal 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $1,417 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

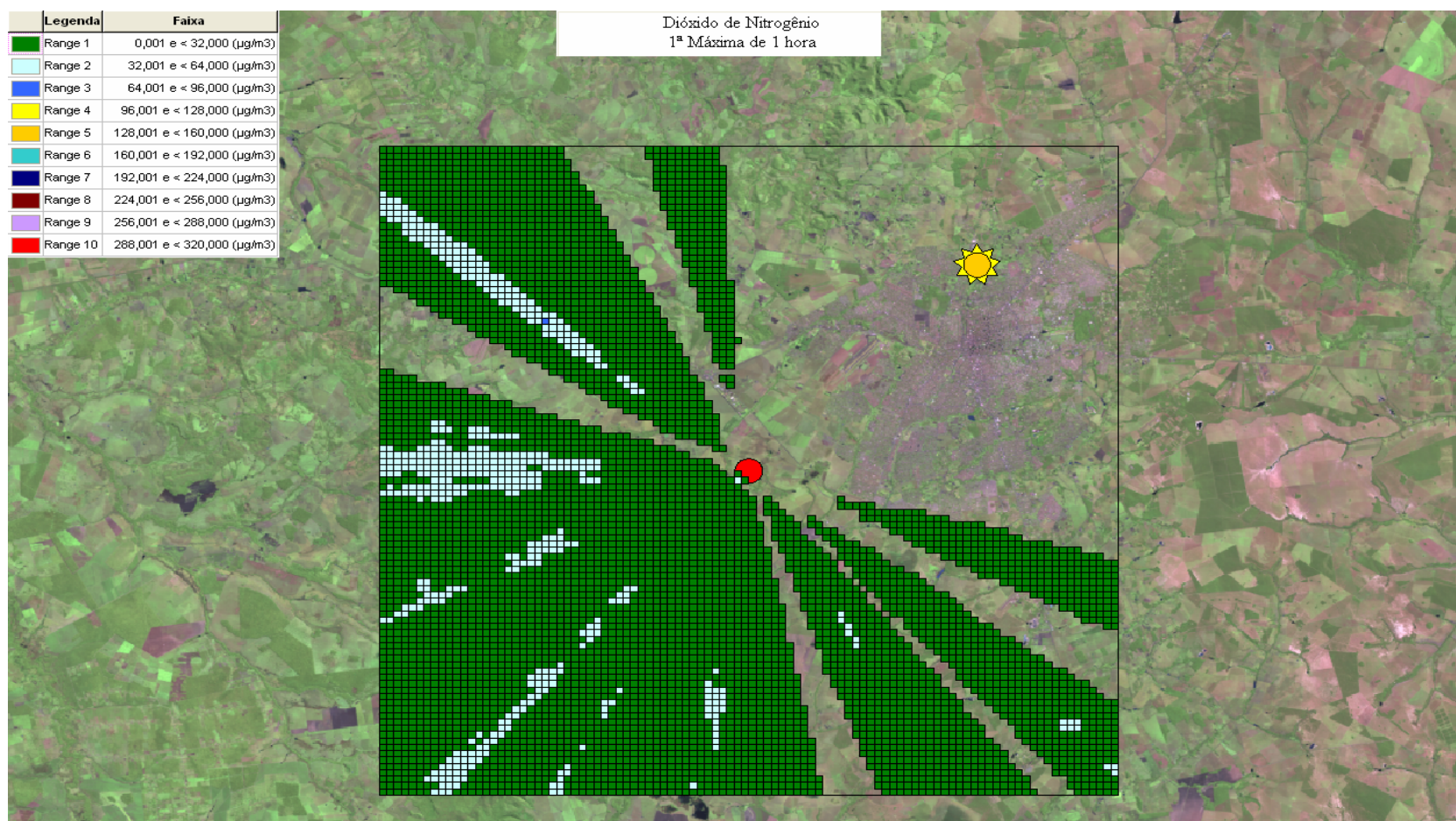


Figura 8 - Concentrações Máximas de 1 hora para NO_2 do período simulado com carga nominal 190 MW/h. Valor máximo encontrado = $65,270 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

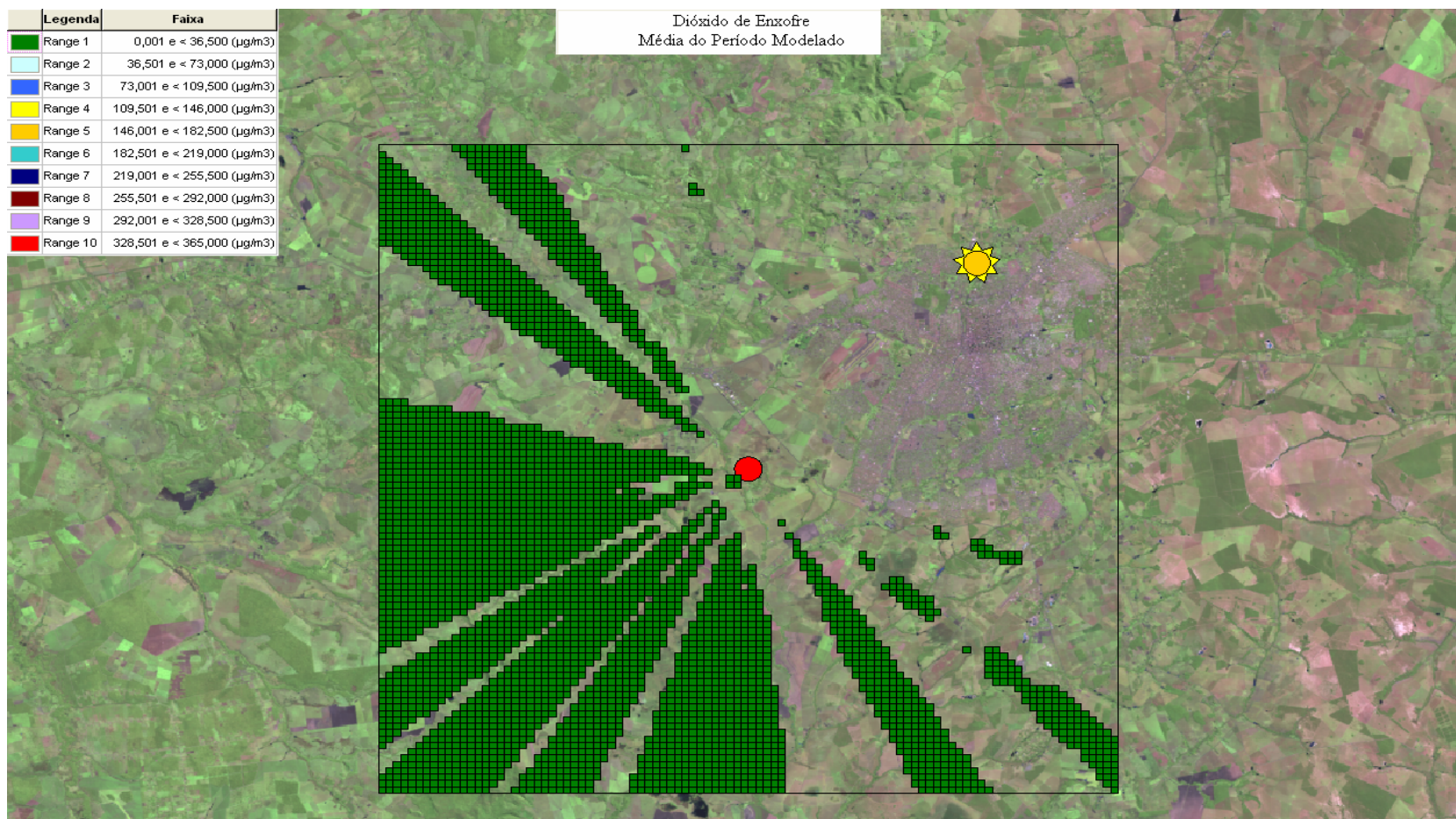


Figura 9 - Concentrações Médias de 1 hora para SO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $0,0902 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

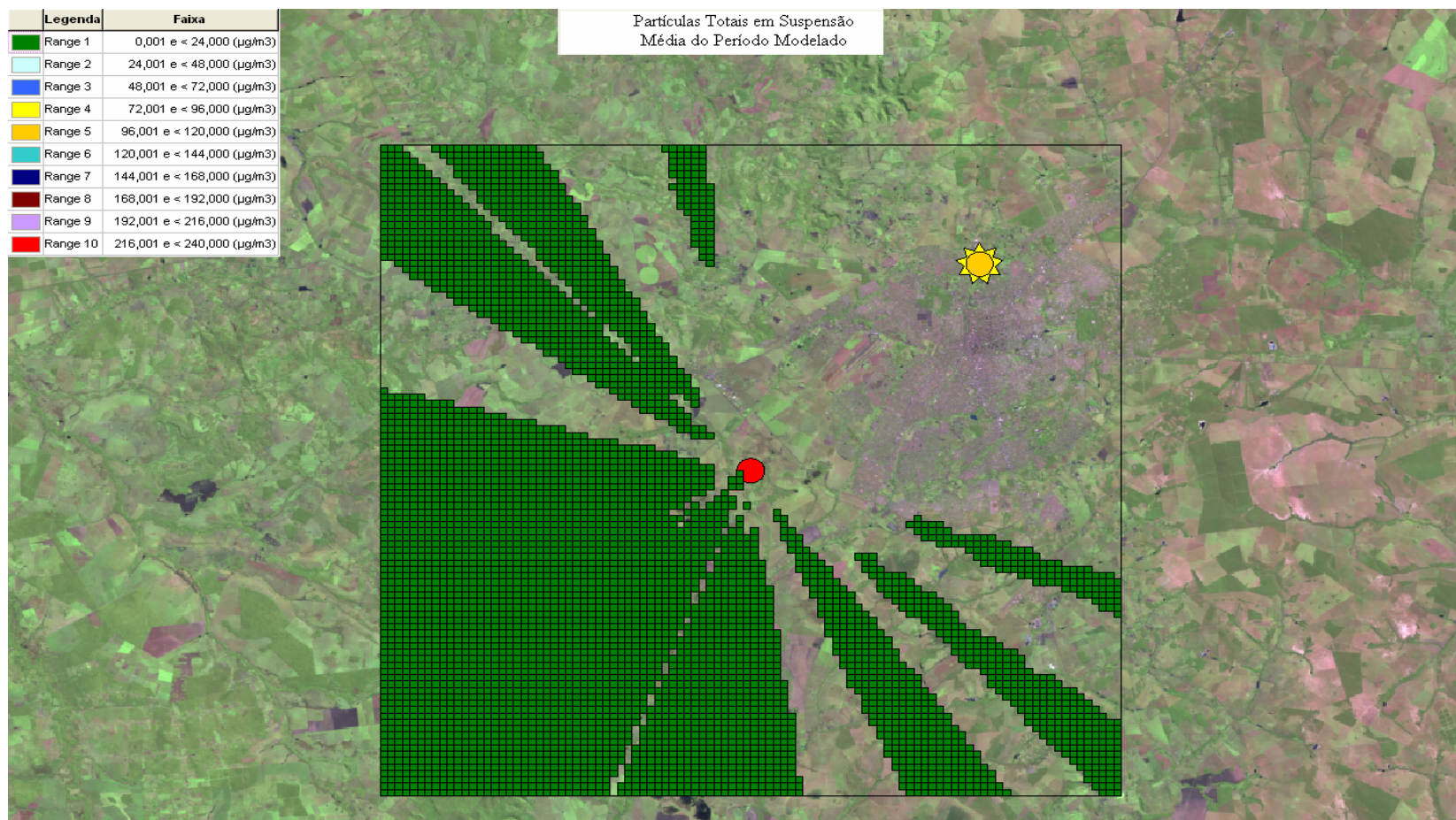


Figura 10 - Concentrações Médias de 1 hora para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $0,6958 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

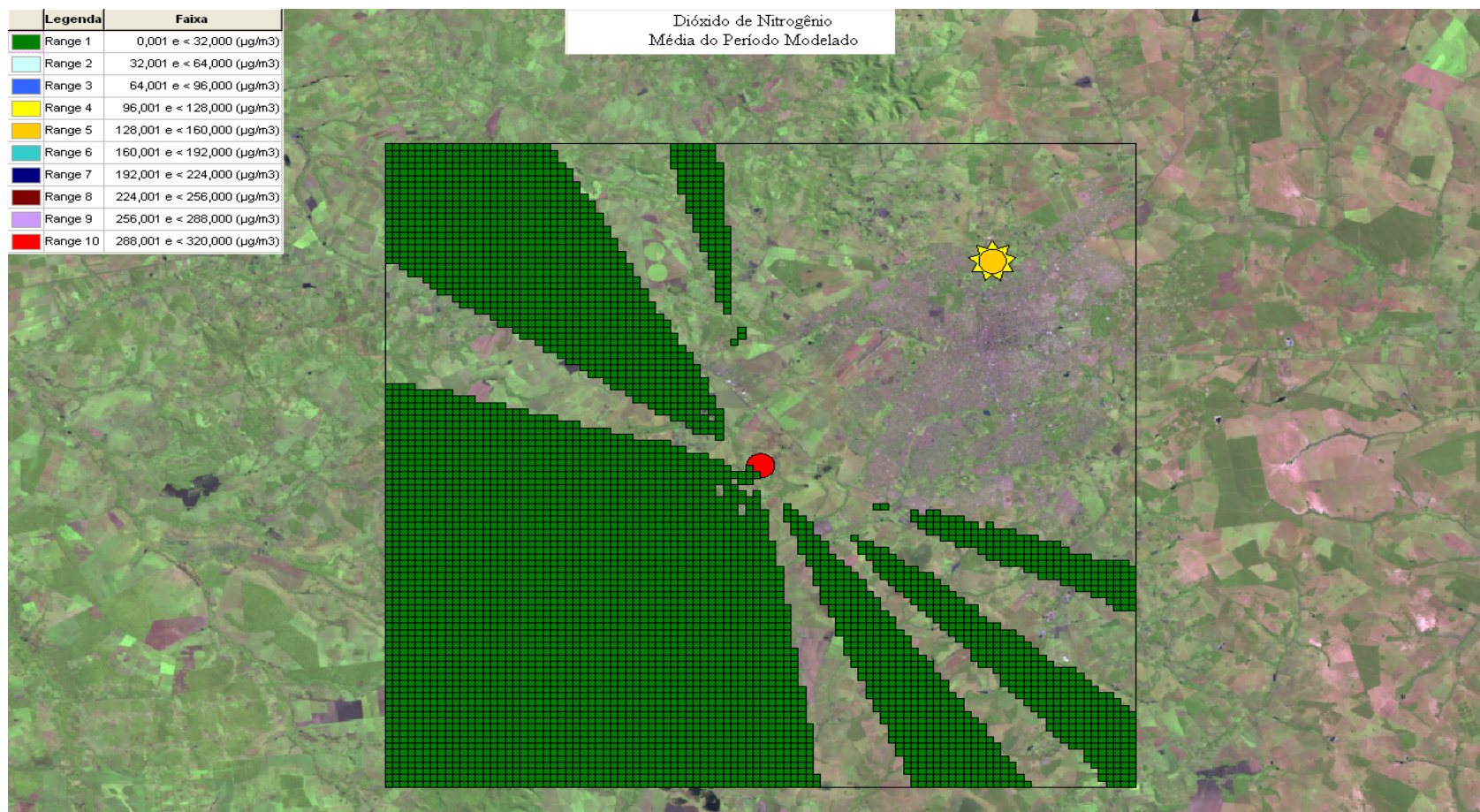


Figura 11 - Concentrações Médias de 1 hora para NO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h. Valor máximo encontrado = $2,5913 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

5.1.2 Altura da camada de inversão para 500 metros

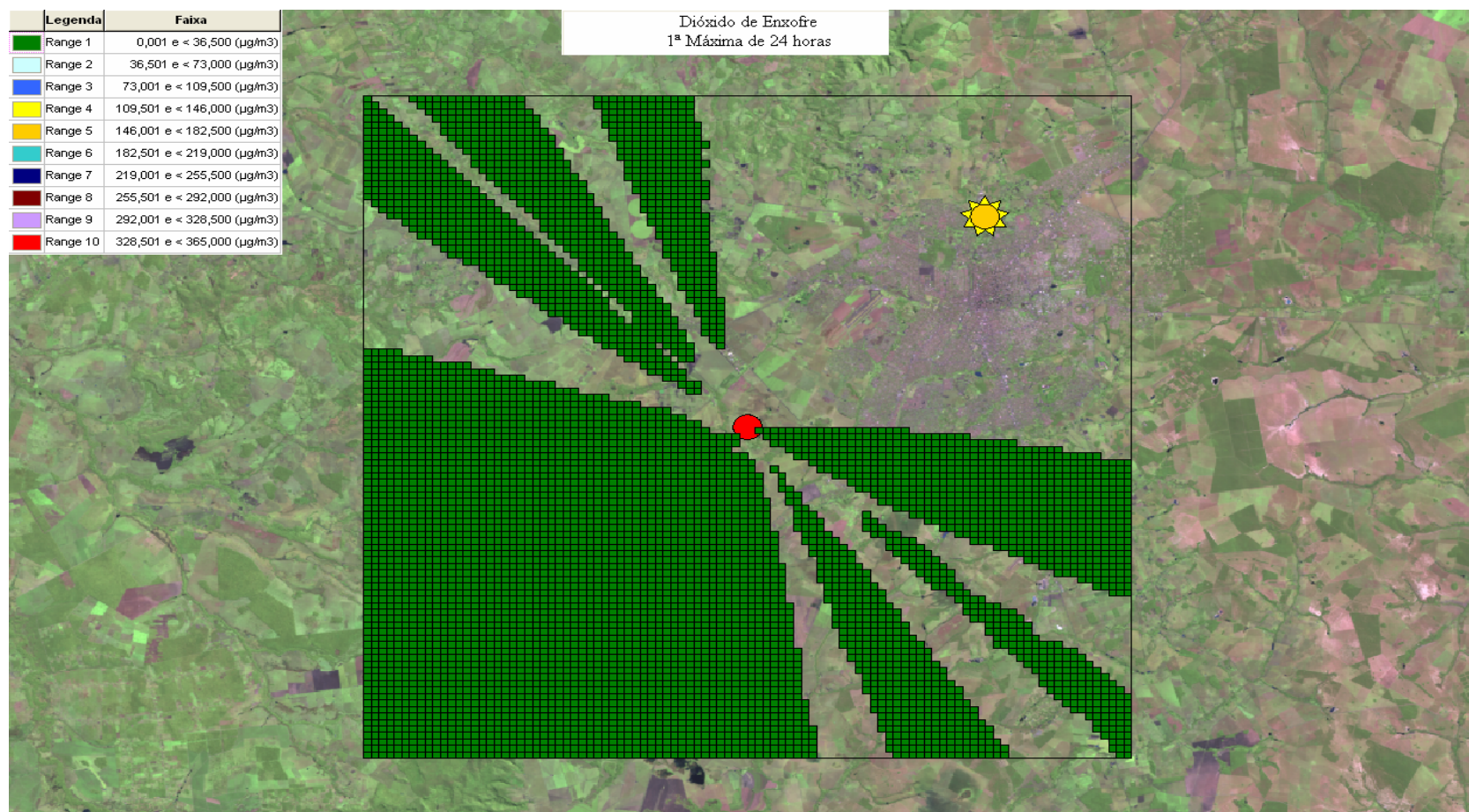


Figura 12 - Concentrações Máximas de 24 horas para SO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $0,224 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

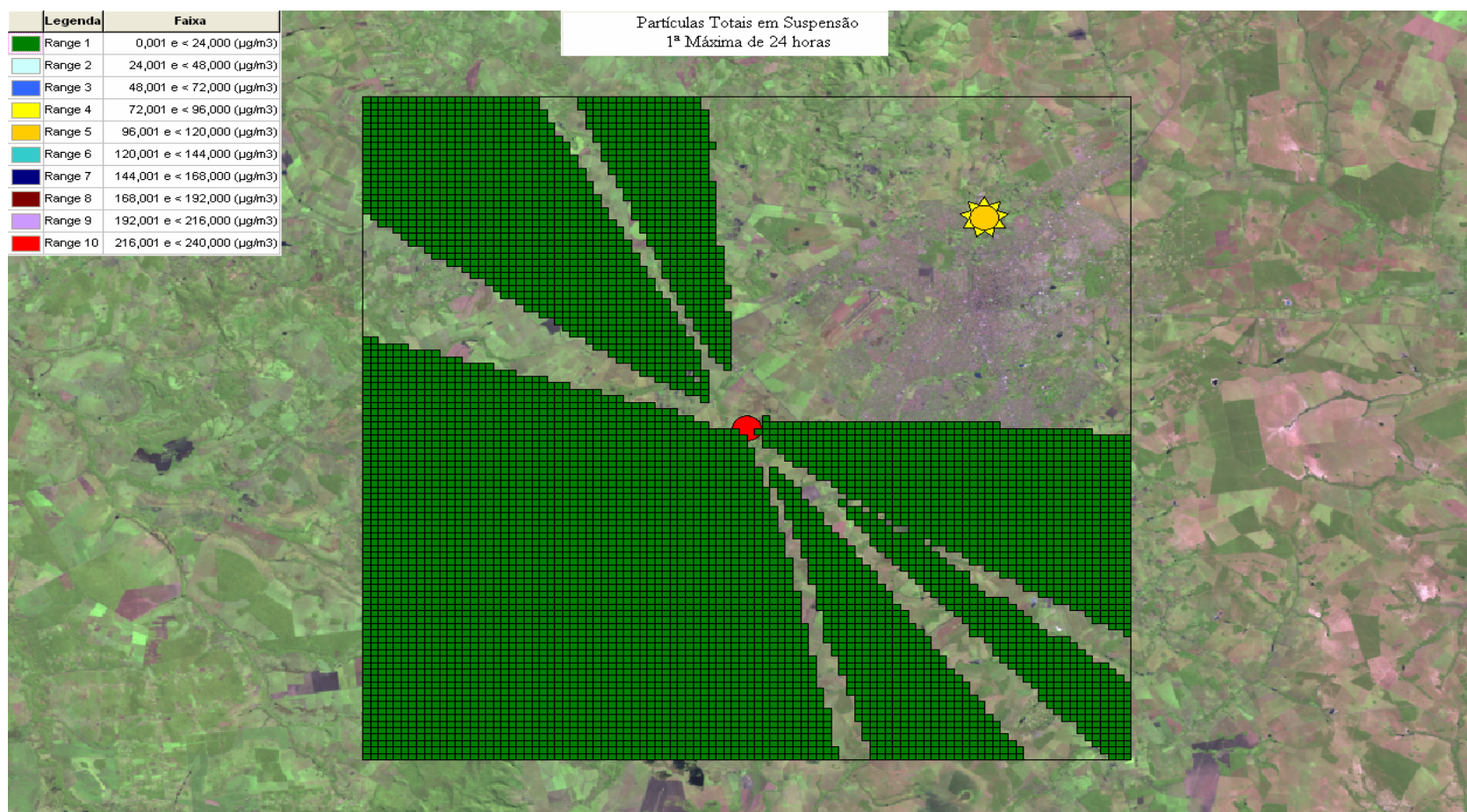


Figura 13 - Concentrações Máximas de 24 horas para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $1,461 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

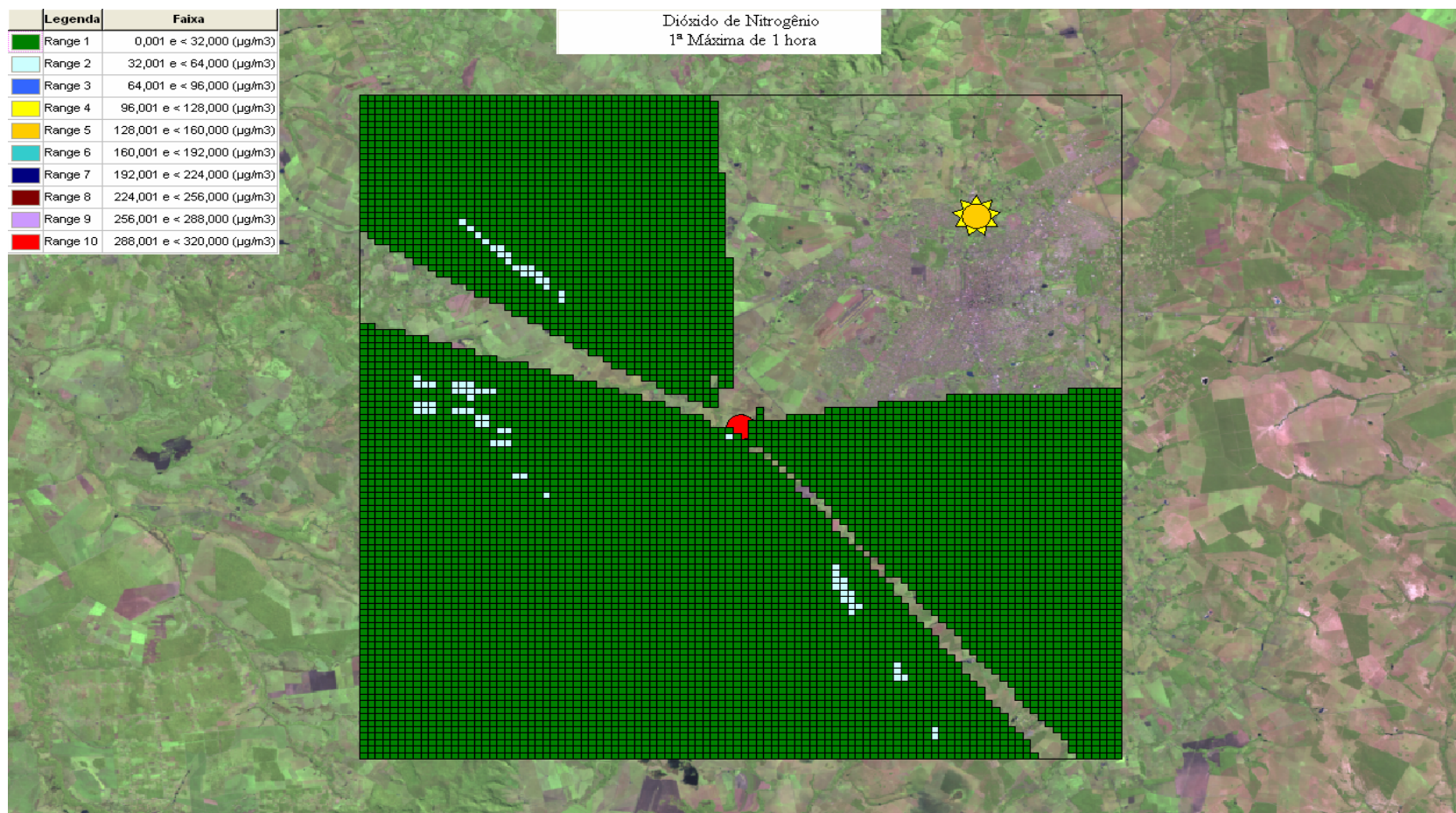


Figura 14 - Concentrações Máximas de 1 hora para NO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $46,799 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

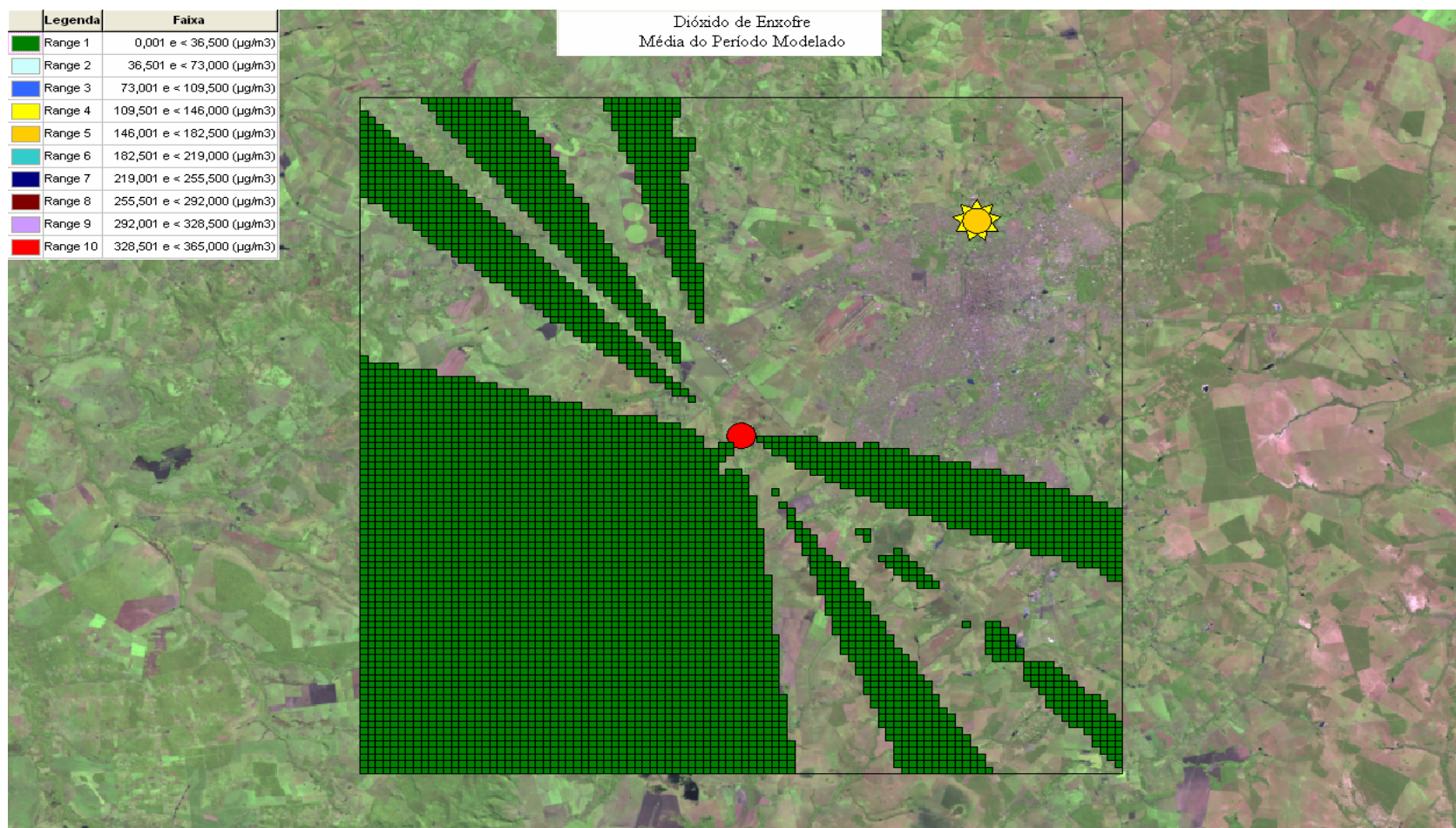


Figura 15 - Concentrações Médias de 1 hora para SO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h. Valor máximo encontrado = $0,0822 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

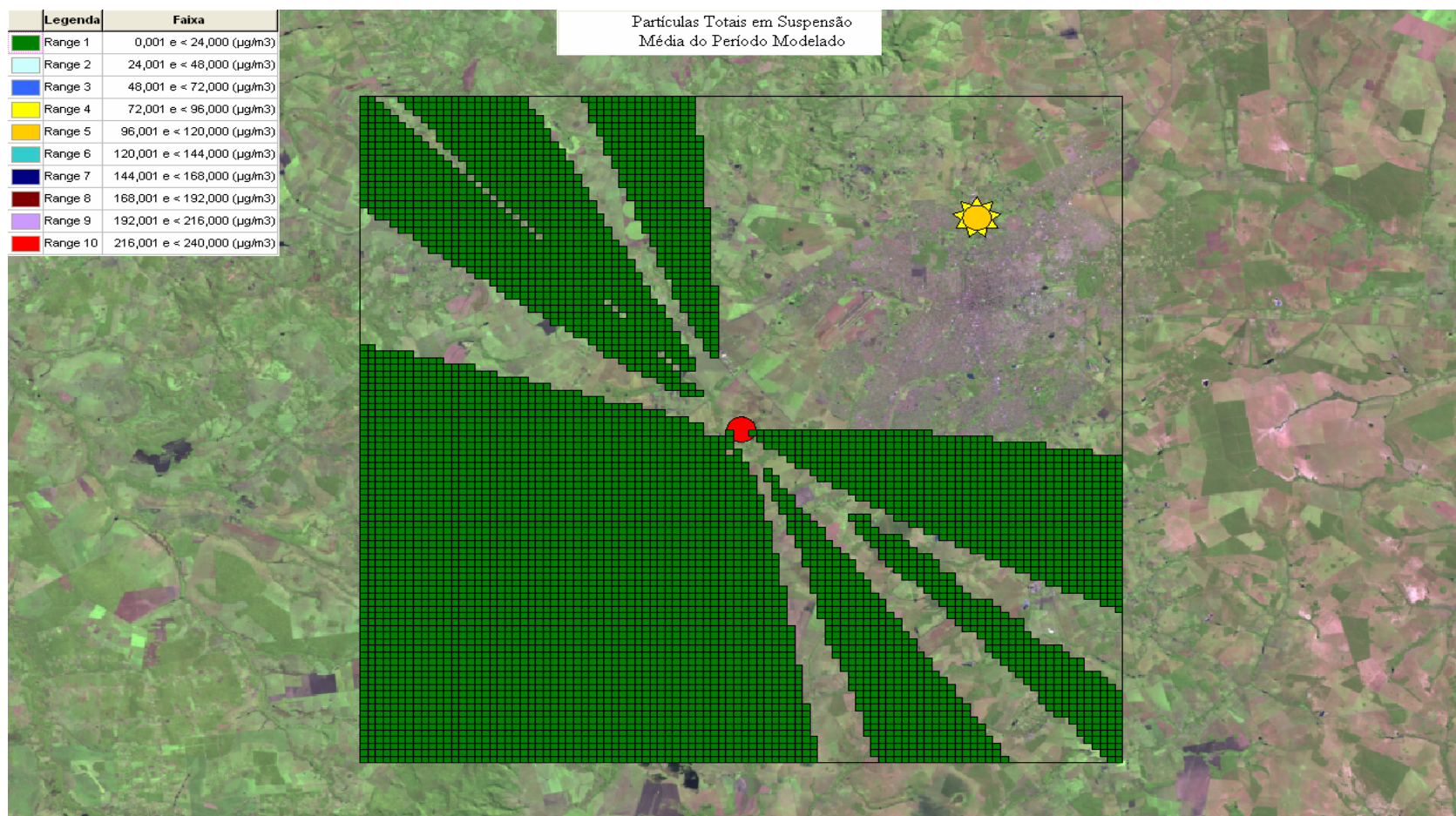


Figura 16 - Concentrações Médias de 1 hora para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $0,5347 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

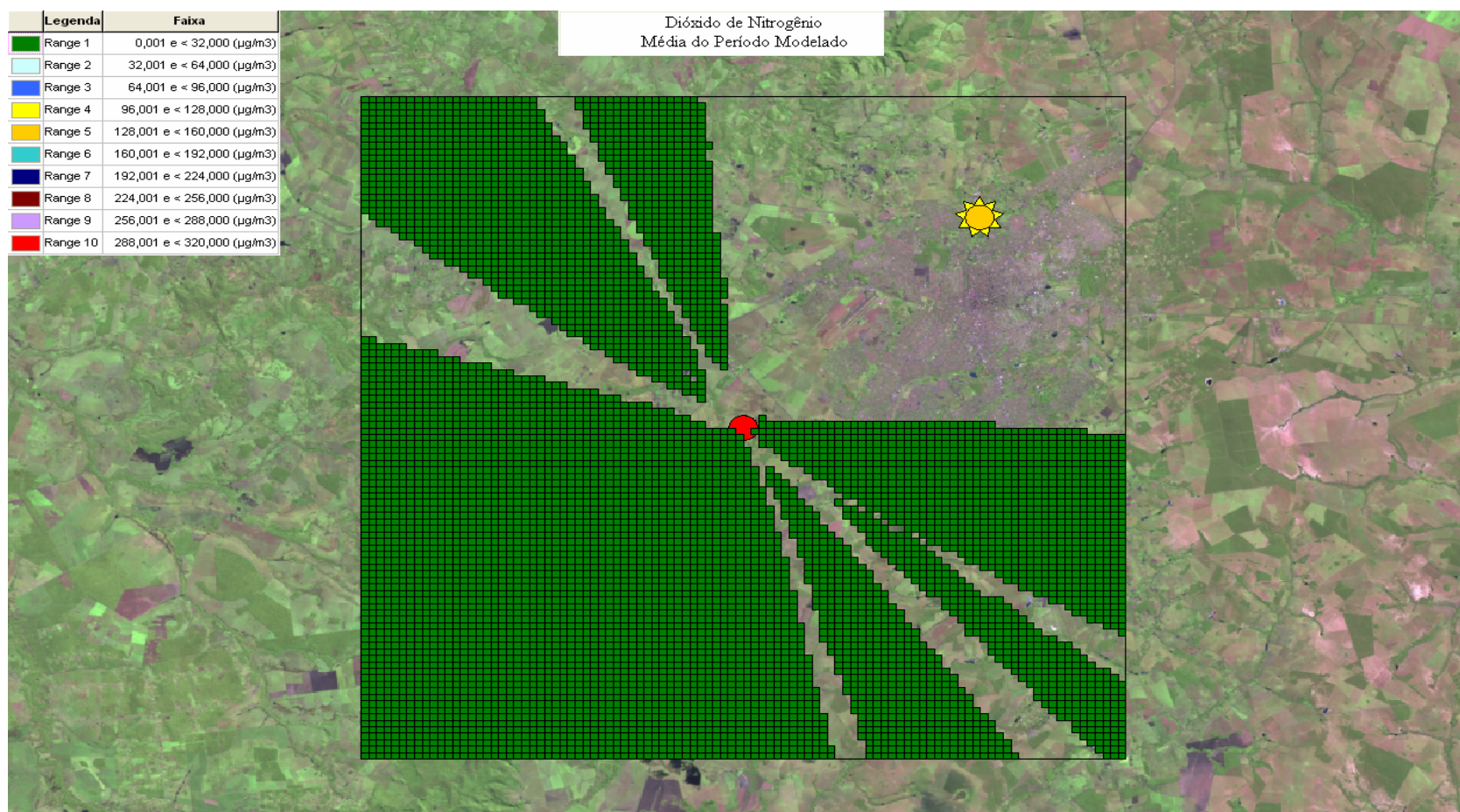


Figura 17 - Concentrações Médias de 1 hora para NO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h. Valor máximo encontrado = $2,1344 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

5.1.3 Altura da camada de inversão para 1500 metros

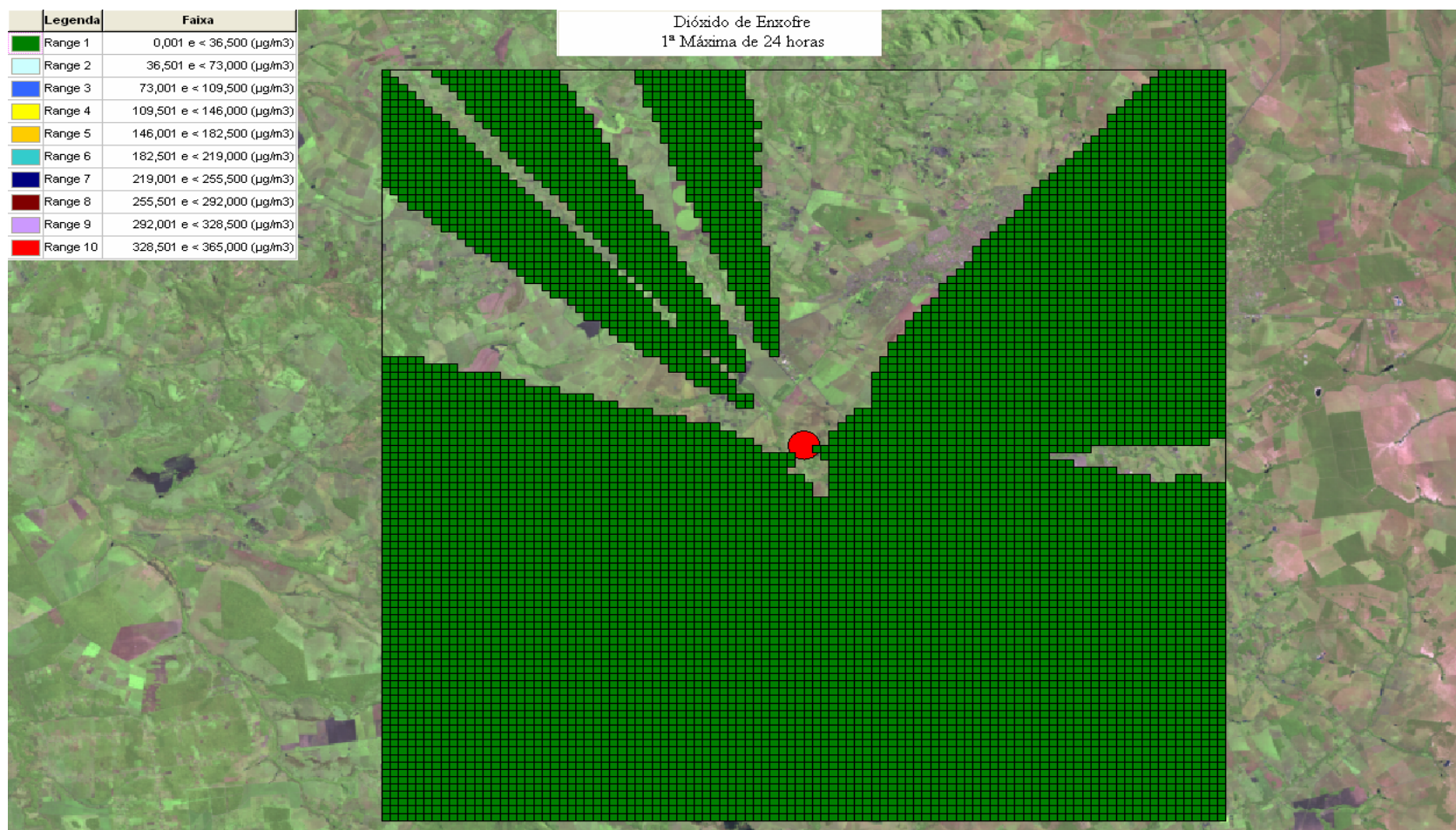


Figura 18 -Concentrações Máximas de 24 horas para SO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $0,224 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

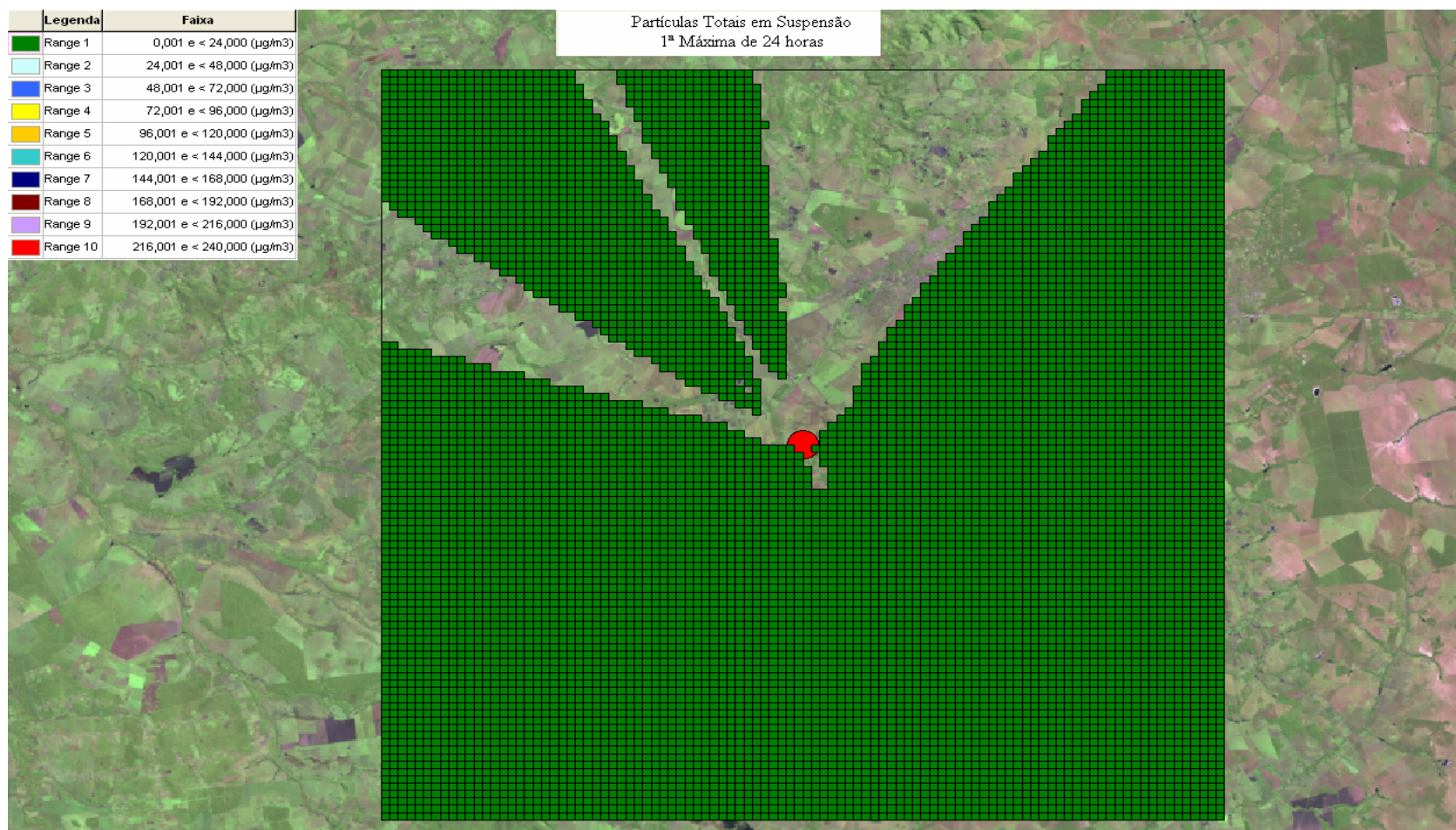


Figura 19 -Concentrações Máximas de 24 horas para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $1,461 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

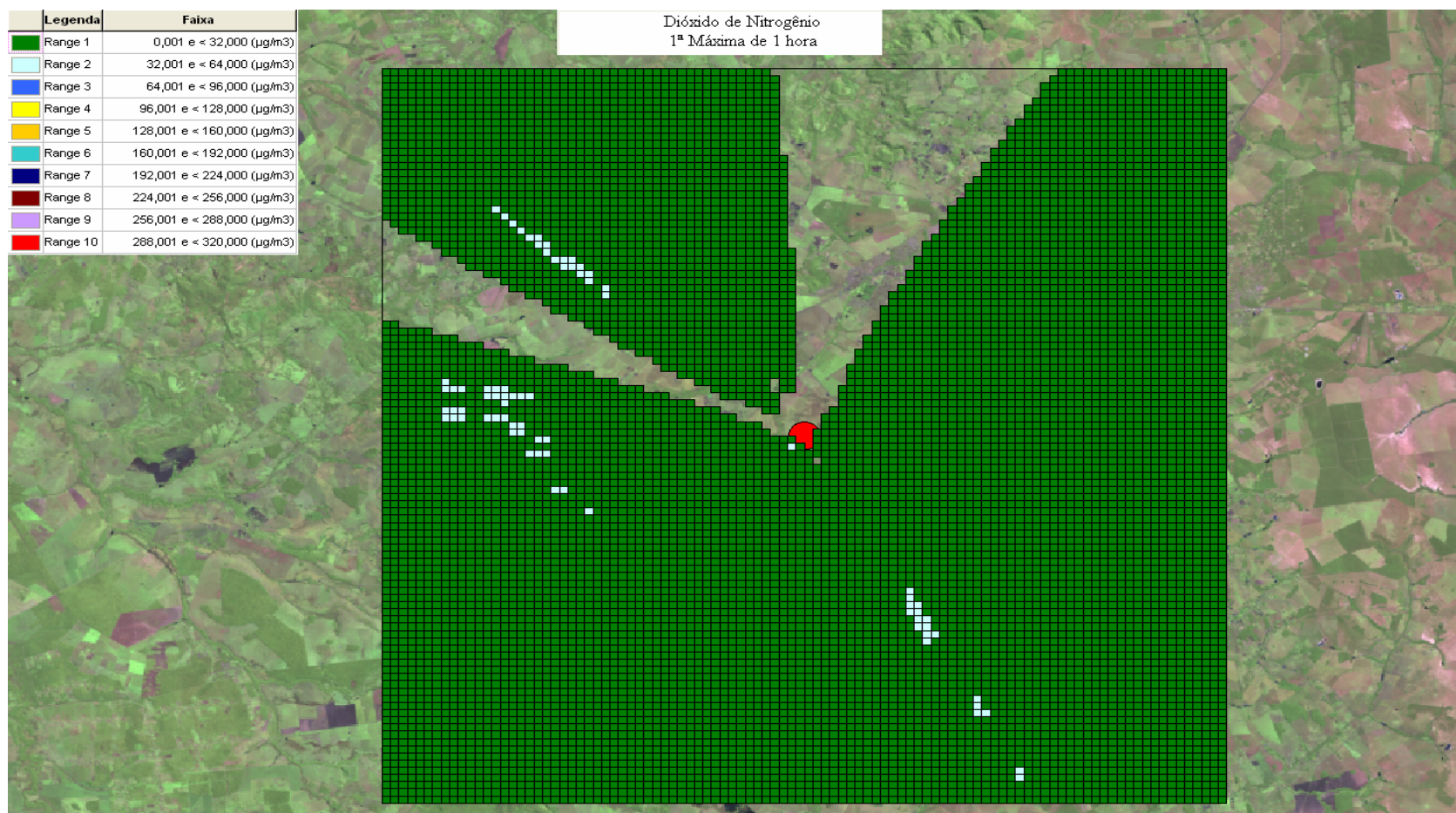


Figura 20 - Concentrações Máximas de 1 hora para NO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $46,799 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

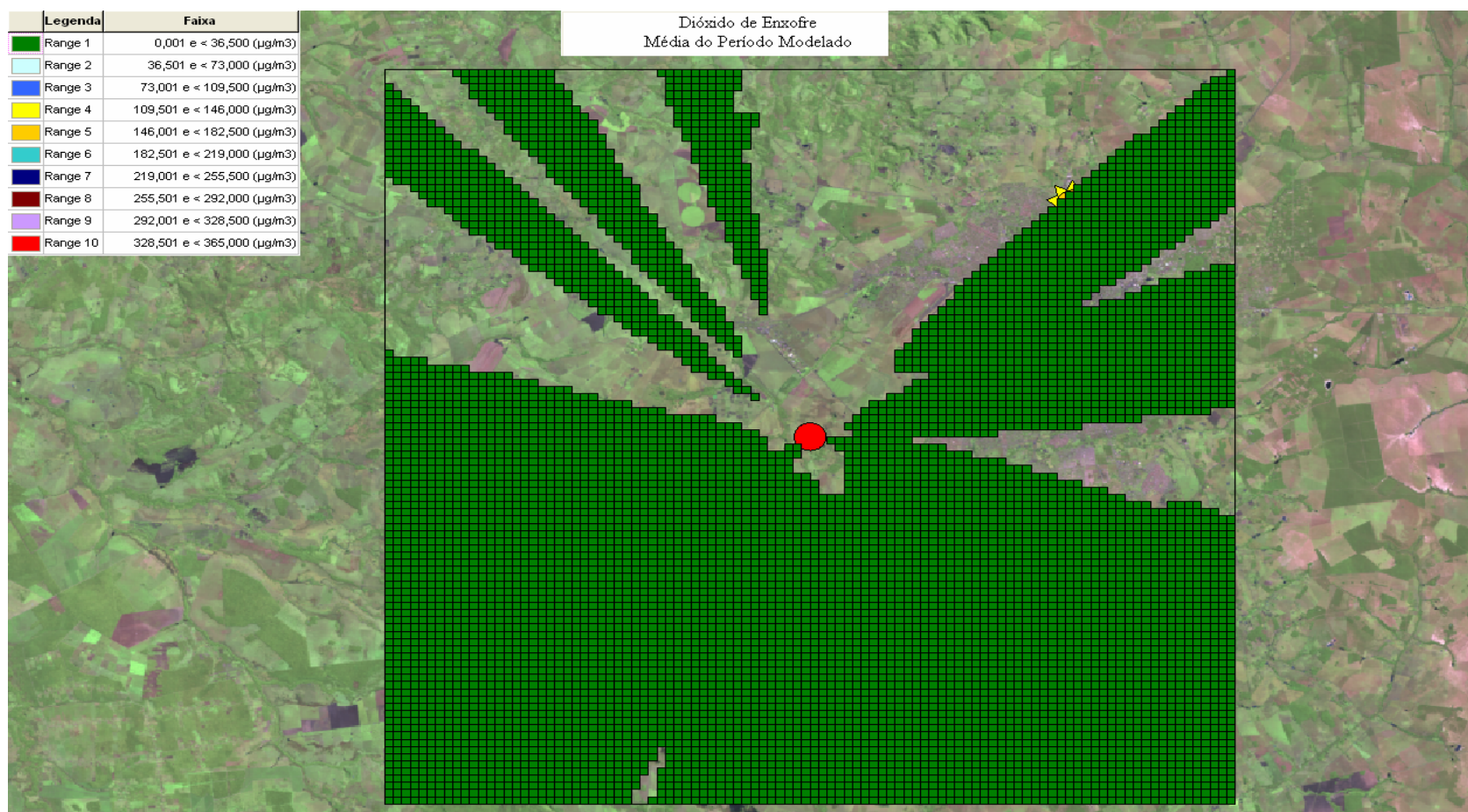


Figura 21 - Concentrações Médias de 1 hora para SO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.

Valor máximo encontrado = $0,0822 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Fonte: Elaboração do autor, 2007.

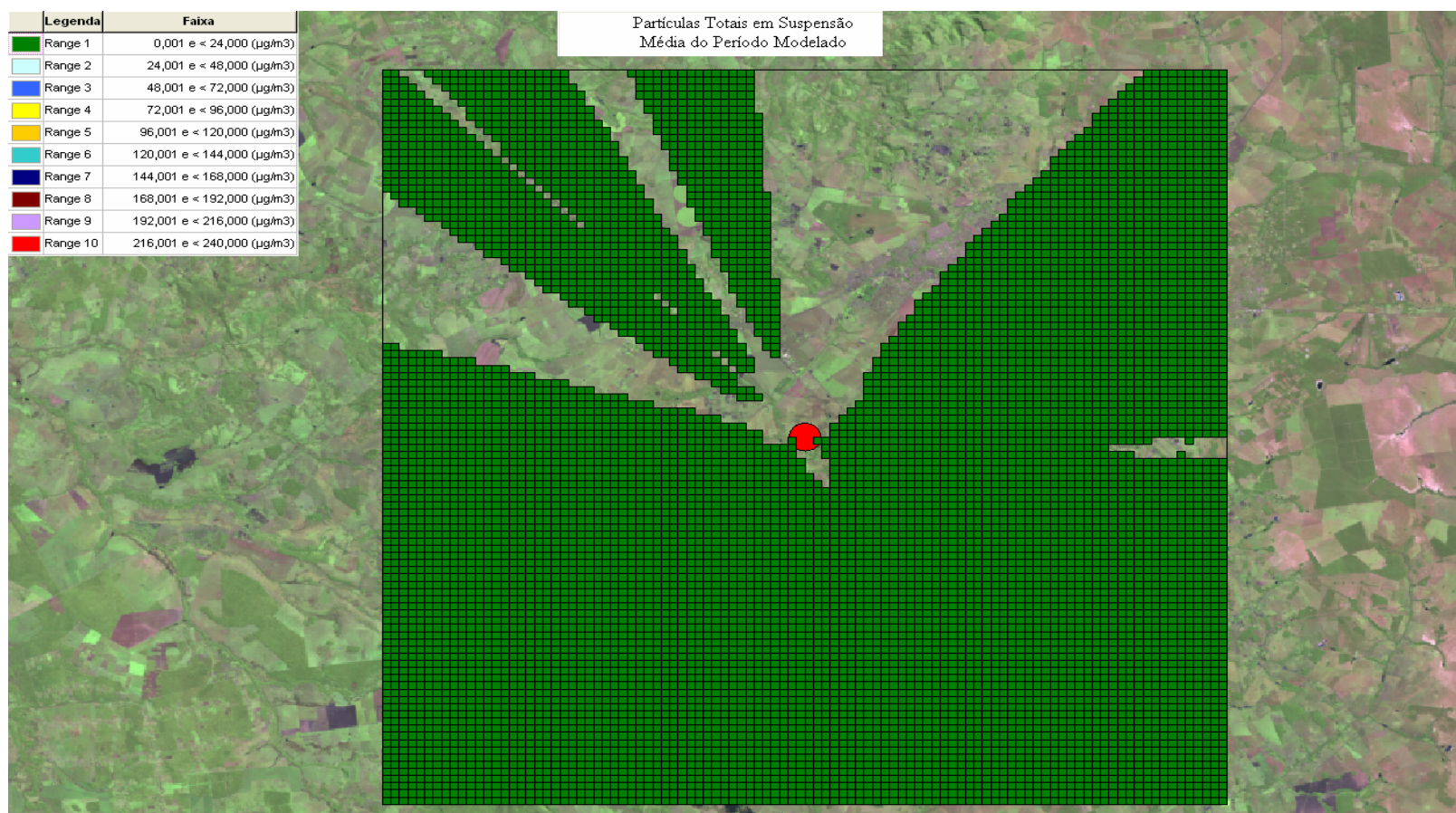


Figura 22 - Concentrações Médias de 1 hora para MP do período simulado com carga nominal de 190 MW/h.
 Valor máximo encontrado = $0,5347 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Fonte: Elaboração do autor, 2007.

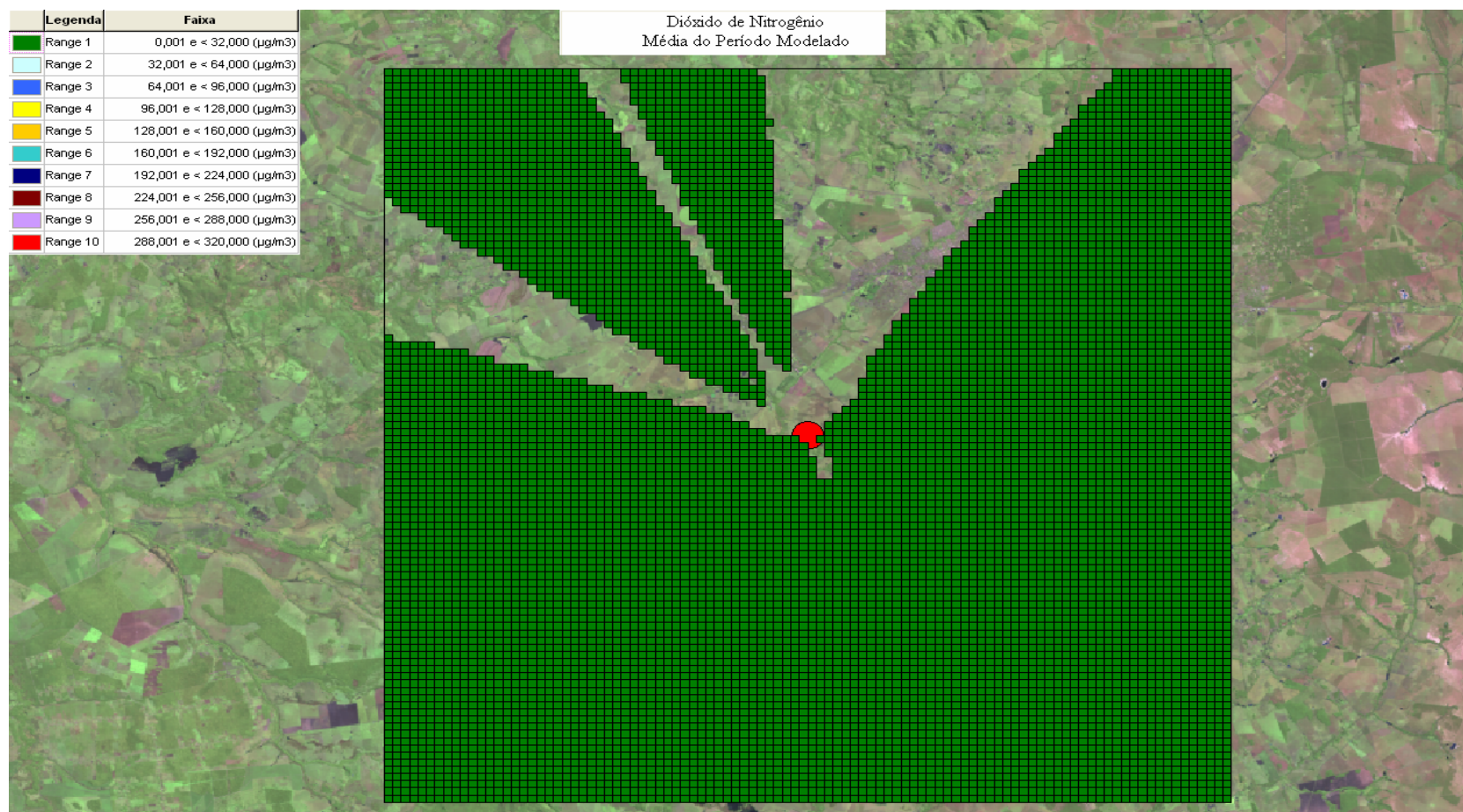


Figura 23 - Concentrações Médias de 1 hora para NO_2 do período simulado com carga nominal de 190 MW/h. Valor máximo encontrado = $2,1344 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Fonte: Elaboração do autor, 2007.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos representam as concentrações a nível do solo, geradas somente a partir das emissões atmosféricas da UTWA, que somadas as respectivas concentrações de *background* (sem influência dessa usina), resultarão nos correspondentes níveis de qualidade do ar da região.

Os valores baixos de emissão das unidades geradoras da usina, associados, em especial, a topografia e às condições meteorológicas existentes, favoráveis a dispersão atmosférica, levaram a um equivalente impacto ambiental, com concentrações reduzidas de SO₂, NO₂, e material particulado a nível do solo.

As emissões geradas pela carga nominal da usina, somadas as dificuldades de uma melhor dispersão devido uma altura da camada de inversão mais baixa, mostraram que os resultados mais elevados foram para a altura de 200 m da camada de inversão térmica estudada.

Todos os resultados foram muito abaixo dos padrões da legislação vigente, Resolução CONAMA 03/90, e da Organização Mundial de Saúde.

O parâmetro que apresentou a maior contribuição da usina às respectivas concentrações da região foi o NO₂, com um valor de média horária máxima de 65,27 µg/m³, 20 % do limite (padrão) estabelecido na Resolução do CONAMA mencionada anteriormente. Esses resultados demonstram que as concentrações de óxidos de nitrogênio (NO_x, NO e NO₂) destacam-se, com valores superiores, dos demais parâmetros avaliados .

As concentrações de SO₂ e material particulado não ultrapassaram a, respectivamente, 0,061 e 0,97% de seus padrões do CONAMA.

Todos os resultados apresentados indicam que a qualidade do ar da região não está sendo comprometida pelas emissões das unidades de geração da Usina Termica William Arjona.

REFERÊNCIAS

JICA. (1997) The Study on Evaluation of Environmental Quality In Region under Influence of Coal Steam Power Plants in Federative Republic of Brazil.

ECOSOFT. (2004) Relatório da Avaliação da Altura de Chaminé Considerando as Emissões de Material Particulado da Usina de Cogeração Lages.

Pasquill F. (1961) The Estimation of the Dispersion of Windborne Materials, Met. Mag, USA.

Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo (2000), CETESB, SP, Brasil.

Briggs G.A. (1974) Diffusion Estimation for Small Emissions, Environmental Research Laboratories Air Resources Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory 1973 Annual Report, Natl. Oceanic Atmos. Admin., Washington, D.C., USA.

Queiroz R.S. e Santolim L.C.D. (1987) Estudos sobre a Dispersão de Poluentes do Ar na Grande Vitória - ES. Relatório Conclusivo de Pesquisa, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil.

APÊNDICE B – A EMPRESA

Nome e Razão Social: Tractebel Energia S.A.

Cidade-Estado: Capivari de Baixo - SC

Setor do estágio: Central de Utilidades – Meio Ambiente

Nome do Supervisor na Empresa: Alexandre de Souza Thiele

Período de estágio: 01/08/2007 a 30/09/2007

APÊNDICE C – RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03, de 28/06/1990

"Dispõe sobre a Qualidade do Ar, definições e padrões".

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o inciso II, do art. 6º, da Lei Nº 7.804, de 18 de julho de 1989, e tendo em vista o disposto na Lei Nº 8.028, de 12 de abril de 1990, Decreto Nº 99.274, de 6 de junho de 1990 , e

Considerando a necessidade de ampliar o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle no País;

Considerando que a Portaria GM 0231, de 27.04.76, previa o estabelecimento de novos padrões de qualidade do ar quando houvesse informação científica a respeito;

Considerando o previsto na Resolução CONAMA Nº 05, de 15.06.89, que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, RESOLVE:

Art. 1º - São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Parágrafo único - Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I - IMPRÓPRIO, NOCIVO OU OFENSIVO À SAÚDE;

- II - INCONVENIENTE AO BEM-ESTAR PÚBLICO;
- III - DANOSO AOS MATERIAIS, À FAUNA E FLORA;
- IV - PREJUDICIAL À SEGURANÇA, AO USO E GOZO DA PROPRIEDADE E ÀS ATIVIDADES NORMAIS DA COMUNIDADE.

Art. 2º - Para os efeitos desta Resolução ficam estabelecidos os seguintes conceitos:

I - PADRÕES PRIMÁRIOS DE QUALIDADE DO AR - são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

II - PADRÕES SECUNDÁRIOS DE QUALIDADE DO AR - são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Parágrafo único - Os padrões de qualidade do ar serão o objetivo a ser atingido mediante a estratégia de controle fixada pelos padrões de emissão e deverão orientar a elaboração de Planos Regionais de Controle de Poluição do Ar.

Art. 3º - Ficam estabelecidos os seguintes Padrões de Qualidade do Ar:

I - PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

a) Padrão Primário

1 - concentração média geométrica anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 240 (duzentos e quarenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por

ano.

b) Padrão Secundário

1 - concentração média geométrica anual de 60 (sessenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

II - FUMAÇA

a) Padrão Primário

1 - concentração média aritmética anual de 60 (sessenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

1 - concentração média aritmética anual de 40 (quarenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

III - PARTÍCULAS INALÁVEIS

a) Padrão Primário e Secundário

1 - concentração média aritmética anual de 50 (cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

IV - DIÓXIDO DE ENXOFRE

a) Padrão Primário

1 - concentração média aritmética anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 365 (trezentos e sessenta e cinco) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

1 - concentração média aritmética anual de 40 (quarenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

V - MONÓXIDO DE CARBONO

a) Padrão Primário e Secundário

1 - concentração média de 8 (oito) horas de 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

2 - concentração média de 1 (uma) hora de 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VI - OZÔNIO

a) Padrão Primário e Secundário

1 - concentração média de 1 (uma) hora de 160 (cento e sessenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VII - DIÓXIDO DE NITROGÊNIO

a) Padrão Primário

1 - concentração média aritmética anual de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 1 (uma) hora de 320 (trezentos e vinte) microgramas por metro cúbico de ar.

b) Padrão Secundário

1 - concentração média aritmética anual de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 1 (uma) hora de 190 (cento e noventa) microgramas por metro cúbico de ar.

Art. 4º - Ficam estabelecidos os seguintes métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos a serem definidos nas respectivas Instruções Normativas:

- a) PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO - Método do Amostrador de Grandes Volumes ou Método Equivalente.
- b) FUMAÇA - Método de Refletância ou Método Equivalente.
- c) PARTÍCULAS INALÁVEIS - Método de Separação Inercial/Filtração ou Método Equivalente.
- d) DIÓXIDO DE ENXOFRE - Método de Pararasilina ou Método Equivalente.
- e) MONÓXIDO DE CARBONO - Método do Infra-vermelho não Dispersivo ou Método Equivalente.
- f) OZÔNIO - Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente.
- g) DIÓXIDO DE NITROGÊNIO - Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente.

§ 1º - Constitui-se Método de Referência os métodos aprovados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO e na ausência deles os recomendados pelo IBAMA como os mais adequados e que deva ser utilizado preferencialmente.

§ 2º - Poderão ser adotados métodos equivalentes aos métodos de referência, desde que aprovados pelo IBAMA.

§ 3º - Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25 °C e a pressão de 760 milímetros de coluna de mercúrio (1.013,2 milibares).

Art. 5º - O monitoramento da qualidade do ar é atribuição dos Estados.

Art. 6º - Ficam estabelecidos os Níveis de Qualidade do Ar para elaboração do Plano de

Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar, visando providências dos governos de Estado e dos Municípios, assim como de entidades privadas e comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde da população.

§ 1º - Considera-se Episódio Crítico de Poluição do Ar a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período de tempo, resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos mesmos.

§ 2º - Ficam estabelecidos os Níveis de ATENÇÃO, ALERTA e EMERGÊNCIA, para a execução do Plano.

§ 3º - Na definição de qualquer dos níveis enumerados poderão ser consideradas concentrações de DIÓXIDO DE ENXOFRE, PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO, PRODUTO ENTRE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO E DIÓXIDO DE ENXOFRE, MONÓXIDO DE CARBONO, OZÔNIO, PARTÍCULAS INALÁVEIS, FUMAÇA, DIÓXIDO DE NITROGÊNIO, bem como a previsão meteorológica e os fatos e fatores intervenientes previstos e esperados.

§ 4º - As providências a serem tomadas a partir da ocorrência dos Níveis de ATENÇÃO e de ALERTA tem por objetivo evitar o atingimento do Nível de EMERGÊNCIA.

§ 5º - O Nível de Atenção será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subseqüentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

a) concentração de DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂), média de 24 (vinte e quatro) horas, de 800 (oitocentos) microgramas por metro cúbico;

b) concentração de PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 375 microgramas (trezentos e setenta e cinco) microgramas por metro cúbico;

c) produto, igual a $65 \times 10 \text{ m}^3$, entre a concentração de DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2) e a concentração de PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO - ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;

d) concentração de MONÓXIDO DE CARBONO (CO), média de 8 (oito) horas, de 17.000 (dezesete mil) microgramas por metro cúbico (15 ppm);

e) concentração de OZÔNIO, média de 1 (uma) hora, de 400 (quatrocentos) microgramas por metro cúbico;

f) concentração de PARTÍCULAS INALÁVEIS, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 250 (duzentos e cinquenta) microgramas por metro cúbico;

g) concentração de FUMAÇA, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 250 (duzentos e cinquenta) microgramas por metro cúbico;

h) concentração de DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO_2), média de 1 (uma) hora, de 1.130 (um mil cento e trinta) microgramas por metro cúbico.

§ 6º - O Nível de Alerta será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subseqüentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

a) concentração de DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2), média de 24 (vinte e quatro) horas, 1.600 (um mil e seiscentos) microgramas por metro cúbico;

b) concentração de PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 625 (seiscentos e vinte e cinco) microgramas por metro cúbico;

c) produto, igual a 261×10^3 , entre a concentração de DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂) e a CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO - ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;

d) concentração de MONÓXIDO DE CARBONO (CO), média de 8 (oito) horas, de 34.000 (trinta e quatro mil) microgramas por metro cúbico (30 ppm);

e) concentração de OZÔNIO, média de 1 (uma) hora, de 800 (oitocentos) microgramas por metro cúbico;

f) concentração de PARTÍCULAS INALÁVEIS, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 420 (quatrocentos e vinte) microgramas por metro cúbico;

g) concentração de FUMAÇA, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 420 (quatrocentos e vinte) microgramas por metro cúbico;

h) concentração de DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO₂), média de 1 (uma) hora de 2.260 (dois mil duzentos e sessenta) microgramas por metro cúbico.

§ 7º - O Nível de Emergência será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subseqüentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

a) concentração de DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂), média de 24 (vinte e quatro) horas, de 2.100 (dois mil e cem) microgramas por metro cúbico;

b) concentração de PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 875 (oitocentos e setenta e cinco) microgramas por metro cúbico;

c) produto, igual a 393×10^3 , entre a concentração de DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂) e a concentração de PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO - ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;

d) concentração de MONÓXIDO DE CARBONO (CO), média de 8 (oito) horas, de 46.000 (quarenta e seis mil) microgramas por metro cúbico (40 ppm);

e) concentração de OZÔNIO, média de 1 (uma) hora, de 1.000 (um mil) microgramas por metro cúbico;

f) concentração de PARTÍCULAS INALÁVEIS, médias de 24 (vinte e quatro) horas, de 500 (quinhentos) microgramas por metro cúbico;

g) concentração de FUMAÇA, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 500 (quinhentos) microgramas por metro cúbico;

h) concentração de DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO₂), média de 1 (uma) hora, de 3.000 (três mil) microgramas por metro cúbico.

§ 8º - Cabe aos Estados a competência para indicar as autoridades responsáveis pela declaração dos diversos níveis, devendo as declarações efetuar-se por qualquer dos meios usuais de comunicação de massa.

§ 9º - Durante a permanência dos níveis acima referidos, as fontes de poluição do ar ficarão, na área atingida, sujeitas às restrições previamente estabelecidas pelo órgão de controle ambiental.

§ 10 - Outros Padrões de Qualidade do Ar para poluentes, além dos aqui previstos, poderão ser estabelecidos pelo CONAMA, se isto vier a ser julgado necessário.

Art. 7º - Enquanto cada Estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, sub-item 2.3, da Resolução CONAMA Nº 05/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos nesta Resolução.

Art. 8º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.