

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

ANA PAULA ALVARENGA

SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA CIDADE  
DE CAMPO GRANDE-MS

CAMPO GRANDE  
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS  
AMBIENTAIS

**ANA PAULA ALVARENGA**

**SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA CIDADE  
DE CAMPO GRANDE-MS**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Hamilton Germano Pavão**

**Aprovada em:  
Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Hamilton Germano Pavão  
Orientador – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Widinei Alves Fernandes  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Amaury de Souza  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Pesq. Dr. Plínio Carlos Alvalá  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Campo Grande, MS  
2014

Ficha catalográfica preparada pela  
COORDENADORIA DA BIBLIOTECA CENTRAL/UFMS

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Aldo Lopes do Amaral e Lourdes Alvarenga do Amaral (in memoriam) que em qualquer tempo serão minha motivação e minha inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

Pela orientação constante agradeço ao Prof. Dr. Hamilton Germano Pavão e ao Prof. Dr. Widinei Fernandes sem os quais seria impossível o desenvolvimento do trabalho, ao Prof. Dr. Amaury pela ajuda e motivação.

Agradeço aos amigos e família que me apoiaram e entenderam a abdicação de momentos em família, ou entre os amigos, quando se fez necessário.

A todos os amigos do curso, professores do PGTA, que diante dos momentos difíceis, serviram de apoio e motivação para continuar.

## EPÍGRAFE

*“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”.*  
*(Marcel Proust)*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Regiões de alta pressão e as fases mistura: turbulenta, de uma camada de mistura muito turbulenta; uma camada residual menos turbulento, e fase noturna estável de turbulência esporádica.....	8
FIGURA 2 Perfil vertical da velocidade do vento. O comprimento da rugosidade ( $z_0$ ) é a altura onde a velocidade é nula. Extraída de Martins <i>et al.</i> (2008).....	10
FIGURA 3 Tipos de plumas variando com a estabilidade atmosférica, em relação aos parâmetros de vento e temperatura. Adaptado de Arya (1999). ....	13
FIGURA 4 Modelo de distribuição gaussiana. ....	20
FIGURA 5 Mapa de Localização da Região em estudo. ....	27
FIGURA 6 Ocorrência de ventos na região, parâmetro velocidade.....	30
FIGURA 7 Rosa dos Ventos.....	31
FIGURA 8 Representação dos arquivos de elevação limitados pelo perímetro urbano. ....	32
FIGURA 9 Representação dos limites do perímetro urbano.....	33
Figura 10 Representação da altura da base da nuvem.....	34
Figura 11 Representação precipitação média mensal.....	34
Figura 12 Representação da pressão média mensal. ....	35
Figura 13 Representação da radiação.....	35
Figura 14 Representação da média mensal da temperatura. ....	36
Figura 15 Representação da média mensal da umidade.....	36
FIGURA 16 Representação dos resultados das quatro fontes, 1 hora.....	38
FIGURA 17 Representação dos resultados das quatro fontes, 8 horas. ....	38
FIGURA 18 Representação dos resultados das quatro fontes, média anual. ....	39
FIGURA 19 Representação dos resultados da fonte leste, 1 hora.....	40
FIGURA 20 Representação dos resultados da fonte leste, 8 horas. ....	40
FIGURA 21 Representação dos resultados da fonte leste, média anual. ....	41
FIGURA 22 Representação dos resultados da fonte norte, 1 hora.....	42
FIGURA 23 Representação dos resultados da fonte norte, 8 horas. ....	42
FIGURA 24 Representação dos resultados da fonte norte, média anual. ....	43
FIGURA 25 Representação dos resultados da fonte oeste, 1 hora.....	44
FIGURA 26 Representação dos resultados da fonte oeste, 8 horas ....	44
FIGURA 27 Representação dos resultados da fonte oeste, média anual. ....	45
FIGURA 28 Representação dos resultados da fonte sul, 1 hora. ....	46

FIGURA 29 Representação dos resultados da fonte sul, 8 horas.....	46
FIGURA 30 Representação dos resultados da fonte sul, média anual. ....	46



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AERMET	Meteorological Preprocessor
AERMAP	Terrain Pre-processor
AERMOD	Dispersion Model
MAS	American Meteorological Society
BRAMS	Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System
CAMx	Comprehensive Air quality Model with extensions
CMAQ	Community Multi-scale Air Quality
CMB	Chemical Mass Balance
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DEM	Digital Elevation Model
EPA	Environmental Protection Agency
HYSPLIT	Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model
IBAMA Renováveis	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCS	International Programme on Chemical Safety
ISC3	Industrial Source Complex
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PIB	Produto Interno Bruto
RAM	Regional Atmospheric Modelling System

USGS United States Geological Survey

WRF Weather Research and Forecast

WHO World Health Organization

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA .....	iv
AGRADECIMENTOS .....	v
EPÍGRAFE .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	ix
RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS .....	5
2.1. Objetivos Gerais.....	5
2.2. Objetivos Específicos .....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
3.1. Condições atmosféricas .....	6
3.2. A Dispersão de Poluentes .....	12
3.3. Modelos Existentes.....	14
3.4. O AERMOD .....	19
3.5. Características dos Gases.....	22
3.5.1. Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	22
3.5.2. Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ), .....	23
3.5.3. Monóxido de Oxigênio (CO),.....	23
3.5.4. Partículas Totais em Suspensão (PTS), Material Particulado <2,5 µm (PM <sub>2,5</sub> ), Material Particulado entre 2,5 e 10,0 µm (PM <sub>10</sub> ). .....	24
3.5.5. Influência Externas.....	Erro! Indicador não definido.
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1. Uso e Ocupação do Solo .....	28
4.2. Dados de Entrada .....	29
4.3. Simulação da Fonte.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	48
7. REFERÊNCIAS .....	49