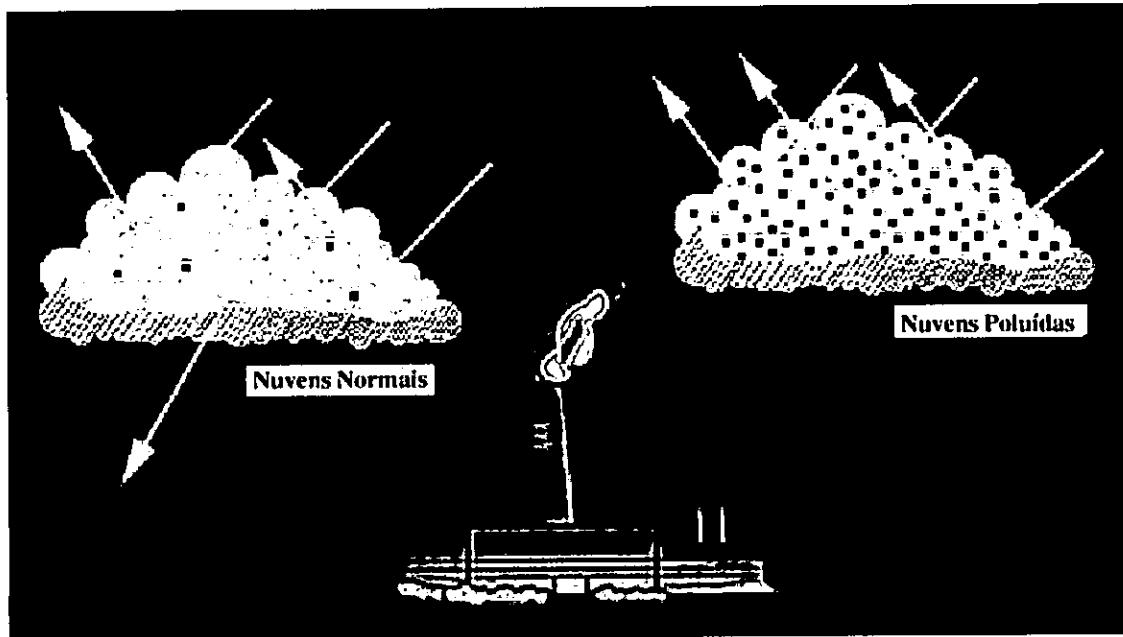


UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Faculdade de Ciências
Departamento de Física

Caracterização Óptica dos Aerosóis Sobre a Cidade de Maputo

Trabalho de Licenciatura



Autor: Luís Miguel S. T. Buchir

Moçambique-Maputo
Julho de 2004

Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Dissertação para obtenção do grau de Licenciatura

**Caracterização Óptica dos Aerosóis Sobre a Cidade
de Maputo**

Autor: Luís Miguel Samussone Tomás Buchir

Supervisor: dr. António Joaquim Queface

Moçambique - Maputo

Julho de 2004

Luís Miguel Samussone Tomás Buchir

**CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DOS AEROSÓIS SOBRE A CIDADE DE
MAPUTO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do **grau de Licenciatura em Física e Meteorologia** na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane

Maputo, 7 de Julho de 2004

BANCADA EXAMINADORA

(Orientador)

(Oponente)

(Supervisor)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra, que esta dissertação para a obtenção de grau de licenciatura em Física e Meteorologia na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane (Moçambique), é de minha própria autoria, e que o mesmo nunca foi submetido ou examinado em nenhuma universidade. Os dados apresentados neste trabalho, são originais e fonte da minha investigação.

(Luís Miguel Samussone Tomás Buchir)

7 de Julho de 2004

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Tomás Stanley Buchir e Cecília da Consolação de Samussone Chilenge (*em memória*), e ao meu querido irmão Orlando da Consolação Stanley Buchir.

AGRADECIMENTOS

A abordagem deste tema, só foi possível, com a ajuda preciosa e incansável de pessoas que se tornaram parte da minha vida. Portanto quero agradecer primeiramente a Deus por permitir que mais um objectivo seja alcançado, e:

- Ao dr. António J. Queface, que prontamente me encaminhou e orientou sempre que necessário.
- À minha família, que apoiou-me em todos os momentos, em particular, ao meu tio Benjamim J. Chilenge, a quem devo grande parte da minha carreira estudantil.
- À minha namorada, Joelma N. S. Leão, pela paciência e dedicação incansável à minha pessoa.
- Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INAM), na pessoa do Sr. Mussa Mustafa, que em diversas vezes me facilitou o acesso aos dados meteorológicos.
- Aos docentes do Departamento de Física da Universidade Eduardo Mondlane, em especial ao dr. Manuel L. Chenene, que incondicionalmente sempre me ajudou.
- A Faculdade de Ciências da Universidade de Witwatersrand em Johannesburg (África do Sul), pela prestimosa cooperação ao cederem o fotómetro solar para a pesquisa.
- Aos meus colegas de curso, Danillo, Cajó, Claire, Cláudio, Dino, Marito, Anacleto, Brito, Savangwane, Queba, Rego, pelo companheirismo ao longo destes anos.
- Aos meus amigos, que são tantos, por isso não irei nomear, pela compreensão que tiveram nos momentos de mau humor, e não só... .

E finalmente a todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização desta pesquisa, um especial obrigado por tudo.

*“Se não posso realizar grandes coisas,
posso pelo menos fazer pequenas coisas
com grandeza”.*

(Clark)

LISTA DE FIGURAS

Figuras.....	Pág
Fig. 1 – Tipos de aerosóis, e fontes emissoras dos mesmos.....	2
Concentração dos aerosóis nas nuvens	
Fig. 2.a – Nuvens com pequenas concentrações de aerosóis.....	3
Fig.2.b – Nuvens com grandes concentrações de aerosóis.....	3
Fig. 3 – Transporte médio da circulação sinóptica na África Austral (500 hPa).....	6
Fig. 4 - Percentagens de frequência do transporte regional de Highveld.....	7
Fig. 5 - Diagrama esquemático do instrumento de medição da extinção.....	9
Fig. 6 - Fotómetro solar (Hazemeter).....	11
Espessura óptica dos Aerosóis	
Fig. 7 - Médias diárias da espessura óptica dos aerosóis na cidade do Maputo.....	21
Fig. 8 - Zonas com maior/ menor quantidade de aerosóis.....	22
Fig. 9 - Período do dia com maior/ menor quantidade de aerosóis.....	23
Frequências de ocorrências da espessura óptica dos aerosóis	
Fig. 10.a – Baixa.....	25
Fig. 10.b - Bairro Central.....	25
Fig. 10.c – Xipamanine.....	25
Fig. 10.d – Hulene.....	25
Fig. 10.e - Campus Universitário.....	25
Parâmetro de Angström	
Fig. 11 - Médias diárias do Parâmetro de Angström na cidade do Maputo.....	26
Fig. 12 - Zonas com maiores/ menores tamanho de partículas dos aerosóis.....	27
Fig. 13 - Período do dia com maiores/ menores tamanho de partículas dos aerosóis.....	28

Frequências de ocorrências do Parâmetro de Angström

Fig. 14.a – Baixa.....	30
Fig. 14.b - Bairro Central.....	30
Fig. 14.c – Xipamanine.....	30
Fig. 14.d – Hulene.....	30
Fig. 14.e - Campus Universitário.....	30

Transporte das massas de ar nos dias com grandes quantidades de aerosóis

Fig. 15.a – Mapa de trajectória (5 de Setembro de 2002).....	32
Fig. 15.b – Mapa sinóptico (5 de Setembro de 2002).....	32

Transporte das massas de ar nos dias com pequenas quantidades de aerosóis

Fig. 16.a - Mapa de trajectória (19 de Setembro de 2002).....	33
Fig. 16.b – Mapa sinóptico (19 de Setembro de 2002).....	33

Transporte das massas de ar nos dias com partículas de aerosóis de tamanho maior

Fig. 17.a - Mapa de trajectória (4 de Setembro de 2002).....	34
Fig. 17.b – Mapa sinóptico (4 de Setembro de 2002).....	34

Transporte das massas de ar nos dias com partículas de aerosóis de tamanho menor

Fig. 18.a - Mapa de trajectória (19 de Setembro de 2002).....	35
Fig. 18.b – Mapa sinóptico (19 de Setembro de 2002).....	35

LISTA DE TABELAS (Anexos)

Tabelas.....	Pág
Valores médios da EOA e do α para os diferentes locais de observação	
Tab. 1 - Nos diferentes locais de medição.....	B
Tab. 2 – Durante o período das observações.....	B
Condições do tempo durante o período de observações	
Tab. 3.a - Campus Universitário.....	C
Tab. 3.b – Baixa.....	C
Tab. 3.c - Bairro Central.....	C
Tab. 3.d – Xipamanine.....	C
Tab. 3.e – Hulene.....	C
Tab. 4 - Leituras feitas pelo hazemeter durante o período de observações (em voltagem)...	D
Tab. 5 - Dados trabalhados das leituras feitas pelo hazemeter.....	E
Figuras.....	Pág
Fig. 19 – Fontes naturais de emissão de aerosóis.....	F
Fig. 20 – Fontes antropogénicas de emissão de aerosóis.....	G
Fig. 21 - Mapa da cidade de Maputo.....	H

ACRÓNIMOS

- HYSTLIT_4 – Trajectória Integrada de partículas Híbridas Lagrangianas, 4^a versão
SAFARI – Investigações Científicas em Questões Ambientais na África Austral
NOAA – Conselho de Administração da Atmosfera e dos Oceanos Nacionais
NASA – Conselho de Administração do Espaço e da Aeronáutica Nacional
IPCC – Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas
NCEP – Centro Nacional Para Predição ao Ambiente
INAM – Instituto Nacional de Meteorologia
AERONET – Rede Robótica de Aerosóis
UEM – Universidade Eduardo Mondlane
EOA – Espessura Óptica dos Aerosóis
ARL – Laboratório de Pesquisas do Ar
FNL – Tipo de base de dados
c.d.o. - comprimento de onda
C.U. – Campus Universitário
BC - Bairro Central
XI – Xipamanine
HU – Hulene
BA – Baixa
Agost. - Agosto
Set. - Setembro
Tab. – Tabela
Fig. - Figura
E - Este
S – Sul

Unidades

m - metro

nm – nanometro

μm - micrómetro

hPa - hectopascal

Símbolos

α – parâmetro de Angström

β – coeficiente de perturbação de Angström

δ – desvio padrão

τ – espessura óptica

τ_a – espessura óptica dos aerossóis

λ – comprimento de onda

I – intensidade de luz

I_0 – irradiação espectral extraterrestre

m – massa

R – distância Terra-Sol

t – transmissividade vertical

V – voltagem

V_0 - voltagem de reacção do fotómetro

' - minuto

RESUMO

O interesse na caracterização das propriedades ópticas dos aerosóis na África Austral, e incluindo Moçambique, tem vindo a aumentar, devido ao grande aumento dos níveis de poluição na atmosfera e, principalmente, dada a necessidade de se conhecer a qualidade do ar que respiramos.

Da análise dos dados obtidos na determinação da espessura óptica dos aerosóis e do parâmetro de Angström no comprimento de onda dos 530 nm, sobre a cidade de Maputo, usando um fotômetro solar (Hazemeter), entre 27 de Agosto e 25 de Setembro de 2002, verificou-se que, em aproximadamente 50 % das medições, a espessura óptica dos aerosóis teve uma média diária de 0.28 ± 0.20 , o que significa um nível elevado de concentrações dos aerosóis, na atmosfera.

O expoente do parâmetro de Angström para o mesmo período, teve uma média diária no valor de 1.10 ± 0.26 , com um valor modal de 1.23, observando-se, deste modo, que, quanto ao tamanho dos aerosóis, nota-se uma mistura de partículas de fracção fina e fracção grossa, indicando que existem diferentes fontes de partículas.

De acordo com os mesmos dados, observou-se que, os mais elevados níveis de concentração dos aerosóis, com uma espessura óptica entre (0.8-1.2), foram observados no Xipamanine e Hulene, enquanto que no Campus universitário (Sommerschield – Coop), este se mostrou mais baixo (0.0-0.2). A distribuição do tamanho do aerosol observado nos diversos pontos, demonstra um valor elevado do parâmetro de Angström (correspondente à partículas finas) a predominar na zona do Hulene e Pandora. Portanto com base nestes resultados, observou-se que, apesar de existirem zonas como o Xipamanine, em que se pode encontrar grandes movimentações de poeira (correspondente à partículas grossas), a queima de combustíveis fósseis e da biomassa são os grandes factores que contribuem para o aumento dos níveis de aerosóis no nosso centro urbano.

ÍNDICE

Declaração de honra.....	III
Dedicatória.....	IV
Agradecimentos.....	V
Lista de figuras.....	VII
Lista de tabelas.....	IX
Acrónimo.....	X
Resumo.....	XII
Capítulo 1 – Introdução.....	1
Introdução.....	1
Objectivos Gerais.....	3
Objectivos Específicos.....	4
Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica.....	5
Circulação atmosférica e o transporte de aerosóis na África Austral.....	5
Propriedades Ópticas dos Aerosóis.....	8
Extinção ou Atenuação.....	8
Fórmula de Angström.....	9
Distribuição do tamanho dos aerosóis.....	10
Descrição do Fotômetro Solar.....	11
Modelo de Análise de Trajectória.....	12
Breve descrição do modelo HYSTLIT_4.....	13
Impacto dos aerosóis sobre o clima.....	14
Fontes de poluição na atmosfera.....	15
Classificação das fontes de poluição na atmosfera.....	15
SAFARI 2000.....	16

Capítulo 3 – Metodologia de Investigação.....	18
Localização e descrição dos locais de observação.....	18
Período de recolha de dados.....	18
Procedimentos experimentais.....	19
Processamento dos dados.....	20
Determinação do Parâmetro de Angström (α).....	20
Capítulo 4 – Resultados Esperados e Discussão.....	21
Espessura óptica dos aerosóis.....	21
Espessura óptica dos aerosóis (530 nm) em diferentes locais de observação.....	22
Análise em função da variação diurna da Espessura óptica dos aerosóis (530 nm)	23
Parâmetro de Angström.....	26
Parâmetro de Angström (α) para (380-880) nm em diferentes locais de Observação.....	27
Análise em função da variação diurna do Parâmetro de Angström.....	28
Análise de Trajectória.....	31
Transporte de massas de ar durante os dias com valores altos da espessura óptica dos aerosóis.....	32
Transporte de massas de ar durante os dias com valores baixos da espessura óptica dos aerosóis.....	33
Transporte de massas de ar durante os dias com valores altos do parâmetro de Angström.....	34
Transporte de massas de ar durante os dias com valores baixos do parâmetro de Angström.....	35

Capítulo 5 – Algumas considerações, Conclusão final e Recomendações.	36
Considerações finais.....	36
Conclusão.....	36
Recomendações.....	37
Lista de Referências Bibliográficas.....	38
Páginas da internet.....	40
Anexos.....	41

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

O aumento dos níveis de poluição, e a preocupação na protecção e preservação do meio ambiente, tem vindo, nos últimos anos, a motivar estudos de modo a conciliar o desenvolvimento sócio-económico com o uso racionalizado dos recursos naturais, pois o aumento dos níveis de poluição tem danificado os nossos recursos de vida. Sendo um desses recursos o ar puro, que é de vital importância para a vida do homem e dos ecossistemas naturais do nosso planeta, as organizações de protecção do meio ambiente têm trabalhado arduamente na sensibilização das pessoas quanto ao problema do aumento dos níveis de poluição. É de salientar que estudos feitos recentemente, mais precisamente aqui na África Austral, deixaram bem claros, que, embora o ar possa ser contaminado por processos naturais fora do controle do homem, as actividades humanas são hoje reconhecidas como o maior agente de poluição ambiental (Utui, 1999).

Grande parte dos materiais poluentes do ar são de origem antropogénica, como por exemplo: queimadas de florestas por fogo posto, processos industriais, agricultura, transporte, queima de combustíveis fósseis para a produção de energia, actividades comuns de pinturas de edifícios, etc.

Segundo Utui (1999), em Moçambique, o grau de qualidade do ar que as pessoas respiram não é conhecido. Estudos abordando estes temas têm se tornado comuns e habituais, mas ainda não se atingiram as dimensões necessárias para que este problema seja conhecido e tomado mais em consideração. Daí o nosso contributo com mais um estudo nesta área concretamente no que diz respeitos à qualidade do ar urbano.

Aerosol é um termo usado para descrever vários tipos de pequenas partículas na atmosfera. Portanto, pode-se dizer que, estes são partículas minúsculas que se encontram suspensas na atmosfera (Seinfeld *et al*; 1996).

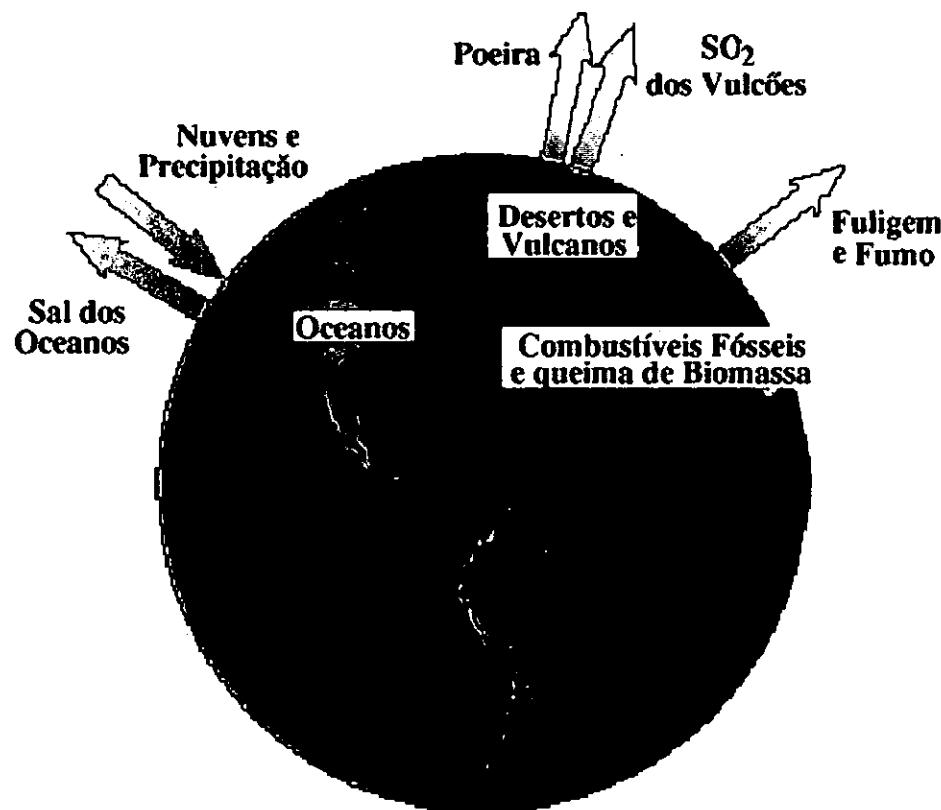


Figura 1. Tipos de aerosóis, e as fontes emissoras dos mesmos.

Os aerosóis podem ser lançados a atmosfera através das actividades do Homem e por meios naturais (fig. 1). Esta ultima, através das erupções vulcânicas (gases injectados para a estratosfera), das superfícies desérticas (poeiras de areia) e das águas do mar (bolhas de água que se rebentam espalhando sal pela atmosfera).

Os aerosóis reverte-se de particular importância nas ciências que estudam a atmosfera, devido ao seu efeito sobre a radiação e, consequentemente, sobre o clima.

O efeito directo (fig. 2a e 2b), consiste na reflexão da luz de volta ao espaço pelas partículas, causando diminuição da quantidade de energia na superfície da terra e, consequentemente, da temperatura (Nasa facts, 1996).

O efeito indirecto, consiste na mudança das propriedades microfísicas das nuvens, podendo assim alterar o tamanho das gotículas das mesmas (Nasa facts, 1996).

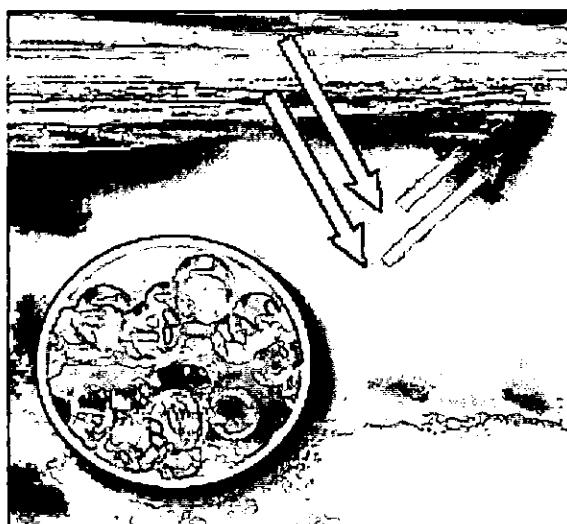


Fig. 2.a - Nuvens com pouca concentração de aerosóis não sendo bons reflectores de luz solar, permitem a passagem de grande parte dos raios solares que chegam a superfície terrestre.

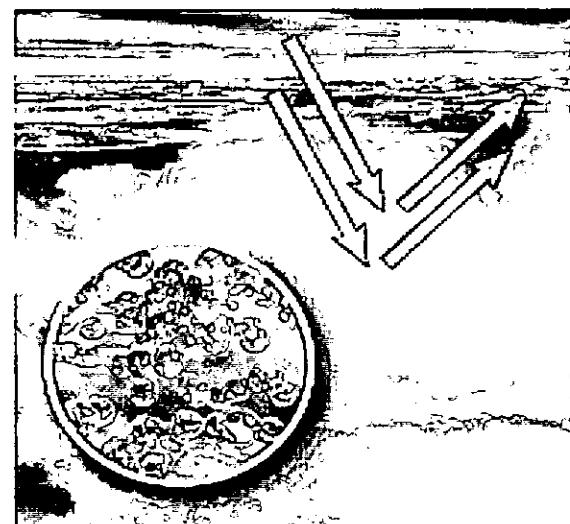


Fig. 2.b - Nuvens com grandes concentrações de aerosóis reflectindo de volta quase que 90% dos raios solares que incidem sobre elas.

É sabido que a energia solar transmitida através da atmosfera é absorvida ou reflectida pelas moléculas do ar e outros constituintes da atmosfera como: fumaça, vapor de água e aerosóis. Através da quantidade de energia atenuada, pode-se determinar a concentração dos diferentes componentes da atmosfera. Alguns componentes podem ser identificados fazendo medições em bandas seleccionadas de comprimento de onda nos quais estes componentes absorvem fortemente a energia solar (Queface, 1999).

1.2 Objectivos gerais

- Determinar a espessura óptica dos aerosóis usando um fotômetro solar manual.
- Determinar o tamanho médio das partículas usando parâmetros de Angström.
- Correlacionar os episódios extremos com as condições sinópticas prevalecentes.

1.3 Objectivos específicos

- Determinar o nível de poluentes com base nos valores da espessura óptica;
- Determinar a origem das partículas durante os eventos, episódios extremos, com o auxílio do modelo de análise da trajectória;
- Associar os episódios extremos com a situação sinóptica local;
- Determinar as condições sinópticas associadas com os períodos de maior ou menor carga de aerosóis.

Esta dissertação, esta dividida em 5 capítulos, nomeadamente: **Capítulo 1**, a introdução, que é de uma forma geral a abordagem do assunto, os resultados que dele se espera, e os objectivos da pesquisa. **Capítulo 2**, trata-se dum resumo de fundamentos teóricos do conhecimento disponível sobre o assunto. **Capítulo 3**, temos a análise metodológica, isto é, os procedimentos experimentais. **Capítulo 4**, apresentação dos resultados e uma breve análise. **Capítulo 5**, considerações acerca do estudo, conclusões finais e algumas recomendações para o melhoramento do trabalho.

O objectivo principal deste trabalho, para além de apresentar um instrumento de medição (Hazemeter) aparentemente desconhecido por nós, inicia uma nova etapa de estudos na nossa região em volta dos aerosóis, que nos permita medir e compreender a quantidade de poluentes no ar e a sua relação com a circulação atmosférica.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Circulação atmosférica e o transporte de aerosóis na África Austral

A principal força que gera o transporte dos aerosóis, é a circulação prevalecente na região. A região da África Austral é dominada pela circulação média da atmosfera sobre o subcontinente, isto é, pela circulação anticiclónica.

Segundo Gilpin A. (1980), anticiclone é uma zona de alta pressão com ar a circular no sentido horário no hemisfério norte e em sentido contrário no hemisfério sul, havendo uma descida geral e lenta de ar numa grande área.

Estudos conduzidos recentemente na África Austral, indicam que as condições de circulação atmosférica prevalecentes na região, favorecem a acumulação e transporte, até grandes distâncias (milhares de quilómetros), de materiais poluentes do ar. Grande parte destes materiais são produzidos por actividades humanas, tais como: queimadas de vegetação, processos industriais, agricultura, uso de combustíveis lenhosos e transportes (Utui, 1999).

O transporte dos materiais poluentes produzidos por estas actividades não conhecem fronteiras de países, e a sua permanência por tempo relativamente longo na atmosfera sobre o nosso subcontinente possui potencial para provocar mudanças no clima regional e desastres ecológicos com consequências imprevisíveis (Utui, 1999).

Moçambique, devido à sua localização na região oriental do continente africano, banhado a leste pelo oceano Índico, estendendo-se desde 10,5° até 27° S de latitude, e desde 30° até 40,5° Este de longitude (Ferreira, 1965), também é afectado pelos mesmos anticiclones prevalecentes na região.

O transporte dos anticlones dominantes para a costa Este da África do Sul e também para o Oceano Índico à cerca de 30° S, o que corresponde aproximadamente à 56 % de todos os tipos de circulação de escala sinóptica (fig.3). 44 %, correspondem a parcelas de ar recirculado originadas sobre o subcontinente, isto é, a parcela de ar no mínimo faz uma trajectória circular (360°) sobre o continente, antes de partir para a margem continental e sair para um dos oceanos adjacentes. A trajectória menos importante, é transporte das massas de ar em direcção ao Oceano Atlântico (18 %).

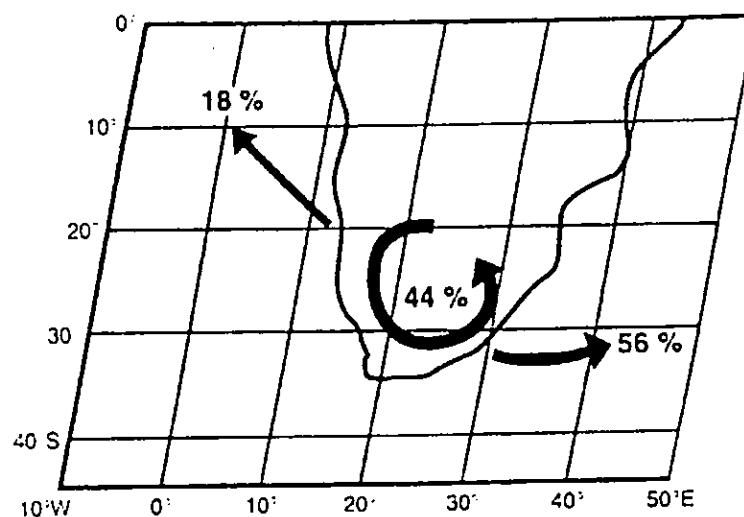


Figura 3. Transporte médio das massas de ar na escala sinóptica entre a superfície e os 500 hPa (Piketh *et al.*, 1996)

A mistura vertical na atmosfera é o maior processo que influencia a dispersão e está muito ligada à estrutura termodinâmica da atmosfera. A larga escala de subsidência associada aos anticiclones continentais prevalecentes, resulta num movimento vertical direccional para baixo sobre a África Austral (Piketh, 2000).

A subsidência do ar produz um aquecimento adiabático, o que, resulta numa atmosfera seca suprimindo a mistura convectiva e resultando em altas condições de estabilidade que favorecem a formação de inversão radiativa na superfície, inversões elevadas de subsidência e camadas absolutamente estáveis.

A camada estável e a circulação atmosférica anteciclônica dominante na África Austral, resultam na acumulação dos aerosóis naturais e antropogénicos na atmosfera. Mais recentemente, na região de Highveld (África do Sul), fez-se uma observação de oito anos (8 anos) de trajectória climática (Freiman e Piketh, 2002) e confirmou-se a prevalência da recirculação sobre o subcontinente (33 %) e o transporte para a costa Este (39 %), figura 4.

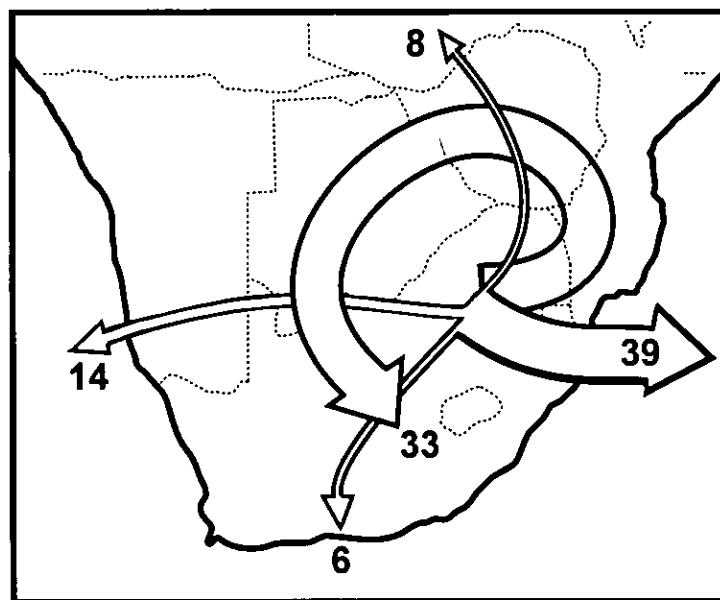


Figura 4. Transporte das massas de ar a partir da região de Highveld (Freiman e Piketh, 2002)

Uma vez que Highveld é uma área altamente industrializada, pode-se supor que uma grande quantidade de aerosóis antropogénicos e naturais, são transportados em direcção à costa Este da África Austral (Queface, 2002). Então, baseada nesta e outras hipóteses é que se fizeram estudos das propriedades ópticas dos aerosóis sobre a costa Este da África Austral (Maputo).

2.2 Propriedades Ópticas dos Aerosóis

2.2.1 Extinção ou Atenuação

Quando a radiação solar entra na atmosfera terrestre, uma parte da energia incidente é atenuada por dispersão e absorção. Segundo a lei de Lambert - Beer, a atenuação ou extinção da luz através do meio é proporcional à distância transversal no meio e ao fluxo de radiação local (Iqbal, 1983). De acordo com a lei;

$$I = I_0 \cdot \exp(-\tau \cdot m) \quad (1)$$

Onde I , é a intensidade luminosa, I_0 , irradiação espectral extraterrestre no topo da atmosfera (valor tabelado), τ , espessura óptica atmosférica total (soma da espessura óptica das moléculas, gases e aerosóis), e m , massa óptica de ar.

A extinção da luz pelas partículas de aerosóis e gases deve-se a dois processos:

- **Dispersão:** separação dos raios componentes de um feixe luminoso.
- **Absorção:** convergência dos feixes luminosos num mesmo ponto.

$$\text{Extincão} = \text{Dispersão} + \text{Absorção} \quad (2)$$

Este método pode ser aplicado na atmosfera para medir a atenuação da radiação pelos aerosóis. Os mesmos princípios podem ser usados para determinar τ_λ , a espessura óptica para um comprimento de onda λ específico, usando um fotômetro solar. Uma vez calculada a espessura óptica, o tamanho das partículas também pode ser calculado usando a fórmula de Angström.

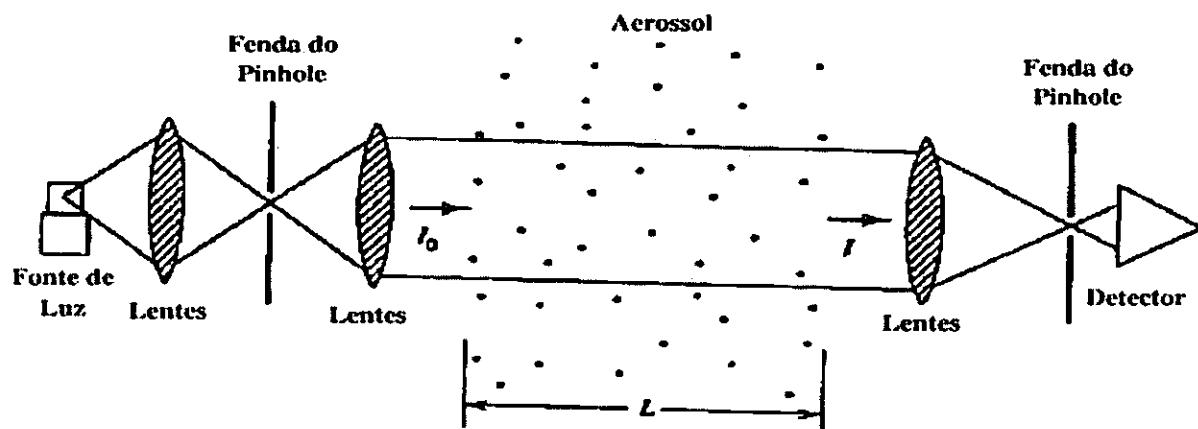


Figura 5. diagrama esquemático do instrumento de medição da extinção (Bohren e Huffman, 1983)

2.2.2 Fórmula de Angström

Angström A. K. (1929), mostrou que a relação espectral entre o logaritmo da espessura óptica do aerosol e o logaritmo do comprimento de onda é aproximadamente linear. O declive desta relação através da região espectral visível, será um parâmetro importante, como um indicativo da dimensão média do aerosol .(O'Neill, 2001).

Vários estudos da espessura óptica dos aerosóis e da sua dependência espectral, usam o expoente α do comprimento de onda de Angström, que deriva da fórmula de Angström:

$$\tau_a = \beta \cdot \lambda^{-\alpha} \quad (3)$$

Onde λ , é o comprimento de onda em micrônmetro da espessura óptica dos aerosóis (τ_a), e β é o coeficiente de Angström.

Logaritmizando, a razão entre duas equações idênticas à anterior (equação 3), mas com comprimentos de onda diferentes, isto é, para a primeira equação λ_1 , e para a segunda λ_2 , teremos a formula para calcular o parâmetro de Angström.

$$\alpha = -\frac{d \ln \tau_a}{d \ln \lambda} = -\frac{\ln \left(\frac{\tau_{a_2}}{\tau_{a_1}} \right)}{\ln \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right)} \quad (4)$$

Onde, de acordo com a equação, α é o parâmetro de Angström, τ_a , espessura óptica dos aerosóis, e λ , o comprimento de onda.

O expoente de Angström, descrito acima, dá-nos o tamanho médio do aerosol, da qual depende fortemente à quantidade de radiação solar incidente (Van de Hulst, 1981).

2.2.3 Distribuição do tamanho dos aerosóis

A distribuição do tamanho dos aerosóis atmosféricos, ocorre em duas principais classes, reflectindo dois importantes mecanismos de formação (Raes *et al.*, 1995):

- (I). Partículas de diâmetro maior que $1\mu\text{m}$ (correspondentes à fracção grossa), derivam de materiais volumosos suspensos e decompostos pelo vento, ou por outras forças mecânicas produzindo por exemplo, poeiras ou partículas de sal suspensas na atmosfera, vinda dos mares.
- (II). Partículas com diâmetro menor que $1\mu\text{m}$ (correspondentes à fracção fina), são formadas essencialmente por combustão ou conversão química dos gases, em líquidos, ou sólidos.

O tamanho das partículas, é o parâmetro mais importante para caracterizar as propriedades físicas dos aerosóis. A luz dispersada pelas partículas, é um indicador importante, do tamanho das partículas, e a sua detecção, é a base de funcionamento de diversos tipos de instrumentos de medição dos aerosóis (Hinds, 1982).

Os aerosóis de fracção fina, são os mais importantes em termos de forças radiativas. Por causa dos seus tamanhos, eles tem uma baixa eficiência, e baixa velocidade de sedimentação (ao contrário dos da fracção grossa). Assim, eles podem ser transportados por longas distâncias e são levadas para cima em altitudes onde podem interagir com as nuvens (Raes *et al.*, 1995).

2.3 Descrição do Fotómetro Solar

Um fotómetro solar, é um instrumento de medição, que se usa na medição da radiação solar incidente em bandas de comprimento de onda (c.d.o.) seleccionados. Para o nosso caso, o fotómetro solar usado (Hazemeter) mede em 4 diferentes c.d.o. (389; 530 ; 680 e 880 nm), respectivamente (www.aeronet.gsfc.nasa.gov/operational/bssn/haze_diagram.html).

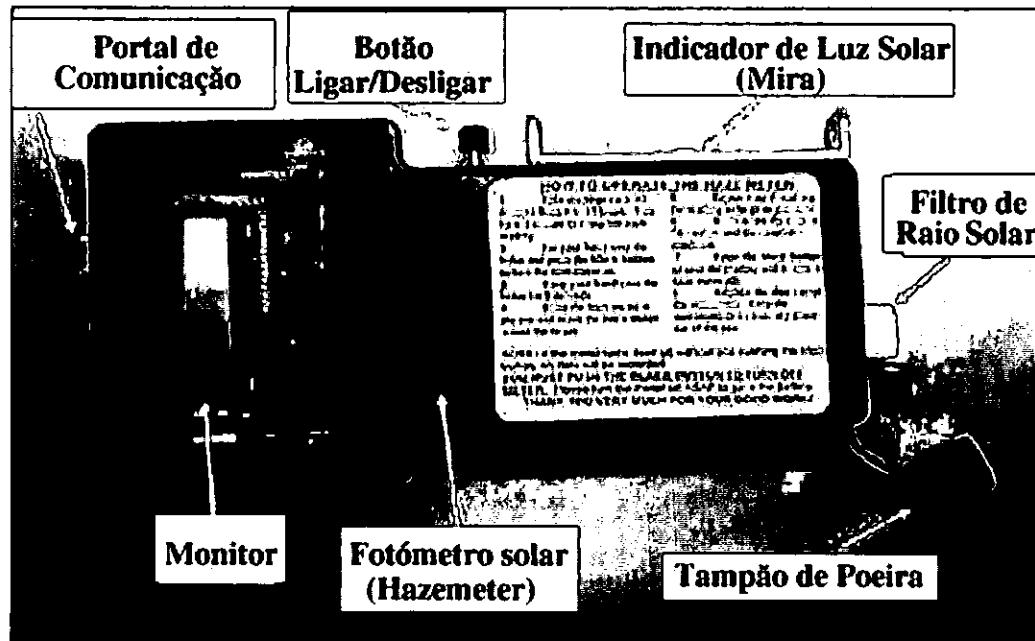


Figura 6. Fotómetro solar (Hazemeter), instrumento que mede a radiação solar incidente.

O hazemeter, é um instrumento que detecta a energia transmitida pelo sol (fig.6). Este instrumento faz medições em simultâneo para os quatro canais de filtro do fotodiodo. Cada um destes canais, possui um comprimento de onda da luz directa do Sol: 880 (infravermelho), 650 (vermelho), 500 (amarelo), e 405 nm (azul) respectivamente. Por sua vez, à luz da energia que passa pelos canais, penetra através de um filtro que isola um determinado comprimento de onda, que será analisado pelo instrumento. O instrumento gravará uma leitura da tensão para cada filtro. Esta tensão, é proporcional à força da energia determinada no comprimento de onda específico. A espessura óptica do aerosol (EOA), pode ser calculada destes valores da tensão, para determinar o tipo de aerosol existente na atmosfera (www.aeronet.gsfc.nasa.gov/operational/bssn/haze_diagram.html).

2.4 Modelo de Análise de Trajectória

O modelo por nós usado para a análise de trajectória, é o HYSPLIT_4 (Draxler e Hess, 1997 e 1998). Este modelo, é um processo de particular importância na análise da trajectória (reconstituição do caminho percorrido ou seguido por uma parcela de ar, durante um certo tempo) dos aerosóis no tempo e espaço, para se certificar das suas origens (D'Abreton, 1996).

Para o nosso caso, a análise de trajectória foi nos útil nos dias em que tivemos períodos de maior ou menor carga de aerosóis, analisaram-se as cartas sinópticas dos respectivos dias, e uma vez notados alguns eventos (episódios extremos), recorremos à análise de trajectória, como forma de percebermos e justificarmos o porquê destes fenómenos. Assim, sabendo das origens dessas massas de ar, e o percurso por elas efectuados, é fácil identificar o tipo de aerosóis existentes no local.

2.4.1 Breve descrição do modelo HYSPLIT_4

O modelo de trajectória integrada de partículas híbridas lagrangianas (HYSPLIT_4), é usado no cálculo de trajectória das massas de ar. Este modelo foi desenvolvido no laboratório de pesquisas do ar (ARL), pertencente a Administração Nacional dos Oceanos e Atmosfera (NOAA). É um sistema completo para o cálculo de trajectórias, de dispersões complexas e simulações, usando aproximações de partículas (www.arl.noaa.gov/ready/hysplit.4).

O HYSPLIT_4, foi concebido para incorporar dados numéricos de temperatura, suportar simulações que abrangem uma vasta extensão relacionadas com longas distâncias de transportes, dispersão, e deposição de poluentes.

O modelo, é de grande aplicabilidade na resposta a emergências atmosféricas, para encontrar a origem de concentrações de ar, simples trajectórias ou até mesmo para as mais complexas.

A recente versão do HYSPLIT_4, tem um algoritmo substancialmente actualizado, e é capacitado para um múltiplo manejo e abrigo de dados meteorológicos de concentração quadrangular (www.arl.noaa.gov/ready/hysplit.4).

Este modelo torna-se, deste modo, o mais apropriado no cálculo da trajectória e origem dos poluentes.

Assim sendo, ainda na análise destes dados, associando os episódios extremos com as condições sinópticas locais, determinam-se a espessura óptica dos aerosóis e o tamanho médio das partículas usando os parâmetros de Angström.

2.5 Impacto dos aerosóis sobre o clima

Os aerosóis são uma das principais fontes de incerteza na previsão climática, em escalas locais e globais (IPCC, 2001). Eles perturbam directamente a distribuição espacial da energia solar, dispersando de volta a radiação para o espaço, e absorvendo os raios solares.

Os aerosóis podem influenciar sobre o clima duma maneira dupla. Podem produzir aquecimento ao absorver radiação solar, ou provocar esfriamento ao reflectir de volta à origem parte da radiação solar que incide na atmosfera.

Por este motivo, não está totalmente clara a influencia dos aerosóis atmosfera (www.medioambiente.fegamp.es/sectores/Airel/EfectInvernTODog.htm).

Desde o segundo relatório de avaliação do Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC, 1996), progressos significativos tem sido feitos para melhor caracterização do efeito radiativo directo dos diferentes tipos de aerosóis. Vários modelos têm sido usados na estimativa do potencial radiativo directo para as cinco distintas espécies de aerosóis de origem antropogénica (IPCC, 2001).

O efeito dos aerosóis, pode ser oposto ao efeito de estufa (aquecimento da atmosfera), isto é, refrescando em vez de aquecer a atmosfera.

Sendo assim, é de notar que o aquecimento por efeito de estufa pode-se encontrar em qualquer lugar, mas o efeito de resfriamento da atmosfera é dependente da região, e de zonas com ventos baixos próximas de áreas industriais (Nasa facts, 1996).

2.6 Fontes de poluição na atmosfera

As fontes de emissão de poluentes podem ser as mais variadas possíveis (ver anexos). A emissão de gases tóxicos por veículos automotores é a maior fonte de poluição atmosférica.

Nas cidades, esses veículos são responsáveis por 40% da poluição do ar, porque emitem gases como o monóxido e o dióxido de carbono, o óxido de nitrogénio, o dióxido de enxofre, derivados de hidrocarbonetos e chumbo. As refinarias de petróleo, indústrias químicas e siderúrgicas, fábricas de papel e cimento emitem enxofre, chumbo e outros metais pesados, e diversos resíduos sólidos.

(www.medioambiente.fegamp.es/sectores/AireI/EfectInvernTODog.htm).

A identificação de uma fonte de poluição atmosférica, depende, antes de mais nada, dos padrões adotados para definir os agentes poluidores e seus efeitos sobre homens, animais, vegetais ou outros materiais, assim como dos critérios para medir os poluentes e seus efeitos.

2.6.1 Classificação das fontes de poluição na atmosfera

1. Fontes antropogénicas

- (a). Sulfatos** – Emissão de dióxido de enxofre, proveniente de: Combustões domésticas, usinas termeléctricas, refinarias de petróleo, olarias, usinas de aço e ferro.
- (b). Carbono elementar** – Pequenas partículas, provenientes de: emissões de veículos, combustões domésticas, usinas de gás, geração de electricidade, fábricas de cimento, refinarias de petróleo, fornos de cal, fábricas de cerâmica, fundições, estufas e carvão.
- (c). Orgânicos** – Emissão de hidrocarbonetos, provenientes de: veículos, refinarias de petróleo, etc.

- (d). **Nitratos** – Emissão de Óxido de Nitrogénio, provenientes de: veículos, fábricas de ácido nítrico, usinas termoeléctricas, usinas de ferro e aço, fábricas de fertilizantes.
- (e). **Poeiras** – Emissão de pequenas partículas, provenientes de: veículos de corrida nos desertos, pedreiras, demolidoras, construção e demolição de edifícios.

2. Fontes Naturais

- (a). O solo que nos fornece as poeiras de terra, oriundas de locais desabrigados de vegetação, como estradas, desertos, etc.
- (b). A vegetação constituída de resíduos vegetais, levantados pelos ventos, ou por pólen, ambos com possibilidades de causarem alergias.
- (c). Dos oceanos são desprendidas gotículas de água carregadas ou não de sais que não disseminadas pelos ventos. O sal assim carregado constitui mais uma parcela de pequenas partículas na atmosfera.
- (d). Vulcões e fontes naturais de líquidos, gases e vapores, que podem inundar uma região com impurezas em qualidade e quantidade indesejáveis.

2.7 SAFARI 2000

Para medir e compreender como a poluição do ar e as condições de circulação atmosférica afectam o clima, o homem e os ecossistemas naturais na África Austral, cientistas dos países da região, Estados Unidos da América, e alguns países da União Europeia, desenvolveram uma iniciativa de investigação científica multidisciplinar, conhecida pelo acrónimo SAFARI 2000 (Utui, 1999).

SAFARI 2000 é um consórcio de vários projectos de investigação científica regional, americanos e europeus, cujo objectivo central é produzir conhecimento fundamental e integrado sobre como estão interligados os diferentes processos naturais e associados com as actividades que condicionam o meio ambiente na região (Utui, 1999).

As componentes científicas do projecto SAFARI 2000 incluem a medição da poluição do ar (quantificação das concentrações de aerosóis e gases traço presentes na atmosfera da região), estudos sobre a deposição de aerosóis e gases traço nos solos da região, estudos sobre a mudança de utilização e cobertura vegetal dos solos, e modelação da circulação atmosférica, do clima e dos processos ecológicos (Utui, 1999).

Estão envolvidos no SAFARI 2000 cientistas de várias disciplinas incluindo físicos, meteorologistas, químicos, biólogos, geógrafos, agrónomos, veterinários e médicos. O conhecimento produzido por estes especialistas no âmbito do projecto SAFARI 2000 será usado para a educação pública, de forma a promover o desempenho e implementação de políticas mais realistas de desenvolvimento regional (Utui, 1999).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 Localização e descrição dos locais de observação

O local escolhido para a realização deste trabalho foi a cidade de Maputo (latitude 25° 56'; longitude 32° 35' Este; altitude 72 m), mais precisamente em cinco diferentes pontos, nomeadamente: Baixa da cidade, e Bairro Central, pelo facto de estarem próximos de zonas com grande movimentação de pessoas e viaturas ou de prováveis fontes de poluição, Hulene (lixreira), devido à poluição proveniente da queima da biomasssa e de resíduos oriundos de diferentes fontes de lixo da cidade, Xipamanine (mercado), devido ao movimento excessivo de pessoas, causando grande levantamento de poeira e sobre o Campus universitário, pois encontra-se longe das prováveis fontes de aerosóis, onde se espera índices muito baixos de quantidade dos mesmos.

O critério de escolha, obedeceu ao facto de os quatro primeiros locais assumirem-se como fortes fontes de aerosóis.

3.2 Período de recolha de dados

Para a realização deste trabalho, usou-se um fotômetro solar manual, que mede a radiação solar na superfície em 4 diferentes comprimentos de onda, num período corrente de 31 dias. A recolha dos dados foi feitas diariamente das 8 às 16 horas, pois, este instrumento faz medições durante o dia, ou seja, o período em que temos o Sol disponível. O intervalo de tempo para as leituras foi de uma hora nos arredores do Campus universitário, e de duas horas nos outros locais anteriormente mencionados.

As medições foram feitas em duas fases: Primeiro, fizemos observações nas zonas consideradas poluídas (Baixa, Bairro Central, Xipamanine e Hulene), durante os primeiro 12 dias; e a segunda no Campus universitário, durante 16 dias. Nos dados tratados, não aparecem os referentes aos dias de céu completamente nublado, pois, estes são automaticamente removidos porque nestes dias apesar de se observar o Sol, o céu encontra-se coberto com nuvens, o que reduz a boa visibilidade do mesmo.

3.2.1 Procedimentos experimentais

As medições devem ser feitas de dia, ao ar livre e com o céu limpo, isto é, sem obstrução de nuvens. O instrumento deve estar posicionado em direcção ao Sol. Sendo assim, tomar-se-ão as leituras em cada 30 minutos, das 8 às 16 horas, tendo-se um minuto para faze-las.

O receptor (sensor) inicialmente fechado com uma tampa preta (fig. 6), deve ser aberto e no lugar da tampa, colocar-se o dedo para tapar o receptor. Com o dedo ainda a bloquear a passagem, prime-se o botão preto a esquerda para ligar o instrumento e espera-se alguns segundos até que apareça no monitor um valor de leitura aproximado entre 0 à 10, pertencente ao canal “A”. No mesmo instante, orienta-se o aparelho em direcção ao Sol, com a mão, de modo a acertar com a mira no alvo que se têm a esquerda (fig. 6), que é a imagem do Sol. Move-se lentamente a mira até ter-se o alvo bem fixo, verificando-se no monitor um valor a oscilar até que este se fixe, naquele que será o maior valor possível de leitura, se este se mantiver por uns 5 à 10 segundos. Regista-se esse valor como sendo um parâmetro “A”, numa tabela previamente elaborada onde marcamos a data, o local de medição, a hora, as condições do céu e o número de gravação, ver anexos (www.bssn.gsfc.nasa.gov/proto_measure.html).

Prime-se novamente o botão preto para se gravar as leituras, e de seguida, desliga-se o aparelho. Repetem-se novamente as mesmas instruções para se obter outras leituras.

Voltando a tapar o receptor (sensor), guarda-se o instrumento num lugar limpo e seco que não esteja ao alcance do Sol.

3.3 Processamento dos dados

O processamento dos dados foi feitos por uma equipe da Rede Robótica de Aerosóis (AERONET) pertencente ao Conselho de Aeronáutica & Espacial (NASA) em Maryland, que, usando um algoritmo adequado, convertem a voltagem registada pelo instrumento em energia radiante atenuada pelos aerosóis, que permite a determinação da espessura óptica dos aerosóis. Na análise dos dados através de gráficos e mapas, observa-se a variabilidade temporal e espacial dos aerosóis na região e, com a ajuda dum modelo apropriado para a análise de trajectória e de mapas sinópticos, podemos conhecer a origem dos aerosóis e correlacionar alguns episódios extremos com as condições sinópticas prevalecentes nos respectivos dias. Estes dados estão neste momento disponíveis na página da internet pertencente a AERONET; www.aeronet.gsfc.nasa.gov

3.4 Determinação do Parâmetro de Angström (α)

Para a determinação do parâmetro de Angström usou-se a formula seguinte:

$$\alpha = -\frac{d \ln \tau_a}{d \ln \lambda} = -\frac{\ln \left(\frac{\tau_{a_2}}{\tau_{a_1}} \right)}{\ln \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right)} \quad (4)$$

Onde, α , é o parâmetro de Angström, λ comprimento de onda, e τ_a , a espessura óptica do aerosol.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Espessura óptica dos aerosóis

É um parâmetro que nos permite avaliar o grau de turbidez da atmosfera, em que valores mais elevados que 0.01 da espessura óptica dos aerosóis, representam uma atmosfera mais turva; e valores mais baixos (inferiores à 0.01) a uma atmosfera limpa.

Tomando todo o período de medições, a média diária da espessura óptica dos aerosóis, observada aos 530 nm, como ilustra a figura 7, teve um valor de 0.28 com um desvio padrão de 0.20, e um valor modal de 0.18.

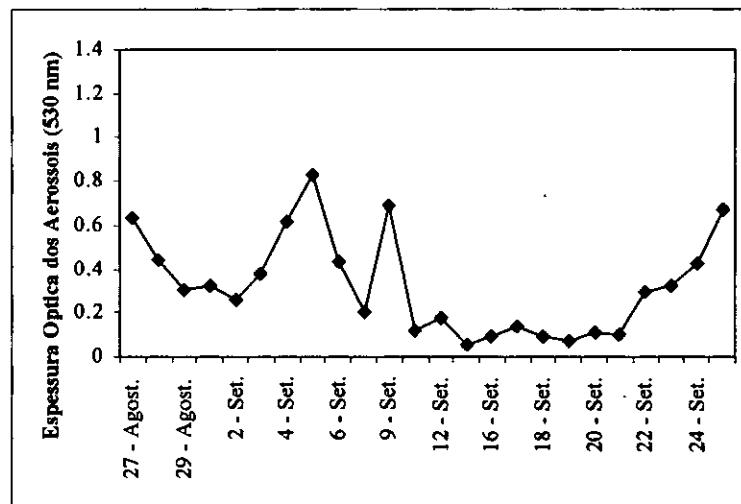


Figura 7. Médias diárias da espessura óptica dos aerosóis sobre a cidade de Maputo durante o período de 27 de Agosto a 25 de Setembro de 2003.

Observa-se que a média registada no dia 27 de Agosto apresenta um valor elevado (0.64), que apesar de ter diminuído até 0.26 nos dias que se seguiram (28 de Agosto até 2 de Setembro), estes voltaram a ter uma nova ascensão que atingiu o seu pico (0.83) no dia 5 de Setembro. Portanto, apesar da escala espacial ser menor, verificou-se uma diferença notável da espessura óptica dos aerosóis.

4.1.1 Espessura óptica dos aerosóis (530 nm) em diferentes locais de observação

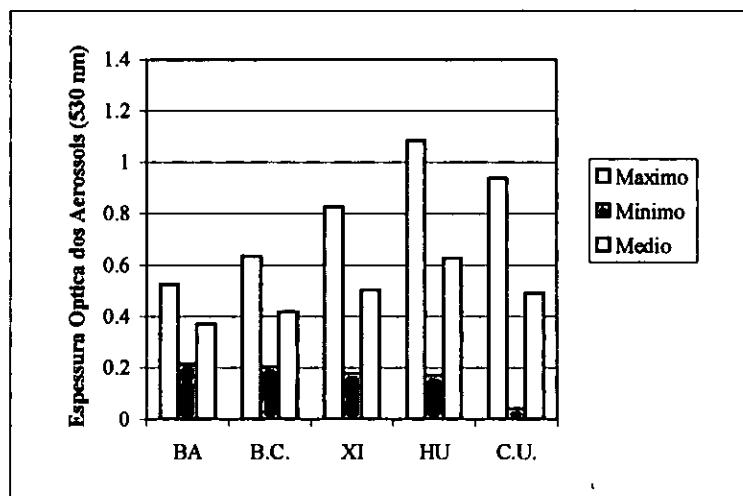


Figura 8. Pontos com maior ou menor valor da espessura óptica dos aerosóis. BA_Baixa; B.C._Bairro Central; XI_Xipamanine; HU_Hulene; CU_Campus universitário

Os resultados da espessura óptica dos aerosóis observados nos diversos locais para os 530 nm (fig. 8), mostraram que, a zona do Hulene (lixreira) apresentava os valores mais elevados (1.09), enquanto que, no Campus universitário tinha-se os valores mais baixos (0.04); isto provavelmente porque na zona do Hulene têm-se observado queima de resíduos na lixeira, o que deve provocar um aumento na quantidade de aerosóis neste local. Ao contrário disto, no Campus universitário o facto de não possuir quase que nenhuma fonte de aerosóis, torna esta zona com o valor mais baixo da espessura óptica dos aerosóis (0.04 de mínima).

4.1.2 Análise em função da variação diurna da espessura óptica dos aerosóis

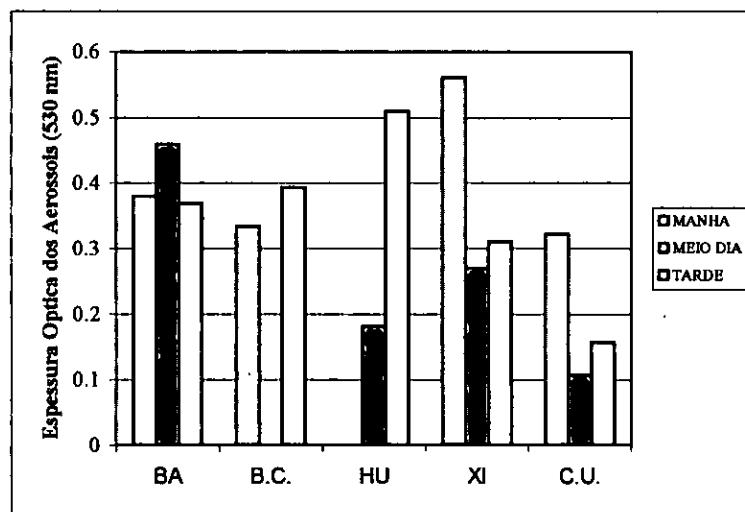


Figura 9. Períodos do dia, em que se teve maior ou menor valor da espessura óptica dos aerosóis para os diferentes locais de pesquisa.

Nas manhãs tivemos um valor mínimo no Campus Universitário (0.32), e no Xipamanine o valor mais alto (0.56), porque, neste período do dia em que se nota grandes movimentações de pessoas e de automóveis, principalmente em direcção ao mercado.

Ao meio-dia, observa-se um valor mínimo novamente no Campus Universitário (0.11) e um valor máximo na Baixa (0.46), pois, trata-se de um período de muita agitação naquele ponto da cidade, pelo facto de lá se encontrar o maior número de empresas (zona comercial).

De tarde, os valores mostraram-se mais elevados no Hulene (0.51), período em que se inicia a queima dos resíduos sólidos na lixeira, e valores mínimos (0.16), observam-se no Campus universitário, pois este ponto é sem dúvida o menos agitado.

Para o mesmo período de observações, a análise de histogramas (figura 10) referentes à frequência de ocorrência da espessura óptica dos aerosóis (530 nm), demonstrou maior presença de aerosóis nas zonas da Baixa da cidade, Bairro Central, Hulene e Xipamanine, destacando-se o Hulene (fig.10.d) com mais quantidades de aerosóis (1.0-1.2), pois a queima de resíduos na lixeira são as grandes causadoras destes níveis elevados da espessura óptica dos aerosóis. No Campus universitário (fig. 10.e), os valores com maior frequência estão entre (0.0-0.2), o que confere a este local quantidades muito baixas de aerosóis, uma vez que neste ponto não existem fontes constantes de aerosóis.

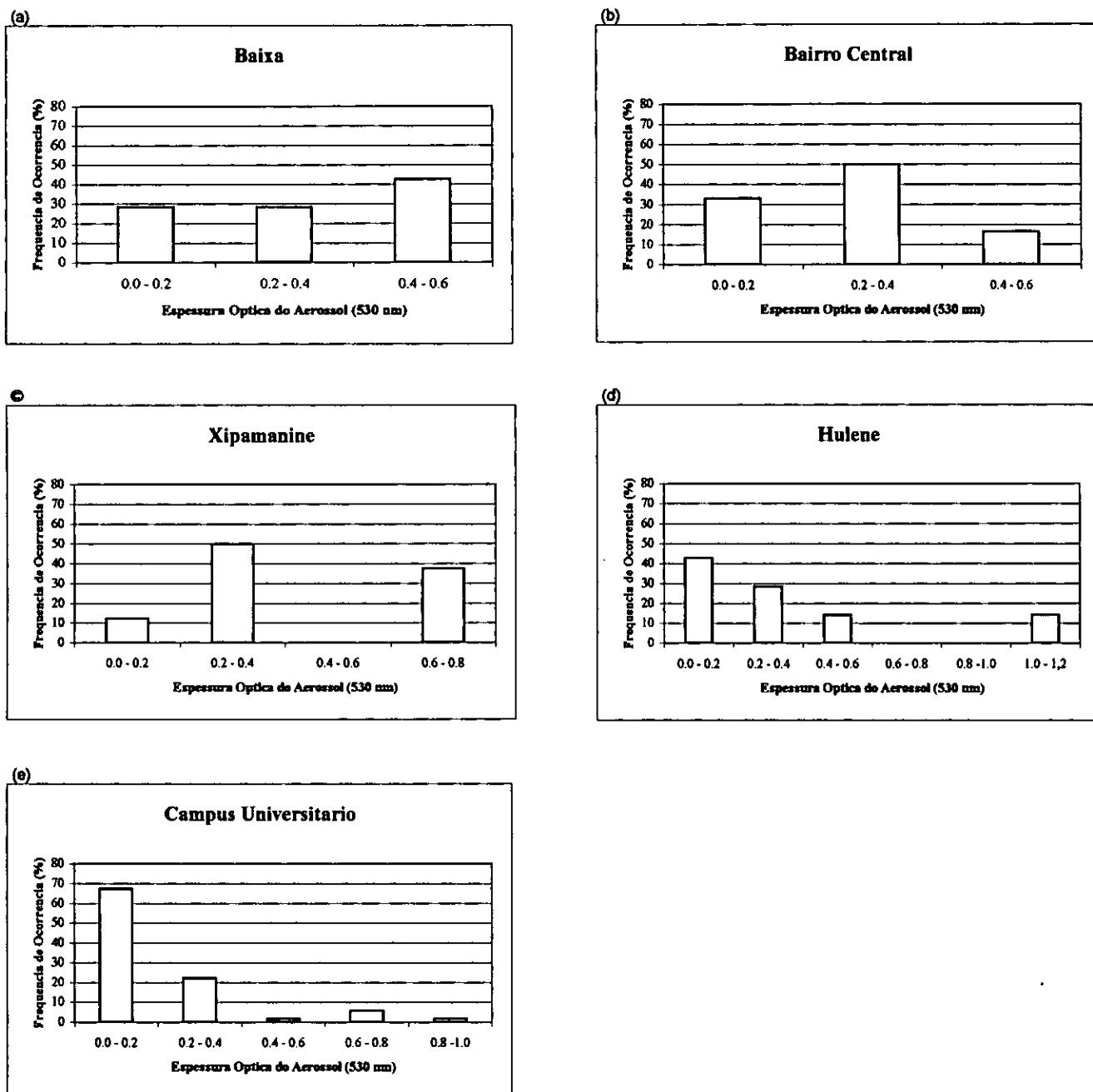


Figura (10) Frequencias de ocorrências da espessura óptica dos aerossóis: (a) Baixa; (b) Bairro Central; (c) Xipamanine
(d) Hulene; (e) Campus Universitario.

4.2 Parâmetro de Angström (α)

É um indicador do tamanho das partículas existentes na atmosfera, em geral varia de 0 à 2. Sendo para valores menores que 1 (correspondentes à partículas grossas): poeiras de areia, sais libertos em forma de vapor através dos mares, e demais poluentes. Para valores maiores que 1 (correspondentes à partículas finas): fumo proveniente; de queimadas (biomassa), de automóveis (combustíveis fosseis), os perfumes e outros produtos cosméticos.

Avaliando todo o período de medições, a cidade de Maputo teve de Agosto à Setembro de 2002, para o parâmetro de Angström (α) entre os (380–880) nm, uma média de 1.10 ± 0.26 , indicando um valor modal de 1.23 (figura 11).

Estes valores mostram que o nosso centro urbano, apesar de possuir vários tipos de partículas com diferentes tamanhos, têm uma atmosfera predominada pelos fumos provenientes na maior parte das vezes da queima de combustíveis fosseis ou lenhosos.

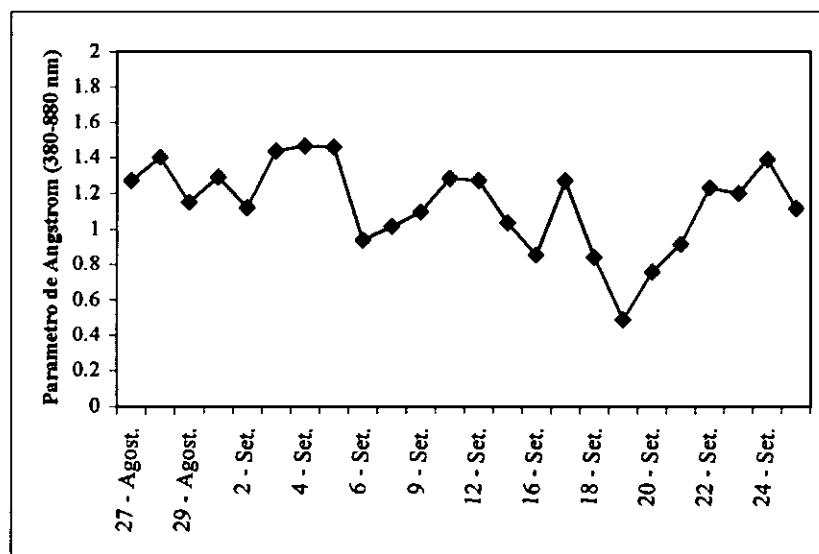


Figura 11. Médias diárias do parâmetro de Angström sobre a cidade de Maputo durante o período de 27 de Agosto a 25 de Setembro de 2003.

4.2.1 Parâmetro de Angström (α) para (380-880) nm em diferentes locais de observação

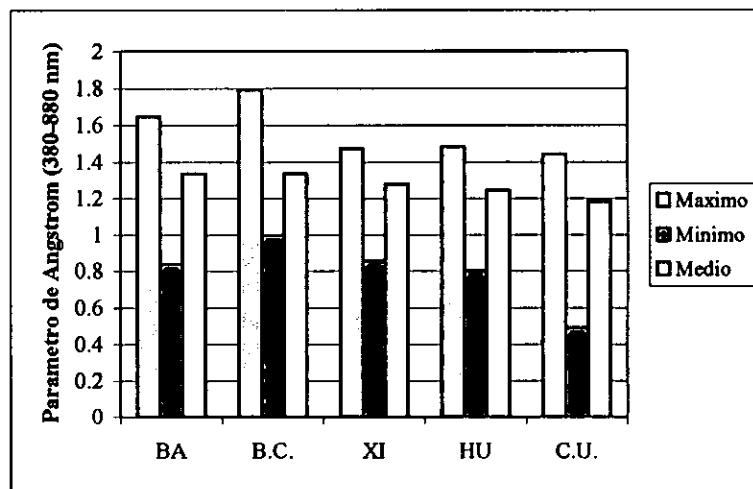


Figura 12. Pontos com maior ou menor valor do parâmetro de Angström. BA_Baixa; B.C._Bairro Central; XI_Xipamanine; HU_Hulene; CU_Campus universitário

Apesar de praticamente em todos os pontos observarem-se valores do parâmetro de Angström (α) acima de 1, o valor mais alto (1.79) registou-se no Bairro Central, pois neste ponto observam-se grandes movimentações de automóveis. Pelo facto, dos valores apresentarem-se acima de 1, conclui-se que as partículas mais abundantes sejam as partículas finas (fumaça), causadas pelo fumo libertado pelos automóveis.

No Campus universitário registou-se o valor mais baixo (0.49), obviamente deve-se a existência de muita areia no local.

4.2.2 Análise em função da variação diurna do parâmetro de Angström

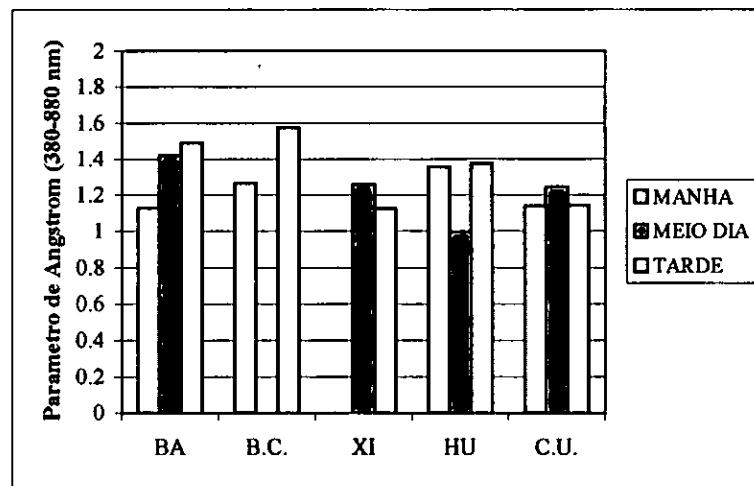


Figura 13. Períodos do dia, em que se teve maior ou menor valor do parâmetro de Angström para os diferentes locais de pesquisa.

Nas manhãs, registou-se um valor máximo (1.36) no Hulene, e um mínimo (1.13) na Baixa da cidade.

Ao meio dia, na Baixa tivemos o valor mais alto (1.42), pois é visível grande fluxo de automóveis nesse período do dia, e no Hulene o valor mais baixo (0.99).

No período da tarde, observa-se uma enorme presença de partículas finas (fumo), no Bairro Central (1.58), e no Xipamanine, registou o valor mais baixo (1.13), justificado pela quantidade de poeira espalhada pela atmosfera, devido a movimentação de pessoas e automóveis na zona do mercado.

Analizando os histogramas de frequência, observa-se que em todos os pontos (fig. 14) os valores do parâmetro de Angström mostravam-se elevados; isto é, valores acima de 1 que indicam a presença de partículas finas na atmosfera.

A maior ocorrência de partículas finas de aerosóis (1.6-1.8), figura 14.b, registou-se no Bairro Central devido a grande movimentação de automóveis neste ponto da cidade, que resulta na queima de grandes quantidades de combustível naquele local.

Por verificar-se grandes quantidades de areia neste local, o Campus universitário, mostrou-se como sendo o local com menor ocorrência de valores acima de 1 do parâmetro de Angström (1.2-1.4), figura 14.e.

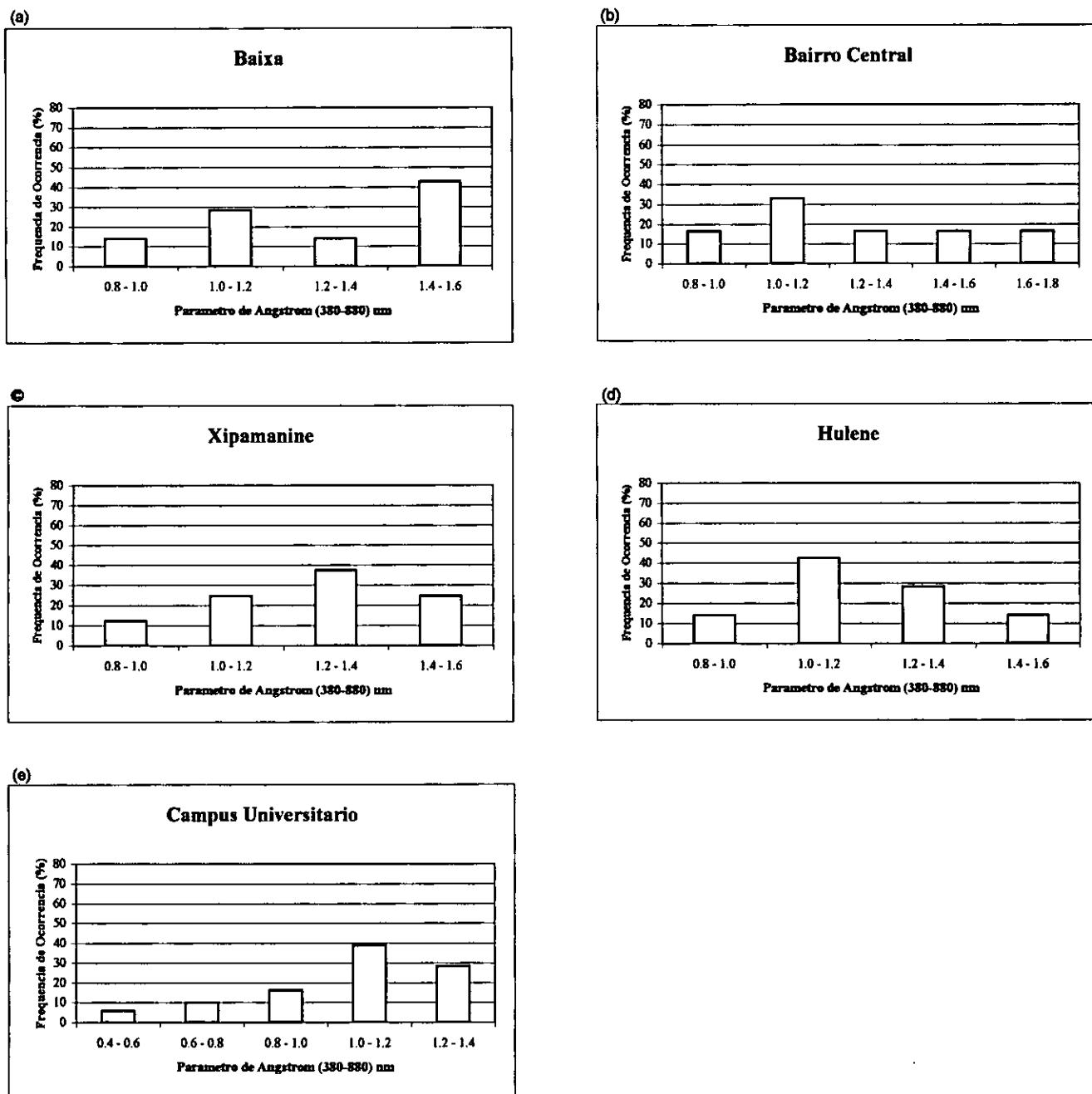


Figura (14) Frequencias de ocorrências do parametro de Angstrom: (a) Baixa; (b) Bairro Central; (c) Xipamanine; (d) Hulene; (e) Campus Universitario.

4.3 Análise de Trajectória

É um processo de particular importância na reconstituição do caminho percorrido ou seguido por uma parcela de ar, num certo tempo e espaço, para se certificar das suas origens (D'Abreton, 1996).

Para a análise de trajectórias, o modelo que tem sido de grande aplicabilidade na resposta a emergências atmosféricas, para encontrar a origem das concentrações de ar, ou de simples trajectórias, e até mesmo para as mais complexas, é a recente versão do HYSPLIT_4. Este modelo, é um sistema completo para o cálculo de trajectórias, dispersões complexas e simulações. É capacitado para um múltiplo manejo e abrigo de dados meteorológicos.

O modelo, foi concebido para incorporar dados numéricos de temperatura, suportar simulações que abrangem uma vasta extensão relacionadas com longas distâncias, de transportes, dispersão e deposição de poluentes, tornando-se deste modo, um dos mais apropriados no cálculo da trajectória e origem dos poluentes.

Usou-se o modelo HYSPLIT_4, para poder-se fazer uma análise de trajectória, escolhendo os dias em que tivemos valores extremos, isto é, os dias com valores muito altos, e os com valores muito baixos da espessura óptica dos aerosóis ou do parâmetro de Angström. Escolheram-se os níveis dos 1000, 2000, e 3000 m porque teve-se nestes níveis a possibilidade de fazer uma análise de trajectórias mais longas.

4.3.1.1 Transporte de massas de ar durante os dias com valores altos da espessura óptica dos aerosóis

O valor mais alto da espessura óptica dos aerosóis (0.83) observou-se no dia 5 de Setembro, tendo no mesmo dia apresentado um parâmetro de Angström igual a 1.46.



Fig. 15.a: Mapa Sinóptico do dia 5 de Setembro de 2002.

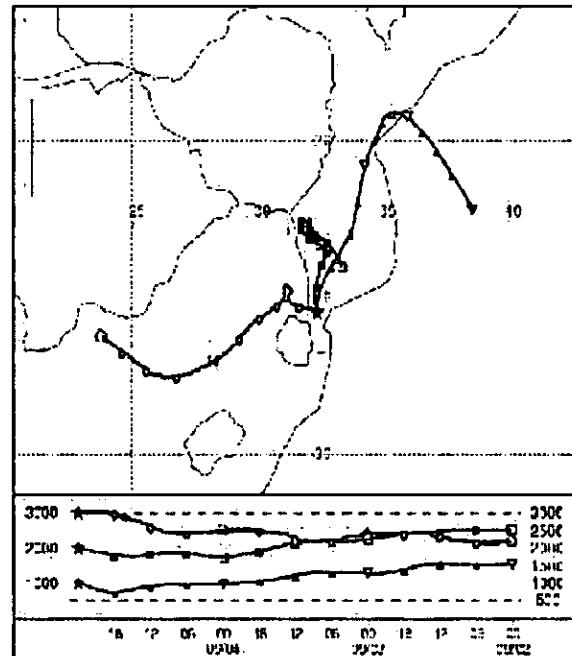


Fig. 15.b: Transporte das massas de ar no dia 5 de Setembro de 2002. Ao nível dos 1000 m (vermelho), 2000 m (azul), 3000 m (verde).

No mapa sinóptico (fig. 15.a), observa-se a passagem duma frente fria e com ela uma nuvem de fumo. Com o valor obtido do parâmetro de Angström (1.46) e olhando para a trajectória das massas de ar (fig. 15.b), nota-se que há um transporte no subcontinente de partículas essencialmente finas, provavelmente vindas da queima da biomassa, ou de zonas industrializadas como, a região de Highveld na África do Sul, que é uma das principais fontes de energia térmica da África Austral.

4.3.1.2 Transporte de massas de ar durante os dias com valores baixos da espessura óptica dos aerosóis

O valor mais baixo da espessura óptica dos aerosóis (0.07), observou-se no dia 19 de Setembro, e o seu parâmetro de Angström foi de 0.49.



Fig. 16.a: Mapa Sinóptico do dia 19 de Setembro de 2002.

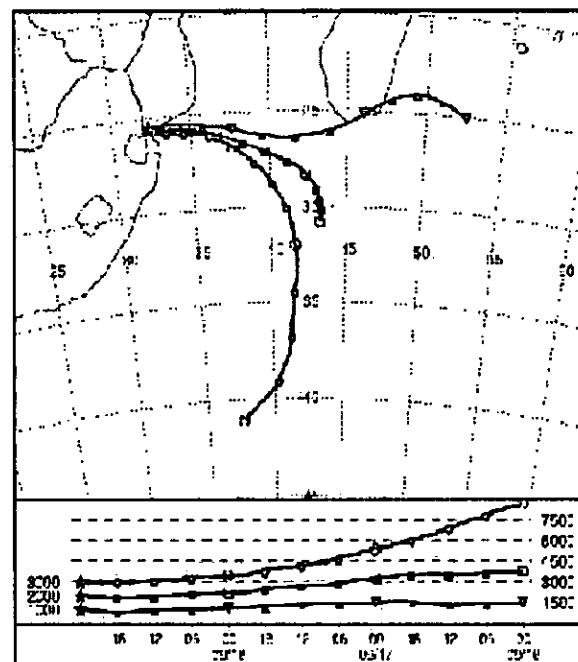


Fig. 16.b: Transporte das massas de ar no dia 19 de Setembro de 2002. Ao nível dos 1000 m (vermelho), 2000 m (azul), 3000 m (verde).

No mapa sinótico (fig. 16.a), observou-se um céu completamente limpo, que podia-se associar a ocorrências de chuvas no dia anterior limpando a atmosfera. Uma vez notado, que nos dias anteriores também tivemos condições de céu limpo, fez-se à análise de trajectória das massas de ar (fig. 16.b), e observou-se um transporte de massas de ar marítimo, portanto, grandes quantidades de partículas grossas, isto é, condições óptimas para obtenção dum ar limpo marinho.

4.3.2.1 Transporte de massas de ar durante os dias com valores altos do parâmetro de Angström

O valor mais alto do parâmetro de Angström (1.47), foi observado no dia 4 de Setembro, com uma espessura óptica dos aerosóis igual à 0.62.



Fig. 17.a: Mapa Sinóptico do dia 4 de Setembro de 2002.

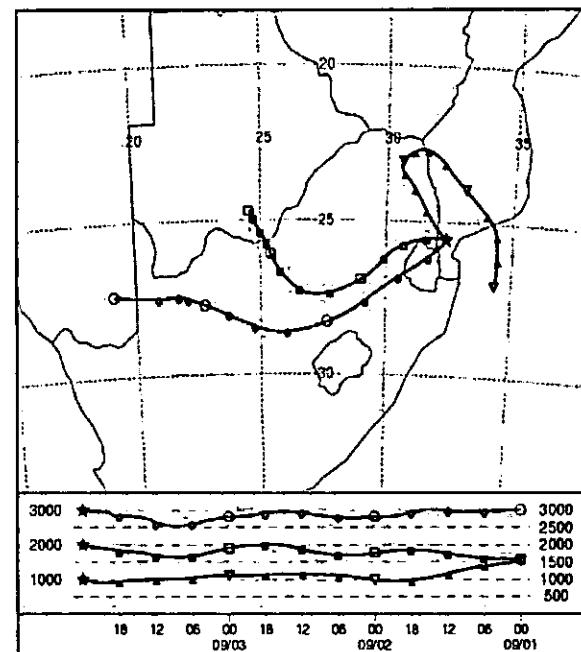


Fig. 17.b: Transporte das massas de ar no dia 4 de Setembro de 2002. Ao nível dos 1000 m (vermelho), 2000 m (azul), 3000 m (verde).

Notou-se neste dia (fig. 17.a), uma aproximação duma frente fria, nuvens de fumo provenientes do oceano, e uma camada mais carregada de fumo no subcontinente. Na análise do transporte das massas de ar (fig. 17.b), verificou-se um transporte das massas de ar no subcontinente, podendo este estar associado a queima da biomassa, ou a proximidade de zonas industrializadas como a de Highveld na África do Sul.

4.3.2.2 Transporte de massas de ar durante os dias com valores baixos do parâmetro de Angström

Reparou-se uma certa coincidência nesta data (19 de Setembro), pois para o mesmo dia tivemos o valor mais baixo da espessura óptica dos aerosóis (0.07), e o valor mais baixo do parâmetro de Angström (0.49).



Fig. 18.a: Mapa Sinóptico do dia 19 de Setembro de 2002.

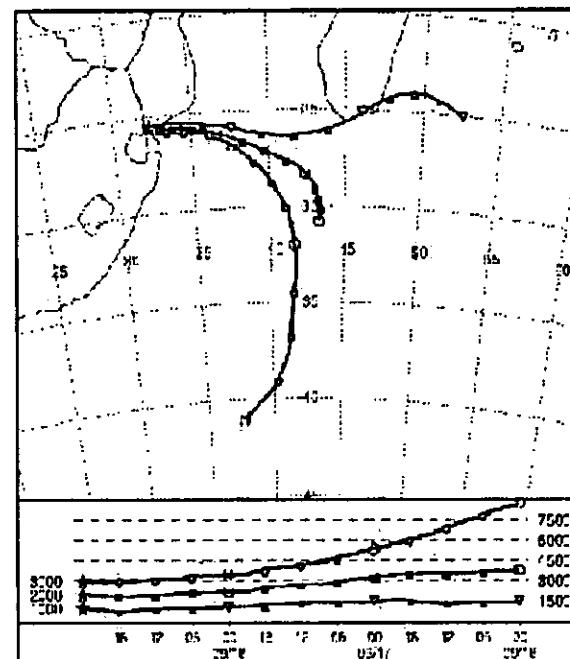


Fig. 18.b: Transporte das massas de ar no dia 19 de Setembro de 2002. Ao nível dos 1000 m (vermelho), 2000 m (azul), 3000 m (verde).

Portanto, a observação de, um céu completamente limpo (fig. 18.a), e um transporte das massas de ar provenientes do oceano (fig. 18.b), proporciona-nos um ar marítimo puro, carregado de partículas essencialmente grossas.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

5.1 Considerações finais

De um modo geral, estes dados, facilitaram-nos na compreensão da variabilidade da espessura óptica dos aerosóis no nosso centro urbano, e deu-nos uma visão mais ampla da situação ambiental da nossa cidade. É certo que, com estes números não temos uma informação definitiva, pois as actividades do homem destruindo o meio ambiente não cessão, daí o ponto de reflexão quanto a qualidade do ar que respiramos. *Alguma vez o ar por nós respirado foi totalmente puro? Será que um dia respiraremos um ar totalmente puro?* Portanto, não podendo responder a estas perguntas com exactidão, deu-se ao menos a conhecer a qualidade de ar que respiramos no momento.

5.2 Conclusão

Finda as medições da espessuras óptica dos aerosóis sobre a cidade de Maputo usando um fotómetro solar, no período compreendido entre 27 de Agosto à 25 de Setembro de 2002, com os resultados obtidos chegamos as seguintes conclusões:

- Segundo os padrões internacionais, uma atmosfera limpa é aquela que apresenta valores da espessura óptica dos aerosóis inferiores à 0.01. Portanto, a cidade de Maputo com uma média de 0.28 de espessura óptica dos aerosóis, apresenta uma atmosfera poluída.

- A atmosfera na cidade de Maputo com uma média de 1.10 do parâmetro de Angström, é predominantemente constituída por partículas finas (fumo).
- Fazendo a análise de trajectória e com a ajuda dos mapas sinópticos, pude verificar que a presença de partículas muito pequenas na região (valores acima de 1 do parâmetro de Angström), foi provavelmente devido a proximidade desta região, da África do Sul, mais precisamente da zona industrializada de Highveld (região que possui grandes centrais térmicas produzindo 80% de energia da África do Sul e 5% de toda África) e da circulação anticiclónica característica da África Austral que tende a transportar as massas de ar em direcção ao oceano.
- Outro factor que se pode associar aos resultados obtidos, é o facto de os meses de Agosto à Outubro serem os meses em que se realizam as queimadas na África Austral, portanto uma parte destes aerosóis podem ser provenientes desta queima da biomassa.

5.3 Recomendações

Sugere-se em outras ocasiões, que os estudos sejam feitos em períodos mais longos, usando mais instrumentos e de preferência mais sofisticados, de modo a obter-se uma maior diversidade de informação e valores mais precisos.

Seria também uma opção, a execução destas pesquisas em locais estratégicos, tais como, zonas mais próximas a costa e nas chamadas zonas industriais. Acredita-se que, os dados resultantes das medições feitas nestes pontos comparados aos já abertos, dariam maior variabilidade nos resultados. Acha-se que maiores distâncias entre os locais de estudo podem dar novas fontes emissoras de aerosóis, o que criaria novos resultados e desafios, para novos temas de investigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angström, A. K. (1929) – **On the atmospheric transmission of sun radiation and on dust in the air** – Geogr. Ann., 2.

Bohren, C. F.; Huffman D. K. (1983) – **Absorption and Scattering of Light by Small Particles** – Wiley & Sons Inc. – Canada.

D'Abreton, P. C. (1996) – **Lagrangian Kinematic and isentropic trajectory models for aerosol and trace gas transport studies in southern Africa** – South African Journal of Science, 92 – 157-160.

Ferreira, H. A. (1965) - **Climatologia Dinâmica da África meridional** - Lisboa.

Freiman, M. T.; Piketh, S. J. (2002) – **Air transport into and out of the industrial Highveld of South Africa** – Journal of Applied Meteorology, submitted.

Gilplin, A. (1980) – **Dicionário de Termos do Ambiente** – 256pp – Publicações Dom Quixote – Lisboa.

Hinds, W. C. (1982) – **Aerosol Technology: Properties, Behaviour and Measurements of Airborne Particles** – John Wiley & Sons Ltd – Toronto.

IPCC (1996) – **Climate Change 2001: The Science of Climate Change** – Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change – Houghton, J. T.; Meira Filho, L. G.; Callander, B. A.; Kattenberg, A. and Maskell, D. K., (eds) – Cambridge University Press – Cambridge - UK and New York – NY – USA – 572pp.

IPCC (2001) – **Climate Change 2001: The Scientific Basis** – Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change – Houghton, J. T.; Ding, Y.; Gringgs, D. J.; Noguer, M.; Van Der Linden, P. J.; Maskell, D. K., and Johnson, C. A., (eds) – Cambridge University Press – Cambridge - UK and New York – NY – USA – 881pp.

Iqbal, M. (1983) – **An Introduction to Solar Radiation** – Academic Press – Toronto.

NASA Facts. **Atmospheric Aerosols: What Are They and Why Are They So Important?**. 5pp. 11 de Agosto, 1996. <http://oea.larc.nasa.gov/PAIS/Aerosols.html>.

O'Neill, N. T.; Eck, T. F.; Holben, B. N.; Smirnov, A. And Dubovik, O. (2001) – **Bimodal size distribution influences on the variation of Angström derivatives in spectral and optical depth space** – Journal of Geophysical Research, 106 – 9787-9806.

Piketh, S. J. (2000) – **Transport of aerosol and trace gases over southern Africa** – Unpublished PhD Thesis – University of the Witwatersrand – Johannesburg – South Africa.

Queface, A. J. (1999) - **Plano de formação de docentes** - 4pp - Maputo.

Queface, A. J. (2002) - **Atmospheric Aerosol Loading Off The East Coast Of Southern Africa** - 70pp – Tese de Mestrado - Universidade de Witwatersrand – Johannesburg (África do Sul).

Raes, F.; Wilson, J. And Vandingen, R. (1995) – **Aerosols dynamics and its implications for the global aerosol climatology – in Aerosol Forcing of Climate** – Charlson, R. J. And Heintzenberg, J., (eds) – John Wiley & Sons, New York – NY – chapter 8.

Caracterização Óptica dos Aerossóis Sobre a Cidade de Maputo

Seinfeld, J. H. (introduction); Charlson, R. J. & J. E. Penner (speakers), - USGCRP Seminar:

Role of Aerosols in Climate Change - 25 de Abril de 1996 - 5pp -

<http://www.usgcrp.gov/usgcrp/seminars/960425SM.html>

Tyson, P. D.; Garstang, M.; Swap, R. J.; Källberg, P. And Edwards, M. (1996) – **An air transport climatology for subtropical southern Africa** – International Journal of Climatology, **16** – 265-291.

Utui, R. (1999) - **Projecto SAFARI 2000: Southern African Regional Science Initiative** -2pp - Maputo – <http://safari.geep.virginia.edu>.

Van De Hulst. H. C. (1981) – **Light Scattering by small Particles** – Dover Publications – New York – NY.

PÁGINAS DA INTERNET

<http://intermega.globo.com/ambienteonline/poluiçãoatmosférica.htm>.

<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit.4>.

http://aeronet.gsfc.nasa.gov/operational/BSSN/haze_diagram.html.

<http://bssn.gsfc.nasa.gov/index.html>.

http://bssn.gsfc.nasa.gov/proto_measure.html.

<http://www.inam.gov.MZ>.

ANEXOS

**Valores da espessura óptica dos aerosóis e do parâmetro
de Angström**

Tabela 1. indica as medias diarias, o desvio padrao e o valor modal tanto para espessura optica dos aerosois como para o parametro de Angstrom entre os diferentes pontos de observacao para os 530 nm

LOCAL	EOA_530			α		
	Media	δ	Moda	Media	δ	Moda
Baixa	0.33	0.17	0.45	1.27	0.24	1.48
Pandora	0.27	0.14	0.27	1.27	0.3	1.1
Xipamanine	0.42	0.24	0.29	1.25	0.2	1.3
Hulene	0.36	0.36	0.15	1.19	-0.13	1.13
Campus U.	0.21	0.2	0.12	1.05	0.24	1.14

Tabela 2. indica as medias diarias, o desvio padrao e o valor modal tanto para a espessura optica dos aerossois como para o parametro de Angstrom durante todo periodo de observacoes (Agosto-Setembro de 2002)

	Media	δ	Moda
EOA_530	0.28	0.2	0.18
α	1.1	0.26	1.23

Condições do tempo durante o período de observações

TABELA 3a: Campus Universitario

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
9-Sep	8:06	POUCO NUBLADO	170	119
9-Sep	9:00	POUCO NUBLADO	174	120
9-Sep	10:00	POUCO NUBLADO	255	121
9-Sep	11:00	NUBLADO	4	122
9-Sep	11:07	NUBLADO	21	123
9-Sep	12:00	MUITO NUBLADO	2	124
9-Sep	13:00	MUITO NUBLADO	1	125
9-Sep	13:17	NUBLADO	136	126
9-Sep	13:23	POUCO NUBLADO	131	127
9-Sep	14:00	POUCO NUBLADO	821	128
9-Sep	15:00	MUITO NUBLADO	2	129
9-Sep	16:00	MUITO NUBLADO	1	130
10-Sep	8:00	NUBLADO	15	131
10-Sep	9:00	MUITO NUBLADO		
10-Sep	15:03	POUCO NUBLADO	27	132
10-Sep	16:00	MUITO NUBLADO		
11-Sep	8:02	LIMPO	1366	134
11-Sep	9:06	LIMPO	1815	135
11-Sep	9:13	LIMPO	1910	136
11-Sep	10:00	LIMPO	1745	137
11-Sep	10:03	LIMPO	1765	138
11-Sep	11:01	LIMPO	1878	139
11-Sep	12:02	LIMPO	1642	140
11-Sep	13:02	LIMPO	1635	141
11-Sep	14:02	LIMPO	1605	142
11-Sep	5:04	POUCO NUBLADO	1424	143
11-Sep	16:00	POUCO NUBLADO	1157	144
12-Sep	8:00	LIMPO	1314	145
12-Sep	9:08	LIMPO	1706	146
12-Sep	10:00	LIMPO	2015	147
12-Sep	11:04	POUCO NUBLADO	2060	148
12-Sep	12:03	POUCO NUBLADO	1829	149
12-Sep	13:00	POUCO NUBLADO	1896	150
12-Sep	14:00	POUCO NUBLADO	1730	151
12-Sep	15:00	POUCO NUBLADO	1448	152
12-Sep	16:00	POUCO NUBLADO	1067	153
13-Sep	8:00	MUITO NUBLADO		
13-Sep	9:00	MUITO NUBLADO		
14-Sep	8:11	POUCO NUBLADO	990	154
14-Sep	11:00	MUITO NUBLADO		

TABELA 3a: Campus Universitario

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
15-Sep	8:00	POUCO NUBLADO	1299	155
15-Sep	9:02	NUBLADO	870	156
15-Sep	10:00	MUITO NUBLADO		
15-Sep	12:07	POUCO NUBLADO	1792	157
15-Sep	13:06	LIMPO	1642	158
15-Sep	14:04	LIMPO	1653	159
15-Sep	15:03	LIMPO	1560	160
15-Sep	16:02	LIMPO	1321	161
16-Sep	8:03	LIMPO	1179	162
16-Sep	9:06	LIMPO	1378	164
16-Sep	10:03	POUCO NUBLADO	1737	165
16-Sep	11:04	POUCO NUBLADO	1830	166
16-Sep	12:00	LIMPO	1668	167
16-Sep	13:01	LIMPO	1647	168
16-Sep	15:02	LIMPO	1587	169
16-Sep	16:00	LIMPO	1266	170
17-Sep	10:00	POUCO NUBLADO	1425	171
17-Sep	11:03	POUCO NUBLADO	1544	172
17-Sep	12:04	LIMPO	1548	173
17-Sep	13:03	LIMPO	1616	174
17-Sep	14:00	LIMPO	1457	176
17-Sep	15:02	LIMPO	1443	177
17-Sep	16:02	LIMPO	1145	178
18-Sep	8:03	POUCO NUBLADO	1071	179
18-Sep	9:02	POUCO NUBLADO	1397	180
18-Sep	10:11	POUCO NUBLADO	1614	181
18-Sep	11:08	LIMPO	1777	182
18-Sep	12:06	LIMPO	1812	183
18-Sep	13:01	LIMPO	1771	184
18-Sep	14:02	LIMPO	1825	185
18-Sep	15:00	LIMPO	1819	186
18-Sep	16:00	LIMPO	1605	187
19-Sep	8:00	POUCO NUBLADO	1240	188
19-Sep	9:00	NUBLADO		
19-Sep	9:28	NUBLADO	1297	189
19-Sep	10:00	NUBLADO		
19-Sep	11:09	LIMPO	1775	190
19-Sep	12:11	LIMPO	1806	191
19-Sep	13:01	LIMPO	1890	192
19-Sep	14:02	LIMPO	1759	193
19-Sep	15:03	LIMPO	1875	194
19-Sep	16:00	LIMPO	1515	195

TABELA 3a: Campus Universitario

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
20-Sep	8:22	POUCO NUBLADO	1309	196
20-Sep	9:00	POUCO NUBLADO	1415	197
20-Sep	10:09	POUCO NUBLADO	1493	198
20-Sep	0:00	NUBLADO		
20-Sep	12:02	POUCO NUBLADO	1699	199
20-Sep	13:00	LIMPO	1681	200
20-Sep	14:00	LIMPO	1631	201
21-Sep	8:00	NUBLADO		
21-Sep	9:00	POUCO NUBLADO		
21-Sep	10:00	LIMPO	1504	202
21-Sep	11:04	LIMPO	1684	203
21-Sep	13:00	LIMPO	1697	204
21-Sep	14:04	LIMPO	1644	205
21-Sep	15:09	LIMPO	1495	206
21-Sep	16:01	LIMPO	1318	207
22-Sep	8:00	NUBLADO		
22-Sep	18:37	POUCO NUBLADO	1155	208
22-Sep	9:01	POUCO NUBLADO	1244	209
22-Sep	10:02	POUCO NUBLADO	1339	210
22-Sep	11:00	NUBLADO		
22-Sep	12:00	NUBLADO		
22-Sep	13:01	NUBLADO	561	211
22-Sep	14:03	POUCO NUBLADO	1364	212
22-Sep	15:03	POUCO NUBLADO	1182	213
22-Sep	16:01	LIMPO	931	214
23-Sep	8:16	POUCO NUBLADO	990	215
23-Sep	9:07	POUCO NUBLADO	1209	216
23-Sep	13:01	POUCO NUBLADO	1504	217
23-Sep	14:06	LIMPO	1341	218
24-Sep	8:00	POUCO NUBLADO	912	219
24-Sep	9:31	LIMPO	1427	220
24-Sep	10:12	LIMPO	1699	221
25-Sep	8:24	NUBLADO	522	222
25-Sep	9:01	NUBLADO	966	223
25-Sep	9:30	NUBLADO		
25-Sep	10:05	NUBLADO	976	224
25-Sep	11:03	POUCO NUBLADO	1312	225

TABELA 3b: Baixa (Laurentina)

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
27-Aug	8:09	LIMPO	909	55
28-Aug	13:04	POUCO NUBLADO	1257	62
29-Aug	8:03	NUBLADO	670	68
30-Aug	13:03	LIMPO	1687	74
31-Aug	16:00	POUCO NUBLADO	230	80
2-Sep	16:02	LIMPO	1042	83
3-Sep	13:52	LIMPO	1242	88
4-Sep	16:00	POUCO NUBLADO	664	98
5-Sep	13:04	MUITO NUBLADO	2	101
6-Sep	13:13	NUBLADO	964	111
8-Sep	9:41	LIMPO	1397	115

TABELA 3c: Pandora (centro da cidade)

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
27-Aug	8:39	LIMPO	1091	56
28-Aug	13:27	NUBLADO	774	64
29-Aug	9:01	POUCO NUBLADO	1086	69
30-Aug	13:32	POUCO NUBLADO	1758	75
31-Aug	16:35	MUITO NUBLADO	3	76
2-Sep	16:40	LIMPO	804	84
3-Sep	14:11	LIMPO	1570	89
4-Sep	16:25	POUCO NUBLADO	409	99
5-Sep	13:20	MUITO NUBLADO	2	102
6-Sep	13:00	NUBLADO	690	110
8-Sep	10:10	POUCO NUBLADO	1543	116

TABELA 3d: Xipamanine (Mercado)

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
27-Aug	13:09	LIMPO	1743	57
28-Aug	8:20	MUITO NUBLADO	12	61
29-Aug	16:12	POUCO NUBLADO	877	72
30-Aug	8:51	POUCO NUBLADO	1176	73
31-Aug	8:25	MUITO NUBLADO	2	78
2-Sep	13:12	POUCO NUBLADO	1245	82
3-Sep	8:11	POUCO NUBLADO	631	85
4-Sep	8:21	NUBLADO	50	92
4-Sep	8:32	POUCO NUBLADO	672	93
5-Sep	8:12	POUCO NUBLADO	521	100
6-Sep	8:06	LIMPO	945	104
7-Sep	8:28	NUBLADO	475	113
8-Sep	13:28	LIMPO	1447	117

TABELA 3e: Hulene (Lixeira)

DATA	HORA	CONDICAO DO CEU	PARAMETRO A	N DE GRAVACAO
27-Aug	16:11	NUBLADO	152	60
28-Aug	16:04	POUCO NUBLADO	753	65
29-Aug	13:02	LIMPO	1606	71
30-Aug	16:00	MUITO NUBLADO	3	76
31-Aug	13:22	MUITO NUBLADO	2	79
3-Sep	16:00	LIMPO	1047	90
4-Sep	13:19	LIMPO	1332	97
6-Sep	16:06	NUBLADO	433	112
7-Sep	13:15	MUITO NUBLADO	5	114
8-Sep	16:02	LIMPO	1200	118

**Leituras feitas pelo hazemeter durante o período de
observações (em voltagem)**

Data presented in this database are the result of Hand-Held Sun photometers and do not always satisfy to the high standards of quality associated with Automatic Sun Photometers.

ISSN 1062-1024 • 23 MAY 2001

Date	Time	Time offset	AOJ 1024	AOJ 890	AOJ 870	AOJ 746	AOJ 680	AOJ 650	AOJ 570	AOJ 540	AOJ 500	AOJ 440	AOJ 400	AOJ 360	AOJ 340	Weight(cm)	Air Mass
12/09/2002	14:00:20	35.56367	-100	0.144337	-100	0.134302	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	0.127729	-100	27.02351	
15/08/2002	11:06:10	38.44292	-100	0.063185	-100	0.059804	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	0.136818	-100	0 1.19263	
15/08/2002	13:03:27	38.55407	-100	0.081125	-100	0.0818282	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	0.1457448	-100	1.783719	
15/08/2002	14:02:20	38.58487	-100	0.080314	-100	0.0655809	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	0.1457634	-100	0 2.086338	
16/08/2002	6:03:35	39.5225	-100	0.127188	-100	0.148217	-100	-100	-100	0.174412	-100	-100	-100	0.1492214	-100	0 2.02564	
16/08/2002	11:01:06	39.45913	-100	0.087911	-100	0.0007237	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	0.144818	-100	0 1.265517	
16/08/2002	13:01:59	39.53094	-100	0.085971	-100	0.006874	-100	-100	-100	0.047423	-100	-100	-100	0.1297112	-100	0 1.76356	
16/08/2002	14:03:00	39.58542	-100	0.084453	-100	0.071315	-100	-100	-100	0.045319	-100	-100	-100	0.1308457	-100	0 1.71367	
17/08/2002	8:00:32	40.33317	-100	0.128635	-100	0.119405	-100	-100	-100	0.170634	-100	-100	-100	0.1553856	-100	0 1.282067	
17/08/2002	10:03:46	40.37705	-100	0.112512	-100	0.08678	-100	-100	-100	0.13814	-100	-100	-100	0.1308436	-100	0 1.151786	
17/08/2002	10:03:57	40.41194	-100	0.089793	-100	0.0236512	-100	-100	-100	0.119804	-100	-100	-100	0.128873	-100	0 1.131808	
17/08/2002	11:00:00	40.44052	-100	0.087731	-100	0.0236532	-100	-100	-100	0.118335	-100	-100	-100	0.1276514	-100	0 1.208382	
17/08/2002	11:06:02	40.40683	-100	0.089032	-100	0.0062555	-100	-100	-100	0.13244	-100	-100	-100	0.126844	-100	0 1.3986556	
17/08/2002	13:02:19	40.54320	-100	0.091682	-100	0.0638942	-100	-100	-100	0.13134	-100	-100	-100	0.1278646	-100	0 1.763366	
17/08/2002	14:02:36	40.58514	-100	0.104446	-100	0.108895	-100	-100	-100	0.171319	-100	-100	-100	0.1306060	-100	0 2.680497	
17/08/2002	14:04:29	41.28278	-100	0.113315	-100	0.1086852	-100	-100	-100	0.125034	-100	-100	-100	0.1469892	-100	0 1.483234	
18/08/2002	8:10:56	41.30493	-100	0.074749	-100	0.0236357	-100	-100	-100	0.057988	-100	-100	-100	0.1486553	-100	0 1.230704	
18/08/2002	13:59:48	42.58321	-100	0.089773	-100	0.0208638	-100	-100	-100	0.059903	-100	-100	-100	0.135276	-100	0 1.287417	
19/08/2002	13:00:02	43.20222	-100	0.132422	-100	0.104044	-100	-100	-100	0.130718	-100	-100	-100	0.145258	-100	0 1.4803775	
20/08/2002	7:00:47	43.29892	-100	0.127187	-100	0.098405	-100	-100	-100	0.122304	-100	-100	-100	0.251744	-100	0 1.22087	
20/08/2002	8:06:08	43.33986	-100	0.127677	-100	0.086843	-100	-100	-100	0.166031	-100	-100	-100	0.178002	-100	0 1.357060	
20/08/2002	11:59:58	43.49988	-100	0.086554	-100	0.081245	-100	-100	-100	0.151322	-100	-100	-100	0.191457	-100	0 1.240433	
21/08/2002	8:00:16	44.33353	-100	0.147755	-100	0.081245	-100	-100	-100	0.163455	-100	-100	-100	0.1711127	-100	0 1.3706556	
21/08/2002	12:04:07	44.50287	-100	0.087147	-100	0.0336338	-100	-100	-100	0.078026	-100	-100	-100	0.1848578	-100	0 1.798464	
21/08/2002	13:09:02	44.54704	-100	0.0833699	-100	0.042629	-100	-100	-100	0.108785	-100	-100	-100	0.225746	-100	0 2.614623	
21/08/2002	14:51:31	44.58484	-100	0.0896959	-100	0.0811489	-100	-100	-100	0.133170	-100	-100	-100	0.1593027	-100	0 1.617176	
22/08/2002	7:00:47	45.21756	-100	0.0898531	-100	0.214302	-100	-100	-100	0.131323	-100	-100	-100	0.1873885	-100	0 1.4580863	
22/08/2002	8:02:01	45.33475	-100	0.198292	-100	0.191889	-100	-100	-100	0.131327	-100	-100	-100	0.1519853	-100	0 1.2309447	
22/08/2002	12:02:36	45.50182	-100	0.201322	-100	0.177048	-100	-100	-100	0.251551	-100	-100	-100	0.475534	-100	0 1.390173	
22/08/2002	13:03:05	45.54381	-100	0.181157	-100	0.182151	-100	-100	-100	0.286106	-100	-100	-100	0.482370	-100	0 1.737148	
22/08/2002	14:01:48	45.58446	-100	0.187134	-100	0.182556	-100	-100	-100	0.313758	-100	-100	-100	0.5486556	-100	0 2.61075	
23/08/2002	6:10:13	46.2931	-100	0.248611	-100	0.277178	-100	-100	-100	0.106603	-100	-100	-100	0.0860207	-100	0 1.775281	
23/08/2002	7:01:14	46.29869	-100	0.2186959	-100	0.218208	-100	-100	-100	0.131263	-100	-100	-100	0.353087	-100	0 1.421928	
23/08/2002	11:01:31	46.45639	-100	0.186973	-100	0.088516	-100	-100	-100	0.272875	-100	-100	-100	0.5120884	-100	0 1.180151	
23/08/2002	12:06:16	46.50435	-100	0.189936	-100	0.1528071	-100	-100	-100	0.271501	-100	-100	-100	0.49823	-100	0 1.371874	
24/08/2002	6:00:27	47.25031	-100	0.258397	-100	0.119486	-100	-100	-100	0.491487	-100	-100	-100	0.672422	-100	0 1.934913	
24/08/2002	7:31:09	47.31313	-100	0.218037	-100	0.114946	-100	-100	-100	0.360203	-100	-100	-100	0.71301	-100	0 1.31301	
25/08/2002	6:24:05	48.29874	-100	0.164486	-100	0.075058	-100	-100	-100	0.359616	-100	-100	-100	0.1350511	-100	0 1.685189	
25/08/2002	7:05:53	48.29296	-100	0.356795	-100	0.149325	-100	-100	-100	0.686859	-100	-100	-100	0.1079533	-100	0 1.433502	
25/08/2002	8:04:39	49.33867	-100	0.436233	-100	0.443915	-100	-100	-100	0.661614	-100	-100	-100	1.003385	-100	0 1.208384	
25/08/2002	9:02:57	49.37706	-100	0.259767	-100	0.219676	-100	-100	-100	0.451116	-100	-100	-100	0.758170	-100	0 1.118280	

Dados analisados das leituras feitas pelo hazemeter

Hand Held Sun Photometer data Aug/Sep
 Location Maputo
 Download Data

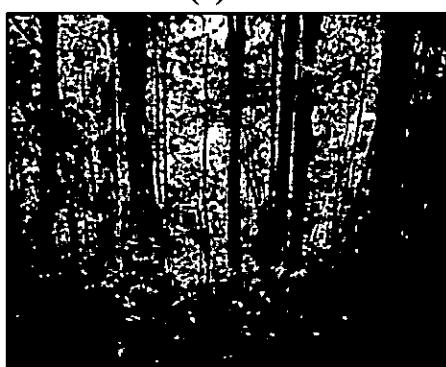
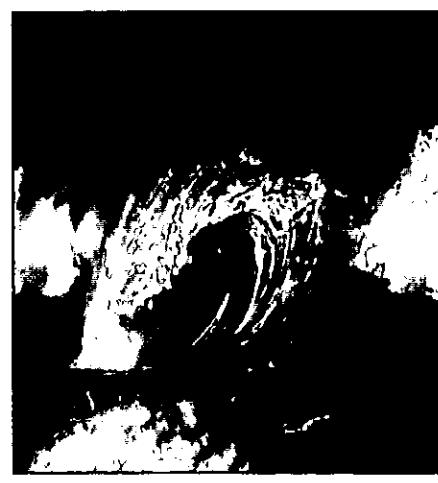
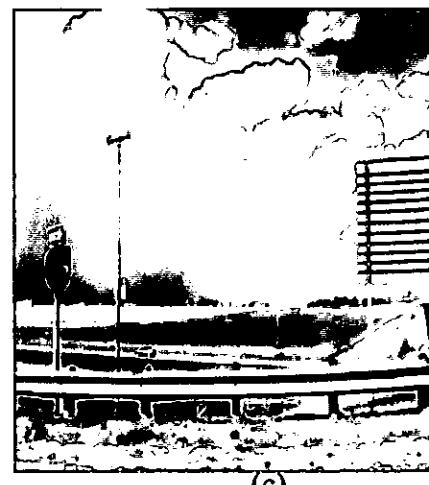
Read#	Chan1	Chan2	Chan3	Chan4	Min1	Min2	Min3	Min4	BattmV	10TC	Rng1	Time	Date
	65535	65535	65535	65535		95	225						
1	13416	18120	16269	10317	26	31	34	32	8125	195	4	112725	110602
2	13407	17498	15561	10206	36	4	21	30	8164	232	2	105438	290702
3	14265	17966	15086	10005	32	13	22	33	8154	232	1	110910	290702
4	15005	18100	15421	10445	29	17	27	34	8154	232	2	112308	290702
5	14814	18449	15888	11031	25	16	31	38	8154	236	1	113338	290702
6	14439	18107	15427	10522	34	15	32	36	8144	239	3	115133	290702
7	13855	17843	15113	10132	34	28	41	43	8144	245	2	120630	290702
8	14648	17622	14422	9498	31	31	38	39	8144	247	2	122120	290702
9	14555	17055	13681	8382	37	39	45	39	8144	252	3	123556	290702
10	14241	17340	13754	8819	37	41	46	40	8144	255	2	125038	290702
11	14158	17337	13919	8830	37	41	42	38	8134	252	2	130525	290702
12	13998	17007	13174	8067	36	39	44	40	8134	256	1	131948	290702
13	13977	16776	12895	7700	37	40	46	38	8125	260	3	133606	290702
14	13537	16725	12533	7393	36	40	44	37	8125	261	3	135026	290702
15	13492	16407	11845	6676	36	34	45	39	8134	257	1	140610	290702
16	13307	16304	11925	6790	35	43	43	37	8115	257	2	142130	290702
17	12334	15707	11718	6284	36	37	43	45	8115	257	3	143556	290702
18	13036	15805	11035	5752	36	40	46	37	8115	259	3	145013	290702
19	12479	15508	10796	5277	36	34	42	42	8105	255	2	150658	290702
20	11357	15198	9725	4432	18	24	41	44	8105	253	1	152011	290702
21	10417	14466	8502	3435	32	36	37	43	8105	252	1	152836	290702
22	9739	13341	6958	2357	37	22	36	39	8095	245	2	154654	290702
23	9394	13208	6523	1891	30	24	38	38	8095	245	2	155527	290702
24	7979	12005	4796	1144	26	17	34	38	8095	245	2	160522	290702
25	7351	11423	4091	788	38	3	22	32	8095	238	1	161644	290702
26	12449	16964	13479	8362	31	37	41	40	8076	210	3	105517	80802
27	19	27	19	529	31	19	37	47	8095	263	3	114740	130802
28	9422	12079	7474	3036	37	34	35	35	8095	281	4	92903	160802
29	12	14	13	11	38	37	44	42	8076	288	1	93700	160802
30	8942	11582	7217	3017	39	38	45	41	8056	289	3	93846	160802
31	10090	11643	7087	2910	37	42	45	40	8066	289	3	94211	160802
32	9947	11526	6879	2800	38	41	46	44	8066	291	3	94348	160802
33	9704	11542	6901	2797	39	40	44	40	8076	291	2	94609	160802
34	9749	11607	6935	2888	39	43	45	41	8066	293	4	94653	160802
35	10074	11590	7066	2943	40	42	45	42	8076	295	10	95144	160802
36	36	32	31	33	26	31	32	29	8095	300	1	95621	160802
37	34	23	26	1531	32	32	35	883	8048	263	3	110314	160802
38	13188	15716	13079	7958	38	38	43	42	7998	278	2	111255	220822
39	13781	15685	13184	7999	39	42	43	42	8007	289	1	111350	220822
40	24	18	17	17	30	33	39	37	7988	244	1	114407	260822
41	19	7	20	19	40	40	34	35	7998	248	3	115132	260822
42	22	20	16	15	33	30	38	39	7988	245	1	121100	260822
43	445	489	411	258	35	28	37	28	7988	252	2	121348	260822
44	17	19	18	40	35	36	45	42	8007	325	1	125357	260822
45	24	38	29	24	36	32	34	39	8017	327	1	125528	260822
46	69	206	80	71	30	31	39	32	7998	329	2	125559	260822
47	22	26	25	30	36	32	38	36	8007	332	1	125722	260822
48	2523	2781	1492	603	27	30	32	31	7988	314	3	135633	260822
49	30	35	31	29	32	27	32	34	8007	311	1	135939	260822
50	24	25	26	20	33	29	37	42	8007	309	1	140225	260822
51	8611	11152	5796	2068	39	42	45	40	7968	292	15	143458	260822
52	9511	11949	6628	2329	39	42	46	42	7958	290	2	144846	260822
53	9746	12026	6587	2232	38	41	45	43	7958	299	3	145413	260822
54	9851	11846	6406	2149	37	39	44	42	7958	307	3	145940	260822
55	9099	11989	6020	1675	34	35	45	43	7958	276	5	80905	270822
56	10911	13126	7746	2885	40	43	43	43	7958	303	2	83900	270822
57	17436	14947	11690	6446	36	38	37	46	7988	389	2	130921	270822
58	8	16	9	634	43	44	45	42	7988	350	1	134049	270822
59	24	28	19	1944	33	29	43	39	7978	338	2	135840	270822
60	1520	2425	381	33	29	32	32	30	7968	320	2	161150	270822
61	120	125	79	445	36	37	43	40	7939	272	2	82120	280822
62	12573	13963	9730	5142	30	40	44	41	7939	306	1	130422	280822
63	17	31	18	423	34	34	43	32	7978	330	2	132545	280822
64	7740	7777	5818	3253	31	34	36	33	7949	331	2	132655	280822
65	7534	9813	3699	584	35	23	35	30	7929	306	3	161314	280822
66	23	27	26	22	38	27	33	41	7949	305	1	161424	280822
67	25	31	23	449	36	25	35	38	7929	298	1	163302	280822
68	6702	8664	5088	1780	37	39	45	44	7929	289	2	80341	290822
69	10867	13290	9043	4095	40	38	45	45	7910	286	2	90129	290822
70	15937	16759	14691	9243	30	28	31	30	7929	304	3	130105	290822
71	16063	16676	14645	9206	41	37	43	44	7919	308	3	130308	290822
72	8773	10983	5183	1061	40	41	45	42	7900	294	2	161127	290822
73	11766	14151	9913	4587	36	40	45	44	7890	286	6	85146	300822
74	16870	16521	14628	9275	40	30	32	39	7900	335	22	130338	300822
75	17585	16472	14572	9023	38	42	45	43	7900	343	1	133203	300822
76	34	37	31	135	29	28	32	31	7871	303	0	155945	300822
77	9	11	10	51	39	39	45	42	7861	274	2	205440	300822
78	25	26	20	44	37	16	28	32	7851	241	1	82515	310822
79	25	54	22	74	38	5	22	30	7841	240	0	132227	310822
80	2302	3698	1925	443	35	31	33	33	7832	250	3	160043	310822
81	38	45	30	89	25	14	30	29	7841	246	2	163512	310822
82	12458	14620	11628	7047	36	39	45	42	7861	294	2	131208	20922
83	10425	13025	8084	2581	38	38	43	43	7851	275	2	160238	20922
84	8042	10735	4599	740	38	42	46	41	7851	284	3	163957	20922
85	6317	9984	4043	1007	48	31	22	20	7822	236	1	81146	30922
86	16	16	12	106	34	32	41	44	7841	271	2	94412	30922

Read#	Chan1	Chan2	Chan3	Chan4	Min1	Min2	Min3	Min4	BattmV	10TC	Rng1	Time	Date
87	9161	12406	7242	3225	32	33	42	41	7822	273	2	94536	30922
88	12423	14505	10041	4741	41	40	44	40	7841	300	3	135237	30922
89	15703	14799	10781	5260	39	43	45	46	7871	362	2	141138	30922
90	10475	11474	5659	1472	40	44	45	40	7861	351	3	160032	30922
91	18	15	6	11	43	47	47	42	7871	357	1	162424	30922
92	504	658	348	110	36	35	39	39	7832	262	2	82142	40922
93	6725	9703	4662	1497	36	23	39	45	7822	250	2	83215	40922
94	11059	13403	8853	4171	34	39	47	41	7734	257	2	121421	40922
95	10833	13319	8880	4161	39	40	45	45	7734	267	2	121547	40922
96	10724	13320	8882	4182	42	44	44	42	7744	275	2	121655	40922
97	13321	12918	8747	4122	44	44	45	46	7812	358	2	131915	40922
98	6647	10029	3486	557	34	33	42	34	7792	265	2	160016	40922
99	4092	6790	1270	48	34	35	43	38	7773	269	2	162512	40922
100	5218	8683	2917	656	38	19	25	23	7783	242	4	81211	50922
101	23	24	20	29	34	23	35	39	7802	249	3	130454	50922
102	23	23	20	255	33	28	36	38	7802	245	3	132004	50922
103	24	46	23	1558	39	10	21	25	7812	244	2	80533	60922
104	9458	12808	8475	3267	39	10	25	32	7773	246	3	80629	60922
105	27	32	26	2516	36	29	31	38	7763	314	0	115312	60922
106	24	14	21	130	39	41	33	44	7802	325	0	121109	60922
107	34	35	26	10791	39	27	31	38	7783	324	3	121243	60922
108	27	21	27	848	35	40	32	39	7773	319	1	121443	60922
109	54	34	32	6907	27	28	31	36	7753	315	2	121507	60922
110	6904	7397	6701	4468	31	32	34	38	7753	306	3	130007	60922
111	9645	10528	8561	5238	35	42	42	44	7753	298	2	131254	60922
112	4330	6227	2962	771	39	17	24	22	7724	238	2	160622	60922
113	4753	7040	4205	1936	42	44	28	14	7734	226	2	82830	70922
114	54	31	34	382	9	31	28	11	7734	231	2	131524	70922
115	13974	15638	13215	7857	39	41	45	41	7773	285	2	94136	80922
116	15435	16050	14238	9108	39	36	36	43	7783	304	2	101027	80922
117	14477	16111	14733	9640	39	40	43	43	7763	284	3	132825	80922
118	12001	13758	9474	3240	40	42	45	44	7773	280	6	160225	80922
119	1705	2243	1311	399	22	30	26	17	7734	233	2	80001	90922
120	1740	2125	1818	1197	21	5	26	21	7734	244	3	85909	90922
121	2558	2929	2323	1479	32	23	36	34	7714	269	4	100504	90922
122	40	79	41	558	31	15	32	32	7714	253	2	110057	90922
123	217	194	255	288	25	31	40	40	7714	264	2	110640	90922
124	24	33	25	299	32	15	33	41	7705	251	3	120138	90922
125	16	16	12	323	36	31	41	43	7705	255	3	130028	90922
126	1367	2199	1034	460	41	42	43	43	7724	310	5	131629	90922
127	1518	3271	879	677	27	29	37	31	7724	305	7	132328	90922
128	8218	10668	6866	2995	38	38	42	42	7705	271	19	140119	90922
129	21	17	14	88	31	32	40	43	7695	258	2	145949	90922
130	14	30	15	108	37	18	39	44	7685	261	3	160001	90922
131	157	559	79	838	36	14	33	32	7695	254	2	80224	100922
132	274	631	213	39	23	22	31	31	7705	247	3	150311	100922
133	47	47	28	121	16	16	29	29	7685	242	2	215830	100922
134	13666	17225	15262	7768	32	21	22	17	7666	240	2	80222	110922
135	18151	17730	16628	10704	38	39	45	38	7685	281	3	90700	110922
136	19109	18198	17316	11333	39	39	35	35	7675	299	2	91346	110922
137	17457	17695	16786	11590	39	40	46	42	7685	285	6	100209	110922
138	17659	17791	16957	11721	40	41	45	43	7675	292	3	100401	110922
139	18783	18287	17960	13061	35	35	36	35	7675	303	7	110151	110922
140	16420	17952	16964	11864	35	35	43	43	7666	256	3	120653	110922
141	16304	17792	16285	10706	37	42	45	38	7646	253	1	130257	110922
142	16059	17740	16133	10796	37	39	45	38	7646	251	3	140157	110922
143	14246	16478	13240	6500	37	37	42	38	7636	261	2	150500	110922
144	11573	15454	10516	4127	44	30	26	18	7617	227	2	160352	110922
145	13140	15504	12394	5618	34	29	36	26	7658	247	8	75951	120922
146	17064	17048	16055	9942	35	39	44	43	7675	279	2	90913	120922
147	20157	17815	18112	12744	27	25	32	39	7685	299	1	100114	120922
148	20601	17617	18055	13254	41	42	43	35	7705	325	2	110520	120922
149	18290	18358	18798	13756	40	42	46	41	7675	294	3	120259	120922
150	18960	18188	18107	12717	34	29	32	33	7675	293	2	130348	120922
151	17300	17675	16613	10471	34	38	42	38	7668	274	3	140521	120922
152	14489	16401	13407	6597	36	39	43	44	7646	261	6	150135	120922
153	10673	13090	8396	2496	38	38	44	39	7636	253	3	160030	120922
154	9906	12112	11288	6221	40	45	27	14	7675	226	2	81055	140922
155	12998	16441	14179	7309	42	52	37	17	7685	230	2	80302	150922
156	8709	9017	9226	6364	38	39	44	42	7705	285	2	90150	150922
157	17929	18253	18574	13770	41	43	43	43	7753	273	3	121709	150922
158	16425	18317	17948	12826	37	31	43	42	7695	242	3	130611	150922
159	16533	18097	17467	11412	37	36	44	43	7695	253	2	140430	150922
160	15600	17597	15996	9109	37	39	45	41	7685	255	3	150329	150922
161	13216	16445	12911	5122	19	17	33	23	7666	234	3	160222	150922
162	11795	15100	11938	6197	39	44	40	18	7675	225	2	80337	160922
163	18	19	32	19	45	43	25	25	7685	234	2	65130	160922
164	13787	16629	15888	10153	49	16	22	20	7675	236	2	90640	160922
165	17378	17027	16883	11810	38	40	40	41	7705	285	5	100317	160922
166	18300	17328	17924	13612	375	435	300	39	7705	292	5	110414	160922
167	16687	17788	18068	13263	37	42	42	41	7668	253	3	115940	160922
168	16475	17826	17901	12858	34	33	43	44	7666	252	7	130109	160922
169	15870	17484	16173	9488	35	36	45	42	7668	247	2	150159	160922
170	12663	15407	11743	4443	36	33	43	42	7646	244	2	160301	160922
171	14257	16826	15131	9519	30	21	34	44	7666	240	2	100033	170922
172	15441	17416	16248	10944	34	33	38	37	7686	257	2	110349	170922
173	15489	17699	16688	11323	36	27	33	33	7666	250	2	120359	170922
174	16162	17609	16502	10912	39	39	46	44	767				

Read#	Chan1	Chan2	Chan3	Chan4	Min1	Min2	Min3	Min4	BattmV	10TC	Rng1	Time	Date
176	14570	17257	15446	9537	33	24	34	28	7656	252	3	135945	170922
177	14435	16724	13966	7313	38	37	44	42	7656	259	3	150221	170922
178	11455	14642	9840	3257	35	28	36	32	7636	252	4	160237	170922
179	10712	12632	11102	5781	47	29	25	20	7656	239	2	80336	180922
180	13971	16667	15128	9266	34	18	33	36	7646	246	2	90138	180922
181	16140	18073	17723	12606	38	28	43	41	7646	256	4	101056	180922
182	17778	18181	18346	13646	39	42	45	43	7685	274	3	110753	180922
183	18120	18589	19027	14369	36	40	47	44	7675	266	4	120625	180922
184	17715	18471	18843	13811	38	37	46	43	7666	280	2	130117	180922
185	18259	18260	18112	12635	37	39	40	36	7666	270	3	140209	180922
186	18198	17923	17031	10212	31	23	38	29	7656	278	3	150355	180922
187	16059	16794	14269	6259	40	42	46	41	7636	275	3	160012	180922
188	12408	15059	12781	6530	39	18	30	30	7636	242	2	80130	190922
189	12974	14628	14431	9555	33	28	34	37	7636	246	2	92837	190922
190	17751	17441	17662	13204	26	27	37	40	7675	281	2	110946	190922
191	18062	17811	18341	13844	40	40	45	41	7675	278	3	121059	190922
192	18902	17994	18509	13845	37	30	37	37	7666	286	4	130102	190922
193	17594	17839	17881	12366	40	42	45	40	7646	283	8	140159	190922
194	18757	16722	15981	9383	38	43	45	45	7666	325	3	151357	190922
195	15150	15397	13183	5819	40	39	45	41	7646	295	6	155949	190922
196	13096	15842	14154	7916	47	47	35	13	7636	231	2	82157	200922
197	14152	16248	15068	9421	27	24	33	24	7626	250	2	90048	200922
198	14933	16969	16276	11144	37	36	39	45	7646	256	2	100908	200922
199	16990	17228	17308	12714	33	42	47	36	7666	273	4	120224	200922
200	16819	17460	17075	12394	36	39	46	45	7646	273	2	130123	200922
201	16311	17369	16648	11258	39	40	44	42	7636	270	2	135959	200922
202	15042	16527	15645	10495	34	28	37	41	7656	265	5	100018	210922
203	16840	16943	16443	11745	39	42	46	42	7656	276	3	110403	210922
204	16978	17770	17586	12384	30	40	42	31	7666	294	7	130013	210922
205	16442	17571	17012	11250	36	34	45	44	7646	271	2	140408	210922
206	14958	16935	15253	8446	36	37	42	39	7626	262	3	150902	210922
207	13189	15513	11850	4553	33	35	43	43	7626	265	2	160133	210922
208	11559	14153	10519	5022	38	26	41	37	7636	251	3	83722	220922
209	12442	14869	11630	5988	36	31	44	37	7636	257	10	90148	220922
210	13395	15503	12862	7519	37	36	43	35	7626	260	2	100203	220922
211	5619	6214	5849	4053	32	32	40	40	7617	264	2	130120	220922
212	13646	15839	13206	7488	35	33	41	42	7626	266	4	140238	220922
213	11821	14377	11113	5238	37	36	41	40	7617	265	2	150306	220922
214	9378	11941	6971	1968	35	35	40	38	7607	263	2	160150	220922
215	9903	12659	8503	3562	39	37	39	36	7626	252	2	81634	230922
216	12098	14563	11299	5824	34	23	38	34	7636	254	2	90714	230922
217	15047	15900	13802	8464	40	42	45	43	7656	291	2	130132	230922
218	13417	15366	12801	7187	37	41	44	42	7636	270	4	140617	230922
219	9123	11916	6675	2088	38	34	36	30	7636	256	2	80027	240922
220	14277	14916	11644	6045	37	34	43	42	7666	305	2	93109	240922
221	16990	15888	13171	7501	35	47	47	38	7685	325	5	101244	240922
222	5229	7024	3671	1278	39	36	43	36	7314	256	3	82406	250922
223	9261	11895	7095	2963	38	36	44	43	7294	263	2	90154	250922
224	9769	11748	8541	4556	36	39	42	43	7285	267	3	100441	250922
225	13122	15307	12080	6837	38	39	43	45	7246	269	2	110259	250922

Fontes naturais de emissão de aerosóis

PROCESSOS NATURAIS



Anexo f: a), b) e c). Poeiras dos desertos, d) e f). Fumaça das erupções vulcânicas, e) e h). Sal dos oceanos, g) e i). Dioxido de Carbono libertado pelas plantas.

Fontes antropogénicas de emissão de aerosóis

ACTIVIDADES HUMANAS



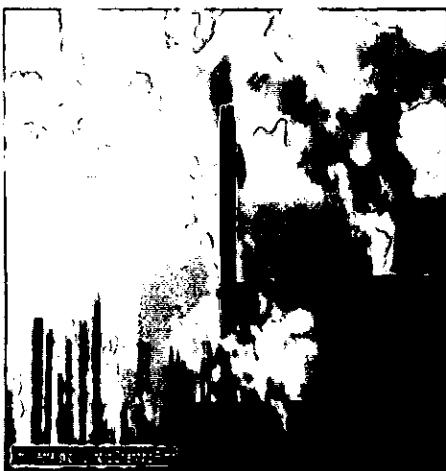
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

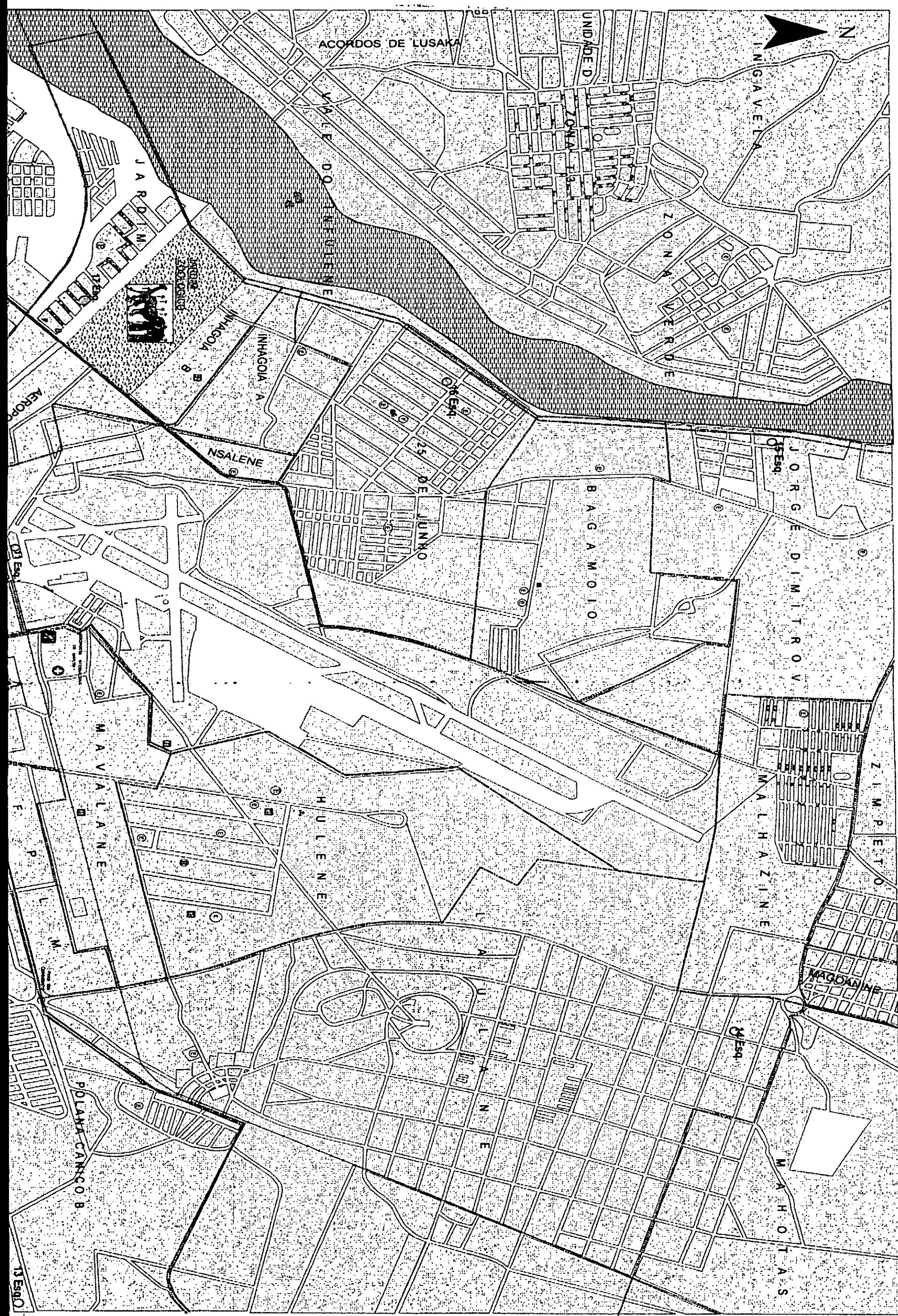


(h)

Anexo 3: a). Tráfego automóvel, b). Demolição de edifícios, c). Pintura de edifícios, d) e h). Actividades industriais, e) e f). Queimadas à céu aberto e de florestas, g). Corridas no deserto.

Mapa da cidade de Maputo

Planta da Cidade de Maputo



DINAGECA/Fevereiro de 2002

LEGENDA

Hospital	H
Ponto de Saúde	+
Estação de Serviço e Oficinas Auto	I
Café	C
Cine	C
Restaurante	R
Farmácia	F
Banco	B
Parque e Jardim	P
Caminhão	C
Parque Infantil	I
Pista Desportiva	D
Campo de Golfe	G
Clube Naval	N
Zona de inundações temporárias	Z
Pescaria	P
Museu	M
Biblioteca	B
Campo de Jogos	J
Taxi	T
Igreja	I
Mesquita	C

Límite de Bairro

Límite de Distrito

Artesanato

Conselho Municipal

Estado Ferroviário

Parques

Comedias

Esquadras

Mercado

Campo de Tênis

Assembleia da

República

Livraria

Fam-Boat

Kilômetros

ESCALA 1:13.000

