

De notar que esta unidade paisagística tem início a cerca de 1km do porto, não sendo praticamente visível do mesmo, e não será interferida directamente pelas obras de reabilitação.

Paisagem agrícola de culturas permanentes

Esta unidade paisagística apenas ocorre num local, correspondente a um olival aparentemente abandonado, que confina a Norte com a área portuária. Corresponde a um elemento único na paisagem envolvente, possuindo assim um carácter dissonante com a paisagem envolvente, atribuindo-lhe valor cénico devido à presença de um elemento vegetal de porte arbóreo, ausente do resto da paisagem (**Fotografia 4.15**). Apresenta assim importância paisagística, devido à sua unicidade, valorizando a mesma em termos cromáticos e morfoestruturais.



Fotografia 4.15 – Aspecto da unidade paisagística Paisagem agrícola de culturas permanentes (olival)

Não se prevê a afectação desta unidade pelas obras de reabilitação.

Baía de Sacomar

Esta unidade paisagística corresponde à perspectiva do ambiente marinho, para Oeste da área de projecto, da Baía de Sacomar. Trata-se de uma unidade marcante do território, conferindo-lhe grande parte da sua identidade, enquanto zona costeira, tendo assim elevado valor cénico (**Fotografia 4.16**).



Fotografia 4.16 – Aspecto da unidade paisagística Baía de Sacomar

4.2.6.2 Avaliação da Qualidade Visual da Paisagem

A análise visual de paisagem e a avaliação da sua qualidade e fragilidade comporta as dificuldades de se encontrar uma metodologia objectiva sistemática adequada, dado que se reveste sempre de um certo grau de subjectividade, pois para além da subjectividade associada aos próprios indicadores utilizados que é introduzida pelo factor humano, depende de um grande número de factores tais como: posição do observador no terreno, época do ano, características de luminosidade e colorimétricos do meio, hora do dia, condições climatéricas, etc..

Assim, a metodologia utilizada no tratamento da paisagem em questão, centra-se basicamente em dois aspectos importantes: o de **qualidade visual** e da **fragilidade visual**.

Na análise da qualidade visual de paisagem, indicador que traduz o maior ou menor valor cénico das unidades, atenderam-se aos atributos biofísicos e estéticos das unidades de paisagem consideradas, os quais foram avaliados segundo uma escala numérica de 0 a 2, o que permitiu valorá-los em função da sua capacidade crescente de valorização visual da unidade. Com base nestes valores foi possível classificar a **Qualidade Visual da Paisagem** utilizando uma escala qualitativa: baixa, média e elevada (**Quadro 4.8**).

Quadro 4.8 – Qualidade visual das unidades de paisagem

Atributos		Unidades de Paisagem				
		<i>Paisagem desértica</i>	<i>Paisagem industrializada</i>	<i>Paisagem urbana</i>	<i>Paisagem agrícola</i>	<i>Baía de Sacomar</i>
Biofísicos	Relevo	2	0	0	0	0
	Uso do solo	0	0	0	2	0
	Presença de água	0	0	0	0	2
	Harmonia funcional e arquitectónica do espaço	1	0	0	2	2
Estéticos	Diversidade/Complexidade	1	1	1	1	1
	Singularidade	0	1	0	2	0
	Intervisibilidade	1	1	1	1	2
	Estrutura visual dominante	Homogénea	Heterogénea	Heterogénea	Homogénea	Homogénea
Qualidade Visual		5	3	2	8	7

Legenda:

- 2 - Elemento de grande Valorização da Unidade de Paisagem
- 1 - Elemento de Valorização da Unidade de Paisagem
- 0 - Elemento não Interviente da Qualidade Visual da Paisagem

Qualidade Visual (Qv)

- Qv ≥ 10 - Elevada
- 5 > Qv > 10 - Média
- Qv < 5 - Baixa

A fragilidade visual constitui outro indicador importante na análise de paisagem, com o qual se pretende medir a maior ou menor capacidade que a paisagem possui para absorver visualmente ou ter uma resposta visual negativa a potenciais alterações externas.

A análise do presente indicador foi efectuada a partir da combinação de factores biofísicos, morfológicos de visualização, o que permitiu a determinação de unidade de baixa, média e elevada fragilidade visual (**Quadro 4.9**).

Da combinação destes indicadores foi possível determinar a potencial sensibilidade paisagística das Unidades de Paisagem, mediante acções perturbadoras que interfiram com as suas características visuais. Deste modo, com base nos resultados dos indicadores de qualidade e fragilidade visual, anteriormente determinados, foi elaborado o quadro para avaliação da Sensibilidade, atribuindo-lhes igualmente uma escala valorativa de Baixa, Média e Elevada (

Quadro 4.10).

Quadro 4.9 – Fragilidade visual das unidades de paisagem

Atributos		Unidades de Paisagem				
		<i>Paisagem desértica</i>	<i>Paisagem industrializada</i>	<i>Paisagem urbana</i>	<i>Paisagem agrícola</i>	<i>Baía de Sacomar</i>
Biofísicos	Relevo	2	0	0	0	0
	Uso do solo	2	0	1	2	0
Morfológicos de Visualização	Campo Visual relativo	2	0	1	1	2
	Posicionamento do espaço relativamente à bacia visual	2	0	1	2	2
Acessibilidade Visual		2	0	1	2	2
Fragilidade Visual		10	0	4	7	6

Legenda:

- 2 - Elemento Determinante no Aumento da Fragilidade Visual
- 1 - Elemento Medianamente Determinante no Aumento da Fragilidade Visual
- 0 - Elemento Pouco Determinante

Fragilidade Visual (Fv)

- $Fv \geq 10$ Elevada
- $5 \geq Fv > 10$ Média
- $Fv < 5$ Baixa

Quadro 4.10 – Sensibilidade da paisagem

Parâmetros Analisados	Unidades de Paisagem				
	<i>Paisagem desértica</i>	<i>Paisagem industrializada</i>	<i>Paisagem urbana</i>	<i>Paisagem agrícola</i>	<i>Baía de Sacomar</i>
Qualidade Visual (Qv)	Média	Baixa	Baixa	Média	Média
Fragilidade Visual (Fv)	Elevada	Baixa	Baixa	Média	Média
Sensibilidade da paisagem	Elevada	Baixa	Baixa	Média	Média

Em termos genéricos, a paisagem em análise revela que a zona envolvente do projecto de reabilitação do Porto de Sacomar apresenta uma sensibilidade paisagística baixa a média. As áreas industrializadas e urbanas, em particular, apresentam baixa sensibilidade, possuindo assim a capacidade de absorver paisagisticamente futuras intervenções, dado o seu carácter já artificializado.

A paisagem desértica apresenta uma sensibilidade elevada, possuindo uma qualidade média (embora monótona, a paisagem do deserto é ainda assim emblemática desta região), e uma fragilidade elevada, dado que a ausência de elementos estruturais (vegetação, etc.) e a superfície aplanada potenciam o impacto paisagístico de qualquer intervenção humana nesta paisagem.

A paisagem agrícola e a paisagem costeira apresentam valores médios de qualidade e fragilidade, resultanto igualmente em valores médios de sensibilidade, a primeira devido essencialmente à sua unicidade no território em estudo, e a segunda devido ao seu elevado valor cénico.

4.3 ASPECTOS DE QUALIDADE DO AMBIENTE

4.3.1 Qualidade da Água

Em relação aos aspectos de qualidade da água, na área de estudo não existem quaisquer corpos de água superficiais, pelo que não é aplicável a análise da qualidade da água superficial.

Em relação à qualidade das águas subterrâneas, não foram encontrados dados que suportem uma avaliação da sua qualidade na área de intervenção. A qualidade das águas subterrâneas é influenciada, em termos gerais, por quatro grandes factores:

- A recarga anual para o aquífero;
- O tipo de rocha e das trocas iónicas que podem alterar a hidrogeoquímica;
- As dinâmicas de fluxo dentro do aquífero, determinando o tempo de retenção, etc.;
- E as fontes de poluição presentes, com as consequentes infiltrações de poluentes para as águas subterrâneas.

Segundo o estudo geohidrológico realizado para o Porto de Sacomar (GROUNDWATER COMPLETE, 2011b), espera-se que as águas subterrâneas nas imediações deste local sejam relativamente salinas e provavelmente não adequadas para o consumo humano. A salinidade geral expectável (indicada pela condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos) deverá ser elevada, assim como os valores de sódio e cloretos. A principais razões para estes pressupostos relativos à pobreza da qualidade das águas subterrâneas são:

- As condições de aridez e de recarga muito baixa dos aquíferos, significam provavelmente a estagnação dos mesmos;
- Localização do porto junto à costa onde termina o ciclo geohidrológico significando elevados tempos de residência no aquífero. As trocas iónicas naturais causarão a predominância de sódio e cloretos no conteúdo inorgânico da água;
- A localização do Porto junto à costa resulta numa proximidade entre água salgada e água doce originando água subterrânea salobra.

De acordo com informações recolhidas junto da Direcção Provincial de Águas e Energia, análises realizadas recentemente à qualidade das águas subterrâneas mais concretamente aos furos que abastecem a cidade do Namibe, revelaram elevados teores de cloretos, ferro assim como valores elevados de salinidade e alcalinidade, o que está de acordo com a análise hidrogeológica das condições presentes e corrobora o pressuposto que também na envolvente ao Porto de Sacomar as águas subterrâneas deverão apresentar características semelhantes.

4.3.2 Qualidade do Ar

4.3.2.1 Considerações Gerais

O projecto em análise terá impactos potenciais sobre a qualidade do ar ambiente, resultantes fundamentalmente da potencial emissão de material particulado (partículas de diâmetro equivalente inferior a 10 µm - PM₁₀ e a 2,5 µm - PM_{2,5}), devido ao manuseamento e armazenamento do minério de ferro. A avaliação destes impactos potenciais sobre a

qualidade do ar (apresentada em capítulo próprio) é feita com base na aplicação de técnicas de modelação matemática, de modo a avaliar em que medida as emissões de poluentes atmosféricos, essencialmente partículas, podem influenciar os parâmetros de qualidade do ar, tendo em conta as características da área de estudo que influenciam a dispersão atmosférica dos poluentes, nomeadamente as características climáticas e as condições do terreno (topografia e uso do solo).

No presente capítulo apresenta-se a caracterização da situação de referência da qualidade do ar da área de estudo, que sustentará a linha basal contra a qual serão avaliadas as emissões previstas. Dado o fraco conhecimento das emissões e condições de emissão das fontes instaladas no domínio local, a descrição da situação de referência baseia-se no estabelecimento de um valor de concentração de fundo para as PM_{10} e $PM_{2.5}$, com base em dados recolhidos por satélite.

Primeiramente é efectuado um enquadramento legal, onde se descrevem os valores limite considerados para avaliação da qualidade do ar, descrevendo-se de seguida a metodologia aplicada no presente factor ambiental, tanto para a caracterização da situação de referência, como para a fase de avaliação de impactes (cujos resultados se apresentam no Capítulo 5).

De seguida, é apresentado o inventário de fontes de emissão da situação de referência e é igualmente efectuada a caracterização topográfica e meteorológica local, aspectos que sustentarão a modelação matemática a desenvolver para a avaliação de impactes. Na caracterização meteorológica apresentam-se os parâmetros com influência na dispersão de poluentes e efectua-se a validação do ano meteorológico estimado, a aplicar na modelação da qualidade do ar.

Por fim, é apresentada uma caracterização da qualidade do ar na situação de referência.

4.3.2.2 Enquadramento Legislativo e Limites de Referência

A legislação angolana é omissa quanto a limites de referência a respeitar para a qualidade do ar. Neste contexto, para a elaboração do estudo de qualidade do ar, e para a avaliação dos potenciais impactes do projecto em estudo, serão considerados os valores limite estipulados na Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Maio de 2008, relativa à qualidade do ar ambiente, apresentados no **Quadro 4.11**, para o poluente em estudo.

Quadro 4.11 – Resumo dos valores de referência considerados para o poluente PM_{10}

Referência	Parâmetro	Período	Descrição	Valor Guia
Directiva 2008/50/CE (Comunidade Europeia)	PM_{10}	Diário	Protecção da saúde humana	$50 \mu\text{g.m}^{-3}$
		Anual	Protecção da saúde humana	$40 \mu\text{g.m}^{-3}$
	$PM_{2.5}$	Anual	Protecção da saúde humana	$25 \mu\text{g.m}^{-3}$

Convém ressaltar que a Directiva Europeia indica ainda que o valor limite diário estipulado para as PM_{10} pode ser ultrapassado no máximo em 35 dias no ano.

A Organização Mundial de Saúde estabelece valores guia para a qualidade do ar na Europa¹ que são muito similares aos valores apresentados pela Directiva Europeia, evidenciando a adequabilidade dos valores limite considerados no presente estudo para a protecção da saúde humana.

¹ WHO – Air Quality Guidelines for Europe, 2005, 2nd Edition

4.3.2.3 Metodologia

4.3.2.3.1 Descrição Geral da Metodologia Aplicada

A metodologia de base aplicada no presente EIA para o factor ambiental Qualidade do Ar é constituída pelos seguintes pontos principais:

Caracterização da Situação de Referência

- Análise dos dados climatéricos da região, e o enquadramento do ano de dados meteorológico utilizado como referência nas simulações;
- Realização de um levantamento das principais fontes emissoras existentes actualmente na área em estudo, de forma a compreender o impacte das emissões resultantes da reactivação da actividade mineira do Porto de Sacomar;
- Caracterização da qualidade do ar local, ao nível das PM_{10} e $PM_{2.5}$, com recurso à informação disponível. Dado o fraco conhecimento das emissões e condições de emissão das fontes instaladas nos domínios local, é estabelecido, com base em dados recolhidos por satélite, um valor de concentração de fundo representativo do respectivo domínio de estudo para o referido poluente.

Avaliação de Impacte na Qualidade do Ar

- Avaliação de impacte na qualidade do ar, no que diz respeito aos níveis de partículas (PM_{10} e $PM_{2.5}$) com recurso à modelação numérica à escala local, na fase de exploração da actividade mineira do Porto de Sacomar.

A simulação à escala local tem por base um ano de dados meteorológicos considerado representativo das condições típicas da região, e reproduz resultados tais que permitirão a análise comparativa face às normas de qualidade do ar fixadas na Directiva Europeia 2008/50/CE para as partículas em suspensão.

As partículas (PM_{10} e $PM_{2.5}$) são o único poluente analisado no presente EIA, dado que se considera que as emissões de outros poluentes são negligenciáveis face às emissões particuladas resultantes da recepção e expedição de minério de ferro.

4.3.2.3.2 Domínio de Estudo

O Porto de Sacomar encontra-se localizado na Baía do Saco, na província de Namibe, em Angola. As localidades mais próximas são Saco e Cambongue distanciadas do Porto de Sacomar 1 e 4 km respectivamente.

A área definida para aplicação do modelo (**Figura 4.23**) foi desenhada tendo em conta os seguintes critérios:

- Posicionamento do Porto em zona central do domínio em estudo;
- Topografia da envolvente;
- Localização das áreas urbanas e fontes emissoras mais relevantes.

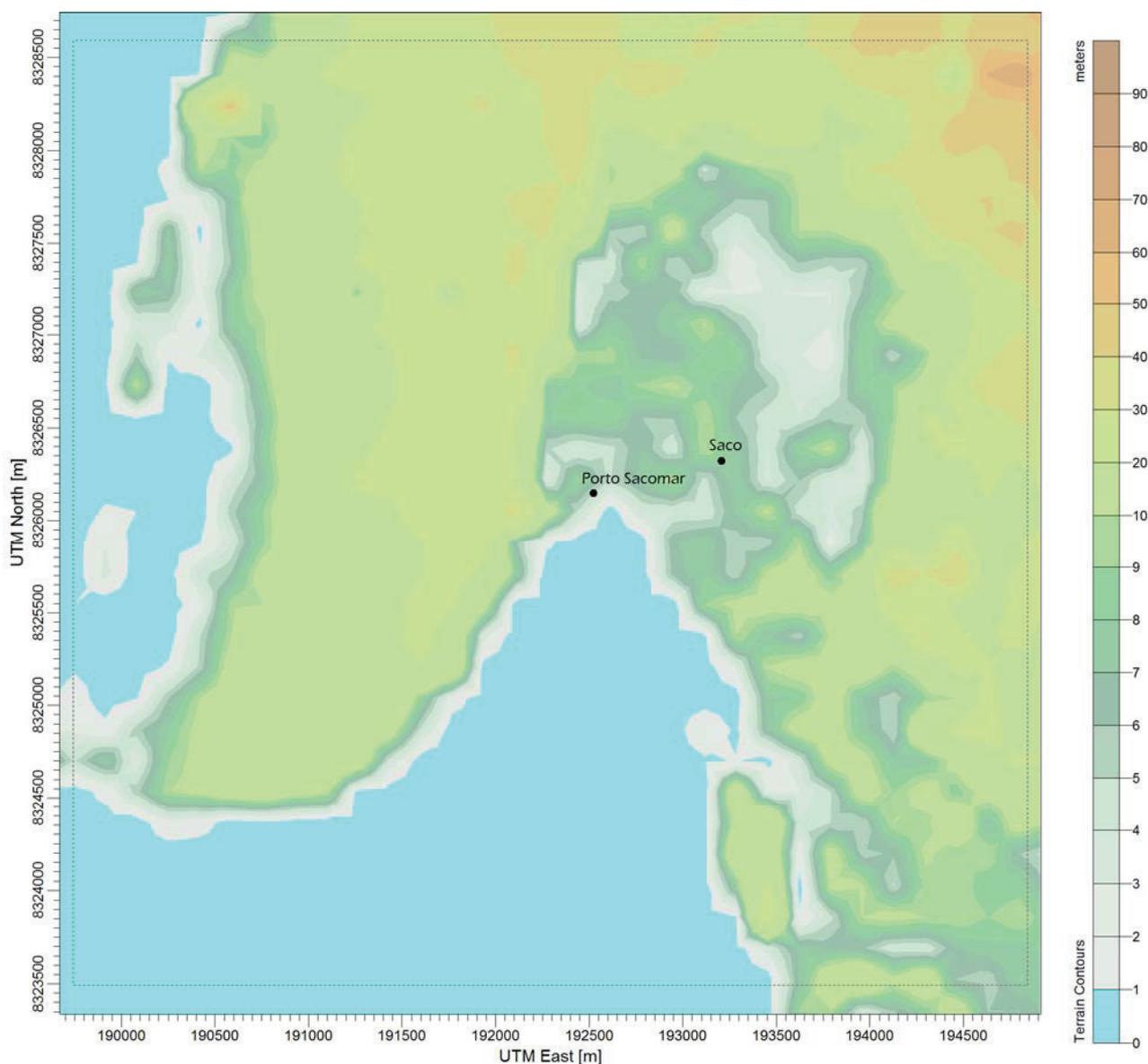


Figura 4.23 – Enquadramento espacial e topográfico dos domínios de estudo

A grelha de receptores aplicada ao domínio de estudo foi do tipo rectangular uniforme, com um espaçamento uniforme de 150 m. O **Quadro 4.12** apresenta as características do domínio em estudo. A **Figura 4.24** apresenta a grelha de receptores considerada no domínio de estudo.

Quadro 4.12 – Características dos domínios em estudo

Parâmetros		Escala Local
Coordenadas Canto Sudoeste (UTM – Fuso 33)	Este (x)	189745
	Norte (y)	8323490
Extensão máxima a Este (metros)		5100
Extensão máxima a Norte (metros)		5100
Área (km ²)		26,0
Espaçamento da Malha Cartesiana (metros)		150
Número de Receptores (células)		1225

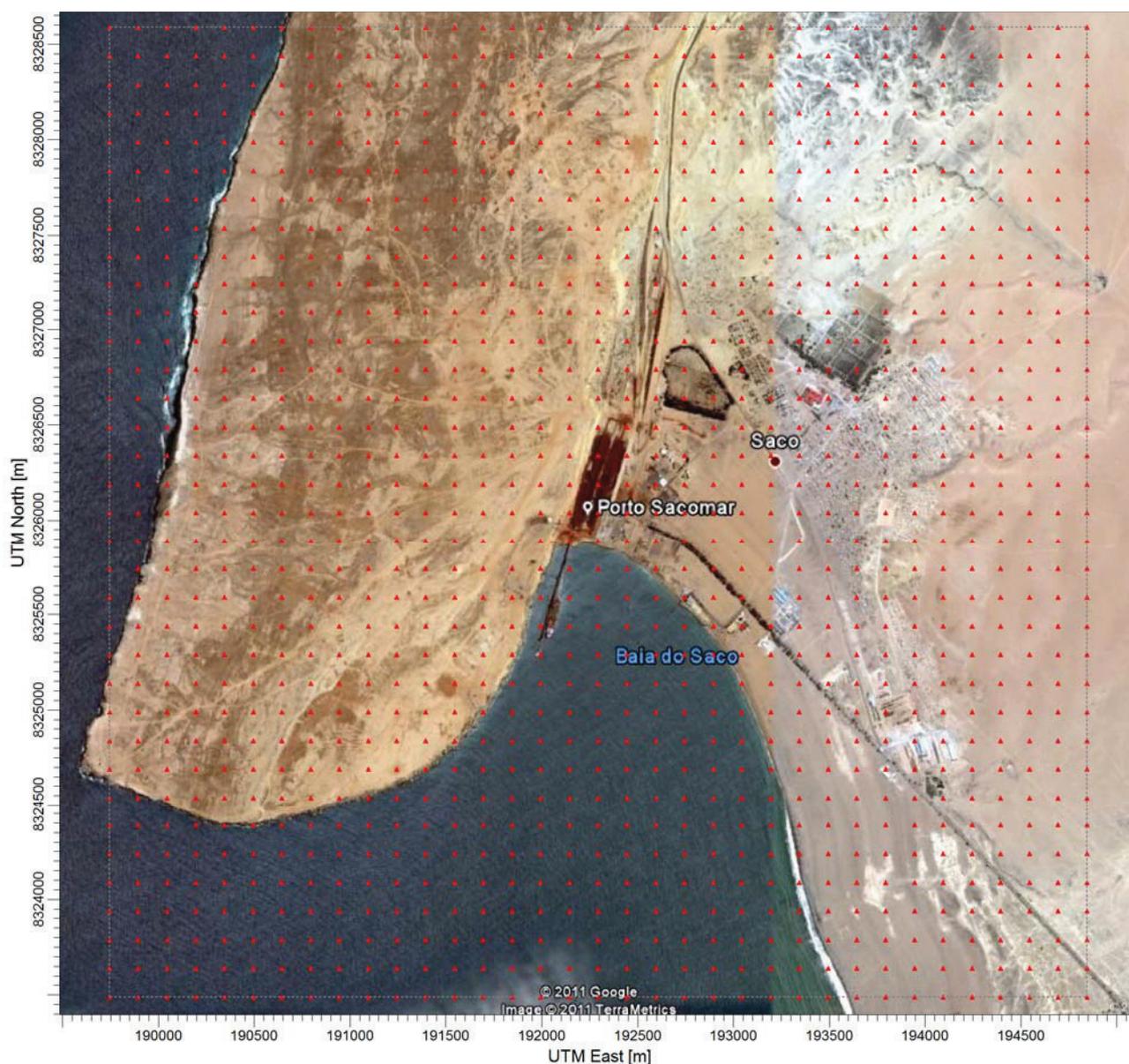


Figura 4.24 – Grelha de receptores inserida no domínio de estudo

4.3.2.3.3 Topografia e Obstáculos

A topografia e uso do solo da envolvente são, juntamente com os dados meteorológicos e as emissões/condições de emissão, factores determinantes no que diz respeito aos níveis de qualidade do ar estimados por modelação.

O ficheiro de base topográfica utilizado na simulação local foi criado a partir do modelo digital do terreno obtido através do ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), gerido pelo METI (Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão) e NASA.

O enquadramento topográfico do domínio de estudo é apresentado na **Figura 4.23**. Os obstáculos de volumetria significativa (edifícios) podem perturbar o escoamento atmosférico, condicionando a dispersão dos poluentes atmosféricos. Assim, os edifícios pertencentes ao Porto foram introduzidos no modelo tendo como base as especificações volumétricas constantes na descrição de projecto.

4.3.2.4 Fontes Emissoras

Na zona de implantação do Porto de Sacomar são identificadas fontes emissoras de origem natural e antropogénica.

Dentro das fontes antropogénicas destaca-se o Porto de Sacomar, actualmente com emissões associadas aos navios de transporte de combustível e gás (para posterior armazenamento nos terminais da Sonangol) que atracam apenas duas vezes por semana. Após o recomeço da actividade de recepção e expedição de minério no Porto de Sacomar, para além do aumento do número de navios, outras fontes emissoras surgirão, tais como os equipamentos de apoio no cais (dumpers, pás carregadoras, guias, empilhadores, etc), o manuseamento do minério de ferro, a erosão pelo vento do minério quando este se encontra empilhado, o comboio de transporte do minério de ferro das minas até ao Porto e os geradores existentes. No grupo de fontes de origem antropogénica encontram-se ainda as estradas de ligação do Porto a Saco e a Cambongue e as vias que divergem a partir destes centros populacionais para outras localidades mais distantes.

No que diz respeito às fontes de origem natural destacam-se os aerossóis marinhos e o deserto de Namibe, com uma forte influência nos níveis de partículas registados na zona de estudo.

A modelação da dispersão de poluentes atmosféricos contemplará apenas as emissões da actividade portuária associada ao manuseamento do minério de ferro, durante a recepção e expedição do mesmo e à erosão pelo vento, quando o material se encontra empilhado. A contribuição das fontes emissoras actualmente existentes é contemplada no valor de fundo de partículas determinado a partir de dados medidos por detecção remota.

Manuseamento de material

Durante a carga e descarga do minério de ferro, ocorrem emissões de partículas, que serão tanto maiores quanto mais elevada for a velocidade do vento e a quantidade manuseada, e menor for a humidade do material.

O cálculo das emissões de partículas associadas a esta actividade foi realizado de acordo com metodologia indicada no capítulo 13.2.4: *Aggregate Handling and Storage Piles*, do AP42 da EPA (*Environmental Protection Agency*)² e apresentada na equação 1.

$$E = k \times 0,0016 \times \frac{U^{1,8}}{\frac{M^{1,4}}{2}} \quad (1)$$

onde:

E = Factor de emissão (kg.Mg⁻¹)

k = Factor de multiplicação dependente do tamanho da partícula

U = velocidade média do vento (m.s⁻¹)

M = teor de humidade do material (%)

² AP 42, Fifth Edition, Volume I; Chapter 13: Miscellaneous Sources: Aggregate Handling And Storage Piles – USEPA.

Para estabelecer as emissões durante a fase de descarga de material dos vagões e depósito nas pilhas, consideraram-se as indicações do projecto. Assim, assumindo que os comboios de transporte de material das minas até ao cais estarão na sua capacidade máxima, cada deslocação corresponderá a 1920 toneladas de minério (32 vagões com 60 toneladas por vagão). Portanto, para recepcionar no cais as 4 200 000 toneladas anuais (4,2 Mtpa) de material serão precisas 2187 deslocações, o que equivale a cerca de 6 recepções de material por dia, para ser devidamente armazenado nas pilhas. Esta distribuição teve por base o facto do porto funcionar durante as 24 horas do dia e ao longo de todo o ano.

Considerou-se que o tempo de descarga associado a um comboio (32 vagões) tem de ser inferior a 1 hora para que a linha tenha capacidade para 24 comboios/dia. Assim, assumiu-se, numa forma conservativa e majorada, que cada recepção implicará uma hora de manuseamento de material. Considerou-se ainda que o armazenamento do material, correspondente a cada recepção, na zona de empilhamento decorrerá igualmente durante o período de uma hora. O período de emissões foi distribuído de forma equitativa ao longo do dia.

Para o cálculo das emissões associadas à expedição de material considerou-se o *shiploader* a operar à sua capacidade máxima (5000 m³.h⁻¹), de forma a minimizar o tempo de atracagem do navio no cais. Tendo em conta o volume a expedir, determinou-se um período de emissões equivalente a 210 horas, distribuídas de forma uniforme ao longo do ano. Todo o tempo de emissões associado ao manuseamento de material no cais, para carregamento do navio, foi alocado à zona das pilhas, onde o material se encontra armazenado.

As características do material relativas à humidade e densidade foram recolhidas junto do proponente. As partículas de minério de ferro finas e granuladas apresentam uma humidade de 8% e 4,5%, respectivamente. A densidade apresentada para este minério é de 2,9 ton.m⁻³ e 3,2 ton.m⁻³ para a fracção fina e granulada, respectivamente. Cerca de 60% do minério de ferro explorado nas minas é considerado fino.

Erosão pela acção do vento

O cálculo das emissões de partículas associadas à erosão pelo vento seguiu a metodologia estabelecida no capítulo 13.2.5: *Industrial Wind Erosion* do AP42 da EPA (*Environmental Protection Agency*)³ e apresentada na equação (2).

$$E = k \times \frac{s}{1,5} \times 365 \times \frac{365 - p}{235} \times \frac{f}{15} \quad (2)$$

onde:

E = Emissão [kg PM₁₀.(ha.ano)⁻¹]

s = silt content %

p = nº de dias em que a chuva excede 0,25 mm

f = percentagem do tempo que a velocidade do vento excede os 5,4 m.s⁻¹ na altura média da pilha

Este modo de cálculo, apesar de não corresponder ao mais recente disponibilizado pela EPA, é o mais adequado a usar quando se desconhece a velocidade de fricção limite do material.

³ AP 42, Fifth Edition, Volume I; Chapter 13: Miscellaneous Sources: Industrial Wind Erosion.

As condições meteorológicas foram estabelecidas com base no ano meteorológico estimado pelo TAPM e apresentado no ponto dedicado à caracterização atmosférica. Esta emissão foi considerada de modo contínuo para o ano simulado.

O **Quadro 4.13** apresenta as emissões de partículas consideradas no modelo de dispersão para cada fonte emissora do poluente. A **Figura 4.25** apresenta a imagem esquemática do terminal, com indicação das áreas de emissão consideradas. A área 1 corresponde à área de emissão de partículas associada às fontes: descarga de minério nas pilhas, retoma do minério pelo *reclaimer* e carregamento dos tapetes rolantes e erosão pelo vento. A carga dos navios é assinalada com o número 2.

Quadro 4.13 – Emissão de PM_{10} e $PM_{2.5}$ consideradas no modelo de dispersão para cada fonte emissora na Fase de Exploração

Fonte	Emissão PM_{10} [$g.(s.m^2)^{-1}$]	Emissão $PM_{2.5}$ [$g.(s.m^2)^{-1}$]
Descarga de minério nas pilhas	5,60 E-07	8,48 E-08
Retoma do minério pelo <i>reclaimer</i> e carregamento dos tapetes rolantes	5,32 E-06	8,08 E-07
Carga dos navios	4,75 E-04	7,32 E-02
Erosão pelo vento (pilhas)	1,05 E-07	1,57 E-08



Figura 4.25 – Esquema representativo das fontes emissoras inseridas na área de implantação Porto de Sacomar

4.3.2.5 Modelação da Dispersão de Poluentes Atmosféricos

O estudo de qualidade do ar contempla a simulação da dispersão de PM_{10} e $PM_{2.5}$ para um ano de dados meteorológicos.

O modelo utilizado para simular a dispersão de poluentes atmosféricos a nível local foi o AERMOD, versão 6.8.3, cuja descrição se encontra no Anexo I.

Da aplicação do AERMOD resultam ficheiros de valores de concentração do poluente em análise, estimados tendo em conta as emissões inseridas e as condições meteorológicas e topográficas locais e regionais. As concentrações são apresentadas para a malha de receptores considerada no estudo. Por “receptores” entendem-se pontos representativos de áreas unitárias, que constituem a grelha que cobre o domínio de estudo.

A partir dos valores estimados são efectuados mapas de distribuição de valores de concentração. Os mapas de distribuição de longo termo (média anual) referem-se aos valores médios estimados para cada área, para o ano em análise. Os mapas de distribuição de curto termo (médias diárias) referem-se ao valor máximo estimado no ano em estudo para o receptor (área) em análise. O mapa apresentado neste caso é representativo de uma compilação de vários períodos temporais nos quais se registaram valores elevados em determinado local. Trata-se, desta forma, de um cenário máximo criado apenas para avaliação dos máximos registados em cada área.

Os mapas exprimem, para cada um dos receptores (pontos considerados representativos de áreas), a concentração máxima estimada pelo modelo independentemente do período temporal de ocorrência. No fundo, esta é uma perspectiva virtual onde se condensam todos os valores máximos, receptor a receptor, numa imagem única, como se tivessem ocorrido todos em simultâneo.

A comparação entre as concentrações máximas estimadas pelo modelo de simulação e os valores de referência ou legalmente aplicáveis é efectuada em forma de tabela a seguir aos mapas de distribuição de valores.

A comparação é efectuada também através da aplicação de um factor de segurança (designado por F2) atribuído aos resultados dos modelos Gaussianos, como o utilizado neste estudo para o domínio local. Por aplicação deste factor entende-se que os valores reais, estatisticamente, poderão ser metade ou o dobro dos valores estimados numericamente pelo modelo.

4.3.2.6 Caracterização meteorológica

O modelo de dispersão utilizado exige a incorporação de dados meteorológicos horários de vários parâmetros relativos à superfície e estrutura vertical da atmosfera para o período de simulação considerado. Foi usado o modelo mesometeorológico TAPM⁴, que estima todos os parâmetros meteorológicos necessários às simulações da qualidade do ar para o ponto central do domínio definido. Não foi possível realizar forçamento sinóptico, uma vez que não existem dados representativos de direcção e velocidade do vento para a zona em estudo, sendo que os únicos dados de direcção e velocidade do vento disponíveis para a zona são referentes ao ano 1950 e apresentados em termos de médias mensais (**Quadro 4.14**).

⁴ TAPM – The Air Pollution Model (CSIRO Atmospheric Research)

Quadro 4.14 – Dados de direcção e velocidade do vento na Estação Climatológica de Moçamedes para o ano 1950

Mês	Direcção Predominante	Velocidade média (km.h ⁻¹)
Janeiro	SW	5,5
Fevereiro	SW	5,7
Março	SW	5,7
Abril	SW	6,5
Maio	SW	6,7
Junho	SW	6,3
Julho	NW	5,5
Agosto	NW	5,2
Setembro	NW	5,3
Outubro	NW	5,5
Novembro	W	6,1
Dezembro	SW	5,5

De forma a validar a adequação do ano meteorológico utilizado (2009) ao clima da região em estudo, os dados estimados pelo modelo TAPM foram comparados com os dados climatológicos da estação meteorológica de Moçamedes, registados entre os anos 1966 e 1975.

No que respeita à humidade relativa, na estação de Moçamedes os dados são medidos às 9 horas, pelo que na validação deste parâmetro foram apenas considerados os dados estimados pelo TAPM na mesma hora.

Os dados meteorológicos usados são apresentados através da representação gráfica das médias horárias dos diferentes parâmetros meteorológicos considerados. A rosa-dos-ventos apresentada encontra-se dividida em 8 classes distintas (**Figura 4.29**). Os valores de direcção do vento expressos em graus foram traduzidos nos diferentes sectores de direcção através das correspondências apresentadas no **Quadro 4.15**. A classe de ventos calmos (< 1,0 km.h⁻¹) é apresentada de forma independente da direcção do vento.

Na **Figura 4.26** e **Figura 4.27** são apresentadas as comparações entre os dados estimados e os dados climatológicos da estação meteorológica de Moçamedes, registados entre os anos 1966 e 1975, em termos de temperatura e humidade relativa. Na **Figura 4.28** é ainda apresentada a comparação entre dados estimados de velocidade do vento e os dados medidos de velocidade do vento durante o ano 1950.

Quadro 4.15 – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes sectores de direcção do vento, utilizadas na realização da Rosa de Ventos

Sectores de Direcção do Vento	Gama de Valores (graus)	Sectores de Direcção do Vento	Gama de Valores (graus)
Norte (N)	338 - 22	Sul (S)	158 - 202
Nordeste (NE)	23 - 67	Sudoeste (SO)	203 - 247
Este (E)	68 - 112	Oeste (O)	248 - 292
Sudeste (SE)	113 - 157	Noroeste (NO)	293 - 337

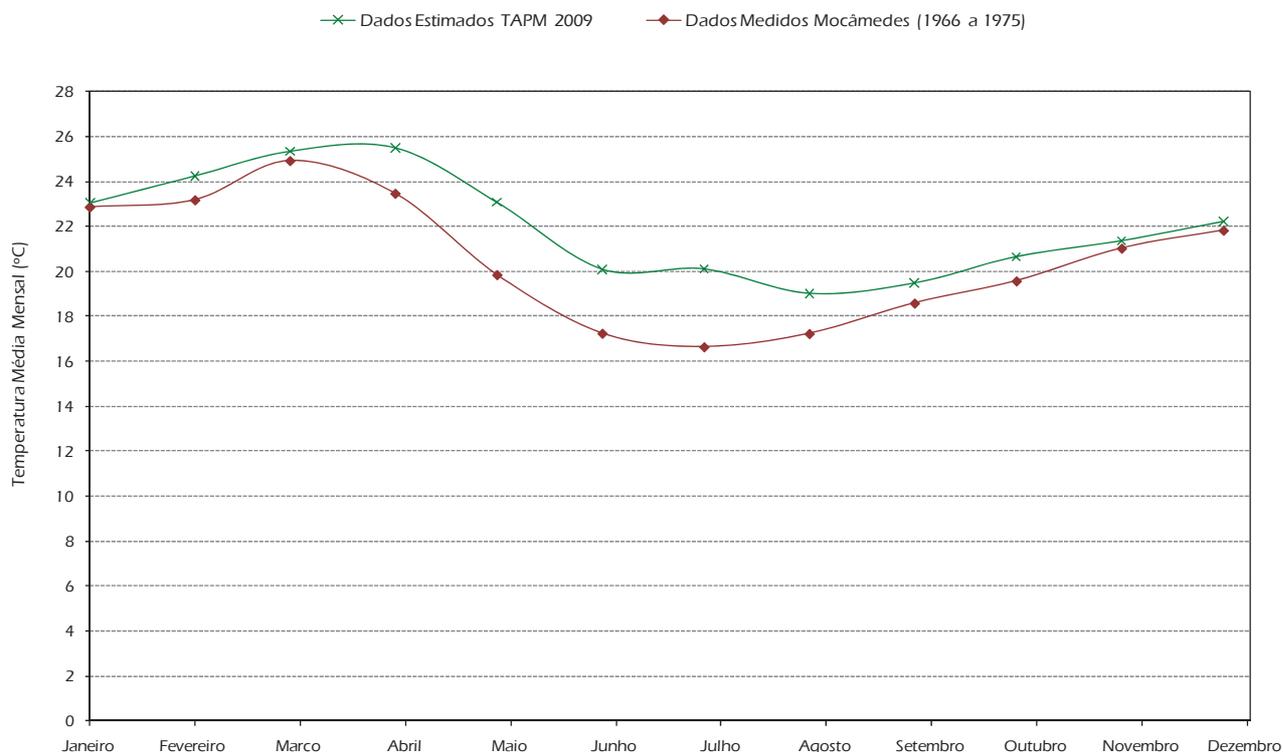


Figura 4.26 – Comparação das médias horárias de temperatura do ar ao longo do ano

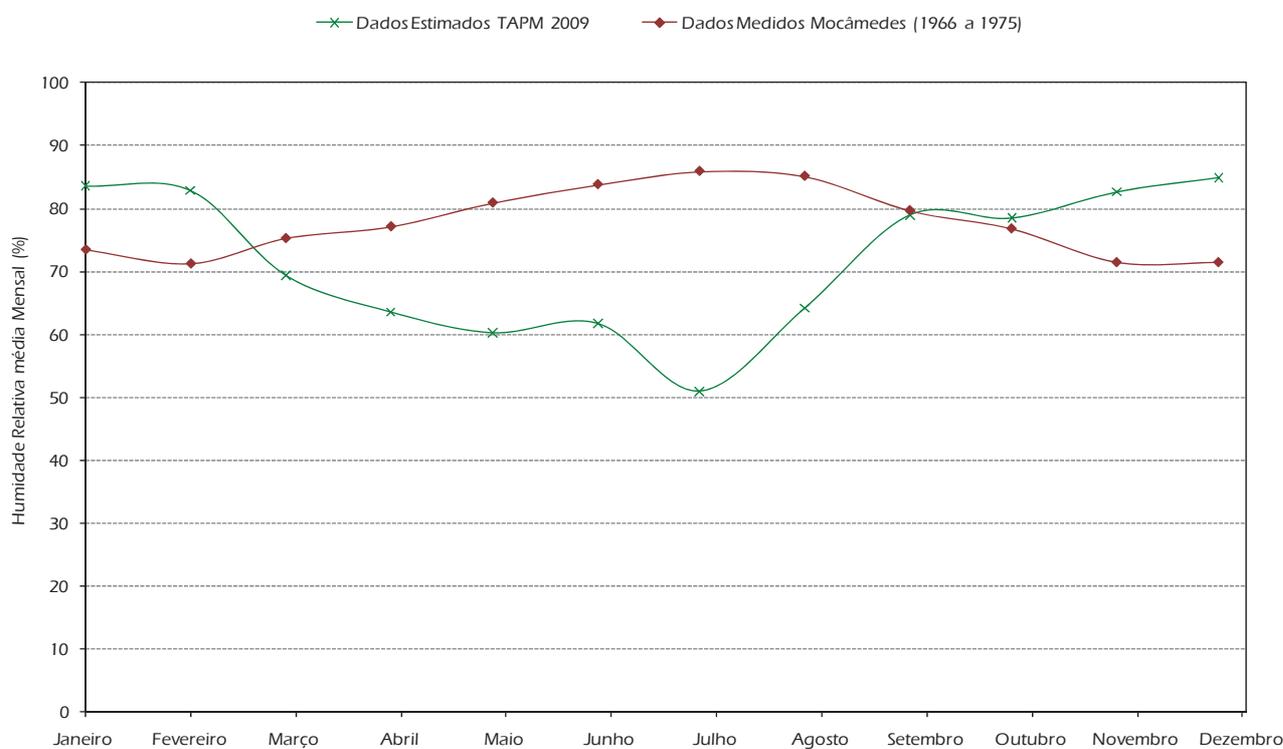


Figura 4.27 – Comparação das médias mensais de humidade relativa (às 9 horas)

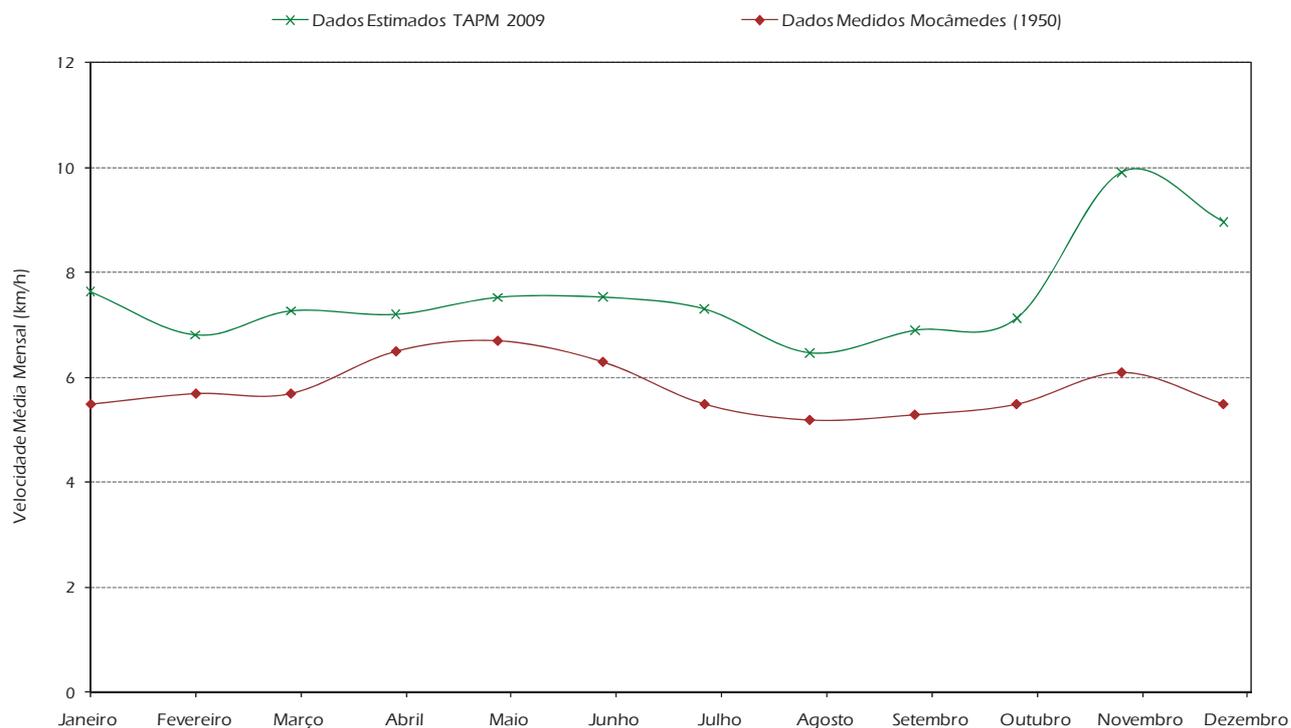


Figura 4.28 – Comparação da variação média mensal da velocidade do vento

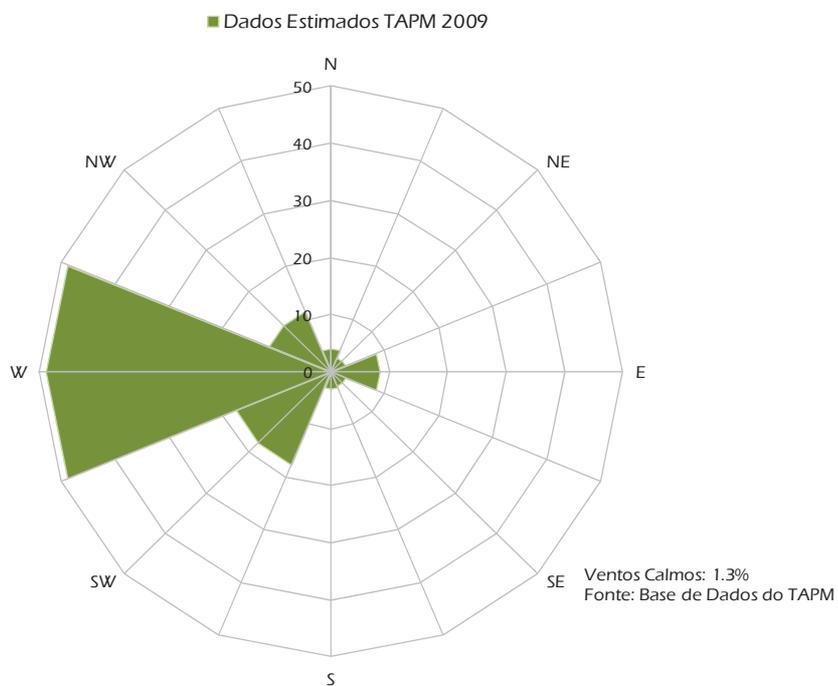


Figura 4.29 – Rosa de Ventos estimada pelo TAPM para o ano 2009

A **Figura 4.26** mostra uma boa concordância entre os valores de temperatura estimados pelo TAPM para o ano 2009 e os valores de temperatura medidos na estação meteorológica de Moçamedes, entre os anos 1966 e 1975.

No que diz respeito à humidade relativa (**Figura 4.27**), verifica-se uma concordância razoável dos dados gerados pelo modelo mesometeorológico quando comparados com os dados medidos na estação meteorológica de Moçamedes, entre os anos 1966 e 1975. No entanto se compararmos os dados em termos de médias anuais verifica-se que os dados estimados e dados medidos se situam dentro da mesma ordem de grandeza, 72% e 78%, respectivamente.

Em termos de velocidade média do vento (**Figura 4.28**), os dados estimados pelo modelo mesometeorológico TAPM para o ano de 2009 apresentam boa concordância com os dados medidos em Moçamedes em 1950. É no entanto de realçar a fraca representatividade dos dados medidos, não podendo ser utilizados para validação dos dados estimados.

Os dados estimados pelo TAPM para a direcção do vento evidenciam uma forte componente de Oeste. Em termos de dados medidos, pela leitura do **Quadro 4.15** é possível verificar que no ano 1950 se registaram as direcções de vento predominantes de Sudoeste entre Janeiro e Junho e mês de Dezembro, Noroeste entre Julho e Outubro e Oeste no mês de Novembro.

Assim, e apesar das limitações em termos de dados medidos disponíveis, conclui-se que o ano de dados meteorológicos utilizado no estudo é adequado para a aplicação na modelação da qualidade do ar e garantem boa representatividade para o local de estudo.

4.3.2.7 Caracterização da Qualidade do Ar

No domínio de estudo não existem estações de medição de poluentes atmosféricos em ar ambiente que permitam caracterizar a qualidade do ar local, pelo que a caracterização dos níveis de PM_{10} e de $PM_{2.5}$ foi avaliada por detecção remota. É possível usar as medições de rádio-espectrómetros a partir de satélites para, através de um algoritmo aplicado a um ou vários comprimentos de onda da medição, derivar a densidade molecular vertical, no caso de gases, ou a densidade óptica vertical, no caso de partículas⁵.

No caso das partículas, a literatura indica um certo grau de relação linear entre a densidade óptica e o nível de PM_{10} ou $PM_{2.5}$ observado ao solo. A significância dessa relação linear pode ser, em certos casos, melhorada quando são tidas em conta a humidade relativa e a altura da camada limite⁶.

Na **Figura 4.30** encontra-se um exemplo de densidade óptica total derivado de medição por detecção remota, a partir do instrumento MISR a bordo do satélite Terra da Nasa, para o mês de Julho de 2008.

⁵ De Leeuw *et al.*, Retrieval of Aerosol Properties in The Remote Sensing of Tropospheric Composition from Space (editors John P. Burrows, Ulrich Platt, Peter Borrell), Springer Verlag, Heidelberg, 2011.

⁶ Improving National Air Quality Forecasts with Satellite Aerosol Observations, Al-Saadi *et al.* BAMS, American Meteorological Society, September 2005,

Optical depth All, All, Blue, July 2008 F15_0031
Summarizes L2 AS_AEROSOL_RegBestEstimateSpectralOptDepth field F12_0022, 0.5 deg res

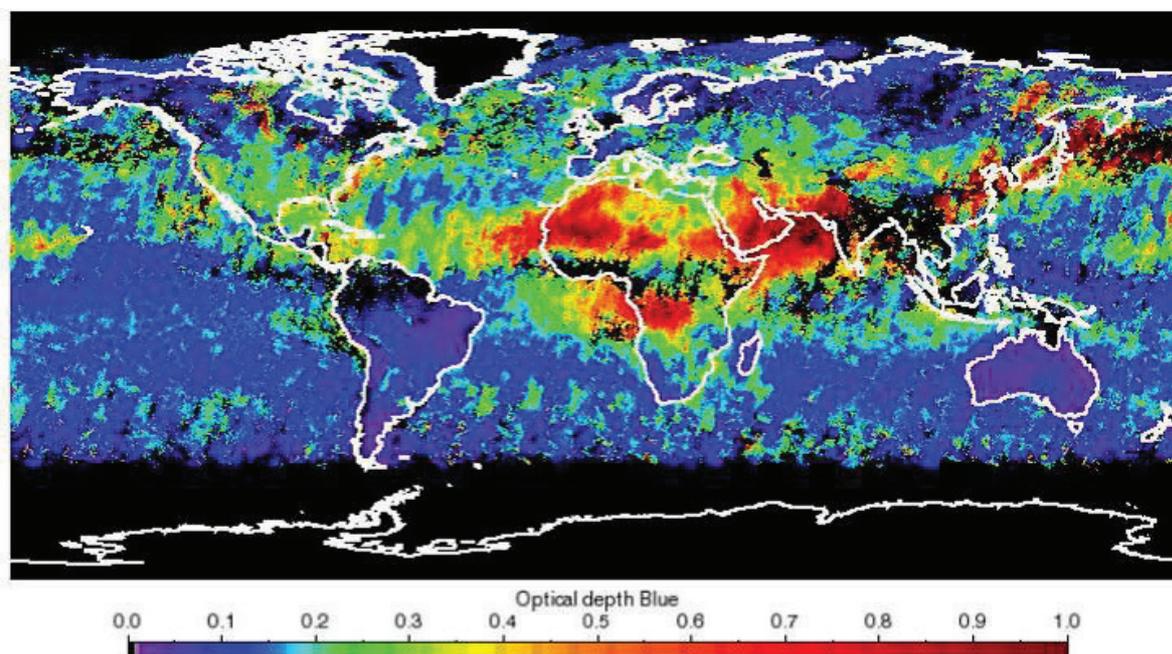


Figura 4.30 – Densidade óptica total a partir das observações do instrumento MISR

Pelo que se observa na **Figura 4.30**, na região da África equatorial, na qual se insere a zona do Porto de Sacomar, foram registados, em Julho de 2008, valores de densidade óptica significativamente mais elevados face ao registado na Europa e América do Sul.

Os dados de densidade óptica no topo da atmosfera registados pelos instrumentos MISR (produto de nível 3, agrupados em médias mensais)⁷ e MODIS (produto de nível 8, agrupados em médias mensais)⁸, foram usados a fim de estimar a concentração de PM₁₀ e de PM_{2.5} ao nível do solo, respectivamente.

Valor de fundo PM₁₀

A resolução espacial do produto calculado a partir do instrumento de medição MISR, a bordo do satélite Terra da NASA para as PM₁₀ é 0,5° x 0,5° (a área de medição está representada na **Figura 4.34**) e foram acedidos os dados relativos aos anos de 2001 a 2008. A densidade óptica no topo da atmosfera foi relacionada com a concentração ao solo através do factor usado no programa IDEA (<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/aq/>).

A **Figura 4.31** e **Figura 4.32** apresentam graficamente o valor de fundo de PM₁₀, na zona de estudo, permitindo uma análise ao nível das médias mensais de 2008 e em termos de médias anuais de 2001 a 2008, respectivamente.

Analisando a **Figura 4.31**, correspondente aos valores de médias mensais de 2008, é evidente a existência de uma variação sazonal, com uma nítida subida do valor de fundo nos meses de Agosto, Setembro e Outubro, meses de época seca. Em termos de médias anuais (**Figura 4.32**) não são de registar grandes oscilações ao valor de fundo durante o período em análise, sendo no entanto de referir que valor mínimo se regista no ano 2006 (21 µg.m⁻³) e o valor máximo

⁷ Acessíveis em http://eosweb.larc.nasa.gov/PRODOCS/misr/level3/level3_CGAS_small.html

⁸ Acessíveis em ftp://ladsftp.nascom.nasa.gov/allData/51/MOD08_M3/

($27 \mu\text{g.m}^{-3}$) se verifica em 2001. Assim, pode constatar-se que a média do ano 2008 ($24 \mu\text{g.m}^{-3}$) se enquadra perfeitamente na média dos valores do período de 8 anos calculados a partir dos dados recolhidos pelo instrumento MISR.

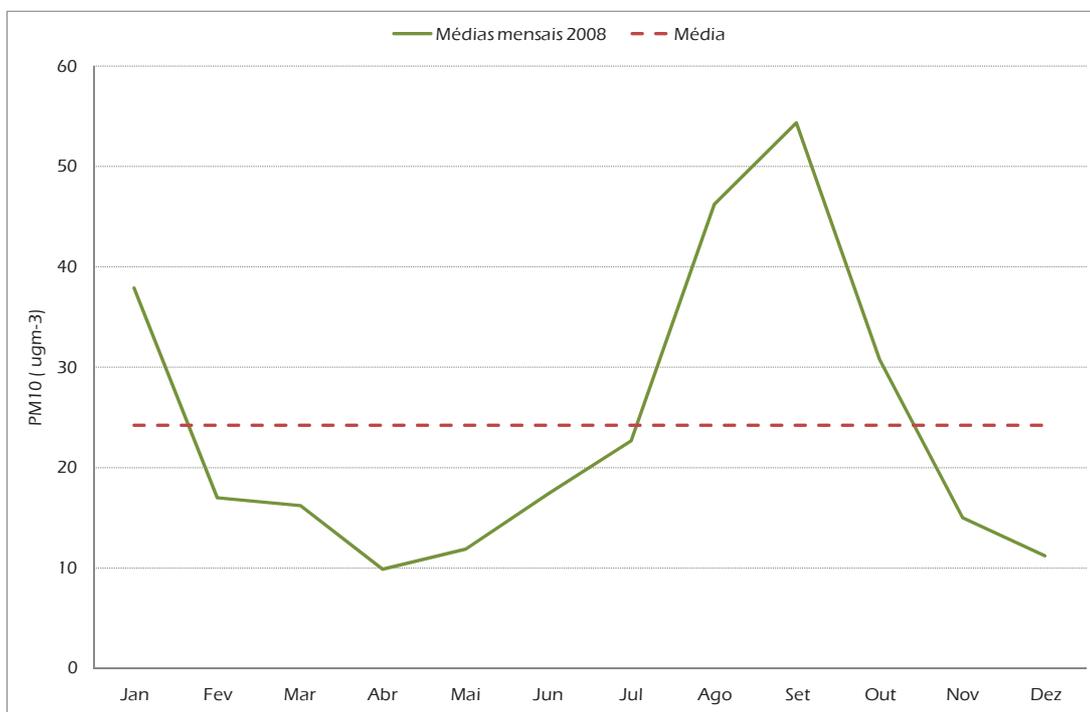


Figura 4.31 – Valores de fundo de PM_{10} (médias mensais e anual de 2008)

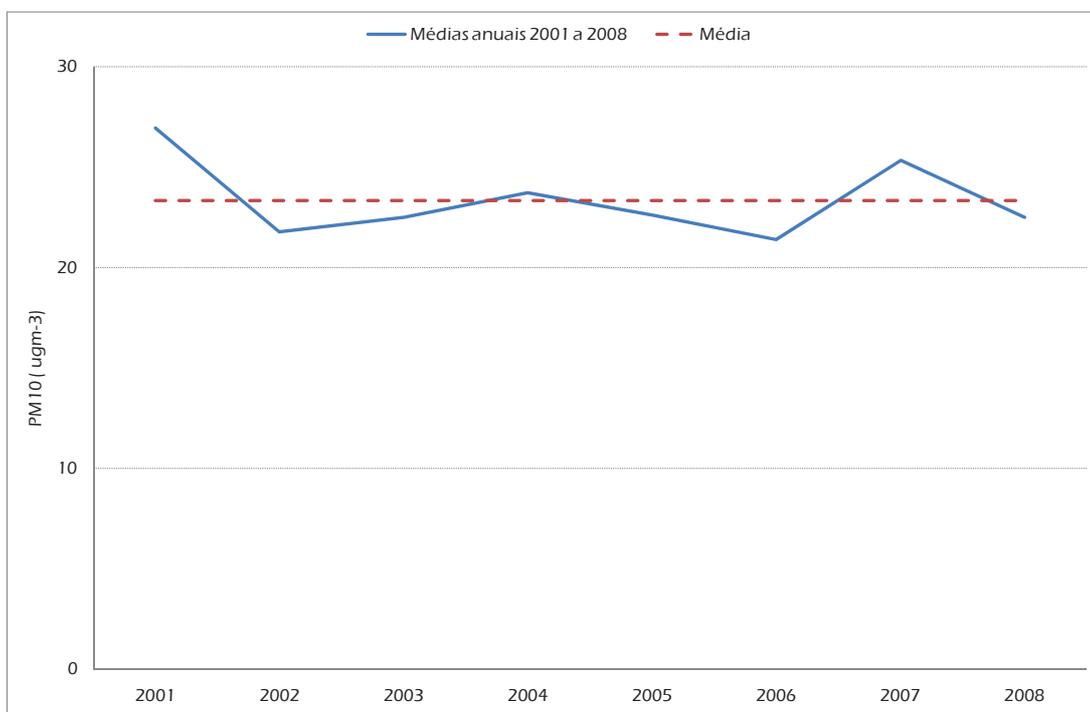


Figura 4.32 – Valores de fundo de PM_{10} (médias anuais de 2001 a 2008 e média global do período)

Deste modo, a partir dos valores de concentração médios mensais de 2008 foram estabelecidos dois valores de fundo, um para a estação seca e outro para a estação húmida:

- PM₁₀ Estação Seca: 43,8 µg.m⁻³
- PM₁₀ Estação Húmida: 17,7 µg.m⁻³

Os resultados de concentração ao nível do solo assim obtidos são comparáveis com as estimativas feitas pela organização mundial de saúde⁹ e pelo Programa de Ambiente e Economia do Banco Mundial¹⁰ para Luanda (113 e 125 µg.m⁻³, respectivamente).

Valor de fundo PM_{2.5}

A resolução espacial do produto calculado a partir dos instrumentos de medição MODIS a bordo dos satélites Terra e Aqua da NASA usado para o cálculo das concentrações de PM_{2.5} é de 1° x 1° (a área de medição está representada na **Figura 4.34**) e foram acedidos os dados relativos ao período de 2005 a 2010.

A densidade óptica no topo da atmosfera foi relacionada com a concentração ao solo através do factor usado no programa IDEA (<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/aa/>).

A **Figura 4.33** apresenta graficamente o valor de fundo de PM_{2.5}, na zona de estudo, permitindo uma análise ao nível das médias mensais do período 2005 a 2010.

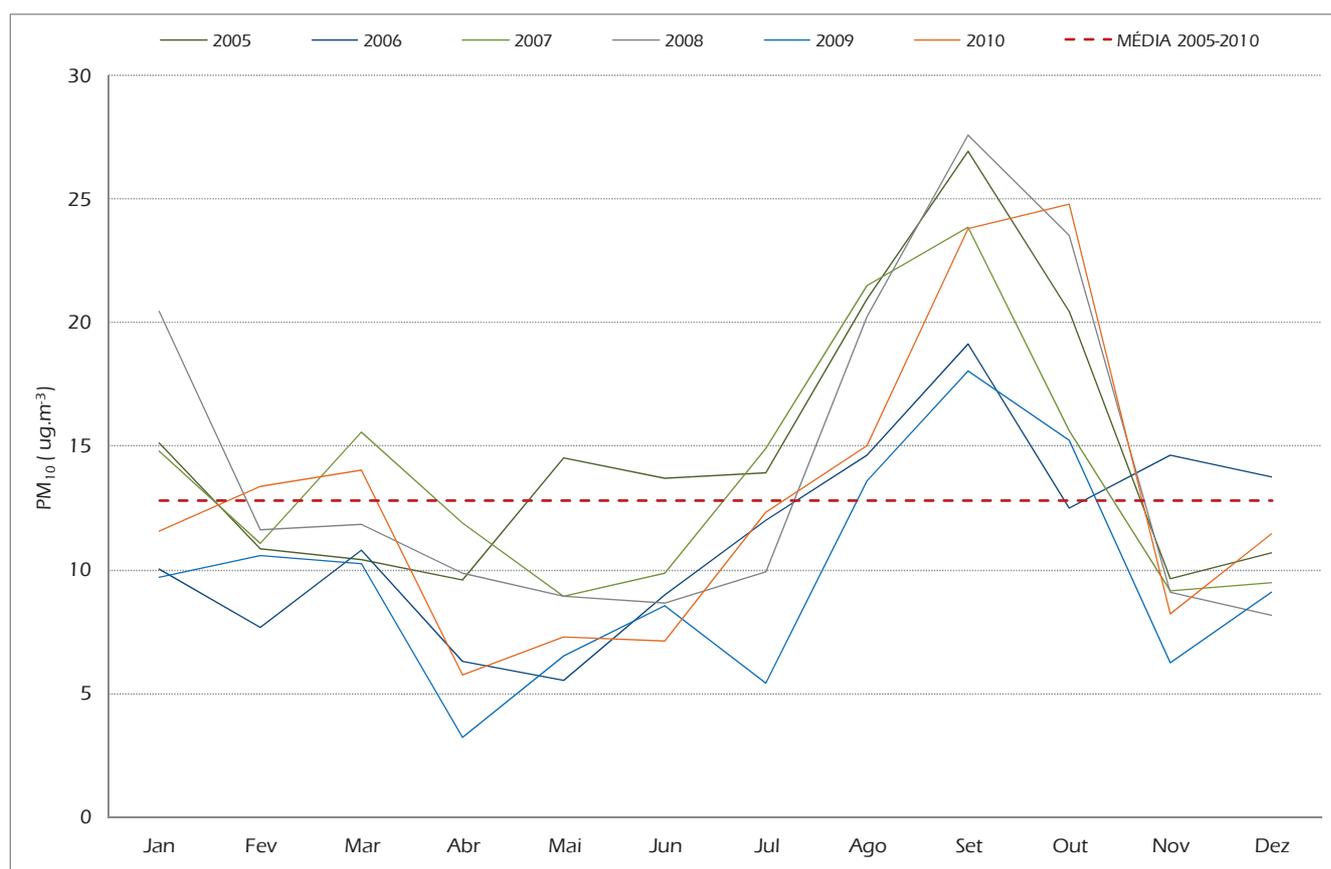


Figura 4.33 – Valores de fundo de PM_{2.5} (médias mensais e anual do período 2005 a 2010)

⁹ http://www.who.int/entity/quantifying_ehimpacts/countryprofilesebd.xls, acedido em 15-04-2011

¹⁰ <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/0..contentMDK:20785646~pagePK:64214825~piPK:64214943~theSitePK:469382,00.html>, acedido em 15-04-2011

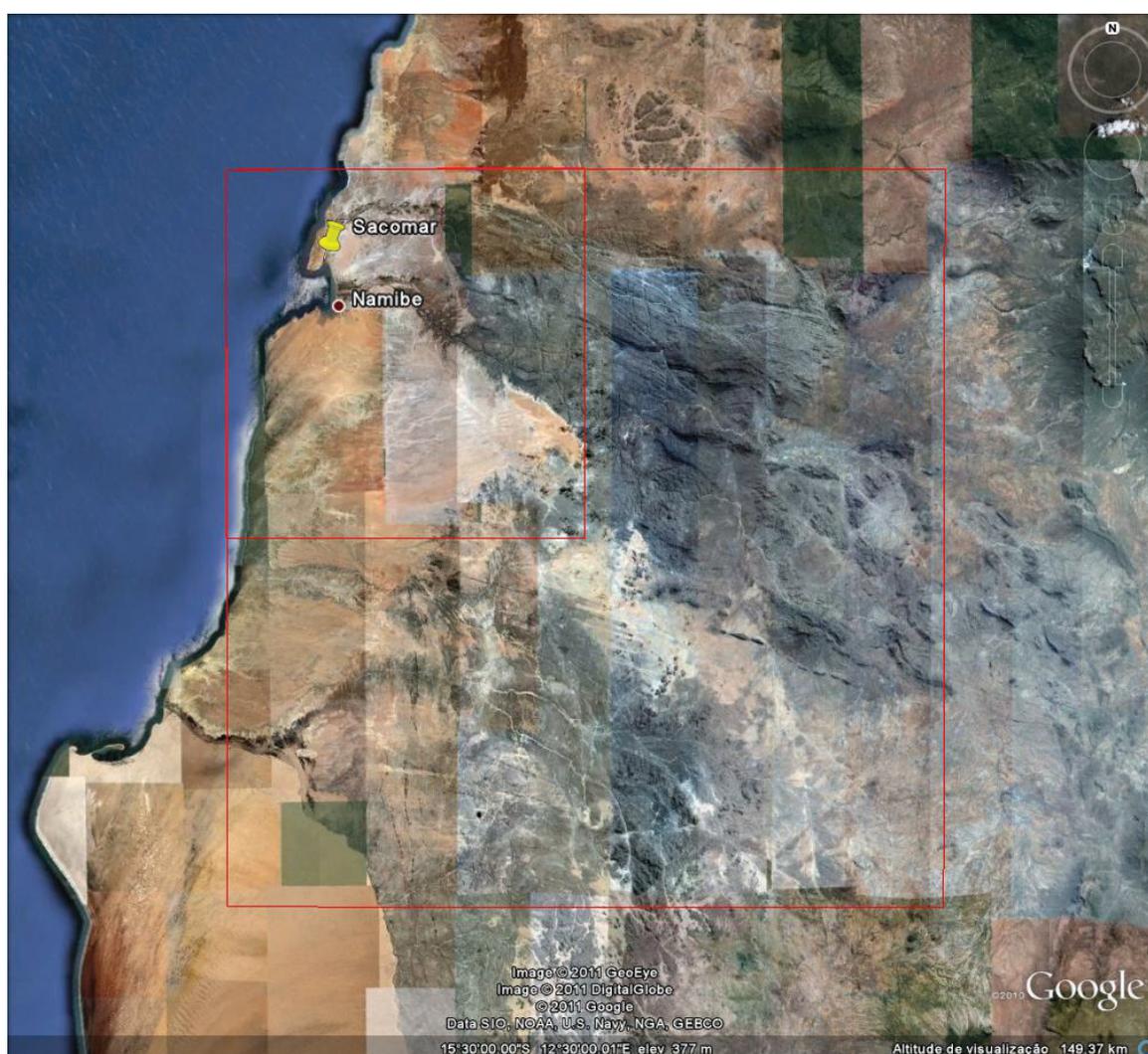
Analisando a **Figura 4.33** é evidente a existência de uma variação sazonal dos valores de concentração de $PM_{2.5}$, com os meses associados à Estação seca (Agosto, Setembro e Outubro) a apresentarem concentrações bem mais elevadas que nos restantes meses do ano.

O comportamento registado ao longo do ano é semelhante entre os vários anos em análise, sendo no entanto de referir que os anos 2009 e 2006 apresentam na generalidade valores mais baixos que os restantes anos do período.

Assim, a partir dos valores de concentração médios mensais calculados nos 5 anos de medição dos instrumentos MODIS foram estabelecidos dois valores de fundo, um para a estação seca e outro para a estação húmida:

- $PM_{2.5}$ Estação Seca: $19,9 \mu\text{g.m}^{-3}$
- $PM_{2.5}$ Estação Húmida: $10,4 \mu\text{g.m}^{-3}$

Actualmente não existem estimativas de concentração deste poluente, efectuadas por entidades de referência, assim, não é possível verificar a consistência dos valores derivados.



Fonte: Imagem Google Earth

Figura 4.34 – Limites da imagem de detecção remota utilizada para determinação do valor de fundo de PM_{10} (quadrado interior) e $PM_{2.5}$ (quadrado exterior)

No **Quadro 4.16** é apresentado o resumo dos valores de fundo estimados, representativos dos níveis de qualidade do ar actualmente verificados no domínio de estudo para as PM_{10} e $PM_{2.5}$. Os valores de concentração foram distinguidos entre o período de chuvas e o período seco.

Quadro 4.16 – Valores de concentração de PM_{10} e $PM_{2.5}$ na Situação Actual ($\mu g.m^{-3}$)

Poluente	Valor de fundo Estação húmida ($\mu g.m^{-3}$)	Valor de fundo Estação seca ($\mu g.m^{-3}$)	Fonte / Referência
PM_{10}	17,7	43,8	Derivado a partir de detecção remota (MISR)
$PM_{2.5}$	10,4	19,9	Derivado a partir de detecção remota (MODIS)

Actualmente, os níveis de PM_{10} registados no domínio de estudo são de $17,7 \mu g.m^{-3}$ na estação das chuvas e $43,8 \mu g.m^{-3}$ na estação seca. Estes valores foram obtidos a partir dos dados de satélite, como explicado na metodologia. Na Situação de Referência, portanto, as PM_{10} , na estação seca, atingem valores já próximos ou acima do valor limite (40 e $50 \mu g.m^{-3}$, para os valores anuais e diários, respectivamente).

4.3.3 Ambiente Sonoro

4.3.3.1 Enquadramento Legislativo

O presente subcapítulo tem como principal objectivo efectuar a caracterização da Situação de Referência do factor ambiental Ambiente Sonoro.

Em Angola o ruído não possui enquadramento legal, ainda que seja uma preocupação das autoridades nacionais, que estão a desenvolver legislação sobre a Poluição Sonora. Assim, actualmente ainda não existem limites legais a verificar.

No entanto, na ausência de legislação nacional, indica-se um resumo das recomendações internacionais relativas à limitação de Ruído Ambiente exterior, constante nos seguintes documentos:

- OMS 1: World Health Organization – Guidelines for Community Noise. 1999;
- OMS 2: World Health Organization – Night Noise Guidelines (NNGL) for Europe. 2007;
- CE: European Commission – Research Directorate-General – Research for a Quieter Europe 2020. 2007.

No **Quadro 4.17** indicam-se alguns limites dos níveis sonoros, em ambiente exterior, considerados ideais pelos diplomas internacionais acima referidos.

Quadro 4.17 – Perspectivas internacionais de limitação do ruído ambiente exterior

Tipo de Uso/efeito/objectivo	Limite ideal para o Ruído Ambiente exterior	Documento de referência
Zonas de estar no exterior	50 dB(A)	OMS 1
Exterior de zonas de dormir	45 dB(A)	OMS 1
Exterior de zonas escolares	55 dB(A)	OMS 1
Recomendação do nível sonoro nocturno ($L_{night, outside}$)	$L_n = 40$ dB(A)	OMS 2
Hipertensão	$L_n = 50$ dB(A)	OMS 2
Enfarte do miocárdio	$L_n = 50$ dB(A)	OMS 2
Desordens psíquicas	$L_n = 60$ dB(A)	OMS 2
Objectivo mínimo Europeu até 2020	$L_{den} = 65$ dB(A) $L_n = 55$ dB(A)	CE
Objectivo mediano Europeu até 2020	$L_{den} = 55$ dB(A) $L_n = 45$ dB(A)	CE
Objectivo óptimo Europeu até 2020	$L_{den} = 50$ dB(A) $L_n = 40$ dB(A)	CE

Legenda: L_{den} = indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno $L_{den} = 10 \times \log_{10} \left[\frac{L_d}{24} \left(13 \times 10^{10} + 3 \times 10^{\frac{L_d+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right]$; L_d = o nível sonoro médio de longa duração, do período diurno – das 7 às 20 horas; L_e = o nível sonoro médio de longa duração, do período de entardecer – das 20 às 23 horas; L_n = o nível sonoro médio de longa duração, do período nocturno – das 23 às 7 horas.

Afigura-se que esta informação acústica, julgada relevante, deverá ser tida em conta de forma ponderada, pois uma eventual adopção imponderada dos valores limite poderá implicar em grande medida, uma incompatibilidade entre diversos usos do solo, e tornar incomportáveis quaisquer Medidas de Redução de Ruído necessárias.

Nestas circunstâncias, os limites legais e/ou de boa prática deverão verificar um compromisso adequado, no quadro das perspectivas de evolução do território, entre a viabilidade económica de limites legais e os benefícios efectivos para a população que permita conduzir a uma crescente diminuição da exposição desta a níveis sonoros que possam ser nocivos para a sua saúde.

4.3.3.2 Ambiente Sonoro Actual e Receptores Sensíveis Existentes

A actividade mineira do Porto de Sacomar foi desactivada em 1978, mantendo-se deste então este porto em utilização como terminal de descarga de combustíveis. De acordo com informações recebidas das autoridades portuárias, o Porto de Sacomar recebe actualmente cerca de dois navios por semana, em média, com transporte de combustível e gás para posterior armazenamento nos terminais da Sonangol, adjacentes à área em estudo.

Actualmente os receptores mais próximos do Porto de Sacomar localizam-se a mais de 700 metros (vd. **Figura 4.35**), pelo que na imediata envolvente do Porto não existe ocupação humana com sensibilidade ao ruído (de notar que a exposição dos trabalhadores ao ruído não é habitualmente abordada nos Estudos de Impacte Ambiental pelo que a mesma não é considerada no presente estudo).

O ambiente sonoro actual é influenciado pelas actividades humanas existentes. Assim, na imediação directa da área de projecto, o ambiente sonoro é afectado pelas actividades portuárias, embora de forma esporádica. Junto aos receptores sensíveis mais próximos (a povoação do Saco), o ambiente sonoro é o característico do ambiente urbano, sendo influenciado pelo tráfego rodoviário e pelas diversas actividades humanas urbanas (**Fotografia 4.17**).



Fotografia 4.17 – Fontes sonoras na Povoação do Saco (tráfego rodoviário)