

# MODELO DE SIMULAÇÃO

## **MODELO DE SIMULAÇÃO**

Para o estudo das condições de dispersão dos poluentes atmosféricos emitidos pelos veículos que transitarão nas vias em análise foi utilizado o *software* CALINE4, desenvolvido pelo California Department of Transportation (CALTRANS).

Este programa baseia-se no modelo Gaussiano de dispersão e emprega o conceito de zona de mistura para caracterizar a dispersão de poluentes emitidos por uma fonte linear. Permite estimar a concentração de poluentes até a uma distância de cerca de 500 m da rodovia com base no volume de tráfego, nas taxas de emissão, condições meteorológicas e topografia local.

O modelo considera a estrada como uma fonte de emissão linear que pode ser dividida em troços com características homogêneas em termos dos parâmetros acima referidos, sendo cada troço considerado um ponto de emissão ao qual é aplicado o algoritmo de cálculo.

O modelo possibilita vários tipos de simulações, permitindo a determinação de concentrações médias horárias e médias de 8 horas, com direcção de vento definida pelo utilizador ou automaticamente calculada pelo modelo de modo a induzir os resultados mais desfavoráveis (worst-case wind angle).

## **PRESSUPOSTOS CONSIDERADOS**

A aplicação de modelos de simulação implica sempre a consideração de um conjunto de pressupostos iniciais, nomeadamente para o caso em apreço:

- Não se consideraram as vias que cruzam com os traçados em estudo, ou seja apenas estes contribuem para a emissão de poluentes;
- A zona de mistura (W) considerada foi, de acordo com as instruções do modelo, a largura da via mais três metros para cada lado, ou seja, 22.6 m para as diferentes soluções (2X2) consideradas.
- O valor do coeficiente de rugosidade (Z0) foi definido com o tipo de uso do solo nas imediações de cada troço considerado, tendo-se concluído que todos os locais apresentavam características semelhantes, pelo que se

utilizou o valor de 25 cm, indicado no manual do modelo para ocupações similares.

- No caso das simulações de dióxido de azoto, o valor de taxa de fotólise (KR) considerado foi de 0,004 1/sec, de acordo com o manual do CALINE4.
- A concentração ambiente de poluente (AMB) é inserida como uma condição no modelo, traduz-se na concentração de referência considerada para a área em estudo do poluente considerado. Como não foram identificados valores actuais, e não foram identificadas fontes emissoras significativas na zona envolvente à via, consideraram-se os níveis naturais deste composto no ar, que estão compreendidos entre 0,01 e 0,2 ppm segundo o *Plano Nacional da Política de Ambiente* (1994). Considerou-se o valor de 0,2 ppm.

### **TROÇOS CONSIDERADOS**

O critério de divisão em troços foi definido tendo em conta as seguintes características:

- Topografia;
- Linearidade;
- Condições meteorológicas;
- Volume de tráfego (descrito mais à frente neste Anexo);
- As limitações do modelo em causa.

Nos *outputs* do modelo é indicada a localização (km x+xxx-y+yyy) dos diferentes troços considerados.

Por vezes dadas as limitações do modelo quanto ao número de troços e receptores possíveis de simular numa só corrida (máximo 20), foi necessário dividir os traçados em várias Partes, estando este facto devidamente indicado na descrição da corrida (JOB) patente no *output* (ex. JOB: Ligação Caminha (Alternativa 1) (I) 2030).

## FACTORES DE EMISSÃO

Os factores de emissão de poluentes são um parâmetro de base para o CALINE4, sendo a sua quantificação muito complexa, pois dependem de inúmeros factores como a velocidade de circulação, tipo, idade e estado de conservação do veículo e volume de tráfego.

Na ausência de estudo específicos para o parque automóvel português, os factores de emissão resultantes do tráfego correspondem aos apontados na literatura holandesa (*"Handbook of emission Factors"*, 1980). No quadro seguinte apresentam-se os factores de emissão considerados para os poluentes em estudo, considerando uma velocidade constante de 100 km/h<sup>1</sup>:

Quadro 1 – Factores de emissão típicos para veículos automóveis (g/km.veículo)

Poluente	Veículos ligeiros	Veículos pesados
Monóxido de carbono	14,4	22,0
Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> )	3,6	9,8

Os factores foram convertidos em g/milha.veículo (1milha=1,6093 km) de modo a poderem ser utilizados no modelo de dispersão.

Para efeitos de cálculo de um valor de factor de emissão combinado, foi efectuada uma média ponderada sobre os valores expressos no Estudo de Tráfego elaborado para o presente projecto, considerando uma percentagem de 10% de veículos pesados. Assim:

---

<sup>1</sup> A velocidade de tráfego considerada foi de 100 km/h, uma vez que, segundo as normas de traçado especificadas pela ex JAE, considera-se que 85% dos condutores circulam a velocidades que se podem considerar razoáveis e seguras para as condições existentes. Sendo assim, com base neste pressupostos, considerou-se não a velocidade base (80 km/h) mas sim a velocidade de tráfego (100 km/h).

Quadro 2 – Factores de Emissão Considerados

Poluente	Factor de emissão considerado no modelo (g/milha)
CO	24.3
NOx	6.7

### LOCALIZAÇÃO DE RECEPTORES

A metodologia empregue para a definição da localização de receptores, assentou num reconhecimento prévio da zona com base em foto aérea actualizada, seguida por visita de campo, na qual se confirmou a existência e uso das habitações existentes nas imediações da via a construir.

Identificaram-se vários pontos correspondentes a locais com aglomerados urbanos e em alguns casos com habitações isoladas, nos corredores em estudo, com receptores a várias distâncias (entre 20 e 200m relativamente ao eixo da via) para ambos os lados dos traçados. Essas localizações são identificadas no *output* do modelo com o respectivo km de ocorrência e distância considerada. Por limitações na notação permitida pelo modelo, as distâncias entre 200 (2), 100 (1) e 50m (5) referidas no *output* do modelo são meramente indicativas sendo especificada a distância real no quadro que consta da análise de impactes. As distâncias são antecidas de + ou -, conforme a sua posição relativa em relação à via (a Nascente ou Norte (+); a Poente ou a Sul (-)).

Na zona de aglomerados urbanos escolheu-se a localização mais critica segundo uma recta perpendicular à via nesse ponto. A localização mais precisa destes receptores (aglomerados ou habitações isoladas) encontra-se indicada nos quadros de análise de impactes referente ao descritor da qualidade do ar.

Na generalidade da área em estudo as habitações caracterizam-se por um piso e em alguns casos por dois pisos, tendo sido considerados 1,8 m de altura para os receptores.

## CENÁRIOS DE TRÁFEGO

Os dados de Tráfego Médio Diário (TMD) para os lanços em estudo foram divididos por 16 horas para calcular o Tráfego Médio Horário (TMH) necessário para o modelo, considerando que, pelos critérios do IEP, o TMD diurno é relativo ao período das 6 às 22 horas. Foram considerados os dados relativos ao ano previsto para início da exploração (2005) e ao horizonte de projecto (2030).

Quadro 3 – Valores de TMH (veículos/h) considerados para a Ligação a Caminha<sup>2</sup>

2005	2030
934	1347

## CENÁRIOS METEOROLÓGICOS

A dispersão de poluentes na atmosfera depende das condições meteorológicas locais, nomeadamente a direcção e velocidade do vento, condições de estabilidade atmosférica e inversões térmicas.

Com base na análise dos dados registados na estação metrológica mais próxima das soluções consideradas, procurou-se definir dois cenários: um representativo das condições médias mais frequentes na região (cenário típico) e outro com as condições mais desfavoráveis à dispersão de poluentes (cenário crítico), caracterizada por uma conjugação de velocidade de vento reduzida e baixa altura da camada de mistura, o que se traduz em condições de grande estabilidade atmosférica- excepcionalmente grave e com muito reduzida probabilidade de ocorrência.

Em relação aos ventos, a direcção mais frequente é de NE (18,2%) com velocidade média de aproximadamente 6,0 km/h. Para o cenário crítico utilizou-se a velocidade mínima admitida pelo modelo, conjuntamente com a opção de cálculo automático da direcção mais penalizante para cada receptor (*worst-case wind angle run*). O desvio-padrão foi escolhido segundo indicações do manual do CALINE4.

---

<sup>2</sup> Segundo o Estudo de Tráfego realizado.

As classes de estabilidade atmosférica definidas segundo Pasquill-Turner, traduzem-se em seis valores (A a F), em função de diferentes combinações de vento e radiação solar. A classe A representa as condições mais turbulentas, enquanto a F as mais estáveis. A classe D traduz uma atmosfera neutra.

A temperatura ambiente deve representar, segundo indicações do manual do modelo, condições típicas de Inverno, tendo-se para tal escolhido a temperatura média do mês mais frio.

O quadro seguinte resume as condições de dispersão utilizadas para os dois cenários analisados:

Quadro 4 - Cenários meteorológicos utilizados para a Ligação a Caminha

Condições meteorológicas	Cenário típico	Cenário crítico
Velocidade (m/s) e direcção (°) do vento <sup>1</sup>	1,6; NE (45°)	0,5; "worst-case wind angle"
Desvio-padrão da direcção do vento (°) <sup>2</sup>	25	25
Classe de estabilidade atmosférica <sup>3</sup>	4(D)	7(G)
Altura da camada de mistura (m) <sup>2</sup>	1000	300
Temperatura ambiente (°C) <sup>1</sup>	9,4	15

<sup>1</sup>INMG, 1991

<sup>2</sup>CALTRANS, 1998

<sup>3</sup>STERN, Arthur Cecil;1984.

# **RESULTADOS DO MODELO**

## **CALINE 4**



## OUTPUT CALINE4

O ficheiro de saída do Caline 4 encontra-se dividido em quatro secções:

- Header (cabeçalho);
- (I) Site Variables (variáveis da região);
- (II) Link Variables (variáveis dos troços);
- (III) Receptor Locations (localização dos receptores);
- (IV) Model Results (resultados do modelo).

As variáveis identificadas no Caline 4 encontram-se definidas seguidamente:

**U** = velocidade do vento;

**Z0** = coeficiente de rugosidade;

**ALT** = altitude acima do nível do mar;

**BRG** = ângulo do vento (0° N, 90° E, 180° S, 270° W);

**VD** = velocidade de deposição;

**CLAS** = classe de estabilidade atmosférica;

**VS** = velocidade de sedimentação de partículas;

**MIXH** = altura de mistura atmosférica;

**AMB** = concentração ambiente de CO;

**SIGTH** = desvio padrão da direcção do vento;

**TEMP** = temperatura ambiente;

**Type** = tipo de troço (AG = ao nível do terreno, DP = escavação, FL = aterro, PK = parque de estacionamento);

**VPH** = veículos por hora

**EF** = factor de emissão

**H** = altura do troço

**W** = largura da zona de mistura

**Pred Conc** = concentração prevista no receptor, incluindo AMB

**Conc/Link** = O incremento da concentração de CO no receptor, contribuído por cada troço

## **Monóxido de Carbono**

(Cenário Crítico - 2030)

## **Dióxido de Azoto**

(Cenário Crítico - 2030)

## **Monóxido de Carbono**

(Cenário Crítico - 2005)

## **Dióxido de Azoto**

(Cenário Crítico - 2005)

## **Monóxido de Carbono**

(Cenário Típico - 2030)

## **Dióxido de Azoto**

(Cenário Típico - 2030)