

Anexo I – Dedução da Equação III.10 para o cálculo da altura da linha de divisão

Desprezando-se o atrito, a equação de conservação de energia de uma parcela de ar à altura da linha de divisão numa zona a sotavento onde o escoamento não está perturbado pela presença da elevação contém apenas os termos da energia cinética, potencial e de pressão e é dada pela Equação A1.1 (Snyder et al., 1985).

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} u^2 + gz \right) + \frac{1}{\rho_p} \frac{dP}{dt} \quad (A1.1)$$

Assumindo que a atmosfera se encontra em condições hidrostáticas, a relação entre pressão e massa volúmica do ar ambiente (entre P_a e ρ_a) é obtida pela Equação A1.2 (Snyder et al., 1985).

$$\frac{dP_a}{dz} = -g\rho_a \quad (A1.2)$$

Substituindo a Equação A1.2 na Equação A1.1 e considerando que a pressão na parcela de ar é igual à pressão no ar ambiente, obtém-se a Equação A1.3 (Snyder et al., 1985).

$$d \left(\frac{u^2}{2} + gz \right) = \frac{\rho_a}{\rho_p} dz \quad (A1.3)$$

Considera que a relação entre massa volúmica e temperatura absoluta é a obtida da equação para os gases perfeitos para o ar seco, ou seja, a Equação A1.4 (Snyder et al., 1985), onde R é o quociente entre a constante de gases perfeitos e a massa de um mole de ar seco e T e T_a são as temperatura absolutas para a parcela de ar e para o ambiente.

$$d \frac{u^2}{2} = \left(\frac{T - T_a}{T_a} \right) g dz \quad (A1.4)$$

Considerando que a linha de corrente onde se encontra a parcela de ar atinge um ponto de estagnação, com velocidade nula, no topo da elevação, ou seja, em $z = h_t$, integra-se a Equação A1.4 entre os limites H_c , a altura da linha de divisão, e h_t , obtendo-se a Equação A1.5 (Snyder et al., 1985).

$$u^2(H_c) = -2g \int_{H_c}^{h_t} \left(\frac{T - T_a}{T_a} \right) dz \quad (A1.5)$$

Esta equação pode ser colocada em relação à temperatura potencial considerando a equação de Poisson, a Equação A1.6 (Snyder et al., 1985),

$$\frac{T}{\theta} = \left(\frac{P}{P_0} \right)^k \quad (\text{A1.6})$$

onde k é um parâmetro com o valor de 0.286 para o ar seco e P_0 é a pressão de referência (1000 milibares).

Substituindo a Equação A1.6 na Equação A1.7, integrando por partes e considerando que $\theta_a(Hc)/\theta_a(z) \approx 1$ (comportamento adiabático) obtém-se a Equação A1.8 (Snyder et al., 1985).

$$u^2(Hs) = 2g \int_{Hc}^{h_t} \frac{h_t - z}{\theta_a(z)} \left(\frac{d\theta_a}{dz} \right) dz \quad (\text{A1.8})$$

Anexo II – Cálculo dos parâmetros $\overline{w_1}$, $\overline{w_2}$, σ_{w1} , σ_{w2} , λ_1 , λ_2 para p_w no Modelo PDF

Considerando S e R definidos da forma indicada na secção III.6.2 os parâmetros $\overline{w_1}$, $\overline{w_2}$, σ_{w1} , σ_{w2} , λ_1 , λ_2 são calculados através das Equações (A2.1), (A2.2), (A2.3), (A2.4),(A2.5),(A2.6) (Weil, 1990; Baerentsen e Berkowicz, 1984).

$$\frac{\overline{w_1}}{\sigma_w} = \frac{\gamma_1 S}{2} + \frac{1}{2} \left(\gamma_1^2 S^2 + \frac{4}{\gamma_2} \right)^{1/2} \quad (\text{A2.1})$$

$$\frac{\overline{w_2}}{\sigma_w} = \frac{\gamma_1 S}{2} - \frac{1}{2} \left(\gamma_1^2 S^2 + \frac{4}{\gamma_2} \right)^{1/2} \quad (\text{A2.2})$$

$$\gamma_1 = \frac{1 + R^2}{1 + 3R^2} \quad (\text{A2.3})$$

$$\gamma_2 = 1 + R^2 \quad (\text{A2.4})$$

$$\lambda_1 = \frac{\overline{w_2}}{w_2 - w_1} \quad (\text{A2.5})$$

$$\lambda_2 = -\frac{\overline{w_1}}{w_2 - w_1} \quad (\text{A2.6})$$

Anexo III – Correção da altura mecânica da Camada Limite

A evolução no tempo da z_{im} é considerada como a dada pela Equação A3.1.

$$\frac{dz_{im}}{dt} = \frac{(z_{ie} - z_{im})}{\tau} \quad (A3.1)$$

onde τ é a escala de tempo em que a altura mecânica de camada de mistura atinge o seu valor de equilíbrio, dado pela Equação IV.28.

τ é dada pela Equação A3.2,

$$\tau = \frac{z_{im(t)}}{\beta_t u_{*(t+\Delta t)}} \quad (A3.2)$$

onde β_t é uma constante empírica com o valor 2.0, $z_{im(t)}$ é a altura mecânica da camada de mistura no instante de tempo anterior e $u_{*(t+\Delta t)}$ é a velocidade de fricção no instante de tempo considerado.

Dado que u_* varia com o tempo é integrada numericamente a Equação A3.1 para se obter a Equação A3.3.

$$z_{im(t+\Delta t)} = z_{im(t)} e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} + z_{ie(t+\Delta t)} \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} \right) \quad (A3.3)$$

onde Δt é o intervalo de tempo em segundos (3600 s).

Na primeira hora do dia, em que não existe o valor de z_{im} da hora anterior, é considerada a altura mecânica da camada de mistura igual ao valor de equilíbrio.

Anexo IV – Cálculo da altura convectiva da Camada Limite (z_{ic})

A altura de cada um dos níveis da sondagem é considerada a altura de medição subtraída da primeira altura de medição (considerada a base). Este cálculo só é realizado se o primeiro nível da sondagem tiver medições válidas para a pressão, temperatura de bolbo seco e altitude.

A temperatura potencial é calculada para cada nível assim obtido segundo a Equação A4.1.

$$\theta = T \left(\frac{1000}{P} \right)^{0.2857} \quad (\text{A4.1})$$

onde T é a temperatura de bolbo seco medida a cada nível (K) e P é a pressão atmosférica a esse nível (mBar).

Se a última altura de sondagem obtida for menor que 5000 m, a sondagem é estendida aos 5000m, sendo-lhe acrescentado o nível dos 5000 m, se o número de níveis durante este processo não excede o número máximo (100 níveis).

A extensão da sondagem é realizada do modo descrito seguidamente.

Se a altura do último nível da sondagem é superior aos 600m é calculada a temperatura potencial no nível resultante da subtracção de 500m ao último nível da sondagem. O valor de temperatura potencial neste nível é obtido por interpolação linear entre os valores de temperatura potencial nos níveis de sondagem imediatamente acima ou abaixo desse nível pela Equação A4.2.

$$\theta = \theta_1 + \frac{(z - z_1)}{z_2 - z_1} (\theta_2 - \theta_1) \quad (\text{A4.2})$$

onde z_1 e z_2 são as alturas dos níveis imediatamente abaixo e acima de z , respectivamente, e θ_1 e θ_2 são as temperaturas potenciais nos níveis imediatamente abaixo e acima de z , respectivamente.

A sondagem é estendida calculando-se o gradiente de temperatura potencial entre o último nível da sondagem e o nível obtido do último subtraindo 500m, pela Equação A4.3 e supondo-se que entre o último nível da sondagem e os 5000m o gradiente é igual,

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{(\theta_{fim} - \theta_{fim-500m})}{500} \quad (\text{A4.3})$$

A variação de temperatura potencial entre o último nível e os 5000m é dada pela expressão A4.4.

$$d\theta = (5000 - z_{fim}) \frac{d\theta}{dz} \quad (\text{A4.4})$$

A temperatura potencial no nível de 5000m pode ser calculada então pela Equação A4.5.

$$\theta = \theta_{fim} - d\theta \quad (A4.5)$$

A extensão da sondagem é realizada apenas se tiver sido calculada a temperatura potencial.

z_{ic} é obtida comparando, para cada instante de tempo, o valor do fluxo de calor cumulativo deste a primeira hora do dia até a esse instante com a área abaixo do perfil de temperatura potencial. Esta comparação é realizada para instantes de 15 em 15 minutos desde a primeira hora do dia em que o fluxo de calor é maior que o fluxo mínimo 0.0001 W/m^2 até à primeira hora, depois do nascer do Sol, em que o fluxo de calor é menor que um valor mínimo de 0.0001 W/m^2 por duas horas consecutivas.

Para o cálculo do fluxo de calor cumulativo os H para cada hora são somados desde a primeira hora até à hora em que se faz o cálculo e convertidos de W/m^2 para Joules/m^2 , multiplicando-se por um factor de 3600. No caso de o fluxo de calor neste período ter um valor ≤ 0 então não é somado.

Para os instantes, de 15 em 15 minutos, que não correspondem a horas certas é necessário interpolar-se entre os valores calculados respeitantes a horas certas, o que é feito pela fórmula (A4.6).

$$H_{cum\{t=t_j\}} = H_{cum\{t=t_1\}} + \frac{(H_{cum\{t=t_2\}} - H_{cum\{t=t_1\}})}{60}(t - t_1) \quad (A4.6)$$

onde $H_{cum\{t\}}$ é o fluxo cumulativo no instante t, o tempo em minutos depois da meia noite e $t_1 \leq t_j \leq t_2$.

No caso de o fluxo calculado se menor que o último fluxo calculado então é considerado igual a este valor.

O fluxo cumulativo utilizado na comparação com a área abaixo do perfil de temperatura potencial ($H_{int}\{t\}$) é dado pela Equação A4.7, para cada instante de tempo, onde A é um parâmetro com o valor 0.2.

$$H_{int}\{t\} = \frac{H_{cum}\{t\}}{\rho_a c_p}(1 + 2.A) \quad (A4.7)$$

A área abaixo do perfil de temperatura potencial é calculada para os níveis em que a temperatura potencial cresce com a altitude, sendo considerada nula para os outros casos.

A área entre dois níveis consecutivos (j e j-1) do perfil de temperatura potencial (Area) é calculada pela Equação A4.8.

$$Area\{z_j\} = 0.5 \frac{(\theta_j - \theta_{j-1})}{(z_j - z_{j-1})} \quad (A4.8)$$

Estas áreas são somadas, sendo obtido para cada nível da sondagem estendida um valor que é a soma do valor para o seu nível com os valores dos níveis anteriores.

No caso de o valor de $H_{\text{int}}\{t\}$ ser menor que o valor da área abaixo do perfil de temperatura potencial para cada instante e para cada nível de sondagem estendida, então z_{ic} é a altura do nível, se a área abaixo do perfil de temperatura potencial for igual à do nível inferior, ou, se isto não se verificar, à altura resultante da interpolação entre os dois níveis, dada pela Equação A4.9.

$$z_{ic} = z_1 + (H_{\text{int}} - \text{Area}\{z_1\}) \frac{(z_2 - z_1)}{(\text{Area}\{z_2\} - \text{Area}\{z_1\})} \quad (\text{A4.9})$$

No caso de para todos os níveis se ter um valor de $H_{\text{int}}\{t\} \geq \text{Area}\{z\}$ abaixo do perfil de temperatura potencial então a altura de mistura é igual ao máximo nível da sondagem estendida.

z_{ic} para cada hora é a obtidas para essa hora se se tiver L existente nos dados e menor que zero. Tal como z_{im} o seu valor é considerado limitado a um máximo de 4000 m.

Anexo V – Alturas consideradas para o cálculo de perfis de variáveis (m)

0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 14.0, 20.0, 30.0, 40.0, 50.0, 60.0, 70.0, 80.0, 90.0, 100.0, 120.0, 140.0, 160.0, 180.0, 200.0, 250.0, 300.0, 350.0, 400.0, 450.0, 500.0, 550.0, 600.0, 650.0, 700.0, 750.0, 800.0, 850.0, 900.0, 950.0, 1000.0, 1050.0, 1100.0, 1150.0, 1200.0, 1250.0, 1300.0, 1350.0, 1400.0, 1450.0, 1500.0, 1550.0, 1600.0, 1650.0, 1700.0, 1750.0, 1800.0, 1850.0, 1900.0, 1950.0, 2000.0, 2100.0, 2200.0, 2300.0, 2400.0, 2500.0, 2600.0, 2700.0, 2800.0, 2900.0, 3000.0, 3100.0, 3200.0, 3300.0, 3400.0, 3500.0, 3600.0, 3700.0, 3800.0, 3900.0, 4000.0, 4100.0, 4200.0, 4300.0, 4400.0, 4500.0, 4600.0, 4700.0, 4800.0, 4900.0, 5000.0

Nota: Definidas no vector GRIDHT no BLOCK DATA INIT no ficheiro AERMOD.FOR

Anexo VII – Características de ficheiros DT0 de acordo com a longitude

Quadro A.1 : Espaçamento em longitude entre perfis, número de perfis e número de pontos de elevação por perfil, segundo a zona de latitude, para os ficheiros DT0.

| Zona de latitude | Espaçamento de longitude (segundos de grau) | Número de perfis | Número de elevações por perfil (nodos) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| 0°N-49°N | 30 | 121 | 121 |
| 50°N-69°N | 60 | 121 | 61 |
| 70°N-74°N | 90 | 121 | 41 |
| 75°N-79°N | 120 | 121 | 31 |
| 80°N-81°N | 180 | 121 | 21 |
| 0°S-49°S | 30 | 121 | 121 |
| 50°S-69°S | 60 | 121 | 61 |
| 70°S-74°S | 90 | 121 | 41 |
| 75°S-79°S | 120 | 121 | 31 |
| 80°S-81°S | 180 | 121 | 21 |

Anexo VIII – Emissões horárias de SO₂

Quadro A.2 : Características de emissão para o SO₂.

| Hora | Média horária (g/s)* |
|-------------|-----------------------------|
| 1 | 0,311139414 |
| 2 | 0,235846847 |
| 3 | 0,395231978 |
| 4 | 0,720644678 |
| 5 | 0,924644185 |
| 6 | 1,107016384 |
| 7 | 1,5342079 |
| 8 | 2,346876905 |
| 9 | 0,833001687 |
| 10 | 0,690923157 |
| 11 | 0,84066171 |
| 12 | 1,221674016 |
| 13 | 1,040258047 |
| 14 | 0,258315408 |
| 15 | 0,232425012 |
| 16 | 0,137759353 |
| 17 | 0,076902023 |
| 18 | 0,114021852 |
| 19 | 0,085376446 |
| 20 | 0,292858086 |
| 21 | 0,068635213 |
| 22 | 0,172848183 |
| 23 | 0,23171036 |
| 24 | 0,177591829 |

* para todas as horas a taxa de emissão foi determinada a partir de caudais e concentrações nos gases de chaminé para o dia 26/6/99, excepto para a hora 24, obtida a partir do dia 27/6/99.

Fonte : Adaptado a partir de medições de Valorsul

Anexo X – Dimensões de edifícios perto da Incineradora

Quadro A.3 : Dimensões dos edifícios por direcção consideradas para a modelação.

| Direcção (graus) * | Altura (m) | Largura (m) | Direcção (graus) | Altura (m) | Largura (m) |
|-----------------------|------------|-------------|---------------------|------------|-------------|
| 10 | 6 | 50 | 190 | 0 | 0 |
| 20 | 6 | 50 | 200 | 0 | 0 |
| 30 | 6 | 50 | 210 | 0 | 0 |
| 40 | 0 | 0 | 220 | 0 | 0 |
| 50 | 0 | 0 | 230 | 0 | 0 |
| 60 | 0 | 0 | 240 | 0 | 0 |
| 70 | 0 | 0 | 250 | 0 | 0 |
| 80 | 0 | 0 | 260 ^a | 40 | 60 |
| 90 | 0 | 0 | 270 ^a | 40 | 60 |
| 100 | 0 | 0 | 280 ^a | 40 | 60 |
| 110 | 0 | 0 | 290 ^a | 40 | 60 |
| 120 | 0 | 0 | 300 ^a | 40 | 60 |
| 130 | 0 | 0 | 310 ^b | 9 | 250 |
| 140 | 0 | 0 | 320 ^b | 9 | 250 |
| 150 | 0 | 0 | 330 ^b | 9 | 250 |
| 160 | 0 | 0 | 340 ^b | 6 | 250 |
| 170 | 0 | 0 | 350 ^b | 6 | 250 |
| 180 | 0 | 0 | 360 | 6 | 25 |

^a edifício da Central

^b instalações da Covina

* em relação à direcção Norte no sentido dos ponteiros de relógio

Anexo XI - Fotografias das imediações da Incineradora

Figura A11.1 : Panorama a Nordeste e Este da Incineradora.



Figura A11.2 : Pormenor de edifícios a Nordeste da Incineradora.



Figura A11.3 : Panorama a Oeste e Noroeste da Incineradora.



