



O AR QUE EU RESPIRO  
PLANO DE AULA



[mariotome@estg.ipvc.pt](mailto:mariotome@estg.ipvc.pt)

<https://prometheus.ipvc.pt/>

Research Unit on Materials, Energy and Environment for Sustainability

### IDENTIFICAÇÃO DA AULA

<b>1. Tema</b> – Qual é o foco da aula?	Dispersão e transporte de poluentes atmosféricos na escala de centenas e milhares de km.
<b>2. Introdução</b> – Breve descrição do que consiste a aula	Utilização da ferramenta Hysplit para visualização das trajetórias de massas de ar (e poluentes) sobre a superfície terrestre (camada limite atmosférica).
<b>3. Ano de escolaridade</b> – idade do grupo-alvo	10 <sup>o</sup> -12 <sup>o</sup> ano ou 1 <sup>o</sup> ano do ensino superior.
<b>4. Objetivos, conhecimentos e competências</b> a atingir na aula	Permite compreender que estamos unidos por uma só atmosfera na qual os poluentes viajam milhares de km em poucos dias. Permite ainda aos professores explicarem conceitos básicos de geografia como latitude e longitude (para Portugal e outros locais/países). Será interessante para os alunos compreenderem que determinados episódios de poluição atmosférica (e.g. poeiras do Sahara, incêndios na Sibéria ou um vulcão na Islândia) são facilmente explicados e compreendidos com a utilização desta ferramenta (hysplit) cuja utilização num qualquer browser é de fácil exploração pelos jovens alunos. Os gráficos (2D) ou mapas gerados podem ser ainda mais intuitivos se se optar por exportar as trajetórias para formato kmz e visualizar em googleEarth!
<b>5. Duração da aula</b> – Tempo necessário para dinamizar a aula (tempo “normal” = 30-45mins)	45 minutos

## PREPARAÇÃO

<b>6. Preparação prévia</b> – (se necessário) algo que o professor (ou os alunos) necessitem de realizar antes da aula	Nada de especial além de um PC com browser e acesso à internet. Há a oportunidade para o professor explicar que Portugal (Norte-Sul) está localizado por latitudes 39° N (Algarve) a 42° N (Minho e trás os Montes).
<b>7. Notas importantes</b> – (caso existam) como i) advertências sobre possíveis ideias pré-concebidas sobre o tema e como lidar com as mesmas; ii) precauções de segurança; iii) dicas e outras informações úteis	Oportunidade para desmistificar que toda a poluição atmosférica tem origem antropogénica (fontes fixas = indústrias e habitações; fontes móveis = transportes com combustíveis). Neste sentido, salientar que há fenómenos naturais que causam episódios de baixa qualidade do ar tais como (1) poeiras de tempestades do deserto; (2) emissões de vulcões ativos; (3) fogos florestais (causas naturais!); (4) pollens de plantas/árvores autóctones, ....
<b>8. Recursos necessários</b> – materiais, equipamento e bibliografia.	Nada de especial além de um PC com browser e acesso à internet. (como referido acima no ponto 6). Instalar o googleearth desktop para a visualização mais avançada (3D e dinâmica).

## ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM

<p><b>9. Atividade –</b> Indicação dos diferentes passos ou descrição sobre como a aula será conduzida pelo professor. Estruturar a descrição utilizando estes pontos principais:</p> <p>a) Introdução – como pretende introduzir o tema</p> <p>b) Desenvolvimento – sequência de atividades; principais questões e ideias</p> <p>c) Conclusão – como pretende concluir</p>	<p>1. Abrir um browser (e.g. chrome) e digite: <a href="https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php">https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php</a>;</p> <p>2 Escolha a 2º opção “Compute archive trajectories”. Passará a estar em <a href="https://www.ready.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtime=archive">https://www.ready.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtime=archive</a>”;</p> <p>3. Neste primeiro painel deixe as 2 configurações já definidas e clique em “next”;</p> <p>4. escolha um local clicando num ponto do mapa (após zoom adequado; pode ainda deslocar o mapa intuitivamente com o rato) ou introduza as coordenadas latitude e longitude. (e.g. se pretender o ponto de Viana do Castelo será Latitude = 41.6936 Norte e Longitude = 8.828 W. Deixe inalteradas todas as outras opções neste painel e prima “next”;</p> <p>5. Neste novo (terceiro) painel prima “next”;</p> <p>6. Neste novo, e quarto painel, altere a “Trajectory direction” para “backward. Deixe todas as outras opções inalteradas (mais tarde poderá explorar e verificar facilmente as diversas possibilidades existentes. Prima “request trajectory (only press once!)”;</p> <p>7. Avançará para o quinto painel que irá automaticamente refrescar a cada 10 segundos enquanto é feito o cálculo das trajetórias de massas de ar solicitadas. Quando terminar esse cálculo irá surgir um pequeno quadro onde será possível visualizar as trajetórias clicando no link “.gif” ou “.pdf” consoante pretender abrir os resultados com software de imagens ou leitor de ficheiros pdf. A figura mostrará a trajetória da massa de ar que passou recentemente sobre Viana do Castelo, á altitude de 500 metros (acima do solo). Se essa massa de ar pelo caminho passou sobre alguma zona com grandes emissões poluentes (e.g. incêndio florestal”, então teríamos muito provavelmente má qualidade nesse local à hora em que a massa ar poluída passou sobre Viana do Castelo.</p> <p>8. É importante realçar que as trajetórias de massas de ar “forward” relativamente a uma dada origem, servem para analisar para onde foi (ou ir+a) ser transportada a poluição que está a ser emitida nesse ponto de referência introduzido no hysplit.</p> <p>9. Caso haja tempo, voltar a repetir as várias etapas anteriores, mas com a diferença de agora no painel 4 (sensivelmente a meio), onde está “Display Options” e “GIS output of contours?” escolher “Google Earth (kmz)”</p> <p>10. Continuando agora o pedido da trajetória, irá obter mais possibilidades de visualização. Caso escolha a terceiro link (“.kmz”) irá efetuar o download do ficheiro kmz que ao abrir (duplo clique) irá iniciar o googlearth desktop (vdeverá estar previamente instalado no PC). Poderá agora visualizar de uma forma completamente 3D o terreno e a massa de ar, incluindo clicar nos pontos vermelhos da trajetória (a cada dt = 6 Horas) e ver as coordenadas desses pontos (Lat; Log e altura).</p> <p>Explore agora por sua conta as múltiplas possibilidades de informações que pode combinar nos vários painéis do Hysplit. Melhor, deixe ser a curiosidade dos alunos a questionar e a escolherem as opções das trajetórias que eles pretendem criar. Pergunte-lhes o que eles conseguem ver na trajetória que eles criaram.</p>
<p><b>10. Avaliação –</b> como vai verificar se os objetivos foram atingidos e os conhecimentos e competências adquiridos?</p>	<p><u>Exemplos de perguntas e debate em grupo/turma ou em pequenos grupos de 4 alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para que serve o Hysplit?</li> <li>✓ Será útil como ferramenta prática em caso de catástrofes de grande escala como uma fuga radiativa numa central nuclear?</li> <li>✓ Quanto tempo demorará um poluente a atingir os antípodas da sua emissão? Use a internet para saber o raio do planeta Terra e estime o seu perímetro! Considere uma velocidade de vento <math>u = 5 \text{ m/s} \sim 20 \text{ km/h}</math>.</li> </ul>

## DEPOIS DA AULA

<p><b>11.</b> <b>Disseminação/Partilha</b> – Como é que vai partilhar os resultados da aula para promover a consciencialização? a)</p>	<p>O professor deverá sublinhar a seguinte ideia e mensagem aos alunos e suas famílias: a atmosfera é a esfera mais global em termos de partilha de interesses entre nações. (Micro)Poluentes e Alterações climáticas são o espelho dessa afirmação. Urge a mudança de comportamentos de cidadania e o entendimento entre os países no seio da ONU para definirem acordos que possam proteger a atmosfera (e consequentemente a humanidade e os ecossistemas terrestres e aquáticos).</p>
<p><b>12. Atividade complementar</b> – (caso exista) Sugira uma atividade que possa dar seguimento aos conteúdos aprendidos durante a sua aula</p>	<p><b>Atividade suplementar:</b> Caso ainda tenha tempo, o professor poderá preparar uma impressão de uma notícia de um fenómeno de má qualidade do ar como por exemplo associado à intrusão de poeiras do Sahara em Portugal, pesquisando no google ou num jornal de notícias nacional.</p> <p>De seguida realizar uma trajetória “backward” dessa cidade portuguesa (nesse dia e hora) afetada pelas partículas e verificar se a massa de ar veio efetivamente do Norte de Africa. Será conveniente realizar essa trajetória com mais de 24 horas (e.g. 72 h).</p> <p>Outra possibilidade é dar essa notícia em papel e solicitar aos alunos que realizem a análise da trajetória “backward” como “Trabalho Para Casa” e possam fazer um min relatório de 2 a 5 páginas sobre esse episódio usando o Hysplit.</p>
<p><b>13. Adaptações</b> para estudantes com dificuldades de aprendizagem ou alunos sobredotados (se aplicável)</p>	<p>Alunos sobredotados poderão ter curiosidade em explorar o transporte e dispersão de radioatividade emitida pelo acidente nuclear de Fukushima (2011). Hysplit possui recursos pré-definidos para gerar trajetórias forward relativamente a essas emissões. Aceder e explorar <a href="https://www.ready.noaa.gov/READY_fdnp.php">https://www.ready.noaa.gov/READY_fdnp.php</a>.</p>
<p><b>14. Informação prévia para professores</b> – incluir links de websites ou outros recursos que possam fornecer informação adicional a professores.</p>	<p><b>Recursos em vídeo para professor e alunos:</b> No Youtube pesquise por “How to use the HYSPLIT model”. Encontrará dezenas de vídeos de 3 a 15 minutos que explicam de forma clara a interface online do Hysplit. Um bom vídeo é o seguinte: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=DHfbmXc4hAA">https://www.youtube.com/watch?v=DHfbmXc4hAA</a>. Note que o Hysplit permite realizar análises muito complexas. Não é esse o âmbito desta aula!</p>
<p><b>15.</b> <b>Referências/bibliografia</b> – indicar as fontes utilizadas.</p>	<p><b>Draxler, R. R., &amp; Hess, G. D. (1997).</b> <i>Description of the HYSPLIT_4 modeling system.</i> NOAA Technical Memorandum ERL ARL-224. Silver Spring, MD: NOAA Air Resources Laboratory.</p> <p><b>Draxler, R. R., &amp; Hess, G. D. (1998).</b> <i>An overview of the HYSPLIT_4 modeling system for trajectories, dispersion, and deposition.</i> Australian Meteorological Magazine, 47(4), 295-308.</p> <p><b>Stein, A. F., Draxler, R. R., Rolph, G. D., Stunder, B. J. B., Cohen, M. D., &amp; Ngan, F. (2015).</b> <i>NOAA’s HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system.</i> Bulletin of the American Meteorological Society, 96(12), 2059-2077. DOI: 10.1175/BAMS-D-14-00110.1</p> <p><b>Rolph, G. D., Draxler, R. R., Stein, A. F., Taylor, A., Ruminski, M. G., Kondragunta, S., ... &amp; Davidson, P. M. (2009).</b> <i>Description and verification of the NOAA Smoke Forecasting System: The 2007 fire season.</i> Weather and Forecasting, 24(2), 361-378. DOI: 10.1175/2008WAF2222165.1</p> <p><b>Draxler, R. R., &amp; Rolph, G. D. (2013).</b> <i>HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website.</i> NOAA Air</p>

Resources Laboratory, Silver Spring, MD. Available at:

<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>

**Rolph, G., Stein, A., & Stunder, B. (2017).** *Real-time Environmental Applications and Display sYstem: READY.* Environmental Modelling & Software, 95, 210-228. DOI: 10.1016/j.envsoft.2017.06.025

