

Heliografia extrema

Horácio Fernandes

Resumo

Uma actividade experimental para a compreensão da importância da refletância (cor) das superfícies na eficiência solar térmica de edifícios ou painéis solares.

Introdução

Numa sociedade cada vez mais sensível aos aspectos ecológicos e utilizadora de recursos energéticos renováveis, importa educar no sentido de permitir aos futuros cidadãos fazer opções correctas do ponto de vista da escolha dos equipamentos de energias renováveis. Em particular, importa sensibilizar os alunos para a potência solar disponível e os diversos efeitos que condicionam a sua coleção.

Por outro lado, grande parte da fenomenologia climática e a sua influência na variabilidade térmica da terra pode ter a sua compreensão facilitada após esta atividade, em particular o albedo da terra, levando ao entendimento do mesmo enquanto razão entre a radiação refletida e incidente na Terra. Com efeito, a Terra reenvia para o espaço entre 30% e 40% da radiação recebida, sobretudo devido aos fenómenos atmosféricos e à existência de desertos de cor clara (incluindo de gelo).

O objetivo da actividade experimental aqui detalhada é medir indiretamente a refletância dum objeto em função da sua cor, representada por uma graduação de cinzentos entre 0 e 100%.

Material experimental

- 1 Espelho concavo de 20 a 40 cm de distância focal e aproximadamente 15 cm de diâmetro (por exemplo, espelho de aumento).
- 1 Folha impressa com gradação de cinzentos (a laser de preferência).
- 1 bancada ótica ou suporte adequado para o alvo e espelho
- 1 Cronómetro.

Protocolo experimental

Preparação da experiência

Previamente à execução da experiência, imprime-se vários quadrados numa folha de papel branco comum, preenchidos por uma cor uniforme cinzenta em níveis graduais de 20% de intensidade tal como na Figura 1. Estes podem ser obtidos através de qualquer programa de edição e manipulação de imagem como o MSPaint ou o Gimp. Para o efeito, selecciona-se a ferramenta de preenchimento (balde a verter), sendo escolhida previamente a cor através do menu de definição de cor personalizada. Para se obter os vários níveis de cinza selecciona-se intensidades idênticas nos canais RGB dividindo a escala uniformemente em degraus proporcionais entre si. Por exemplo, $256 \times 0,2 - 1 = 50$ dará o primeiro nível de cinzento colocando cada um dos canais Vermelho = Verde = Azul = 50, enquanto $256 \times 1,0 - 1 = 255$ equivale ao branco absoluto. Deve-se utilizar imagens obtidas através duma impressora laser de boa qualidade ou outra impressora que não gere impressões de elevado brilho, devendo utilizar-se papel branco corrente ou mate.

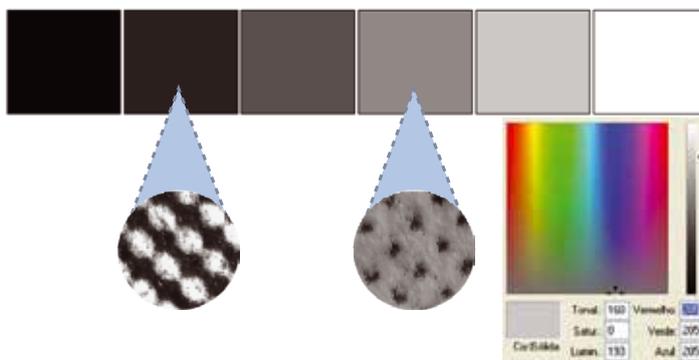


Fig. 1 - Gradação de cinzento do alvo numa variação de 20% por imagem. Esta figura pode ser criada no MSPaint pelos alunos, definindo a cor no painel de seleção RGB em "Cores Personalizadas" com valores idênticos nas suas 3 componentes (Vermelho, Verde, Azul) Nos níveis de 40% e 80% é mostrada uma ampliação ótica por 50x da imagem impressa revelando a microestrutura da cor.

Na figura pode ser observada a ampliação do resultado obtido. Na realidade a cor não é uniforme, mas corresponde a uma rede de pontos negros mais ou menos espaçados pela área branca do papel. Este é o resultado que se pretende efectivamente, pois a reflectância corresponderá directamente ao rácio (área branca)/(área negra). Note-se que este valor poderá ser obtido mais exactamente pela análise da imagem ao microscópio ou à lupa numa outra atividade laboratorial, medindo com o recurso a um programa de manuseamento de imagem o valor exato dessas áreas, onde um valor da reflectância próximo de um corresponde ao branco absoluto.

Execução experimental

Em frente a uma janela exposta ao Sol coloca-se no parapeito da mesma o espelho alinhado perpendicularmente aos raios solares. Procurar-se o foco deslocando para o efeito uma folha em frente do mesmo aproximadamente à sua distância focal.

Nunca utilizar a mão ou outra parte do corpo porque poderão advir queimaduras graves mesmo se expostas num espaço curto de tempo. É igualmente aconselhável fazer a experiência com óculos escuros para poupar a retina.

Ter em atenção que a imagem do Sol não será pontual devido à qualidade do espelho, mas gerará uma imagem de poucos milímetros quadrados. Esta deverá estar francamente contida nos quadrados impressos.

Estabelecida esta distância do espelho ao alvo, fixa-se o espelho e substitui-se o alvo pelas imagens respectivas em termos de níveis de cinza, começando pelo negro absoluto. Note que o branco nunca é absoluto no papel reciclado.

Assim que se orienta a luz do foco para a imagem dá-se início à contagem do tempo até se provocar o incêndio local do papel. Regista-se o tempo e extingue-se de imediato a chama. Convém obter cinco a dez contagens de tempo por imagem para ser determinado o erro experimental com algum rigor.

De seguida transpõe-se a tabela obtida para um gráfico (tempo vs. nível de cinzento), marcando o grupo de valores para cada imagem. Procura-se finalmente ajustar a melhor função através dum regressão de modo a minimizar o desvio.

Discussão

A presente actividade experimental permite inferir dum forma motivadora e assombrosa a importância da cor na absorção da radiação solar; com efeito, a experiência permite graduar o albedo da superfície do papel em função do tempo de ignição do mesmo; desde logo, permite inferir que o branco é um refletor quase perfeito uma vez que o papel quase nunca se incendeia e, por outro lado, o preto absoluto ignita quase instantaneamente, demonstrando a rápida absorção da energia disponível e a potência em jogo na radiação solar.

A actividade complementa-se matematicamente pelo ajuste

duma função adequada à evolução do tempo de ignição em função do nível de cinzento, onde a discussão sobre o erro experimental surge dum forma muito natural e óbvia. Efectuando uma regressão linear sobre os dados experimentais, pode-se concluir que o melhor ajuste não será uma reta. Com efeito, o processo de ignição deriva dum sistema complexo de equilíbrio dinâmico entre o calor recebido por radiação e o radiado, mas igualmente influenciado pela convecção do ar na proximidade do ponto de incidência. Contudo a experiência permite evidenciar dum forma clara a forte dependência da ignição (proporcional ao calor efetivamente depositado no papel) com o nível de cinzento (Figura 2).

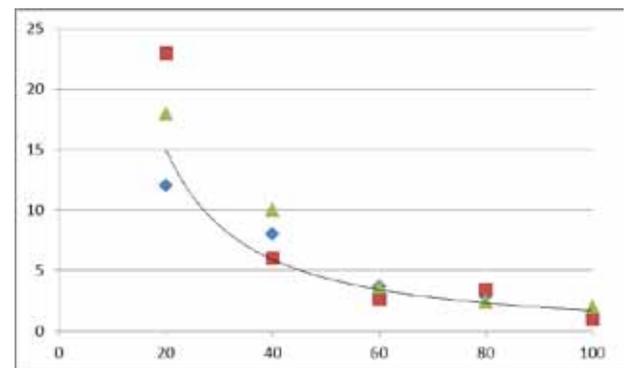


Fig. 2 - Dependência do tempo de ignição em função do nível de cinzento da imagem.