

Relatório Parcial

Peícula Protetora

Projeto:

Resultados obtidos:

Medidas realizadas no Laboratório de Espectrofotometria e Ensino de Óptica - LEFEO – IFGW.

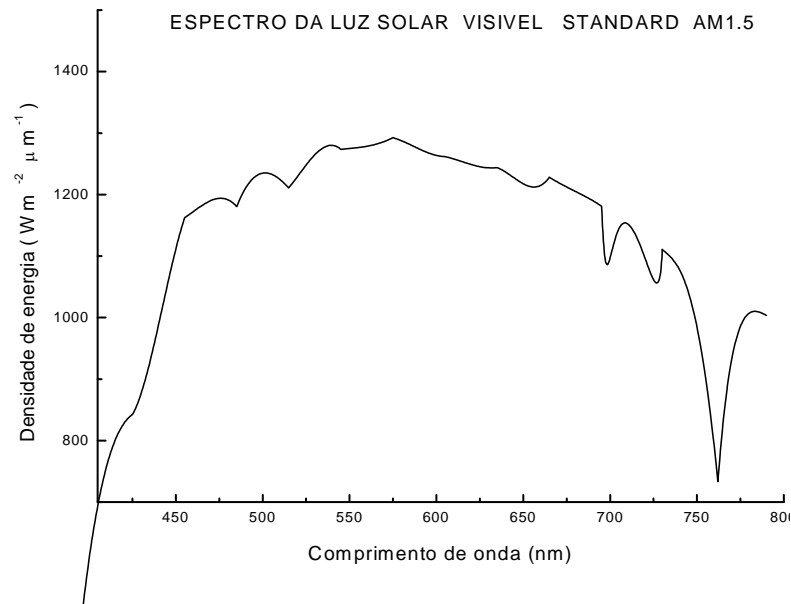


Fig. 1: Espectro de intensidade de radiação solar (comprimento de onda até 2500 nm), em que se verifica a densidade de energia transmitida em função do comprimento de onda no espectro padrão AM 1.5 .

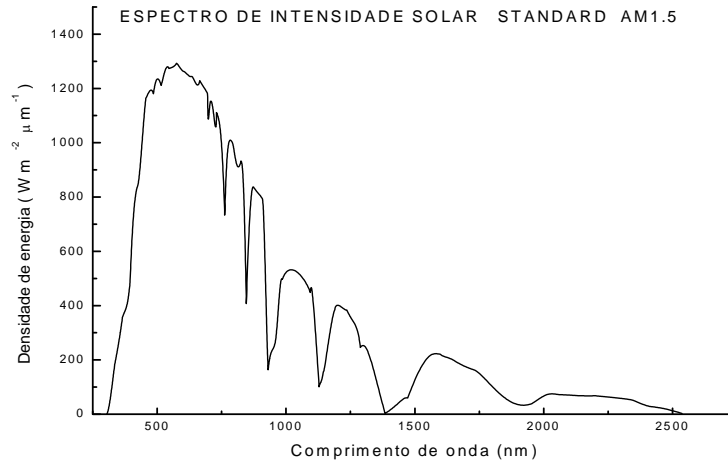


Fig. 2: Espectro da luz solar no campo do visível (comprimento de onda até 800nm), em que se verifica a densidade de energia pelo comprimento de onda no espectro padrão AM 1.5 .

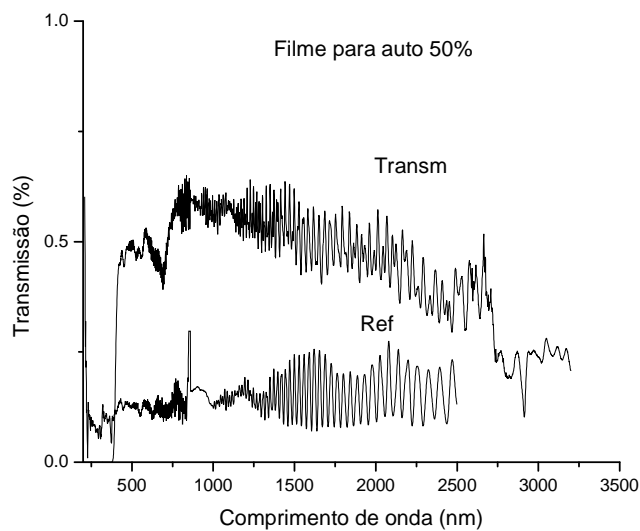


Fig. 3: Espectro da transmissão da luz solar em função do comprimento de onda através de uma película protetora (50%). Verifica-se que acima do comprimento de onda da luz visível há uma grande quantidade de raios transmitidos.

A próxima etapa do projeto consistirá nas medidas de temperatura no interior dos veículos com e sem a película protetora. Para tal, realizarei medidas com um espaçamento de tempo de 10 min, a fim de acompanhar a evolução temporal das temperaturas nas duas situações. Por fim, irei confrontar os dados obtidos e concluir se o que os fabricantes afirmam a respeito de redução de

temperatura no interior dos veículos que utilizam “insulfilm” é verdadeiro. Uma das dificuldades foi encontrar automóvel sem “insulfilm”. Além disso, as condições climáticas atuais em Campinas têm impossibilitado a aquisição dos dados empíricos.

Descrição:

Este projeto visa investigar de uma forma bastante simples a eficiência da Película de Controle Solar e Segurança, popularmente conhecida como “Insulfilm” ou “Revest Film”, na redução de calor no ambiente revestido. De acordo com fabricantes do produto, esse componente proporciona uma redução de calor de até 85%. Pretendo abordar ainda os fenômenos físicos envolvidos no processo de propagação de calor do exterior para o interior do automóvel. Utilizando um termômetro de mercúrio, iremos medir a temperatura no interior de veículos com e sem “Insulfilm” em dias ensolarados e comparar os valores obtidos. Além, disso, pretendo simular o interior do veículo utilizando uma caixa de vidro, a fim de estudar películas refletoras de diferentes percentagens de reflexão.

Dentre os fenômenos físicos envolvidos, podemos citar os processos de transmissão de calor, que podem ocorrer de três formas:

a) **Condução** - modo pelo qual o calor é transferido através de um meio material, de uma molécula (ou átomo) para outra. A principal característica da condução é a transferência de energia sem a simultânea transferência de matéria, ocorrendo, assim, predominantemente nos sólidos. A rapidez com que o calor é conduzido de uma extremidade a outra do objeto vai depender de fatores tais como: dimensão, diferença de temperatura entre as extremidades, espessura, e tipo de material. Existem materiais que melhor conduzem a temperatura e, por isso, são ditos bons condutores térmicos. De acordo com esta propriedade podemos classificá-los em condutores e isolantes térmicos.

b) **Convecção** - transmissão do calor que ocorre principalmente nos fluidos (líquidos e gases). Difere da condução principalmente pelo fato de que na convecção a propagação do calor se dá através do movimento do fluido e envolvendo transporte de matéria. A descrição desse processo é simples. Quando uma massa de fluido é aquecida, suas moléculas passam a se mover mais rapidamente, afastando-se, em média uma das

outras. Como o volume ocupado por essa massa fluida aumenta, há uma diminuição da densidade. A tendência dessa massa menos densa no interior do fluido é sofrer um movimento de ascensão, ocupando o lugar das massas do fluido que estão a uma temperatura inferior. A parte do fluido mais fria (maior densidade) move-se para baixo tomando o lugar que antes era ocupado pela parte do fluido anteriormente aquecido. Esse processo se repete inúmeras vezes, enquanto o aquecimento é mantido. Essa troca dá origem às chamadas correntes de convecção, que são responsáveis pela circulação do fluido.

c) **Radiação:** A transmissão de energia através do espaço é chamada radiação. Este processo de transmissão de calor não necessita da presença de um meio material, podendo ocorrer na ausência de partículas (vácuo). A energia solar, por exemplo, chega até nós através desse processo. A energia transmitida é denominada energia radiante e apresenta-se na forma de ondas eletromagnéticas, assim como as ondas de rádio, as microondas, a luz visível, a radiação ultravioleta (UV), os raios X e os raios gama. Essa forma de energia radiante classifica-se de acordo com o comprimento de onda (ou de frequência). A transferência de calor por radiação geralmente envolve a faixa do espectro conhecida por infravermelho (IV). Qualquer objeto libera energia radiante e objetos a uma maior temperatura liberam mais energia radiante que objetos a uma menor temperatura. As qualidades físicas de um objeto determinam a capacidade de absorção ou de reflexão da radiação. Via de regra, superfícies rugosas e/ou opacas são bons absorvedores de calor radiante, sendo, portanto, facilmente aquecidos por radiação. Superfícies lisas e polidas são usualmente bons refletores, de modo que, não permanecem eficientemente aquecidas. Objetos que são bons absorvedores, freqüentemente são bons emissores. Objetos que são bons refletores, freqüentemente são pobres emissores. Da mesma forma objetos de cor escura absorvem melhor a energia radiante do que objetos de cor clara.

Na metade do século XVII (1650), existiam duas teorias para explicar a natureza da luz: a teoria corpuscular e a teoria ondulatória. Christian Huygens, um holandês, defendia a teoria ondulatória, e na Inglaterra, Isaac Newton, defendia a teoria corpuscular, apesar de não rejeitar completamente a teoria ondulatória. Newton estabelece a periodicidade (uma das idéias básicas da teoria ondulatória) em uma fórmula que antecipava a mecânica quântica. Newton também observou que a luz branca, após passar através de um anteparo de vidro ou prisma, pode ser separada em um espectro de diferentes cores, reproduzindo um arco íris. Esses achados mostram que a luz branca contém todas as cores. Após penetrar no anteparo, cada cor “curva” em um ângulo diferente, porque cada uma vibra em um comprimento de onda específico. Ele também estabeleceu uma técnica para determinar o comprimento de onda de cada cor.

Em 1873, James Clerk Maxwell (nascido em Edimburgo em 1831) propôs a teoria eletromagnética da luz. A existência de uma conexão entre eletromagnetismo e a luz já tinha sido proposta por Michel Faraday, na Inglaterra, que observou a rotação do plano de polarização de um raio de luz por um campo magnético, mas Maxwell formulou as regras matemáticas que governam a radiação eletromagnética. Partindo dessa equação, Maxwell pressupôs a existência de ondas eletromagnéticas transversais que tinham uma constante de aceleração c no vácuo (299.792.458 m/s), e que posteriormente muitos físicos demonstraram ser a velocidade da luz

O termo radiação eletromagnética descreve a transferência de energia por campos elétricos e magnéticos, sem transferência de matéria. A luz corresponde a uma faixa do espectro eletromagnético sensível ao olho humano.

O físico alemão Max Planck demonstrou que o calor radiante é emitido em quantidades discretas denominadas quanta.

Independente da forma como foi gerada, várias propriedades importantes da onda eletromagnética podem ser observadas, tais como:

- Os campos elétricos e magnéticos são perpendiculares à direção de propagação da onda, ou seja, é uma onda transversal.

- O campo elétrico é perpendicular ao campo magnético.

- O produto vetorial $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ aponta no sentido de propagação da onda.

- Os campos variam senoidalmente, e os campos variam com a mesma frequência e estão em fase.

$$E = E_m \sin(kx - \omega t)$$

$$B = B_m \sin(kx - \omega t)$$

Onde: E_m e B_m são amplitudes dos campos e, k e ω são número de onda e frequência angular, respectivamente.

Uma propriedade interessante é o fato das ondas eletromagnéticas não necessitarem de nenhum meio para se propagarem, ou seja todas as ondas eletromagnéticas, incluindo a luz visível, se propagam no vácuo com a mesma velocidade c .

Além de energia, as ondas eletromagnéticas também possuem momento linear. Isto significa que podemos exercer uma pressão (pequena) sobre o corpo apenas iluminando-o. Pode também, transportar e fornecer energia a um corpo. A taxa de transporte de energia por unidade de área por parte de uma onda eletromagnética é descrita por um vetor \mathbf{S} , denominado vetor de Poynting em homenagem ao físico John Henry Poynting (1852-1914), sendo definido :

$\mathbf{S} = \frac{1}{\mu}(\mathbf{E} \times \mathbf{B})$, ou seja, o módulo S depende da rapidez com que a energia é transportada por uma onda através de uma área unitária em um instante e nos diz também que a direção do vetor de Poynting \mathbf{S} de uma onda eletromagnética em um ponto qualquer indica a direção de propagação da onda e a direção de transporte de energia neste ponto.

No caso de absorção total, ou seja, durante um intervalo de tempo Δt , o corpo recebe uma energia ΔU da radiação, o módulo Δp da variação de momento de um corpo está relacionado com a variação de energia através da equação:

$$\Delta p = \Delta U / c ; \text{ onde } c \text{ é a velocidade da luz.}$$

Porém, a radiação pode ser também refletida pelo objeto, ou seja, emitida novamente. Se a radiação é totalmente refletida e a incidência é perpendicular, o módulo da variação do momento é duas vezes maior que no caso anterior:

$$\Delta p = 2 \Delta U / c$$

Embora uma onda luminosa tenda a se espalhar enquanto se propaga a partir de uma fonte, podemos muitas vezes supor que a luz se propaga em linha reta, com isto tem-se o conceito de reflexão e refração

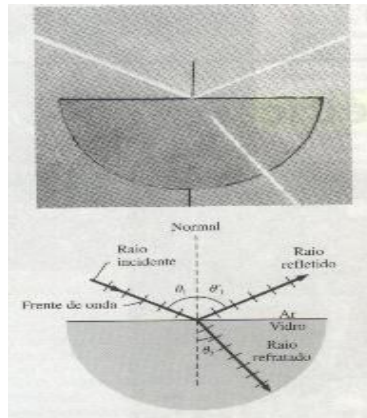


Fig. 4: Visualização do raio incidente em um meio material, onde uma parte é refletida e outra é refratada.

Os feixes luminosos da figura acima estão representado por um raio incidente, um raio refletido e um raio refratado. A orientação destes raios é medida em relação a uma direção, conhecida como normal, que é perpendicular à interface no ponto em que ocorrem a reflexão e a refração, onde θ_1 , θ'_1 e θ_2 são, respectivamente ângulo de incidência, ângulo de reflexão e ângulo de refração, tal que:

$$\theta'_1 = \theta_1 \text{ (reflexão)}$$

$$n_2 \text{ sen } \theta_2 = n_1 \text{ sen } \theta_1 \text{ (lei de Snell) (refração)}$$

O índice de refração n para a luz em qualquer meio, exceto o vácuo, depende do comprimento de onda. Isto significa que quando um feixe luminoso é formado por raios de luz de diferentes comprimentos de onda, o ângulo de refração é diferente para cada raio. Este espalhamento por sua vez, é denominado de dispersão cromática.



Fig. 5: Um prisma triangular separa a luz branca nas suas cores componentes. Onde se observa que a dispersão cromática ocorre na primeira interface e é acentuada na segunda.

Sabemos também, que no interior do veículo ocorre um fenômeno muito comum na natureza que é o efeito estufa, fato este que nos faz esperar um aumento significativo na temperatura interna do veículo. (vide gráfico para automóvel 50%)

Os gases do efeito estufa formam como que uma "redoma de vidro" sobre o planeta, deixando entrar a luz e aprisionando o calor. Originalmente, esses gases somavam apenas 1% do total da atmosfera. O principal deles é o dióxido de carbono (CO_2), que tinha participação de 60% nessa soma.

Este fenômeno é a forma que a Terra tem para manter sua temperatura constante. A atmosfera é altamente transparente à luz solar, porém cerca de 35% da radiação que recebemos vai ser refletida de novo para o espaço, ficando os outros 65% retidos na Terra. Isto deve-se principalmente ao efeito sobre os raios infravermelhos de gases como o Dióxido de Carbono, Metano, Óxidos de Azoto e Ozônio presentes na atmosfera (totalizando menos de 1% desta), que vão reter esta radiação na Terra, permitindo-nos assistir ao efeito calorífico dos mesmos.

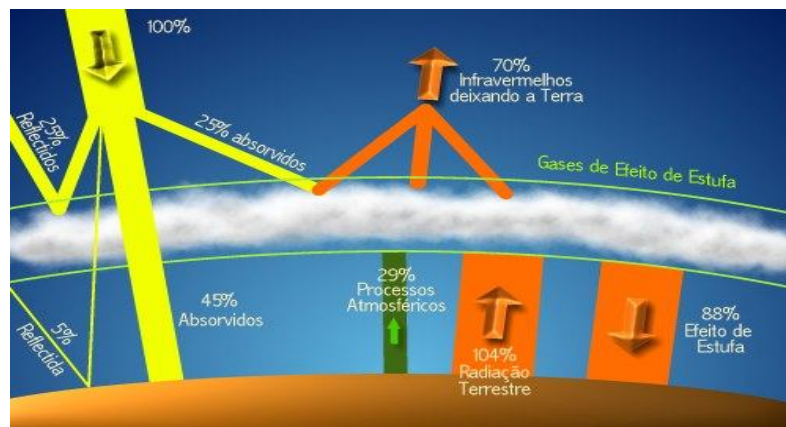


Fig. 6: Esquema do efeito estufa.

Bibliografia:

www.usp.br

<http://www.anclivepa-sp.org.br/eventos.htm>

Halliday, D., Resnick, R e Walker, J., Óptica e Física Moderna, 6º ed., Fundamentos de Física, vol. 4 , Rio de janeiro (2003)

Griffiths, D., J., Introduction to Electrodynamics, 3º ed., Prentice Hall, New Jersey (1999)

http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/Efeito_Estufa.html

Palavras chaves:

Película protetora; transmissão do calor;

Protective film, heat transfer;

Película protectora, transferencia de calor.

Meu horário escolhido é no segundo dia na parte da noite devido ao meu trabalho.

Declaração do orientador:

O aluno mostra evolução na descrição e andamento do projeto, que tende a ser finalizado com sucesso e em tempo hábil.