



## Conexões Infravermelhas Drygalski, Spitzer e o Albedo

Atílio Bruno Veratti – Termografista Nível III ITC e ABENDI

Em fevereiro de 1902, o navio da expedição alemã ao continente antártico comandada pelo professor de geografia Erich Dagobert von Drygalski (1865-1949) ficou aprisionado no gelo que começava a se formar. Nada a fazer exceto esperar até o próximo verão para poder libertar o navio do gelo e poder navegar novamente.



Drygalski e uma foto da embarcação Gauss presa no gelo, tirada a partir de um balão lançado pela expedição.

Em fevereiro de 1903 após tentarem furar, cortar e até dinamitar o gelo com uma espessura de 5 a 6 metros, Drygalski resolveu por em prática uma técnica derivada de sua observação científica.

Ele havia notado que a fuligem expelida pela chaminé do navio produzia áreas de derretimento na neve onde se precipitavam. Sendo escuras, absorviam a radiação solar e fundiam o gelo à sua volta.

Drygalski ordenou à tripulação que espalhasse uma trilha de cinzas de carvão e lixo com cerca de 600 metros até o mar aberto. Logo um canal de água se formou, mas foram necessários mais dois meses para que ele se tornasse profundo o suficiente para libertar o navio.

O fenômeno utilizado por Drygalski para se libertar do gelo está relacionado com nossa experiência ao realizar um termograma de dois autos, um branco e um preto. Vemos que o auto pintado de cor preta pode estar até 30°C mais aquecido que o automóvel branco.

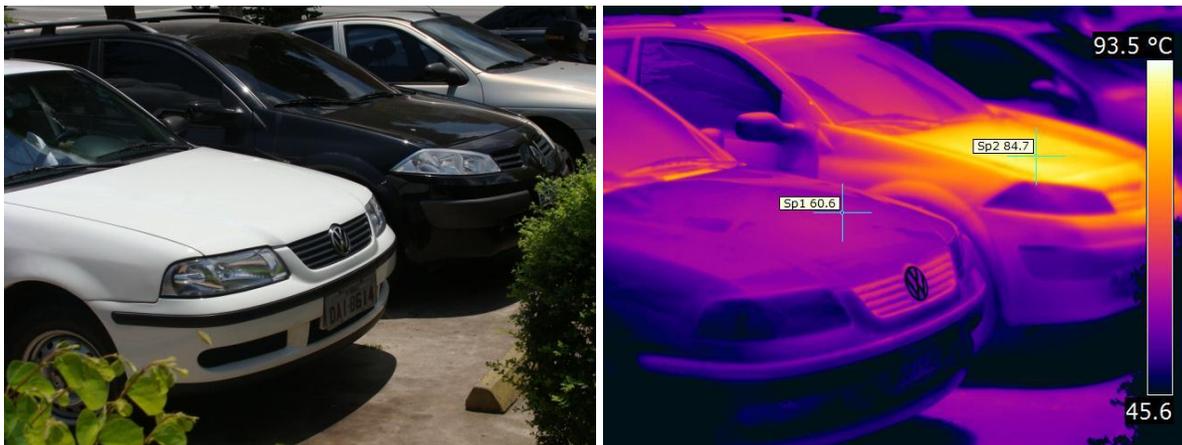
O principal componente dessa observação é a capacidade dos diferentes materiais de absorver e refletir radiação eletromagnética nos diferentes comprimentos de onda (luz, infravermelho).

Tanto no caso do carvão como da tinta preta, grande parte da radiação solar visível é absorvida e transformada em calor.



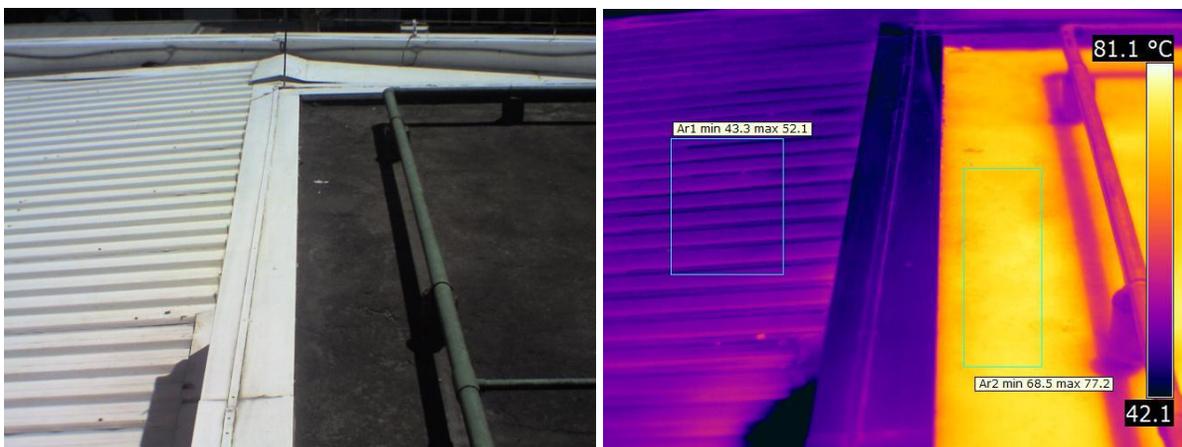
No entanto, ao contrário do visível, a tinta preta, o carvão, a tinta branca ou a neve emitem de maneira muito semelhante no infravermelho.

Disto resulta que para os materiais escuros (tinta preta, carvão) o equilíbrio térmico é atingido em temperaturas mais elevadas.



Diferença de temperaturas automóveis com pinturas branca e preta, sob carga solar.

O comportamento dos materiais sob carga solar é importante para uma série de aplicações na engenharia. Coberturas ou pinturas mais “quentes” ou mais “frias” são aplicadas em edifícios, aeronaves, veículos ou coletores solares, de acordo com a necessidade.



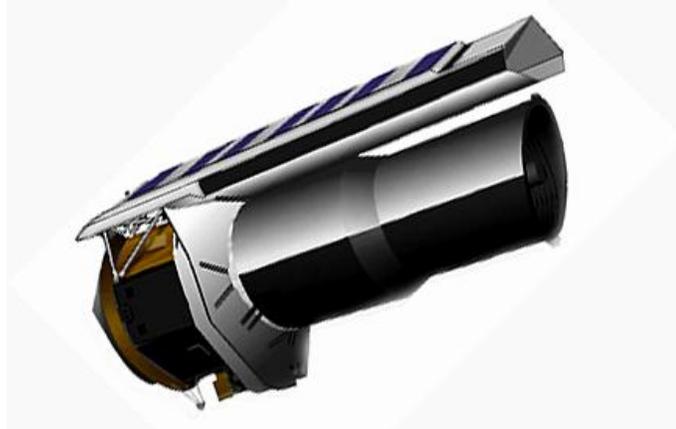
Diferença de temperaturas entre áreas claras e escuras em telhados, sob carga solar.

Um bom exemplo é o telescópio espacial infravermelho Spitzer. Como necessita manter seus sensores resfriados para a máxima sensibilidade, utiliza essa propriedade para o controle passivo de sua temperatura.

Em um arranjo muito inteligente, a parte de sua estrutura exposta ao Sol é recoberta com alumínio de alta refletividade ao visível enquanto a parte voltada para o espaço é pintada de preto de alta emissividade no infravermelho.



## ICON Tecnologia Termográfica e Engenharia Consultiva Ltda A Qualidade em Termografia



Telescópio espacial infravermelho Spitzer apresentando seu revestimento externo característico.



### Which is the better package?

Millions above the earth a stratosphere explorer ran into a strange packaging problem. Outside, in the cold silence, the temperature was 75 degrees below zero. But inside his black gondola it was hot—100 degrees above!

What caused that terrific heat? The scientist had an idea. He made his second flight in a white gondola. This time he suffered from below-freezing temperature. Why did he perspire in one gondola and shiver in the other? A physics book

will tell you that a black surface absorbs the most heat, a white surface the least. Which was the better package? Neither. Because neither was the right package. Here's one case, it seems, where businessmen have the advantage over explorers. For when a manufacturer wants to find the right package, he has the help of modern packaging research. Today this is more important than ever. Added to normal peacetime demands are the needs of national defense, where economical and practical packag-

ing plays an important part every day. Continental "packaging headquarters" is currently at an all-time peak in providing containers for defense and industry. Special cans for the rations of our Army and Navy, cans for the food so greatly needed by beleaguered nations, cans for gun oils, canisters and parts for gas masks, cartridge case liners—all these we are producing in huge volume. We're putting our vast resources to work for our country. Continental Can Co., 100 E. 42d St., N.Y.

CONTINENTAL CAN COMPANY  
If you put a product up . . . put it up to Continental



Interessante propaganda de 1941 assinalando as temperaturas dentro de gôndolas de balões de pesquisa atmosférica pintadas de branco e de preto.

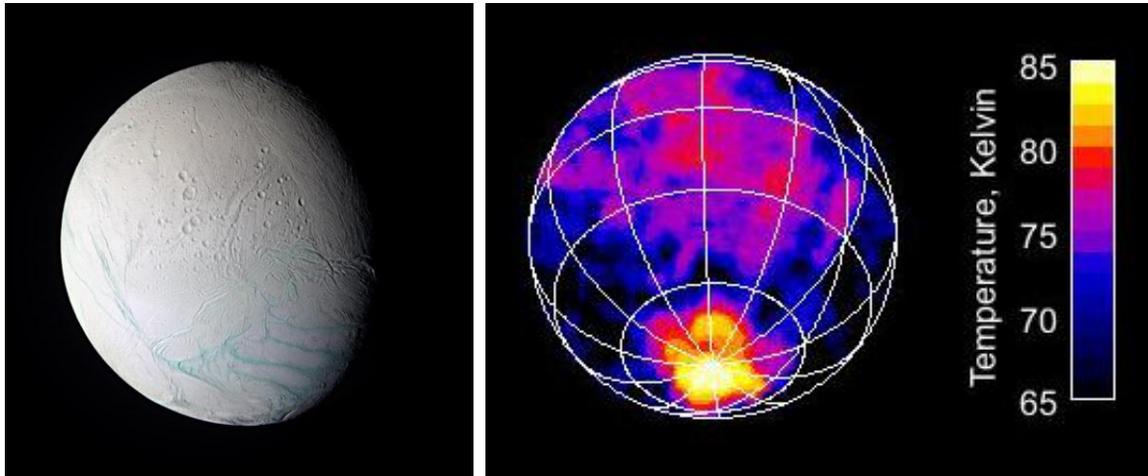
Enquanto no infravermelho utilizamos a emissividade, no visível é mais fácil e útil medir a capacidade de um material em refletir radiação (ou refletividade), a qual recebe a denominação de Albedo, palavra que deriva do latim *albedus* ("esbranquiçado") e de *albus* ("branco") e que faz parte da linguagem corrente da Astronomia.



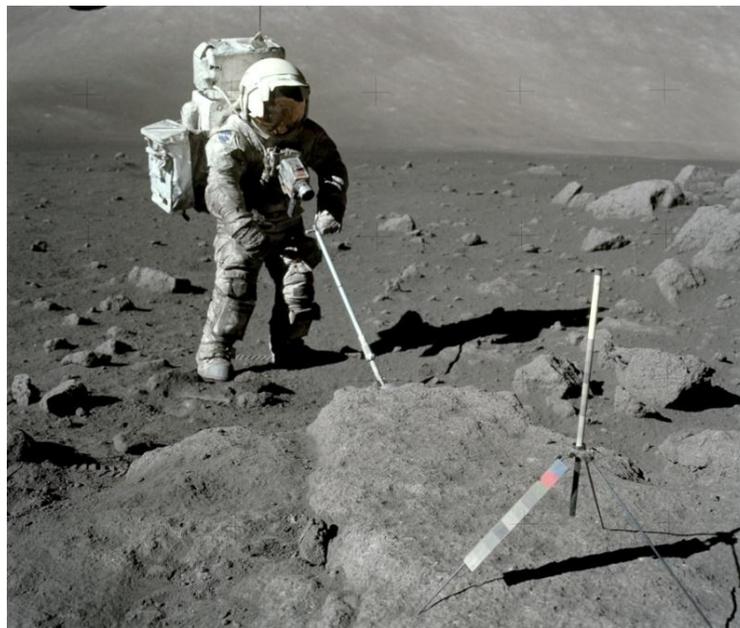
Comparação de corpos de mesmo tamanho, porém diferentes albedos.



O albedo também varia entre 1 e 0, Venus, por exemplo, possui um albedo de 0,67, Enceladus (lua de Saturno e corpo mais reflexivo do sistema solar) de 0,93 e a Lua 0,13 em média (embora não pareça por uma questão de ilusão de óptica é escura como asfalto).

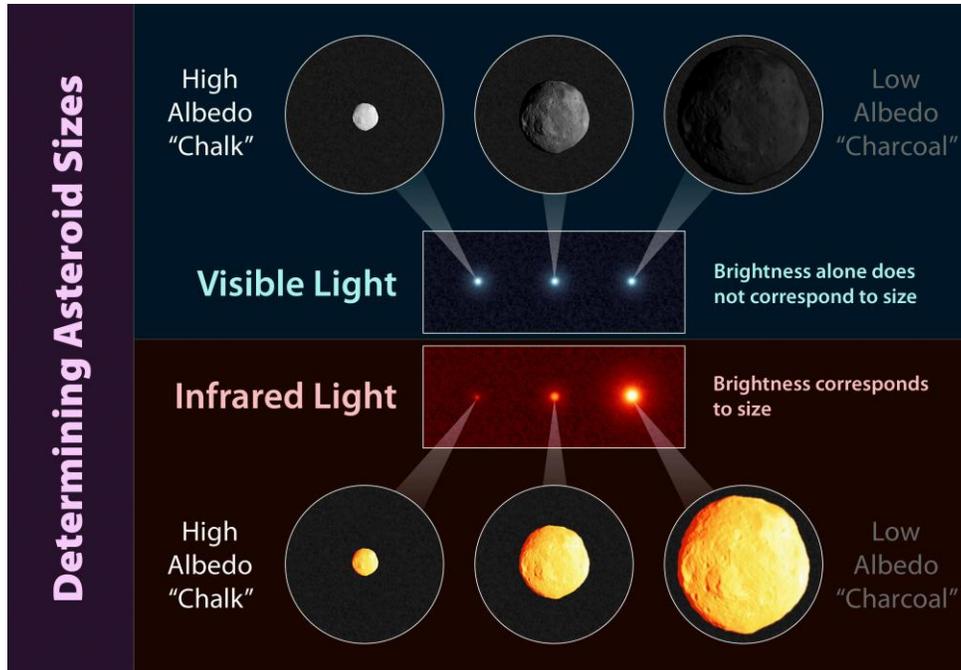


Com composição de gelo e neve similar à encontrada por Drygalski na Antártida, Enceladus é o corpo celeste mais reflexivo do sistema solar no espectro visível. Já em infravermelho de onda média e longa sua refletividade é baixa (conseqüentemente alta emissividade).



Nesta foto da Apollo 17 pode-se ver o traje do astronauta recoberto de poeira lunar bastante escura, na parte inferior da um padrão de cores permite a comparação com o solo lunar.

O albedo pode representar um problema na avaliação do tamanho de corpos celestes uma vez que esse parâmetro é muitas vezes deduzido do brilho do mesmo. Por esse motivo os astrônomos estão utilizando a comparação com imagens infravermelhas de emissão (MW – LW) captadas por observatórios no espaço (como o WISE – Wide-Field Infrared Survey Explorer) para contornar essa dificuldade



Asteróides de diferentes tamanhos e albedos podem brilhar da mesma forma nas imagens produzidas por telescópios no campo do visível. A utilização de imagens de emissão infravermelha permite avaliar com maior precisão esse parâmetro.

Recentemente foi descoberto um planeta extrasolar denominado Tr-ES-2b a 20 anos-luz da Terra com albedo inferior a 0,01, praticamente um corpo negro na faixa do espectro visível.

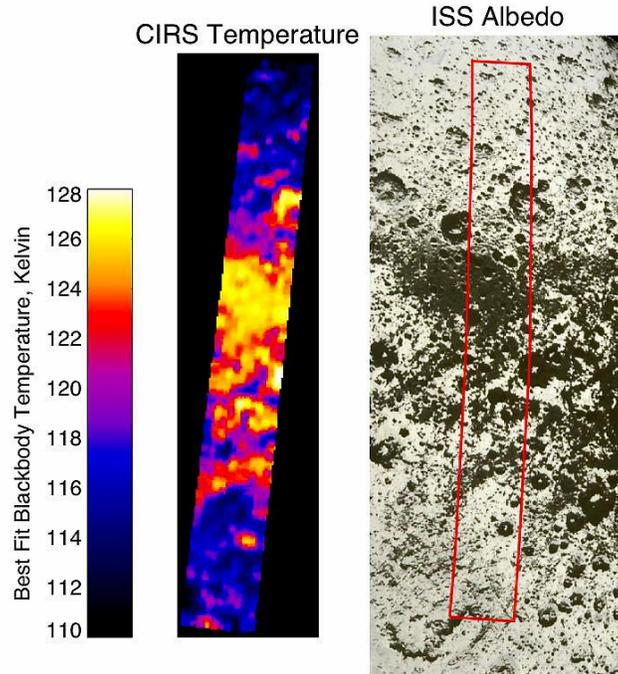


Representação artística do planeta Tr-ES-2b. Embora absorva quase toda luz visível, pelo fato de apresentar uma temperatura atmosférica de 1000°C, brilha com incandescência no lado noturno.

A partir do Albedo pode-se calcular a capacidade de materiais opacos em absorver radiação visível (1-albedo ou 1-refletividade). No caso de Drygalski, a neve apresenta um Albedo de 0,9 (significando



que reflete 90% e absorve 10% da radiação solar incidente) contra 0,08 do carvão (apenas 8% de reflexão e 92% de absorção). Ou seja, o carvão absorve, e transforma em calor, 9 vezes mais radiação solar no visível. Esse fenômeno se repete em outros corpos celestes do sistema solar, como visto abaixo.



O efeito Drygalski pode ser visto neste termograma de uma região de Japeto (lua de Saturno) realizado pela sonda Cassini, mostrando a relação entre o albedo e a temperatura da superfície, em função da absorção da luz solar.

A própria pele humana tem sua refletividade variando fortemente entre o visível e o infravermelho, passando de 0,8 para pessoas de pele clara para 0,02 no infravermelho a partir de 3 micrometros, independentemente de sua tonalidade no visível.



Na medida em que nos deslocamos no infravermelho a pele humana se torna cada vez mais escura.



O albedo (ou refletividade) dos materiais é uma propriedade de primordial importância nas aplicações dos equipamentos sensíveis às faixas do infravermelho próximo e de onda curta (designados tecnicamente como NIR e SW), nas quais a emissão de radiação é muito baixa ou pode ser desconsiderada.



**A vegetação saudável reflete intensamente o infravermelho próximo.**



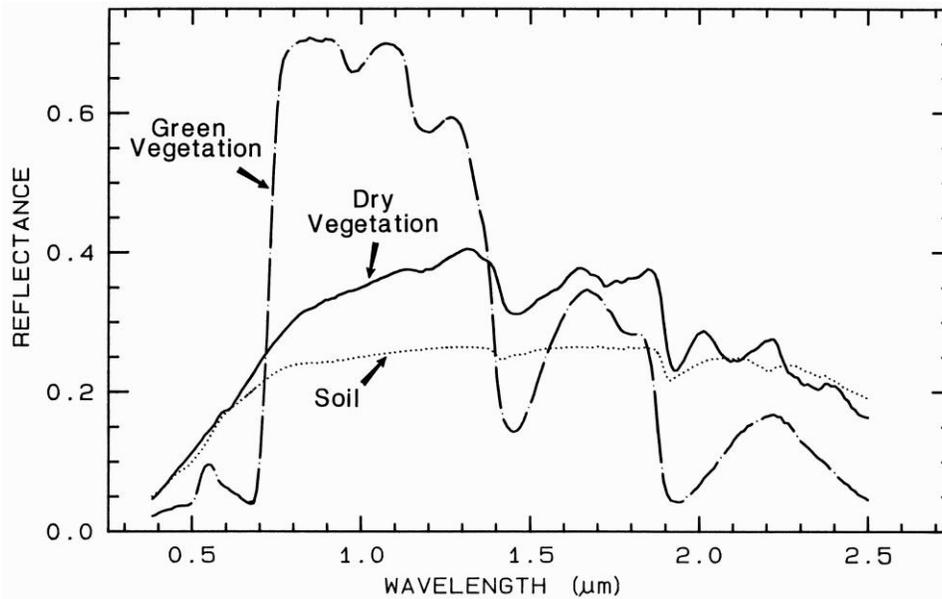
**A retina reflete intensamente o infravermelho próximo.**



Pelo fato de que muitos materiais apresentam albedo bastante diverso em infravermelho próximo e de onda curta, comparando-se com o visual, essas faixas espectrais são bastante utilizadas no sensoriamento remoto de recursos terrestres. Diferentes solos, minerais, vegetações (ou saúde das mesmas) podem ser identificados a partir de aeronaves e satélites.



Diferentes tipos de terreno e minerais podem apresentar elevado contraste no infravermelho próximo e de onda curta.



Refletividade da vegetação verde, seca e solo no visível, infravermelho próximo e de onda curta.



A comercialização de novos equipamentos de baixo custo, sensíveis ao NIR e SW, abre um campo bastante extenso de aplicações na indústria, pesquisa e na medicina. Tratam-se de áreas ainda inexploradas, nas quais há muito por descobrir.



Visualização do sistema circulatório em infravermelho de onda curta.

\*\*\*\*\*