



Parabéns! Você acaba de ter acesso a Versão Anotação dos Slides que fazem parte do Sistema de Ensino da Espaço Aéreo, presente nas principais Universidades, CIACs e Escolas de Aviação do Brasil.

Esse conteúdo foi desenvolvido usando metodologias ativas, gamificadas e conceitos de Sala Invertida, tudo para garantir que o aprendizado possibilite você a conectar a teoria com a prática.



SISTEMA DE ENSINO PARA AVIAÇÃO: FERRAMENTAS LÚDICAS QUE CONECTAM A TEORIA COM A PRÁTICA.

O futuro já chegou na sua aula. Tenho acesso a versão animada dos slides, vídeos de até 20 minutos de todo conteúdo, e-books, mapas mentais, estudos de caso, simulados, resumos, jogos e muito mais.

Verifique com seu professor o link de acesso específico para o material do seu curso ou então conheça todas nossas soluções em:

WWW.ESPACOAREO.COM



GAMIFICAÇÃO



METODOLOGIAS ATIVAS



ESTUDOS DE CASO



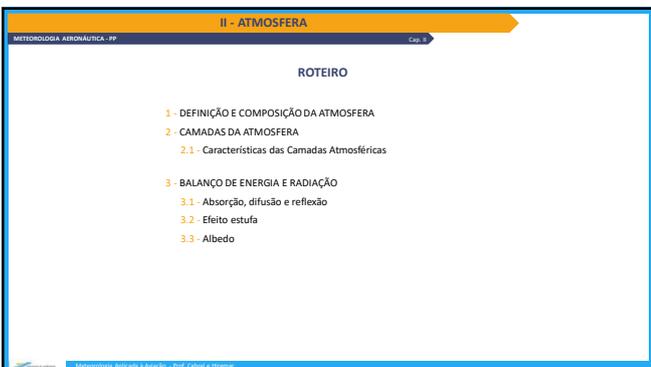
SALA INVERTIDA



1



2



3



4



5



6

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

Qual a função da atmosfera para o planeta Terra?

A primeira função é o **efeito térmico regulador**, além de proteger contra meteoros.

7

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

Qual a composição da atmosfera?

78% Nitrogênio
21% Oxigênio
1% Outros Gases
Total : 100 %

8

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

Qual a composição da atmosfera?

78% Nitrogênio
21% Oxigênio
1% Outros Gases
Total : 100 %

Os outros gases são: (Argônio com 0,92%), Hélio, Hidrogênio, Óxido de Carbono, Dióxido de Carbono, Amônia, Neônio, Ozônio etc.

9

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

O fato do ar estar seco ou úmido faz diferença na composição química da atmosfera?

11/08/2024, 10:00:00 AM - Prof. Celso A. Moreira

10

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

75%	Nitrogênio
20%	Oxigênio
1%	Outros Gases
Total - 96%	
4%	Vapor d'água

A atmosfera também contém vapor d'água, água em estado líquido, sob forma de gotículas, cristais de gelo, além de micropartículas de poeira e cinzas.

11/08/2024, 10:00:00 AM - Prof. Celso A. Moreira

11

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

O vapor d'água tem muita importância na ocorrência de vários fenômenos meteorológicos (nuvens, nevoeiros, chuvas), e se apresenta em quantidades variáveis.

Mas afinal a **ÁGUA** faz ou não parte da atmosfera?

11/08/2024, 10:00:00 AM - Prof. Celso A. Moreira

12

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

WARNING!

Apesar de tudo, a água **NÃO** faz parte da composição da atmosfera.

13

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

Qual a quantidade de água quando o ar está seco, úmido ou saturado?

AR SECO

0% de Vapor de Água

AR ÚMIDO

Entre 0% a 4% de Vapor de Água

AR SATURADO

4% de Vapor de Água

14

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

Quem é mais pesado, o ar úmido ou o ar seco?

15

1 - DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 6

Peso Molecular:

Nitrogênio: 28
Oxigênio: 32
Água (vapor d'água): 18

Ar úmido Ar seco

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Prof. Carlos A. Heineke

16

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 6

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

A atmosfera tem quantas camadas? E, quais delas são mais importantes para aviação?

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Prof. Carlos A. Heineke

17

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 6

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Exosfera

Termosfera

Mesosfera

Estratosfera

Troposfera

Altitude (km)

Pressão (mPa)

Temperatura (°C)

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Prof. Carlos A. Heineke

18

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Quais são as principais características da Troposfera?

19

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

TROPOSFERA

- Camada mais baixa, contém 90% do ar atmosférico;
- Principais fenômenos meteorológicos;
- Alta porcentagem de vapor d'água, núcleos de condensação; e
- Aquecimento e resfriamento da superfície .

20

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

TROPOSFERA

Na Troposfera a temperatura decresce com a altitude, na vertical, na ordem de, aproximadamente, **0,65°C/100 m ou 2°C/1.000ft** (chamado **gradiente térmico vertical**).

TEMPERATURA DIMINUI

12°C	1.000 ft
10°C	2.000 ft
08°C	3.000 ft
06°C	4.000 ft
04°C	5.000 ft
02°C	6.000 ft

21

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 6

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Observe a temperatura na Troposfera.

TERMOESFERA/IONOSFERA
MESOPAUSA
MESOSFERA
ESTRATOPAUSA
ESTRATOSFERA
TROPOPAUSA
TROPOSFERA

-100° -80° -60° -40° -20° 0° 20°

22

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 6

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Qual a altura da Troposfera?

7 a 9 km nos Polos
13 a 15 km nas latitudes temperadas
17 a 19 km no Equador

TROPOPAUSA
TROPOSFERA

PN 60°N 30°N EQUADOR

23

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 6

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Quais são as características da Tropopausa?

24

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

TROPOPAUSA



- A principal característica da Tropopausa é a ISOTERMIA (temperatura praticamente constante de -56,5°).
- Possui cerca de 3 a 5km de espessura;
- Em geral delimita os topos de nuvens de trovoadas (Cumulonimbus);
- Onde ocorrem as correntes de jato ou "jet stream" e as turbulências.

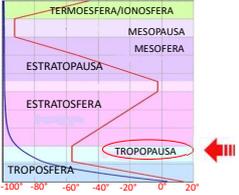
25

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

→ Observe **NÃO** há praticamente variação de temperatura na Tropopausa.



TERMOESFERA/IONOSFERA
MESOPAUSA
MESOSFERA
ESTRATOPAUSA
ESTRATOSFERA
TROPOPAUSA
TROPOSFERA

-100° -80° -60° -40° -20° 0° 20°

26

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Quais são as principais características da Estratosfera?



27

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 2

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

ESTRATOSFERA



- A principal característica é o aumento da temperatura com a altitude (inversão térmica);
- Entre 20 e 50km tem a camada de Ozônio (Filtro contra a radiação ultravioleta), onde há a maior absorção solar.

Universidade Estadual de Maracá - Prof. Cabral e Moreira

28

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 2

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas



Quais são as principais características da Mesosfera?

Universidade Estadual de Maracá - Prof. Cabral e Moreira

29

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 2

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

MESOSFERA

- Na Mesosfera a temperatura novamente decresce com a altura, até a Mesopausa, que atinge em torno de 85km de altitude, com aproximadamente -90 °C.

MESOPAUSA

- É uma camada de transição entre a MESOSFERA e a TERMOSFERA apresenta as temperaturas mais baixas da atmosfera.

Universidade Estadual de Maracá - Prof. Cabral e Moreira

30

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 9

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Observe o que acontece com a temperatura na Mesosfera e Mesopausa.

O gráfico mostra a variação da temperatura em função da altitude. A Troposfera (0 a 10 km) apresenta um resfriamento contínuo. A Estratosfera (10 a 50 km) apresenta um aquecimento contínuo. A Mesosfera (50 a 85 km) apresenta um resfriamento contínuo. A Termosfera/Ionosfera (acima de 85 km) apresenta um aquecimento contínuo. As pausas entre as camadas são: Tropopausa (entre Troposfera e Estratosfera), Estratopausa (entre Estratosfera e Mesosfera) e Mesopausa (entre Mesosfera e Termosfera/Ionosfera). A Mesopausa é destacada com um círculo vermelho e uma seta vermelha apontando para ela.

31

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 9

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Quais são as principais características da Ionosfera ou Termosfera?

32

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 9

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

IONOSFERA OU TERMOSFERA

- Camada eletrizada, de 85 km até cerca de 400 a 500km de altitude;
- Nessa camada se inicia a filtragem da radiação solar e a ionização ocorre pela absorção de raios gama, raios X e ultravioleta do Sol, auxiliando na propagação de ondas de rádio.

33

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 2

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Em qual camada da atmosfera a Aurora Polar acontece?

- Na Ionosfera ou Termosfera acima de 80km de altitude. Auroras são chamadas de Austral (Hemisfério SUL) e Boreal (Hemisfério Norte).



34

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 2

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Observe o que acontece com a temperatura na Ionosfera.

O gráfico mostra a temperatura em graus Celsius (eixo X: -100°, -80°, -60°, -40°, -20°, 0°, 20°) versus a altitude nas camadas atmosféricas. As camadas e suas fronteiras são: Troposfera (até Tropopausa), Estratosfera (até Estratopausa), Mesosfera (até Mesopausa) e Termosfera/Ionosfera (acima da Mesopausa). A temperatura diminui na Troposfera, aumenta na Estratosfera, diminui na Mesosfera e aumenta na Termosfera/Ionosfera. Uma seta vermelha aponta para a Termosfera/Ionosfera.

35

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 2

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Quais são as principais características da Exosfera?

- A Exosfera tem seu topo a aproximadamente 1.000 km de altitude, com a mudança da atmosfera terrestre para o espaço interplanetário.
- Esta camada também é muito ionizada, porém o ar é muito rarefeito, impossibilitando a filtragem de radiação solar.



36

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 9

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Observe cada camada atmosférica em relação ao perfil médio de temperatura do ar acima da superfície da Terra. A coluna vermelha ilustra como a temperatura média varia em cada camada.

Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso de Oliveira

37

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 9

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Algumas "DICAS" importantes

Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso de Oliveira

38

2 - CAMADAS DA ATMOSFERA

ATMOSFERA Cap. 9

2.1 - Características das Camadas Atmosféricas

Algumas "DICAS" importantes

EXOSFERA	Ar Rarefeito	Mudança para o espaço Planetário
IONOSFERA	Filtragem Seletiva	500 km de Altitude
ESTRATOSFERA	Difusão da luz	70 km de Altitude
TROPOPAUSA	Isotermia	3 a 5 km (espessura)
TROPOSFERA	Temperatura decresce	17 a 19 km no equador 13 a 15 km nas latitudes temperadas 7 a 9 km nos polos

Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso de Oliveira

39

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO
ATMOSFERA Cap. 6

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

Como o calor do sol chega a Terra se existe um enorme vácuo entre a Terra e o Sol?

✓ A transferência de energia do Sol ocorre pela radiação, que se propaga em todas as direções através de ondas eletromagnéticas, por meio de vibrações de diferentes comprimentos de onda.

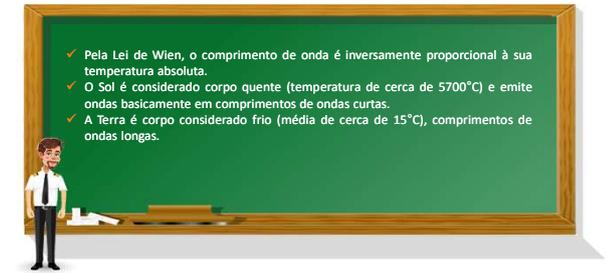


40

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO
ATMOSFERA Cap. 6

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

✓ Pela Lei de Wien, o comprimento de onda é inversamente proporcional à sua temperatura absoluta.
✓ O Sol é considerado corpo quente (temperatura de cerca de 5700°C) e emite ondas basicamente em comprimentos de ondas curtas.
✓ A Terra é corpo considerado frio (média de cerca de 15°C), comprimentos de ondas longas.



41

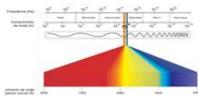
3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO
ATMOSFERA Cap. 6

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

Qual comprimento de onda da radiação solar?

✓ O Sol emite radiação praticamente em todos os comprimentos de onda, dentro do espectro eletromagnético, porém 99% estão entre 0,2 e 0,4 micra (milésima parte do milímetro):

- ✓ IV (infravermelho) > 0,74 micra
- ✓ UV (ultravioleta) < 0,36 micra
- ✓ Luz visível ou radiação visível entre 0,36 e 0,74 micra



42

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

O que é a Magnetosfera?
E, qual sua função?



MAGNETOSFERA

✓ É o campo eletromagnético, cujo limite varia em torno de 60.000 a 100.000 km da Terra, com objetivo é nos proteger da Radiação solar.

43

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão



O Sol emite milhões de partículas como prótons e elétrons a partir de explosões internas a cerca de 800 km/s e causam o efeito do vento solar

44

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

O que são tempestades magnéticas? E, quais são seus efeitos?



45

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO
ATMOSFERA Cap. 3

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

- ✓ Elas acontecem quando o Sol está em alta atividade o que provoca a diminuição da camada protetora.
- ✓ Os efeitos são perturbações nas comunicações afetando a navegação aérea e o controle de tráfego aéreo.



46

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO
ATMOSFERA Cap. 3

3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

O que acontece quando a radiação solar vai cruzando as várias camadas da atmosfera?

- ✓ Ela será Difundida, ...
- ✓ Parte será Refletida ...
- ✓ Parte será Absorvida.



47

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO
ATMOSFERA Cap. 3

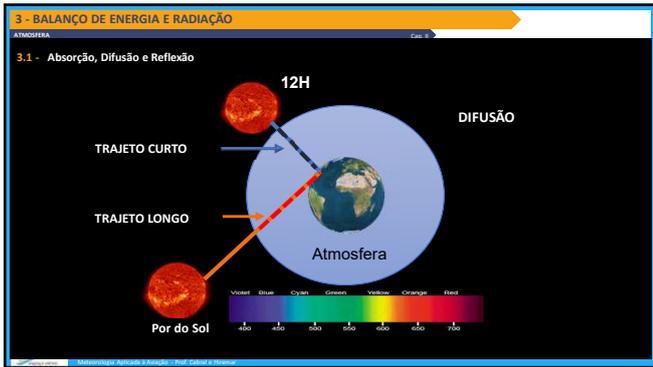
3.1 - Absorção, Difusão e Reflexão

O que é Difusão?

- ✓ É o processo físico pelo o qual os raios solares se "chocam" com as partículas da atmosfera e se difundem, ou seja, se espalham em todas as direções.
- ✓ A difusão é responsável pela coloração do céu



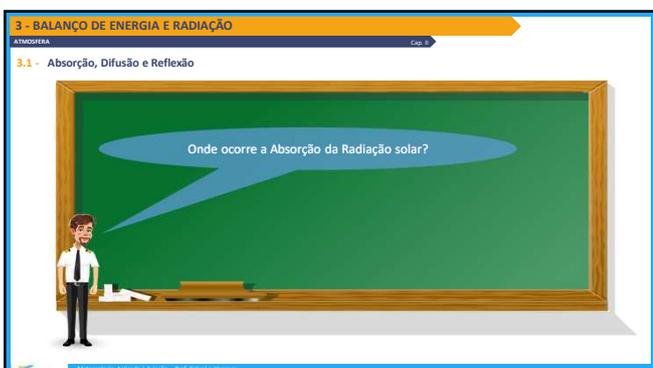
48



49



50



51



52



53



54

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA Cap. 6

3.2 - Efeito Estufa

✓ A energia solar, ao penetrar na atmosfera é parcialmente absorvida por O₂, CO₂, vapor d'água, poeiras etc. sofrendo uma atenuação. A energia solar chega à superfície da Terra e provoca seu aquecimento e esta, passa a irradiar calor, sendo uma parte absorvida por nuvens e partículas em suspensão e outra é devolvida à superfície, se constituindo no **Efeito Estufa**.

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Prof. Carlos A. Nobre

55

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA Cap. 6

3.2 - Efeito Estufa

✓ O Efeito Estufa é fenômeno originariamente natural, que é intensificado com a poluição, tornando a Terra mais aquecida.

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Prof. Carlos A. Nobre

56

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA Cap. 6

3.2 - Efeito Estufa

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Prof. Carlos A. Nobre

57

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.2 - Efeito Estufa

Qual o significado de Insolação?

- ✓ É o tempo, em horas, que a luz solar chega de forma direta, ou seja, sem interferência das nuvens, até a superfície da Terra



- ✓ Ela é registrada por um instrumento chamado heliógrafo.

58

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.2 - Efeito Estufa

Qual a diferença entre Radiação Direta e Radiação Difusa?

- ✓ **RADIAÇÃO DIRETA:** É a radiação solar incidente em um ponto da superfície da Terra e vem diretamente do sol.



- ✓ **RADIAÇÃO DIFUSA:** É a radiação solar que decorre pela ação de espalhamento da atmosfera, causada pelas nuvens e por poeiras encontradas na atmosfera.



59

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.2 - Efeito Estufa

- Visualização das Radiações.



60

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.2 - Efeito Estufa

Qual o conceito de Radiação Global?



Universidade Estadual Paulista - Prof. Celso A. Moreira

61

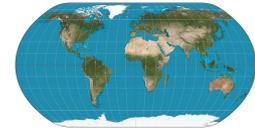
3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.2 - Efeito Estufa

RADIAÇÃO GLOBAL

Para um dado ponto na superfície chama-se Radiação Global à soma da contribuição direta com a difusa.



Na região Equatorial se verifica o máximo de Radiação Difusa (muitas nuvens), enquanto que a Radiação Direta é máxima entre 20° e 30° de Latitude (Norte e Sul) – regiões desérticas, com menor nebulosidade.

Universidade Estadual Paulista - Prof. Celso A. Moreira

62

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.2 - Efeito Estufa

O que é Albedo?



Universidade Estadual Paulista - Prof. Celso A. Moreira

63

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.3 - Albedo

ALBEDO



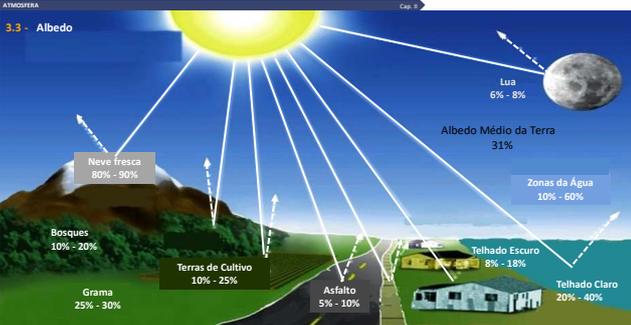
- ✓ É a capacidade que cada superfície tem de refletir a luz solar, ou seja, é a relação entre o total de energia refletida e o total da energia que incide sobre uma superfície.
- ✓ Um Albedo de 0,08 reflete apenas 8% da energia incidente do Sol, então irá absorver 92% dessa energia.

64

3 - BALANÇO DE ENERGIA E RADIAÇÃO

ATMOSFERA

3.3 - Albedo



Superfície	Albedo (%)
Neve fresca	80% - 90%
Bosques	10% - 20%
Gramma	25% - 30%
Terras de Cultivo	10% - 25%
Asfalto	5% - 10%
Telhado Escuro	8% - 18%
Telhado Claro	20% - 40%
Zonas da Água	10% - 60%
Lua	6% - 8%
Albedo Médio da Terra	31%

65



Mapa Mental

espaço aéreo

66

