

VIII SIMPEQ



A química dos protetores solares

kosmo science
eficácia

Dra. Daniela Brotto Lopes Terçi

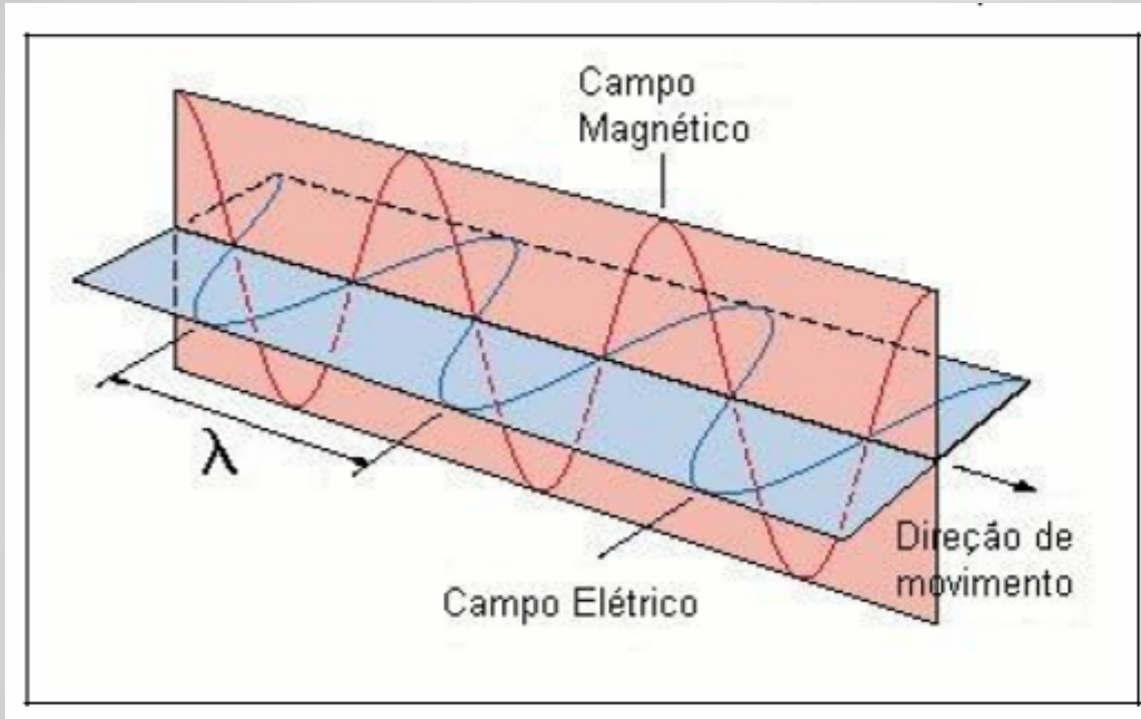
Outubro, 2008

1. A radiação eletromagnética e o ultravioleta
3. Efeitos da radiação ultravioleta sobre a pele
5. Química dos protetores solares
7. Avaliação dos protetores solares
9. Idéias para trabalhos multidisciplinares



1. A radiação eletromagnética

A luz emitida pelo sol é chamada de radiação eletromagnética por se tratar do transporte de energia por meio de flutuações de campo elétrico e magnético.

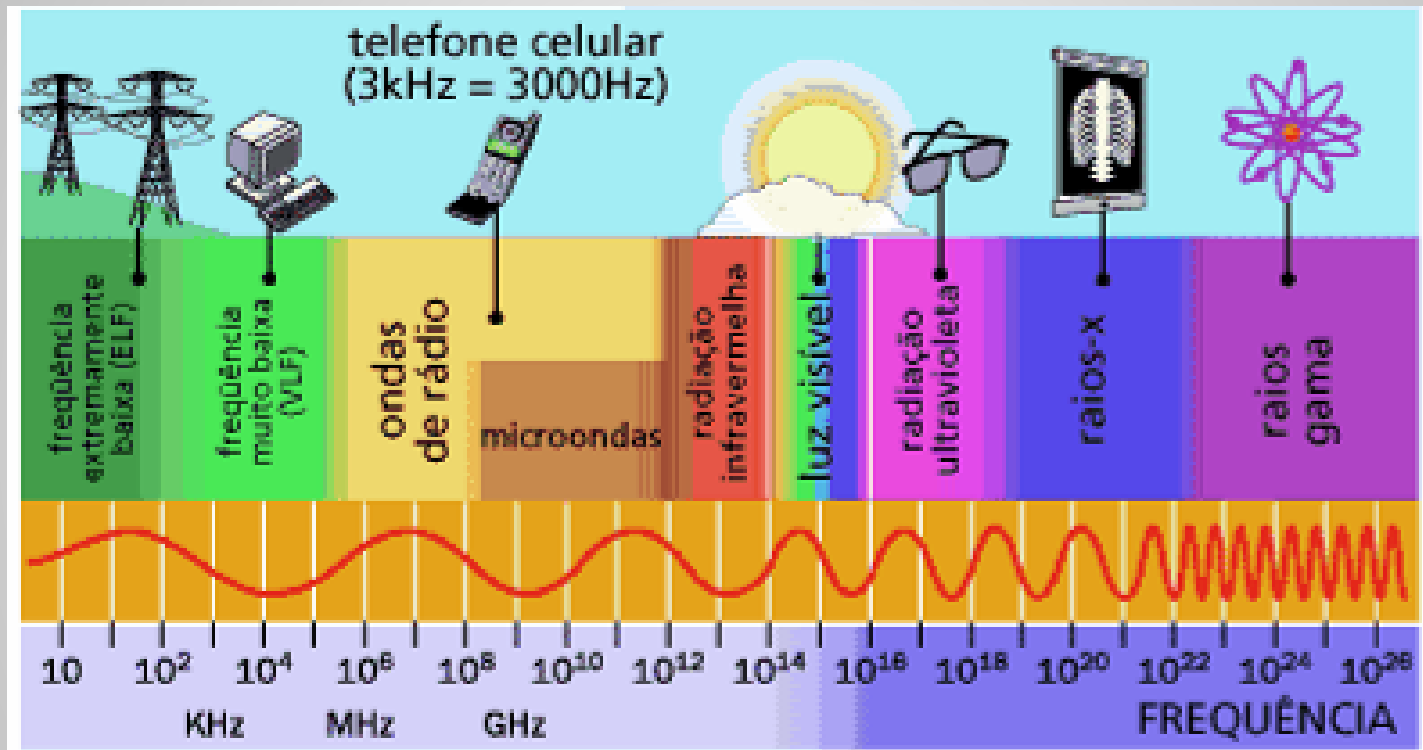


Campos elétrico e magnético vibram em planos perpendiculares entre si. Juntos eles formam uma onda eletromagnética que se move através do espaço à velocidade da luz.



1. A radiação eletromagnética

A luz emitida pelo sol pode ser classificada em função do seu comprimento de onda.



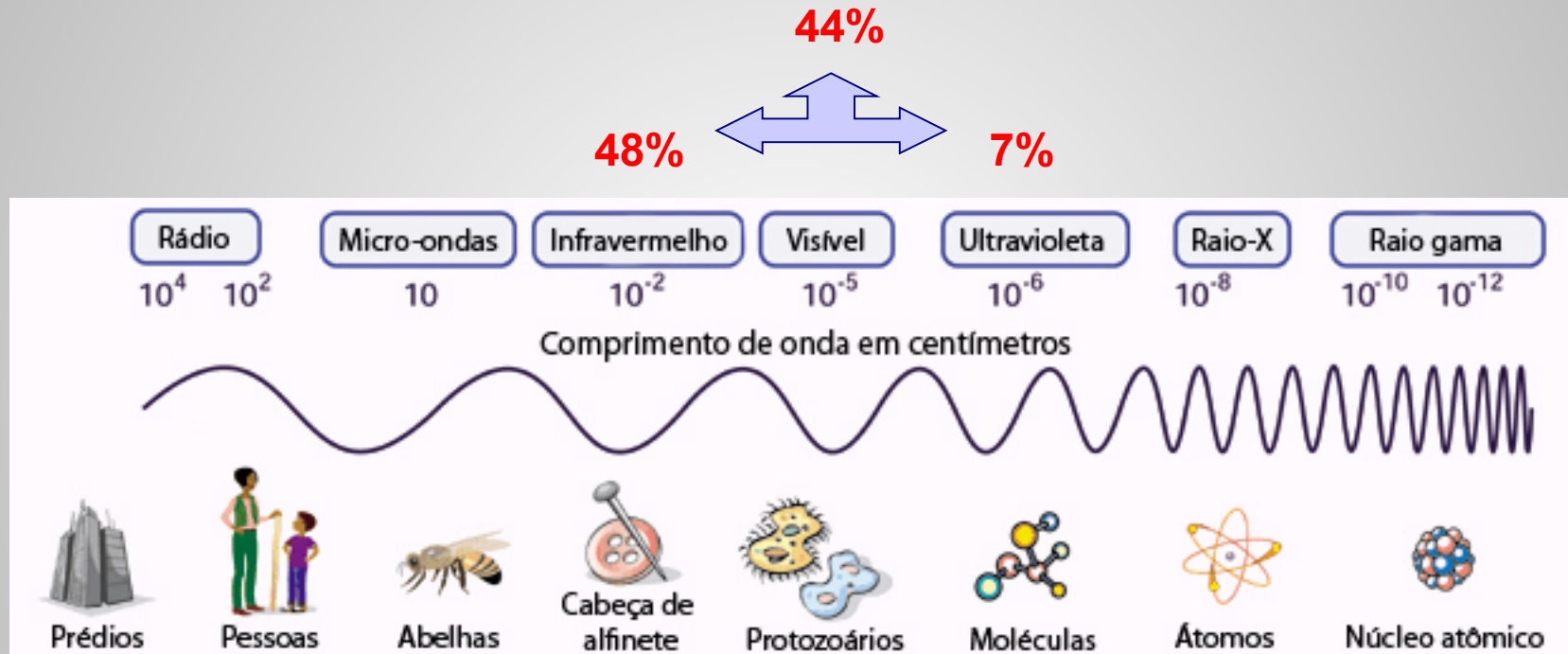
$$E = h\nu \quad \text{ou} \quad E = h/\lambda$$

$$\nu = 1/\lambda$$

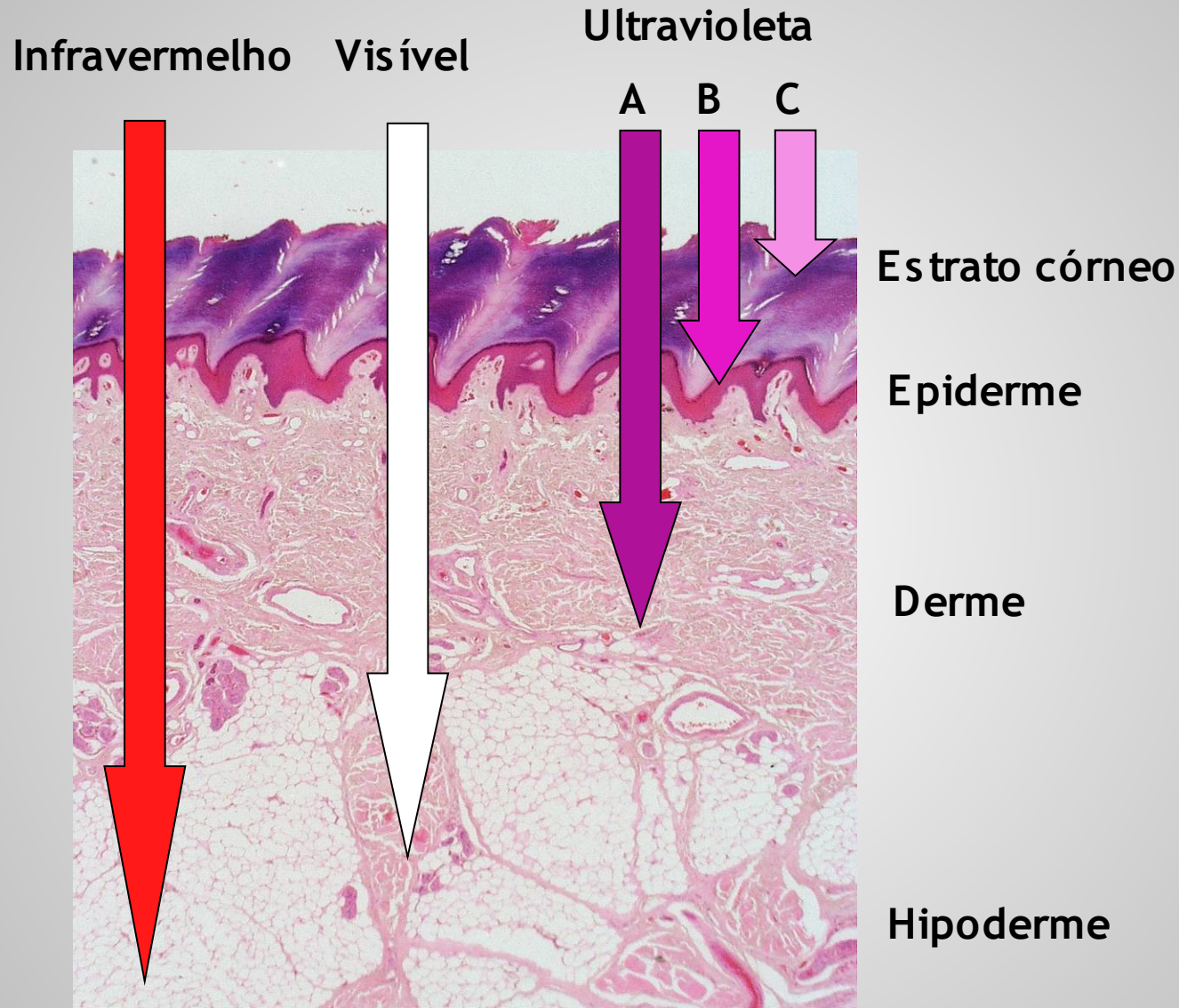


1. A radiação eletromagnética

Composição da energia emitida pelo sol e tamanho comparativo dos comprimentos de onda



2. Efeitos da radiação eletromagnética sobre a pele



2. Efeitos da radiação eletromagnética sobre a pele

Infravermelho (700 nm a 1 mm):

Atingem até a hipoderme, causando bioestimulação (aumento da circulação sanguínea, linfática e aceleração do metabolismo celular).

Visível (400 a 700 nm):

Atinge derme e hipoderme, causando pouco efeitos sobre a pele; estimula a secreção da melatonina.

Ultravioleta (100 a 400 nm):

Pode atingir até a derme, causando:

Benefícios:

Síntese da vitamina D e de melaninas

Ação bactericida e fungicida

Malefícios:

Queimaduras

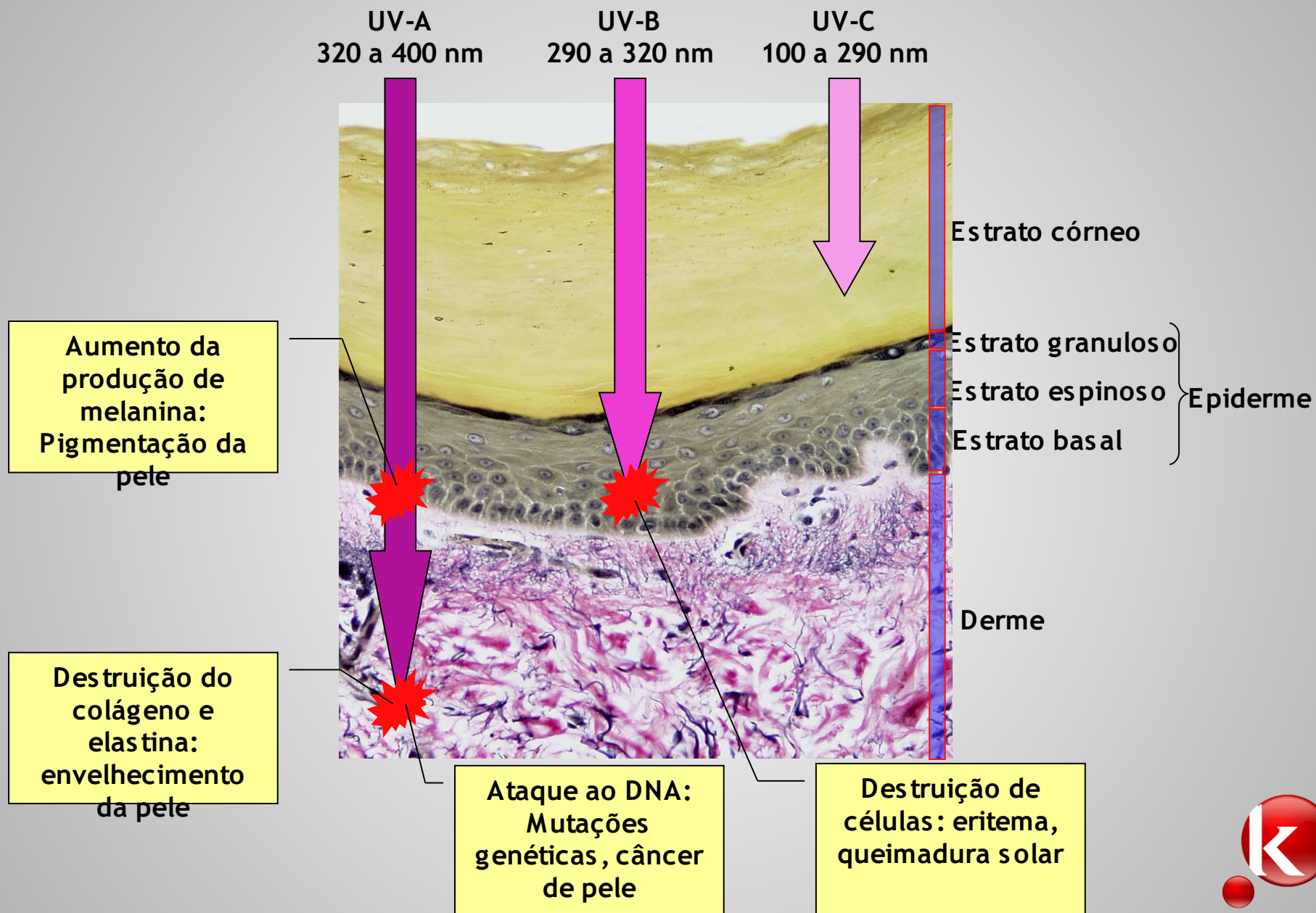
Fotoalergias

Envelhecimento cutâneo

Alterações celulares (câncer)

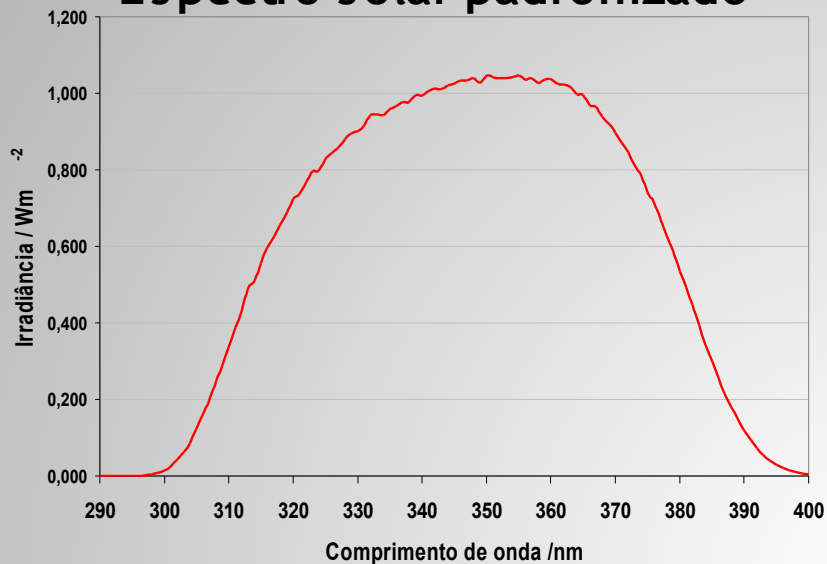


2. Efeitos da radiação eletromagnética sobre a pele



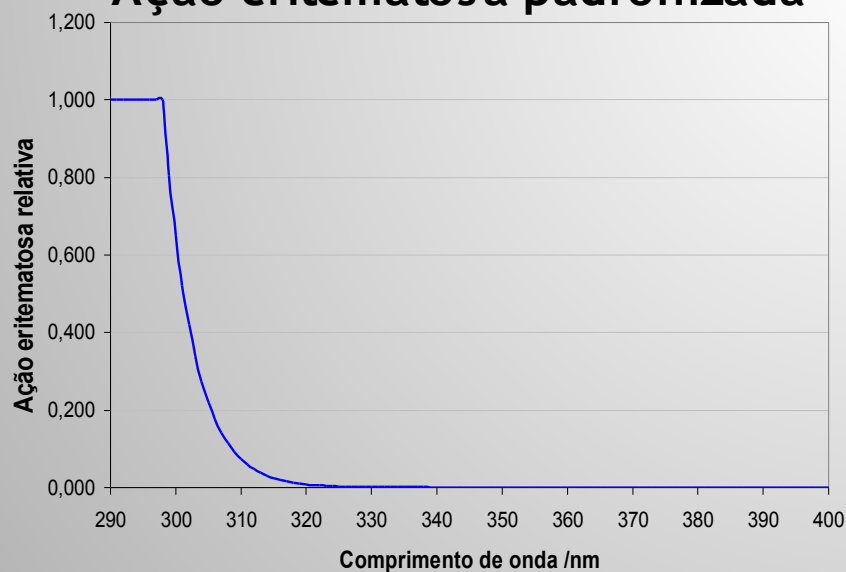
2. Efeitos da radiação eletromagnética sobre a pele

Espectro solar padronizado

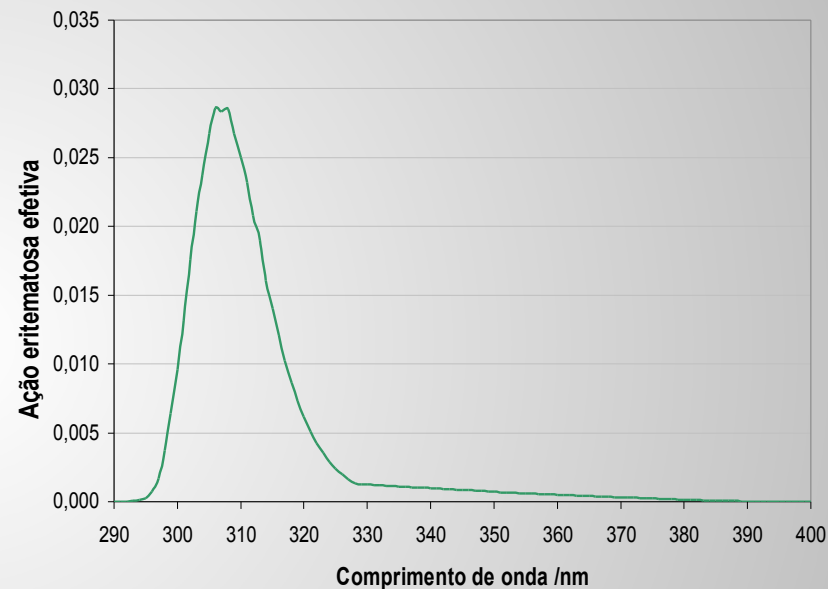


Efeito principal da radiação UVB:
Formação do eritema

Ação eritematosa padronizada

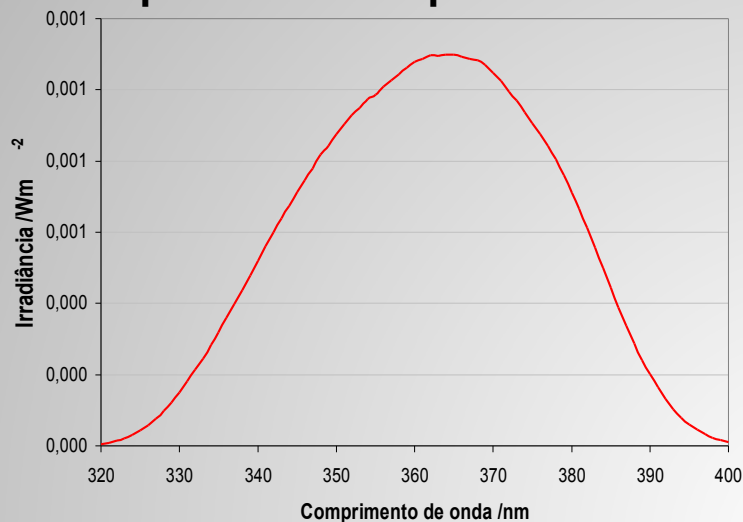


Espectro eritematoso efetivo



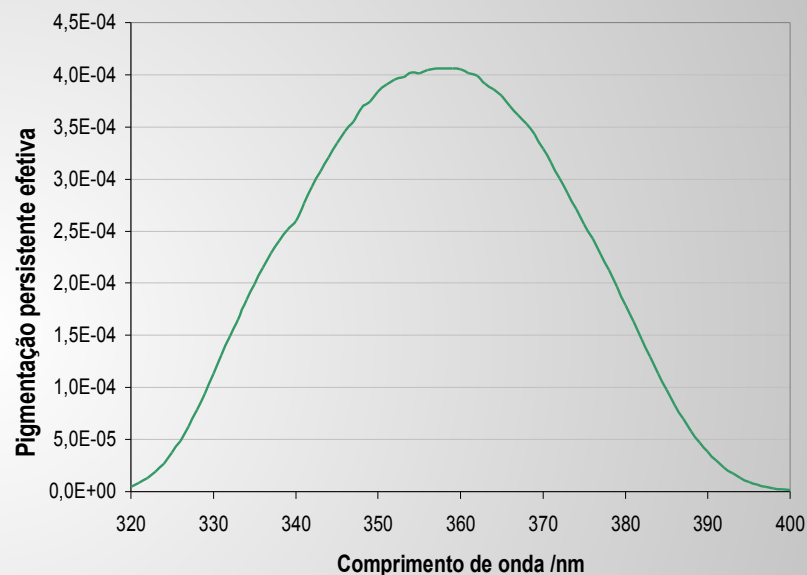
2. Efeitos da radiação eletromagnética sobre a pele

Espectro solar padronizado

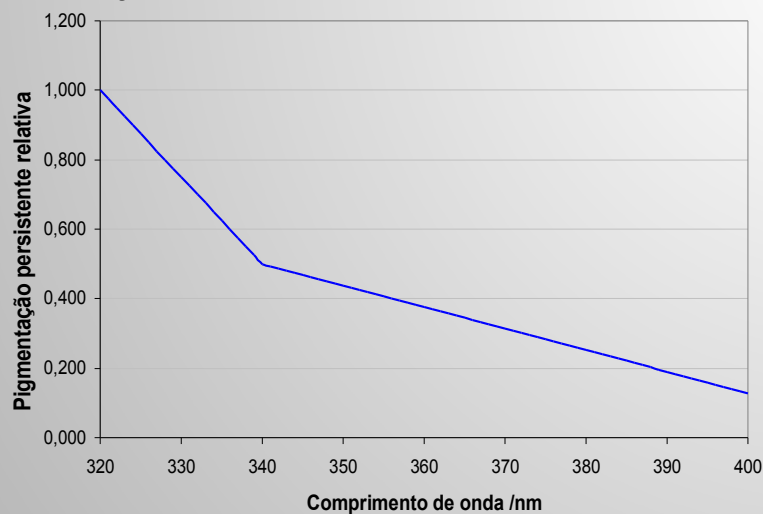


Efeito principal da radiação UVA:
Pigmentação persistente da pele

Espectro pigmentar efetivo



Ação pigmentar padronizada



3. Protetores solares: definição e história

Definição:

Preparação para uso tópico que reduz os efeitos nocivos da radiação ultravioleta, tendo ação preventiva na formação de queimaduras solares, cânceres e fotoenvelhecimento.

Primeiras tentativas...

- 7800 a.C.: extratos de mamona e magnólia (egípcios)
- 400 a.C.: mistura de óleo de oliva e areia (gregos)
- 1928: emulsão composta de salicilato e cinamato de benzila (Estados Unidos)
- 1944: Benjamin Greene desenvolveu um produto a base de petróleo, de cor vermelha e viscoso.

- filtro eficaz para a época
- estabeleceu o conceito de FPS

O primeiro filtro eficaz...

1938-1962: Franz Greiter

No Brasil o primeiro protetor solar foi lançado em 1984 pela Johnson & Johnson.



3. Protetores solares: etapas de desenvolvimento

1. Avaliação técnica e comercial

Avaliação do público alvo, mercado, marcas, patentes, ferramentas de propaganda, vendas, etc.

2. Definição da fórmula e processo fabril

Seleção dos componentes com base nas propriedades desejadas, literatura científica disponível, no atendimento às legislações existentes (nacionais e internacionais). Desenvolvimento dos protótipos em laboratório e em escala piloto.

3. Avaliação de estabilidade físico-química e microbiológica

Avaliação da estabilidade térmica e organoléptica, propriedades reológicas, tamanho de partículas, microbiologia, fotoestabilidade, dentre outros.

4. Avaliação de segurança e eficácia

Ensaios de segurança clínica: irritação primária e cumulativa da pele, irritação ocular primária e cumulativa, etc.
Ensaios de eficácia: determinação do Fator de proteção solar, FPS, resistência à água, proteção UVA, dentre outros.



3. Protetores solares : formulação

Componentes típicos	Exemplo: Emulsão FPS 20
Filtros químicos	12%
Filtros físicos	2%
Emolientes	12%
Emulsionantes	5%
Agentes doadores de consistência	3%
Umectantes	3%
Conservantes, fragrâncias, ativos de tratamento, antioxidantes, estabilizantes, corantes e outros aditivos	< 5%
Água	qsp 100%

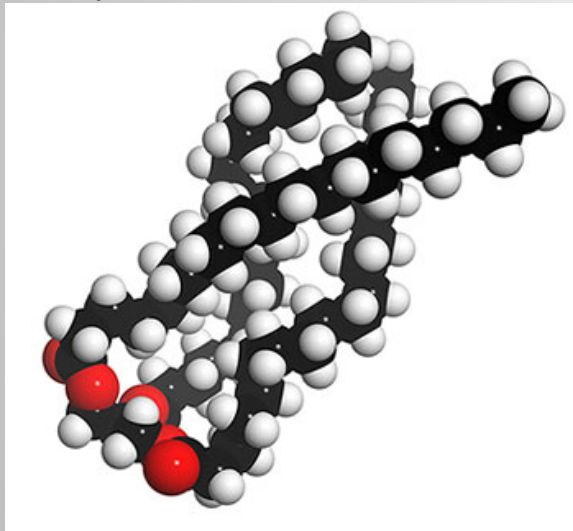


3. Protetores solares: componentes

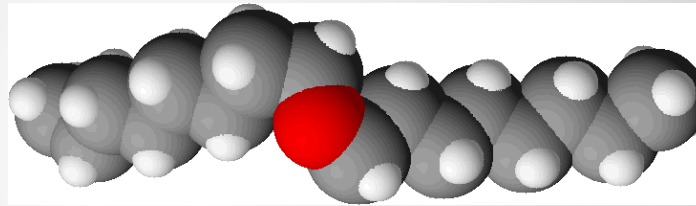
1. Fase Oleosa:

Emolientes: ésteres, éteres, e triglicerídeos graxos.

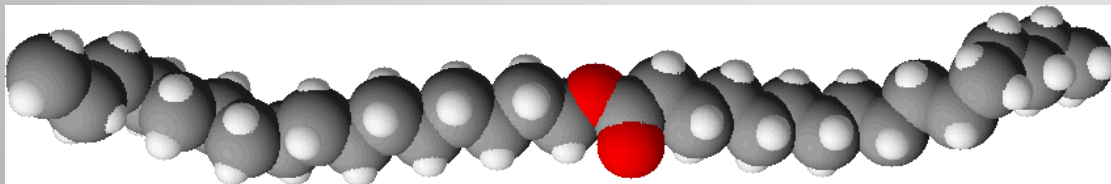
Função: solubilização de componentes lipofílicos como os filtros químicos e essências, ajuste de propriedades sensoriais: sensação na pele, agradabilidade ao toque, espalhabilidade, facilidade de absorção, etc.



Triglicerídeo



Éter dicaprílico



Palmitato de cetila

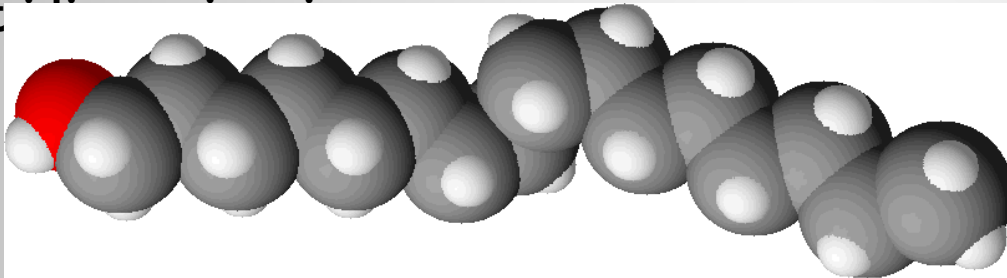


3. Protetores solares: componentes

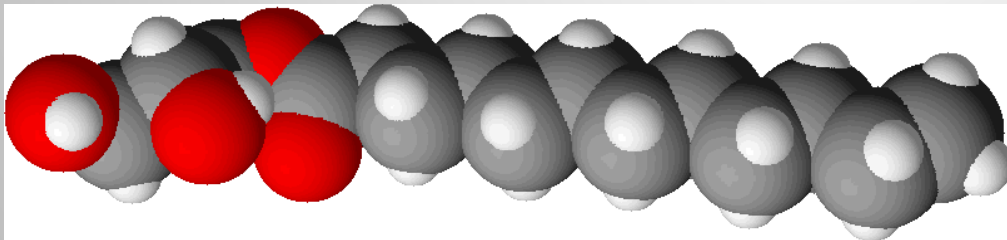
1. Fase Oleosa:

Agentes doadores de viscosidade: álcoois graxos, ésteres de glicerina, etc.

Função: estruturação da emulsão para obter a viscosidade adequada através da formação de cristais líquidos ou formação de estruturas



Álcool cetílico



Monoestearato de glicerila

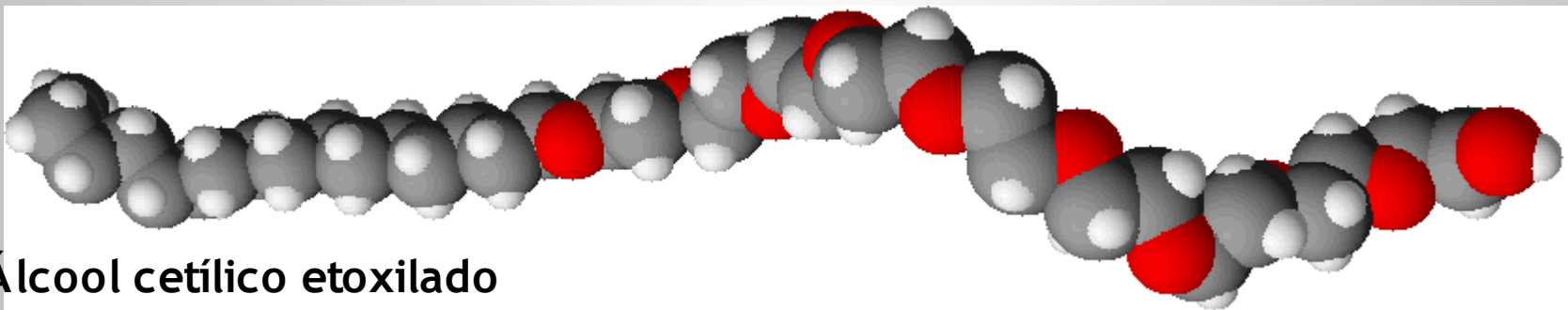


3. Protetores solares: componentes

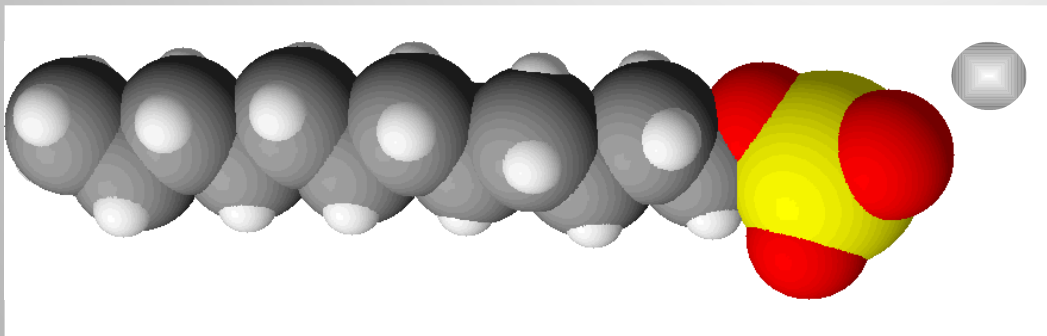
1. Fase Oleosa:

Emulsificantes: Álcoois graxos etoxilados, alquilssulfatos de sódio, ésteres graxos de glicerina.

Função: agente anfifílico que reduz a tensão superficial e permite a formação das miscelas, partículas de materiais lipofílicos dispersos na água.

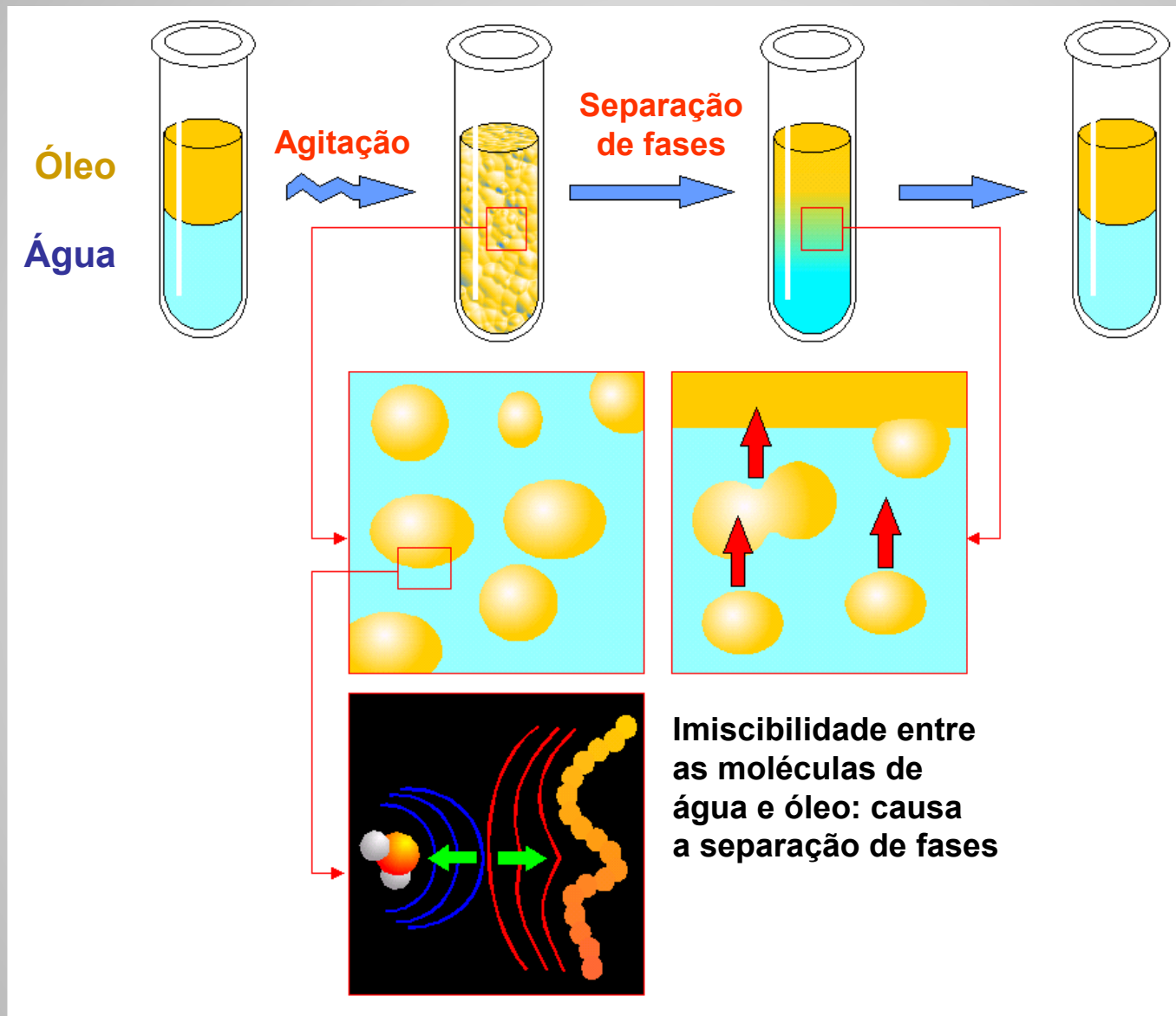


Álcool cetílico etoxilado



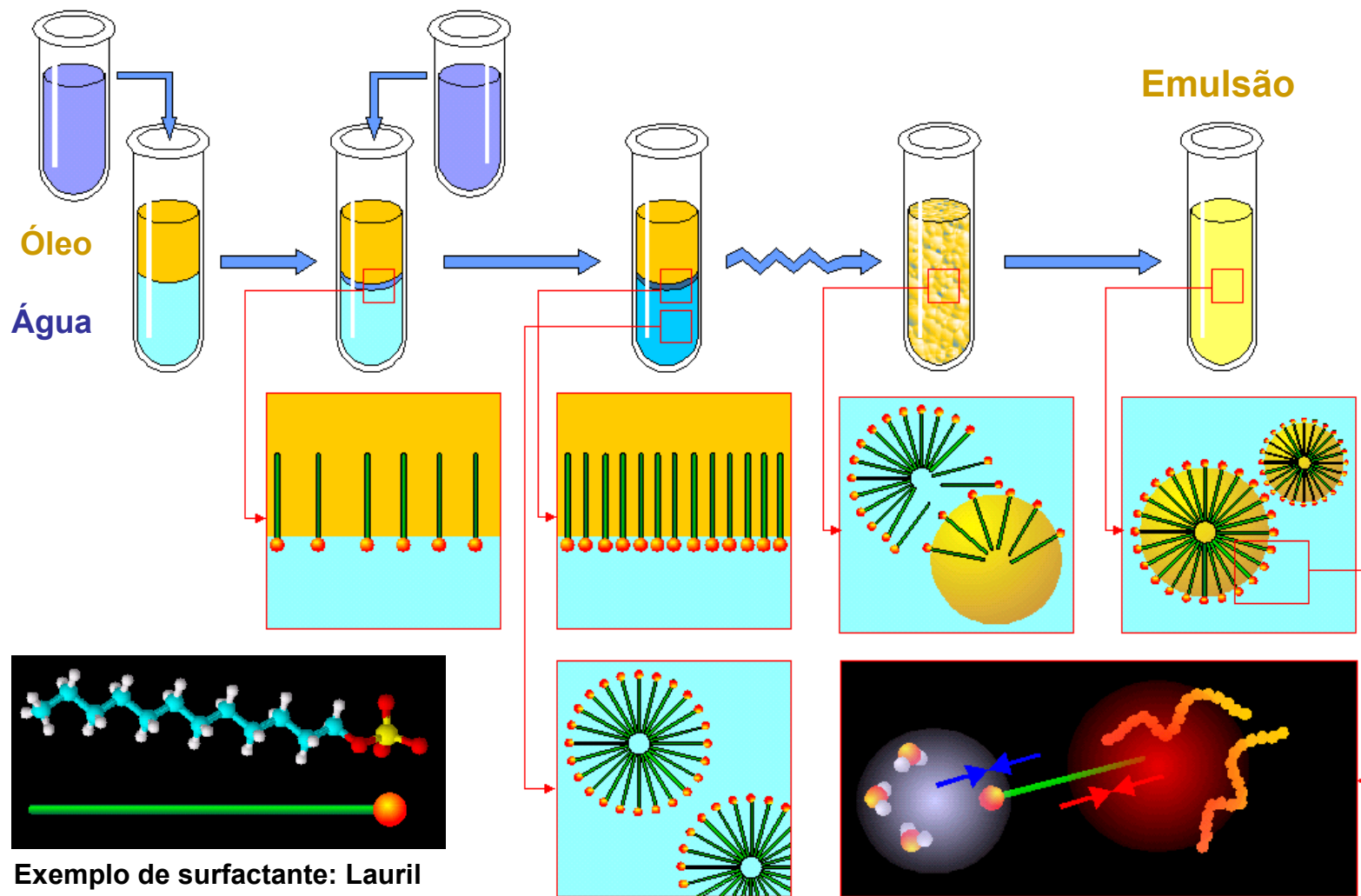
Cetilsulfato de sódio

3. Protetores solares: componentes



3. Protetores solares: componentes

Surfactante

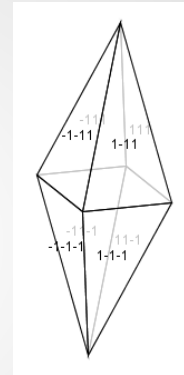
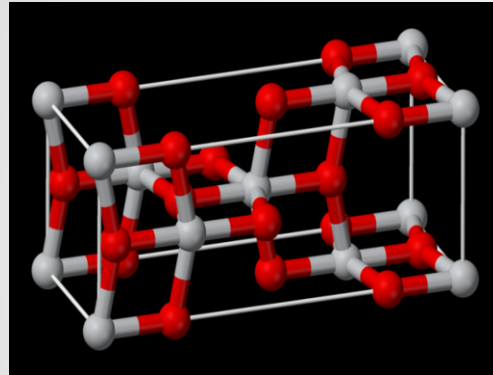


3. Protetores solares: componentes

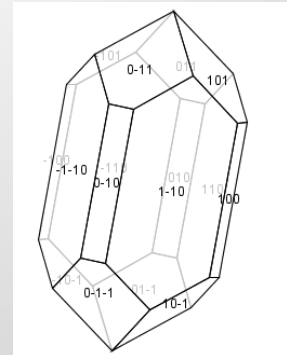
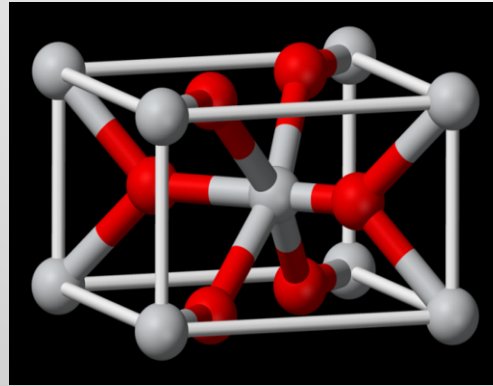
1. Fase Oleosa:

Filtros físicos: TiO_2

Função: barreira física, reflexão da radiação UV.



Anatase
Menor índice de refração
aprox.: 2,5



Rutilo
Maior índice de refração
aprox. 2,8



3. Protetores solares: componentes

1. Fase Oleosa:

Filtros físicos: TiO_2

Reflexão total da luz incidente, lei de Snell:

$$\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$$

θ_c = ângulo crítico (qualquer raio que incida com $\theta > \theta_c$ é totalmente refletido)

n = índice de refração do meio, $n_1 > n_2$



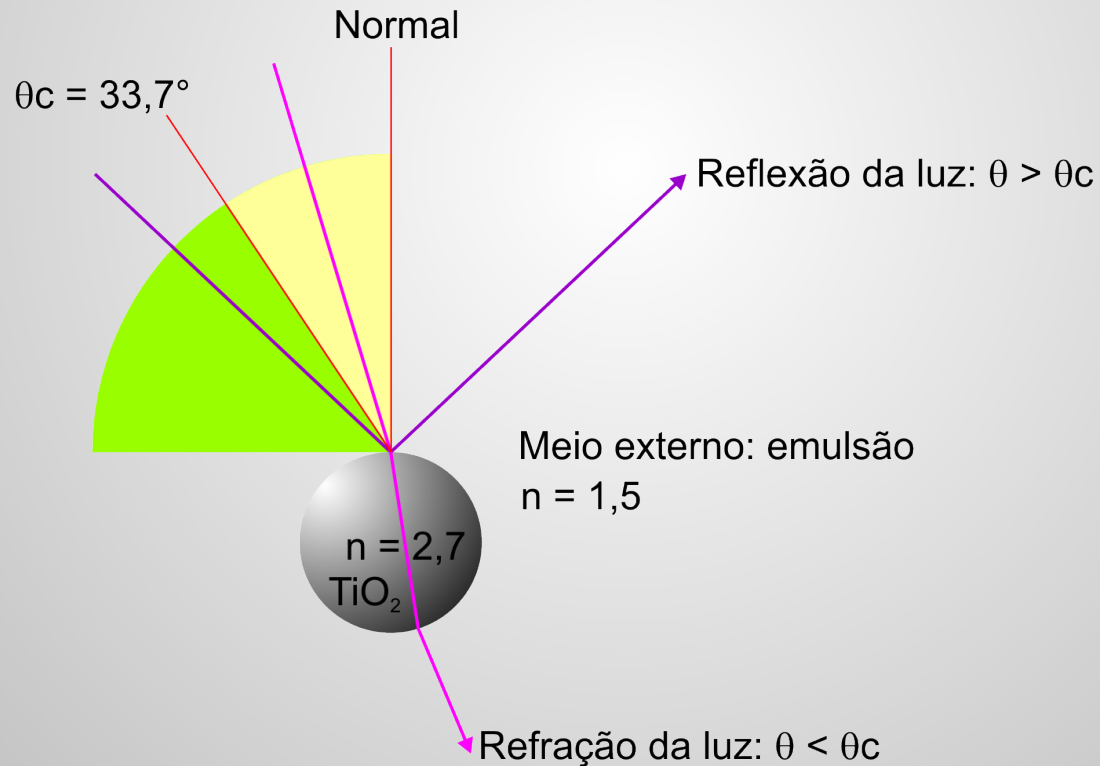
3. Protetores solares: componentes

1. Fase Oleosa:

Filtros físicos: TiO_2

Reflexão total da luz incidente, lei de Snell:

$$\theta_c = \text{arco-seno} (1,5/2,7) = 33,7^\circ$$

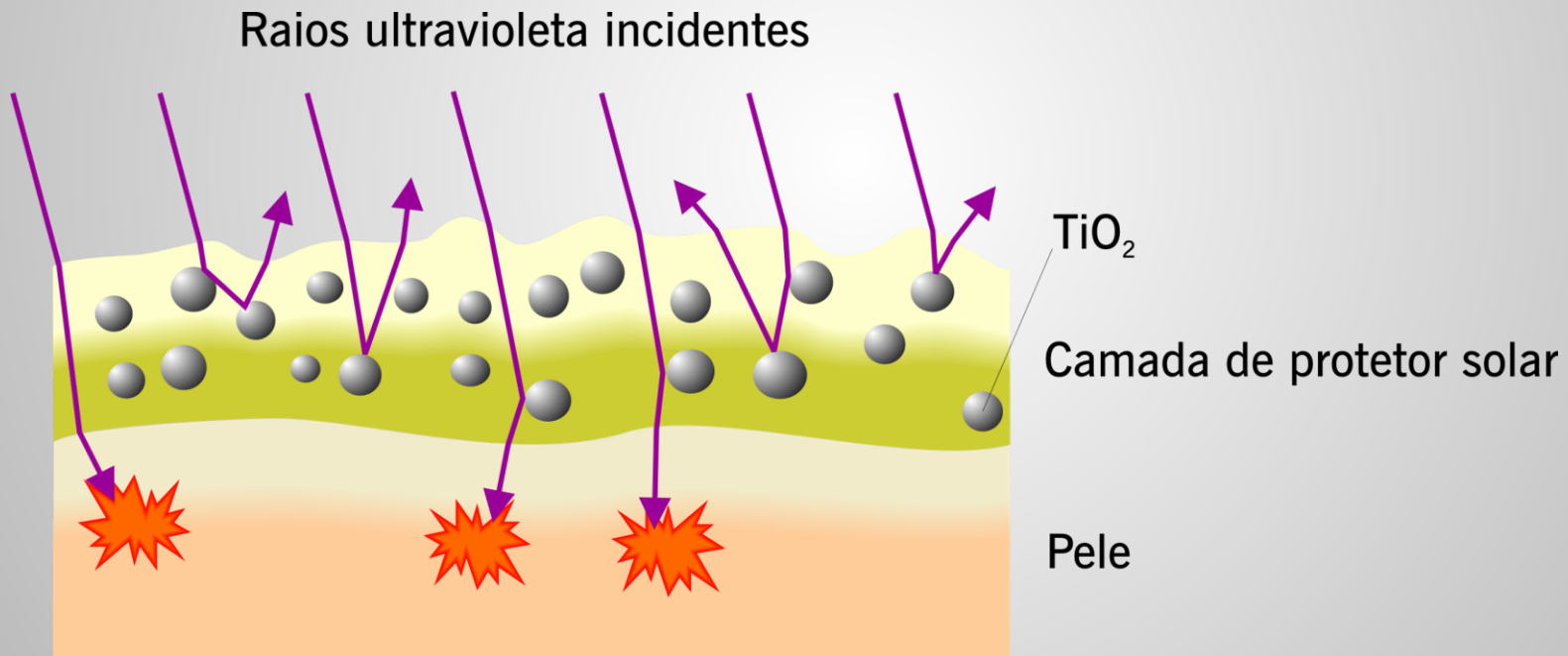


3. Protetores solares: componentes

1. Fase Oleosa:

Filtros físicos: TiO_2

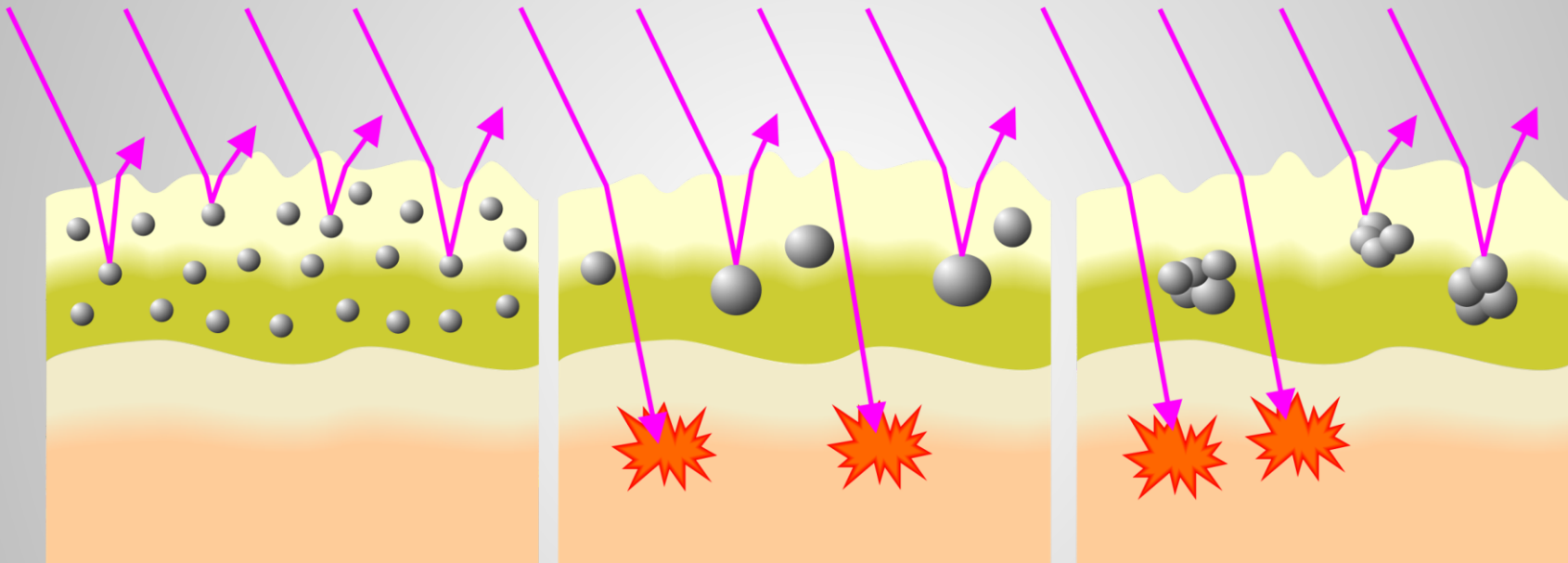
Função: barreira física, reflexão da radiação UV.



3. Protetores solares: componentes

1. Fase Oleosa:

Filtros físicos: TiO_2



Partículas pequenas e bem distribuídas, formando uma barreira física eficiente.

Partículas grandes e mal distribuídas, formando uma barreira física ineficiente.

Partículas agregadas, causando ineficiência da barreira.



3. Protetores solares: componentes

1. Fase Oleosa:

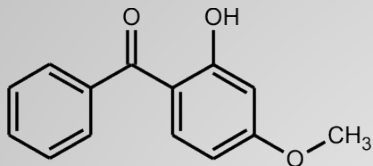
Filtros químicos: diversas substâncias orgânicas podem ser usadas.

Função: absorver a radiação ultravioleta por meio de transições eletrônicas (promoção de elétrons de orbitais moleculares HOMO para LUMO), e relaxamento via emissão de radiação visível ou infravermelha ou modificações de estruturas de ressonância eletrônica.

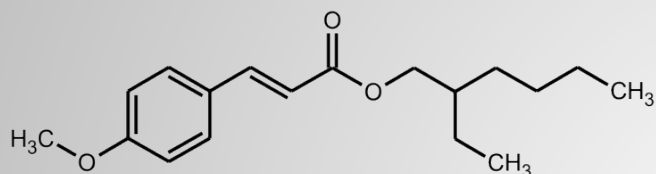


3. Protetores solares: componentes

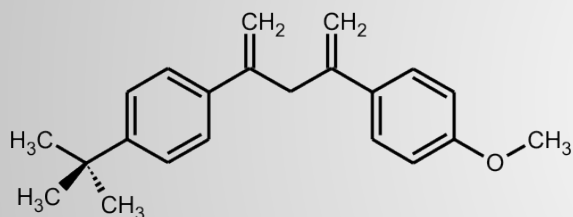
Exemplos de filtros químicos



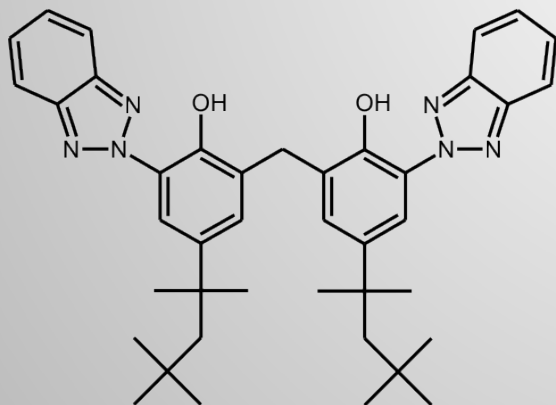
Benzofenona-3 (BP-3)



Etilhexil-metoxicinamato (EHMC)



Butil metoxidibenzoilmetano
(Avobenzona, BMBM)

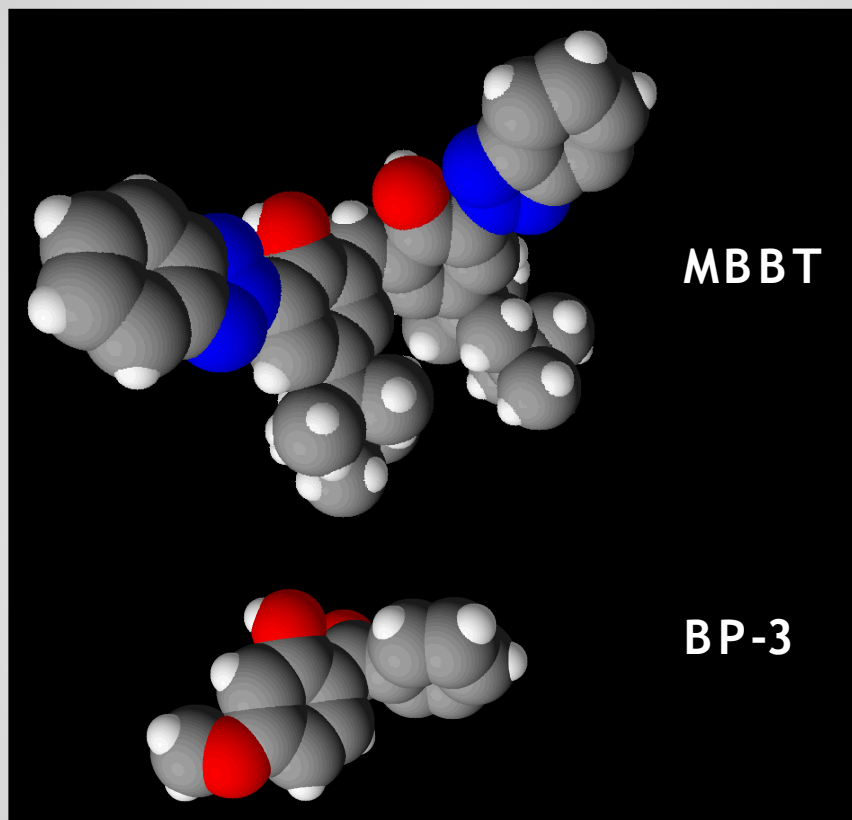


Metileno bis-benzotriazolil-tetrametilbutil-fenol
(MBBT)



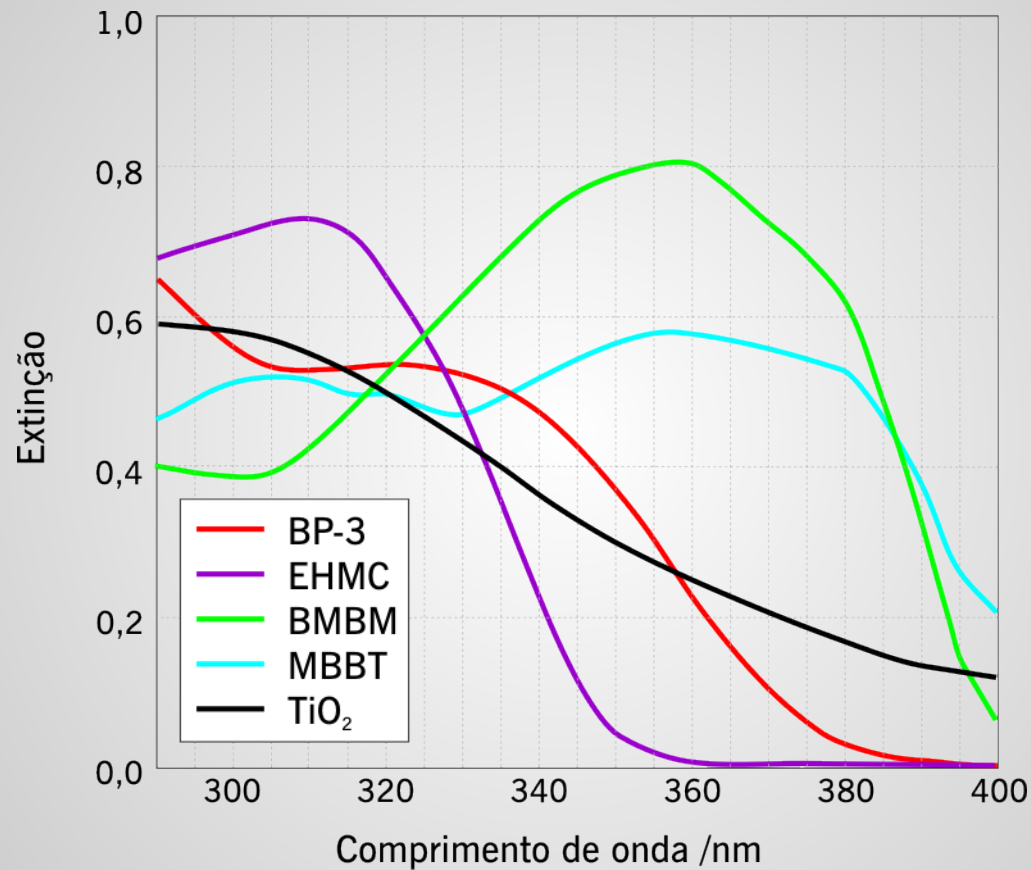
3. Protetores solares: componentes

Ilustração 3D comparativa das moléculas



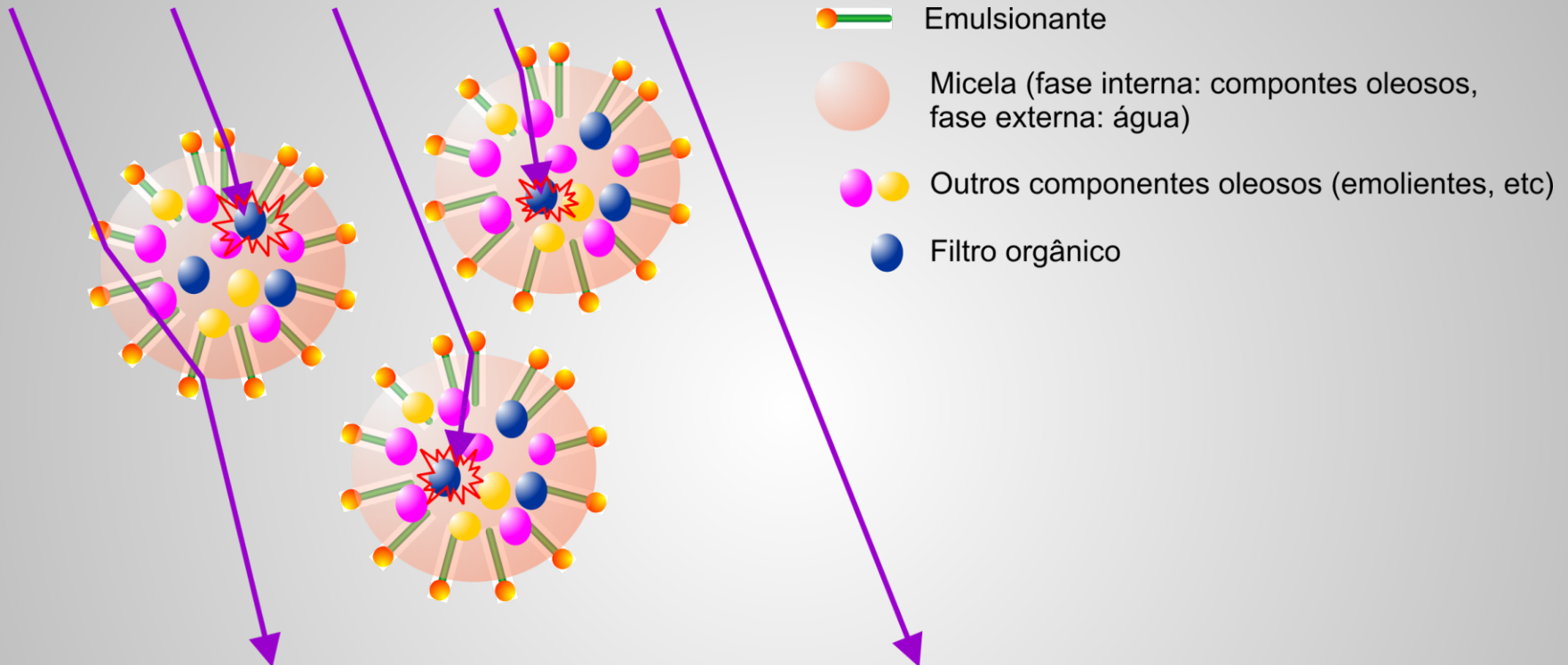
3. Protetores solares: componentes

Faixas de absorção no ultravioleta para alguns filtros químicos ou orgânicos em comparação ao TiO_2 .



3. Protetores solares: componentes

Estrutura da emulsão e mecanismo de absorção



4. Avaliação dos protetores solares: testes de caracterização físico-químicos

1. Estabilidade

É avaliada em função de estudos reológicos, térmicos e organolépticos.

2. Teste microbiológicos

Meio de cultura.

3. Fotoestabilidade

Espectrofotometria.



4. Avaliação dos protetores solares : testes de eficácia

1. Determinação do FPS

Avalia a eficácia do protetor solar quanto a proteção UVB.



O FPS é um valor numérico, com a finalidade de avaliar o tempo que uma pessoa pode ficar exposta ao sol sem se queimar.



TIPO 01



TIPO 02



TIPO 03



TIPO 04



TIPO 05



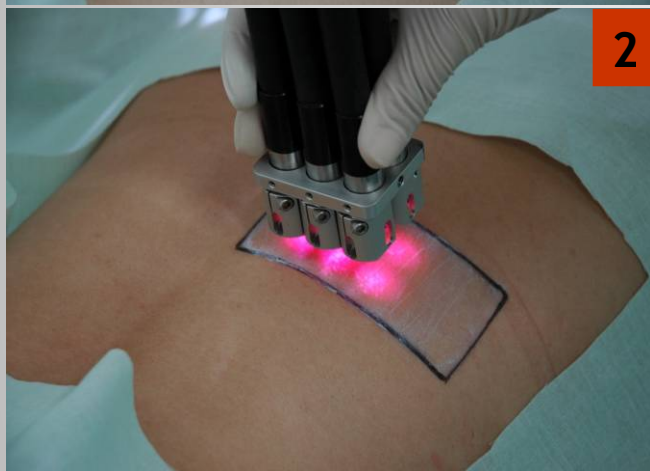
TIPO 06



4. Avaliação dos protetores solares: determinação do FPS



1



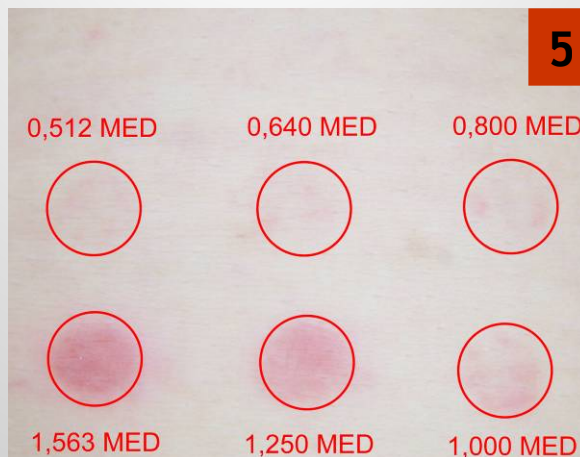
2



3



4



5

1. Aplicação da amostra.

2. Aplicação da radiação UV na pele.

3. Detalhe dos focos de emissão do simulador solar.

4. Teste em andamento.

5. Exemplo de resultado.



$$FPS = \frac{MED \text{ da pele protegida}}{MED \text{ da pele não protegida}}$$

Determinação do FPS de uma amostra estimada com valor de FPS 15

$$FPS = \frac{15 \times 0,800}{0,800}$$

$$FPS = 15$$

ideal

$$FPS = \frac{15 \times 0,800}{1,000}$$

$$FPS = 12$$

subestimado

$$FPS = \frac{15 \times 1,000}{0,800}$$

$$FPS = 18$$

superestimado



4. Avaliação dos protetores solares: resistência à água e ao suor

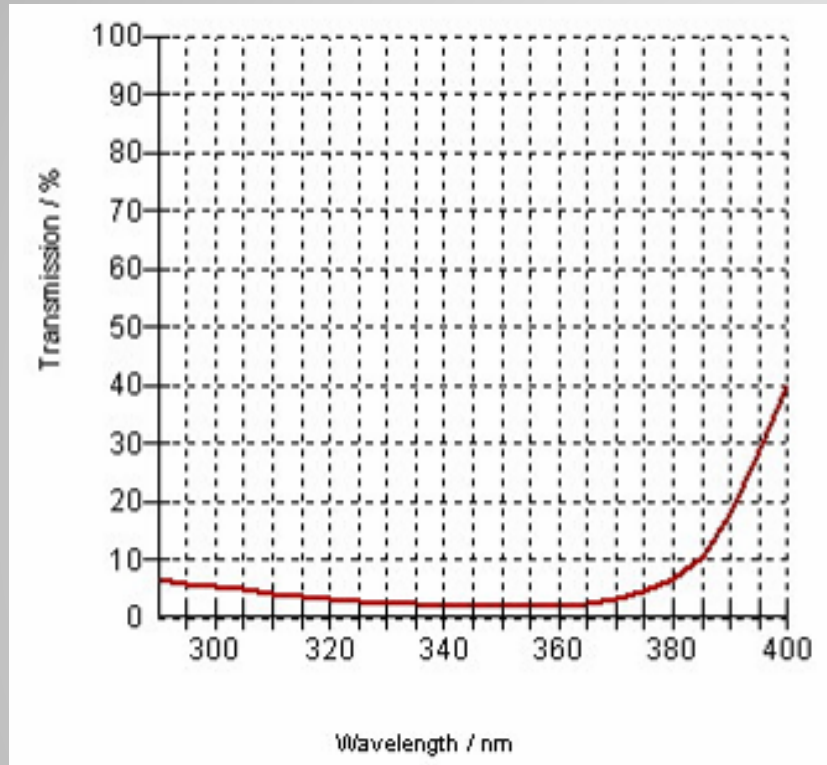
O procedimento é semelhante aos de determinação do FPS, com a diferença que o voluntário é imerso em água, entre os ciclos de medidas.

É utilizada água potável com temperatura entre 30-32 °C em banheira tipo Jacuzzi.

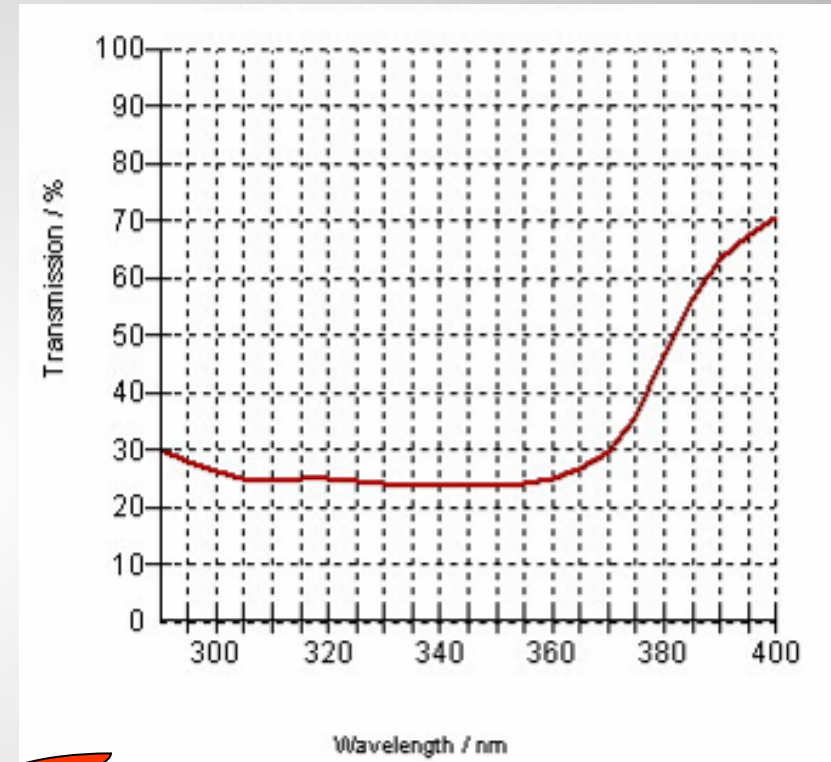


4. Avaliação dos protetores solares: determinação da proteção UVA.

Método do padrão australiano: % T < 10% na região entre 320 e 360 nm.



produto com proteção UVA



produto sem proteção UVA



5. Idéias para trabalhos multidisciplinares

Descobrimo a ciência por trás do rótulo: a química e o protetor solar

PMB Frattezi e LPS Pimenta; Livro de resumos da 30ª RAS BQ.

Trabalhou textos na sala de aula no ensino médio.

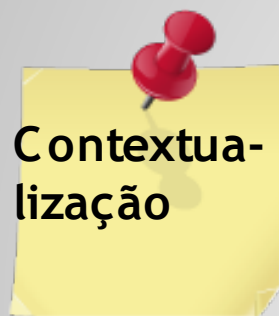
Interligação de diversas áreas do conhecimento;
Redução da compartimentalização do conhecimento
Estímulo ao senso crítico.



5. Idéias para trabalhos multidisciplinares

Protetores solares: uma abordagem contextualizada no ensino médio

HS Santos, SS SOARES, WHF Ribeiro, FHA Rodrigues, MSS Juliao, JESA Menezes, CR Sousa, TLG Lemos. 6º Simpósio Brasileiro de Educação em Química; Fortaleza/CE, 2008.



Contextua-
lização

No desenvolvimento da aula foi constatado...

- importância: 21,43% não souberam responder
- uso: 15% disseram usar o protetor solar
- relação com a química: 82,2% não sabiam responder.

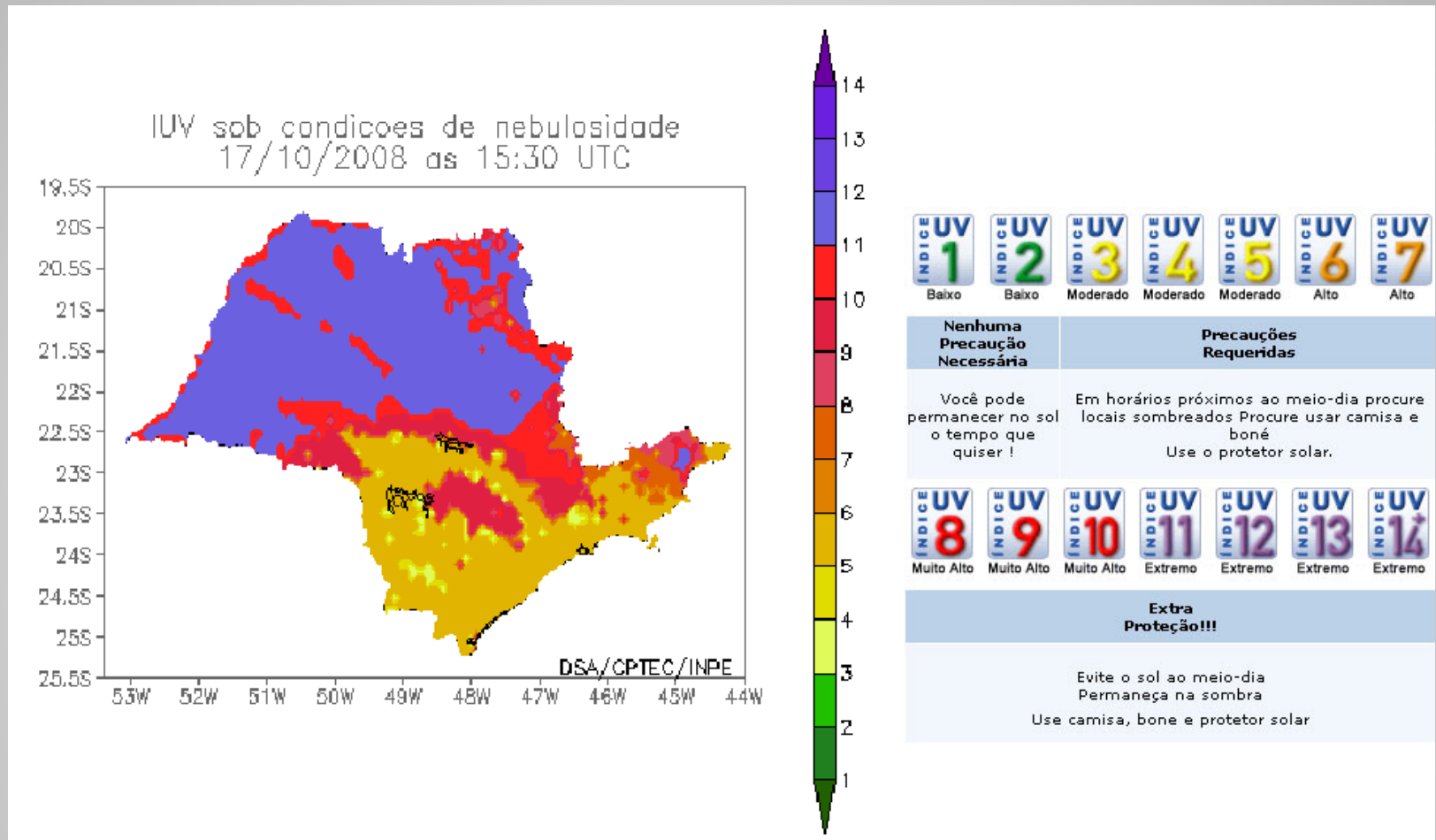
Conclusões...

O assunto abordado na sala de aula despertou a curiosidade dos alunos evidenciado:

- pela participação dos mesmos durante a aula
- entendimento dos alunos sobre a importância da química na formulação de protetores solares.
- conscientização do uso



5. Idéias para trabalhos multidisciplinares



Índice de UV em Campinas às 12:00h do dia 17/10/2008: 10



4. Avaliação dos protetores solares : testes de eficácia

Tempo de exposição solar em minutos vs fototipo vs índice de UV

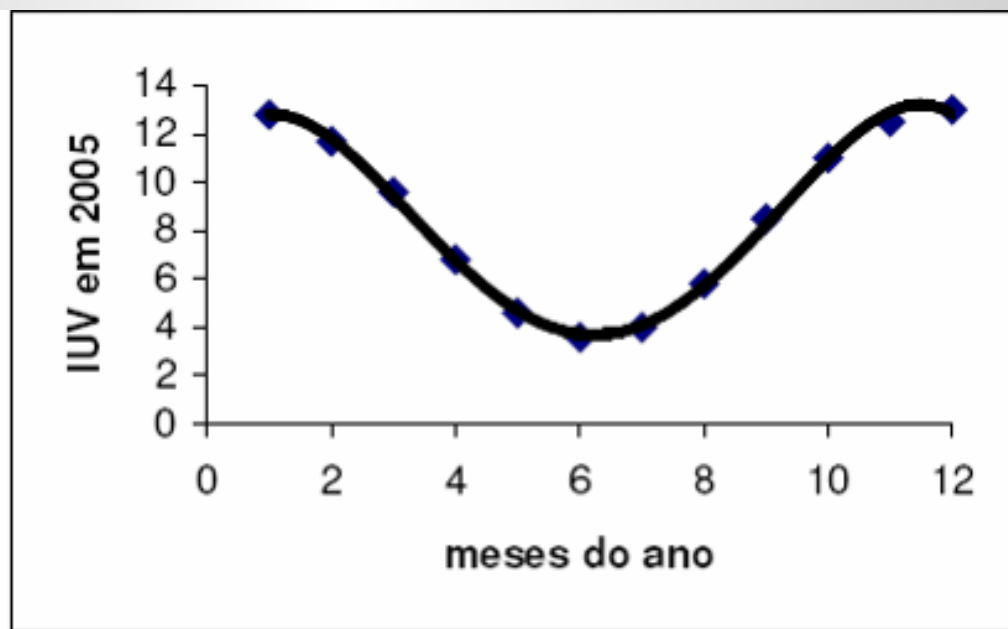
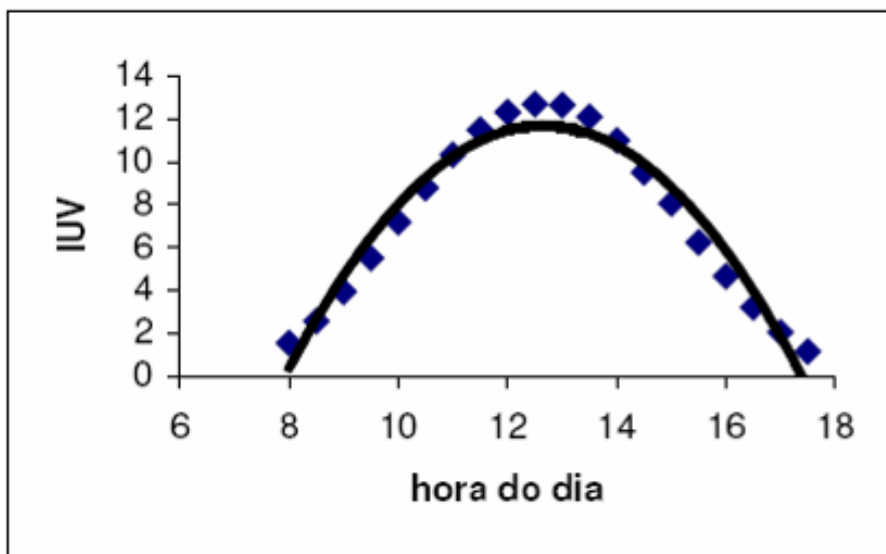
Valor do Índice UV-B	Pele Tipo I	Pele Tipo II	Pele Tipo III	Pele Tipo IV
0-2	30	60	90	120
3	20	47	70	90
4	15	32	50	75
5	12	25	40	60
6	10	22	35	50
7	8,5	19	30	40
8	7,5	17	26	35
9	7	15	24	33
10	6	14	22	30
11	5,5	13	20	27
12	5	12	19	25
13	4,5	11	18	23
14	4	10	17	21
15	3,5	9	15	20



Fototipo I: sem protetor solar: 6 minutos e com protetor solar FPS 15: $6 \times 15 = 90$ min

Fototipo IV: sem protetor solar: 30 minutos e com protetor solar FPS 15: $30 \times 15 = 450$ min

4. Avaliação dos protetores solares : testes de eficácia



5. Idéias para trabalhos multidisciplinares

Questões de conhecimentos gerais e úteis ...

De quanto em quanto tempo devo reaplicar o protetor solar?

Como saber qual é o nosso tempo máximo de exposição solar?

Usando protetor solar posso ficar exposto ao sol durante todo o dia?

Qual é a diferença entre moderador solar, protetor solar e bloqueador solar?

Em regiões mais frias e montanhosas é preciso usar protetor solar?

Qual a quantidade de protetor solar que devo usar?

Qual FPS é adequado para a minha pele e região onde eu moro?



6. Referências bibliográficas

- <http://www.cpa.unicamp.br>: apresenta os valores de índice de UV de todo o Brasil.
- Revista de negócios da indústria da beleza. Edição Temática: Proteção Solar, março 2008, 7, 3. Editora: Tenopress: apresenta de forma bem didática todos os aspectos gerais de proteção solar: da formulação até a eficácia dos produtos.

