

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DE METODOLOGIAS EMPREGADAS
NA DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR

Bolsista: Ricardo Alexandre Primo da Silva

MANAUS

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO PARCIAL
PIB-E/0075/2012
ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DE METODOLOGIAS EMPREGADAS
NA DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR

Bolsista: Ricardo Alexandre Primo da Silva
Orientador: Profº Drº Roberto Castilho
Co-orientador: Profº Geverson Façanha da Silva

MANAUS
2013

RESUMO

O método padrão de avaliação da efetividade de uma formulação de protetor solar baseia-se no cálculo do fator de proteção solar (FPS) e tem sido considerado um indicador universal, cujo método padrão *in vivo* é desenvolvido utilizando pessoas para realização dos testes. O que torna de grande importância o desenvolvimento de métodos *in vitro* por serem mais rápidos e baratos e com a finalidade de serem utilizados para realização de triagem de substâncias potencialmente protetoras, para estudos de pré-formulação e avaliações de rotina em controle de qualidade. O presente trabalho descreve as realizações de estudos de metodologias espectrofotométricas empregadas para determinação do valor do FPS de protetores solares comerciais e de derivados vegetais encontrados na região amazônica. Utilizando o método de espectroscopia de absorção foram realizadas análises com filtros solares comerciais com FPS 8, 15, 20, e 30 e formulações contendo octilmetoxinamato e benzofenona 3 apresentando FPS 15. As análises obtiveram espectros de absorção no intervalo de 280 a 400 nm referente ao UVB e UVA, todas as análises foram realizadas em triplicata na concentração de 0,2 mg/mL. Os valores de absorção obtidos foram usados para realização dos cálculos necessários para determinação do FPS referente a radiação UVB e para determinação de parâmetros que quantificam a eficácia da proteção frente a radiação UVA, utilizando a razão entre a absorbância UVA e a absorbância UVB e a medição do comprimento de onda crítico.

Palavras-chaves: Fator de proteção solar, radiação ultravioleta, espectroscopia.

1. INTRODUÇÃO

O sol é definitivamente fonte de energia capaz de proporcionar a sensação de bem-estar, saúde e beleza nos seres humanos, mesmo com os benefícios que o sol proporciona a exposição prolongada pode resultar em danos na pele, como o fotoenvelhecimento e o câncer. De acordo com Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2012), o câncer de pele corresponde cerca de 25% de todos os tumores malignos registrados no Brasil.

O espectro eletromagnético referente ao ultravioleta emitido pelo sol possui o comprimento de onda de 200 a 400 nm, subdividida em UVA (320 – 400 nm) apresentando potencial carcinogênico de menor magnitude e responsável pelo fotoenvelhecimento, UVB (290 – 320 nm) responsável pela produção de eritema, queimaduras e podendo causar câncer, UVC (200 – 290 nm) que é dispersa na atmosfera e não chega à superfície terrestre (RIBEIRO, 2004).

O uso de filtro solar é de extrema importância devido à finalidade de reduzir a quantidade de radiação UV absorvida pela pele humana, funcionando como barreira protetora possibilitando um maior tempo de exposição à radiação solar com menos probabilidade de dano.

A eficácia dos filtros solares é determinada pela sua capacidade de absorver energia radiante que é proporcional à concentração dos compostos absorvedores e/ou refletores da radiação eletromagnética.

A capacidade de proteção de um filtro solar é determinada *in vivo*, pelo cálculo do fator de proteção solar (FPS), ou seja, os experimentos são realizados por meio de cobaias o que encarece e dificulta as análises.

Dessa forma, o presente projeto tem como principal proposta realizar estudos espectrofotométricos utilizando filtros solares comerciais para padronização de metodologia *in vitro* para determinação do FPS e a realização de ensaios para determinar o potencial fotoprotetor de óleos essenciais de plantas e frutas presentes na Amazônia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A incidência de câncer de pele e o fotoenvelhecimento induzido pela radiação solar crescem em todo o mundo. Segundo a OMS o melanoma é o tipo de câncer que mais cresce no mundo, sendo considerado um problema de saúde pública (RAMOS *et al.*, 2010). Pesquisas têm mostrado que a radiação UV danifica o material genético, oxida os lipídios e produz perigosos radicais livres, causa inflamação, rompe a comunicação celular, modifica a expressão dos genes em resposta ao estresse e enfraquece a resposta imune da pele (ARAUJO *et al.*, 2008). Por esta razão o uso dos filtros solares tem sido largamente recomendado como uma medida preventiva contra os raios ultravioletas (URBACH, 2001; SCALIA *et al.*, 1998; MONTEIRO, 2008).

Uma das tendências do mercado e da Ciência Cosmética é o desenvolvimento de produtos com maior número de componentes de origem natural, especialmente os de origem vegetal, explorando de forma racional a biodiversidade brasileira (BIAVATTI *et al.*, 2007).

Nesse sentido, o Brasil tem enorme biodiversidade, possuindo uma das mais ricas floras do mundo e os poucos estudos existente deste material justificam a busca de maior desenvolvimento nesta área. Uma vez que a biodiversidade brasileira não é totalmente estudada, milhões de espécies distintas de vegetais, microrganismos ou animais podem ser pesquisados (GUERRA *et al.*, 2001).

Os filtros solares são substâncias capazes de absorver, refletir ou refratar a radiação ultravioleta e assim proteger a pele da exposição direta da luz solar (GLOKAS *et al.*, 2005). Existe uma analogia estrutural entre os filtros solares sintéticos e os princípios ativos de produtos naturais que possam apresentar uma ação antisolar, uma vez que a absorção ultravioleta tem sido verificada quando se utiliza extrato vegetal em produtos farmacêuticos e cosméticos (RAMOS *et al.*, 1996).

Nos protetores inorgânicos, o processo de proteção solar envolve tanto a absorção quanto o espalhamento da radiação apresentando inespecificidade quanto às radiações UVA e UVB. Os protetores solares inorgânicos agem

como uma barreira física que não permite a passagem da radiação (DE PAOLA, 2001).

Os protetores orgânicos são formados por moléculas orgânicas que possuem como característica a absorção de um ou mais comprimentos de onda específicos, transformando-o em outro tipo de energia (LOWE, 1997). Estas moléculas são, essencialmente, compostos aromáticos com grupos carboxílicos.

A determinação do FPS é uma técnica que comprova a eficácia dos filtros solares para a porção UVB do espectro eletromagnético. Como o UVB é o responsável por causar eritema na pele, um filtro bastante eficaz é aquele que é capaz de proteger a pele exposta contra a queimadura solar (RUVOLO, 1997; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2002).

A determinação do FPS utilizando métodos *in vitro* tem como vantagem a segurança de não precisar utilizar voluntários humanos, sendo utilizada a espectrofotometria na região UV para avaliação das formulações.

O método desenvolvido por Mansur e colaboradores (MANSUR *et. al.*, 1986) demonstrou ser eficaz e rápido, além de apresentar uma boa correlação com os resultados *in vivo*, já tendo sido inclusive utilizado em outros trabalhos (SANTOS *et. al.*, 2001). O método de Mansur se baseia em medidas de absorbância de uma solução da formulação que se deseja analisar na faixa de comprimento de onda referente ao UVB (290 – 320 nm) aplicando o valor obtido na formula desenvolvida por Mansur, que apresenta parâmetros *in vivo* com valores referentes ao efeito eritemogênico da radiação de comprimento de onda λ , e a intensidade do sol neste mesmo comprimento de onda (λ).

3. OBJETIVOS

a. Gerais:

- i. Padronização de métodos *in vitro* para determinação do fator de proteção solar nas regiões do UVA e UVB.
- ii. Utilização dos conhecimentos acumulados no projeto para preparação de aulas práticas.

b. Específicos:

- i. Determinar os espectros de fotoabsorção no UV-Visível de filtros solares comerciais com diversos valores de FPS e padrões – levantamento das curvas de calibração.
- ii. Determinar a eficiência fotoprotetora dos filtros solares nas regiões do UVA e UVB a partir de métodos aceitos pelas principais agências reguladoras de cosméticos e saúde pública: ANVISA, FDA, COLIPA.
- iii. Padronização de um método espectrofotométrico para análise dos cosméticos produzidos por nosso grupo de pesquisa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O método espectrofotométrico para determinação do fator de proteção solar *in vitro* foi desenvolvido por Mansur e colaboradores (MANSUR *et.,al.*, 1986) e vem sendo utilizado por diversos grupos de pesquisa e desenvolvimento em cosmetologia (SAVIAN *et.,al.*, 2010; FERRARI *et.,al.*, 2007). Tal método consiste na medição de absorção referente à luz UVB (290 – 320 nm) e correção do efeito fotoprotetor real, considerando parâmetros *in vivo* conforme explicado anteriormente. As amostras foram preparadas a partir de filtros solares comerciais e de formulações contendo benzofenona 3 e octilmetoxinamato na concentração de 2mg/mL em etanol P.A. A partir destas soluções, foram realizadas diluições sucessivas com o objetivo de obter as concentrações finais de 0,1 - 0,15 - 0,2 – 0,25 – 0,3 mg/mL, necessárias para construção da curva de calibração que indicará a concentração ideal para elaboração dos espectros de absorção e para os cálculos dos valores do fator de proteção solar, utilizando a equação 1 abaixo:

$$FPS = FC \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Equação 1. Cálculo do FPS segundo Mansur (Mansur, 1986).

Onde:

FC = fator de correção;

EE(λ) = efeito eritemogênico da radiação de comprimento de onda λ;

$I(\lambda)$ = intensidade do sol no comprimento de onda λ ;

$Abs(\lambda)$ = absorvância da solução no comprimento de onda λ .

Os parâmetros *in vivo* são determinados pela tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Parâmetros *in vivo* para determinação do FPS

λ (nm)	EE (λ) x I (λ) valores relativos
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
	1,0000

A razão entre a curva UVA/UVB foi proposta por *Boots the Chemist Limited* no Reino Unido (BOOTS, 1992). É determinada conforme a equação 2 e associada com a proteção frente à radiação UVA. Os resultados podem ser expostos com estrelas, sendo que o maior número destas corresponde a uma maior proteção antiUVA estimada.

Equação 2. Determinação UVA/UVB

$$\frac{\text{UVA}}{\text{UVB}} = \frac{\int_{320\text{nm}}^{400\text{nm}} A\lambda, d\lambda}{\int_{290\text{nm}}^{320\text{nm}} A\lambda, d\lambda}$$

Onde: $A\lambda$ é a absorvância efetiva.

A razão da absorvância apresentará variação entre zero para produtos que não exibem qualquer proteção contra a radiação UVA até 1 para produtos exibindo absorção igual para todos os comprimentos de onda do espectro UV (OLIVEIRA, 2006). Este parâmetro permite a classificação das amostras em categorias, como mostra a tabela 2.

Tabela 2. Classificação razão UVA/UVB com a quantidade de estrela. (DIFFEY, 1998)

Razão UVA	Proteção AntiUVA	
	Estrelas	Descrição
0,0 até < 0,2	*	Muito baixa
0,2 até < 0,4	**	Moderada

0,4 até < 0,6	***	Boa
0,6 até < 0,8	****	Superior
0,8 até < 0,9	*****	Máxima
>0,9	*****	Ultra

O comprimento de onda crítico foi utilizado para determinação da medida de “amplitude” da proteção nos comprimentos de onda de 290 a 400 nm, referente à radiação UVA. O comprimento de onda crítico (λ_c) é aquele que corresponde a, no mínimo, 90% ou mais da curva integral de absorção entre os referidos comprimentos de onda. Essa técnica tem sido avaliada e proposta tanto pela COLIPA (European Cosmetic, Toiletries and Perfumery Association) e CTFA (Cosmetic, Toiletries and France Association) (COLE, 2000). Um fotoprotetor, para ser indicado como adequado na proteção à radiação UVA, deve apresentar valor de λ_c maior ou igual a 370 nm. Quanto maior o valor de comprimento de onda crítico, maior será a proteção com relação à radiação UVA. No entanto, o comprimento de onda crítico não leva em consideração a intensidade de todo espectro, possibilitando que um filtro com proteção inferior possa apresentar mesmo valor de λ_c que outro, com proteção superior (BOOTS THE CHEMISTS, 2004; DIFFEY *et al.*, 2000; SPRINGSTEEN *et al.*, 1999).

Equação 2. Equação utilizada para determinação do comprimento de onda crítico.

$$0,9 = \frac{\int_{290\text{nm}}^{\lambda} A\lambda, d\lambda}{\int_{290\text{nm}}^{400\text{nm}} A\lambda, d\lambda}$$

Esse método também permite a classificação das amostras em 5 diferentes categorias, conforme a tabela abaixo:

Tabela 3. Classificação da proteção UVA em função do comprimento de onda crítico.

λ_c (nm)	Classificação Amplo Espectro
<325	0

≥325 e <335	1
≥335 e <350	2
≥350 e <370	3
≥370	4

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises realizadas com filtros solares comerciais e com formulações contendo benzofenona 3 e octilmetoxinamato determinaram o comprimento de onda que mais absorve em todas as concentrações estudadas no intervalo de 280 a 400nm, tornando possível a construção da equação do ajuste linear, onde, a concentração de 0,2mg/mL se mostrou mais eficaz para determinação do FPS por mostrar valores mais próximos do FPS rotulado. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

Figura 1. Gráfico da curva de calibração da formulação de Benzofenona 3, octilmetoxinamato.

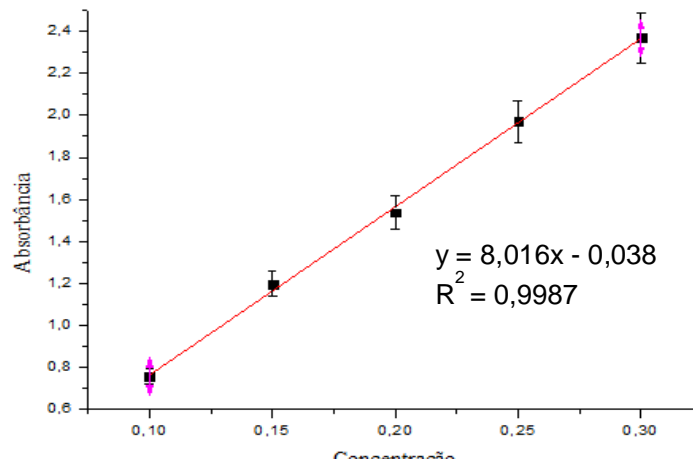
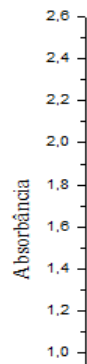


Figura 2. Gráfico da curva de



da

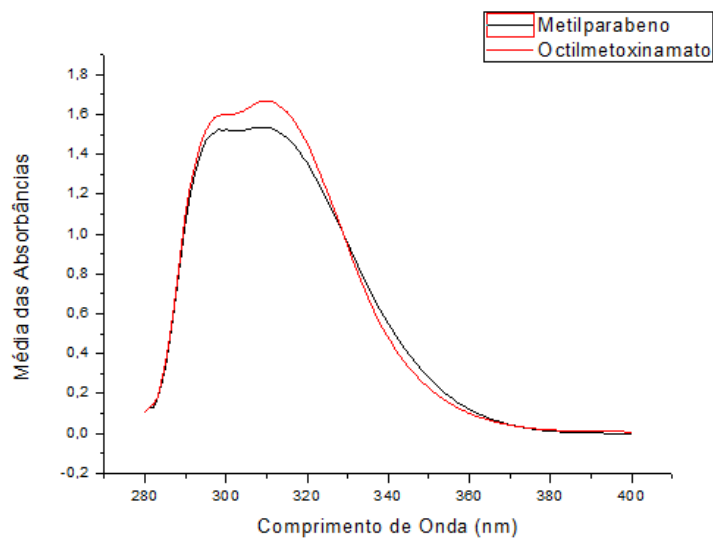
calibração da formulação de Benzofenona 3 a 5g, Octilmetoxinamato a 4,8g.

$$y = 7,57x + 0,1212$$
$$R^2 = 0,9959$$

Utilizando a concentração de 0,2 mg/mL para a realização das análises, foram obtidos os espectros de absorção para cada amostra analisada, e dados para elaboração dos cálculos necessários para a determinação do FPS e dos parâmetros de eficácia da proteção oferecida pelo produto utilizando os métodos da razão da UVA/UVB e comprimento de onda crítico.

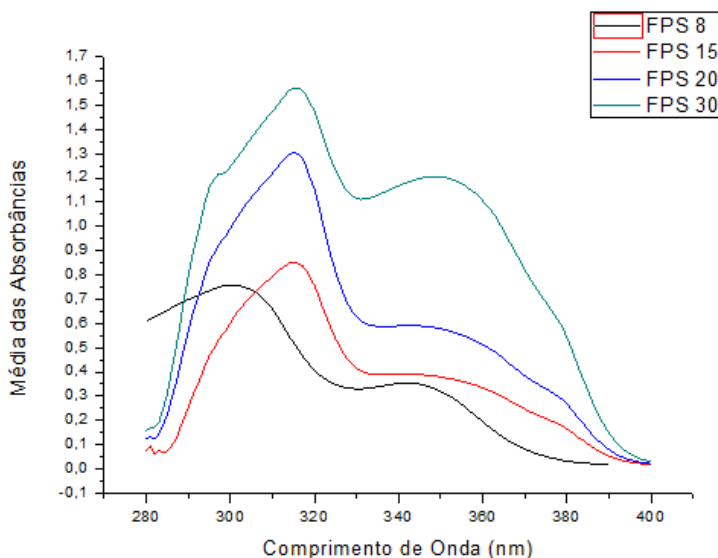
A figura 3 apresenta as curvas médias de absorção para as composições de protetor solar de benzofenona 3 e octilmetoxinamato avaliados na concentração de 0,2 mg/mL. Os espectros mostraram uma absorção máxima no comprimento de onda no intervalo de 295 - 310 nm.

Figura 3. Curva média de absorção para as formulações de benzofenona 3 a 4,5g e octilmetoxinamato a 7,2g



A figura 4 abaixo apresenta as curvas médias de absorção para cada protetor solar comercial avaliados na concentração de 0,2 mg/mL. Os espectros mostraram uma absorção máxima no comprimento de onda de 315 nm.

‘Figura 4. Curva média de absorção para os filtros solares comerciais



Com os dados obtidos foram realizados os cálculos de FPS segundo a equação de (MANSUR, 1986), apresentando bons resultados em relação ao FPS rotulado dos filtros solares comerciais, conforme tabela 4 abaixo:

Tabela 4. Determinação do Fator de proteção solar *in vitro* das amostras estudadas

Amostras Analisadas	FPS Rotulado	FPS Calculado
Filtro Comercial A	15	13,6 ± 0,13
	20	21,8 ± 0,02
	30	27,9 ± 0,25
Filtro Comercial B	8	7,19 ± 0,015
Benzofenona-4,5g, Octilmetoxinamato-7,2g	15	15,079 ± 0,68
Benzofenona-5g, Octilmetoxinamato-4,8g	15	15,84 ± 0,87
<i>Mauritia flexuosa</i> (Buriti)		0,371802 ± 0164
<i>Passiflora edulis</i> (Maracujá)		0,243558 ± 0,039
<i>Carapa guianensis</i> (Andiroba)		2,61941 ± 0,021

De acordo com (VELASCO *et al.*, 2011) o fotoprotetor deve possuir o valor de λ_c maior ou igual a 370 nm para ser considerado adequado na proteção da radiação UVA.

A razão UVA/UVB sofre variações de 0, fator de proteção nulo e 1 oferece um fator de proteção igual em todos os comprimentos de onda (OLIVEIRA, 2006).

Os valores que expressam a razão UVA/UVB e o comprimento de onda crítico estão expressos na tabela 5.

Tabela 5. Comprimento de Onda crítica e Razão UVA/UVB

Amostras Analisadas	FPS	λ_c	Razão UVA/UVB
Filtro Comercial A	15	368	0,83
	20	367	0,86
	30	371	0,62
Filtro Comercial B	8	362	0,91
Benzofenona-4,5g, Octilmetoxinamato-7,2g	15	338	0,54
Benzofenona-5g, Octilmetoxinamato-4,8g	15	341	0,63

Os filtros solares comerciais analisados demonstraram bons resultados para o parâmetro de comprimento de onda crítico e para razão UVA/UVB, sendo indicados para proteção contra a radiação UVA, apresentando correlação com os dados informados no rótulo do produto.

As formulações de benzofenona e octilmetoxinamato apresentaram maior eficácia da proteção UVB, devido o fato que os valores de comprimento de onda crítico estão inferiores a 370 nm, valor considerado aceito para que o produto seja indicado como protetor de radiação UVA.

A metodologia utilizada para a realização dos ensaios com os óleos essenciais não detectou atividade fotoprotetora, porém é necessário que se realize novos estudos para explorar outros benefícios que podem obtidos utilizando os óleos essenciais das amostras estudadas.

5. CONCLUSÃO

Para as amostras avaliadas por espectroscopia de absorção utilizando as composições contendo benzofenona 3 e octilmetoxinamato e também para

os filtros solar comerciais para as concentrações das amostras de 0,1 - 0,15 – 0,2 – 0,25 – 0,3 mg/mL foi verificado por meio de ajuste linear que a melhor condição de teste foi a concentração de 0,2 mg/mL, apresentando uma boa aderência dos dados à curva ajustada, com R^2 de 0,9987 e 0,9957 respectivamente.

Os cálculos dos FPS mostraram boa correlação aos FPS rotulados, tornando viável a utilização da metodologia para estudos com o objetivo de verificar a atividade fotoprotetora de derivados vegetais.

Os estudos utilizando os óleos essenciais de *Mauritia flexuosa* (Buriti), *Passiflora edulis* (Maracujá), *Carapa guianensis* (Andiroba), não apresentaram atividade fotoprotetora tornando necessários estudos mais detalhados do perfil químico das amostras.

Contudo a metodologia apresentada é inapropriada para realização de análises utilizando filtros físicos, já que a mesma apresenta propriedades de proteção baseada na reflexão da radiação UV diferente da forma de proteção em relação aos filtros orgânicos que absorvem a radiação UV, e liberam o excesso de energia termicamente (relaxação vibracional).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNEY, J.; SCALETTAR, B. Saving your students' skin. Undergraduate experiments that probe uv protection by sunscreens and sunglasses. *Journal Chemistry Education*. 74, 101, 1997.

ABNEY, J.R.; SCALETTAR, B.A. Saving your students skin. Undergraduate experiments that uv protection by sunscreen and sunglasses. *J.Chem.Educ.* 75, 1, 757-760, 1998.

ALVES, L.M.; AEGERTER, M.A.; HATA, K. Determinação in vitro Do Fator de Proteção Solar (FPS) De Moderadores Solares. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, vol 66 nº 6. Instituto de Física e Química de São Carlos – Universidade de São Paulo. 2001

BIAVATTI, M.; MARENSI V.; LEITE, S. N.; REIS, A. Ethnopharmacognostic survey on botanical compendia for potential cosmeceutic species from Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. V. 17, p. 640-653. 2007.

BOBIN, M. F.; BOBIN, M.; MARTINI, M. C. UVA/UVB Absorption properties of natural products. *Cosm. Toiletries*. v.109, p. 63-70. 1994.

CHRISTINA, W.; ALLEN, K.; CARL, W. T.; CYNTHIA, J. R.; RICHARD, C. D. The Spectrophotometric Analysis and Modeling of Sunscreens. *Journal Chemistry Education*. V. 74 , p. 101. 1997.

COLE, C. Review Article – Sunscreen protection in the ultraviolet A region: how to measure the effectiveness. *Photodermatology Photoimmunology e Photomedicine*, v. 17, p. 2-10, 2001.

DAMIAN, D.L.; MATTHEWS, Y.J.; PHAN, T.A.; HALLIDAY, G.M. An action spectrum for ultraviolet radiation-induced immunosuppression in humans. *BDJ British Journal of Dermatology*, p 657- 659, Nov. 2010.

DE PAOLA, M. V. R. V. *Cosmetics and toiletries* (Ed. Port.) 13:74. 2001.

FLOR, J.; DAVOLOS, M.R.; CORREA, M.A. Protetores Solares. *Química Nova*, Vol. 30, Nº. 1, 153-158, 2007.

GIOKAS, D.L.; SAKKAS, V.A.; ALBANIS, T.A.; LAMPROPOULOU, D.A. Determination of UV-filter residues in bathing waters by liquid chromatography UV-diode array and gas chromatography-mass spectrometry after micelle mediated extraction solvent back extraction. *J Chromatograph A* 1077: 19-27, 2005

KIMBROUGT, D.R. The photochemistry of sunscreens. *Journal Chemistry Education*, v.74, p.51-53, 1997.

LOWE, N. J.; SHAATH, M. A.; PATHAK, M. A. Sunscreens development, evaluation, and regulatory aspects. New York, Marcel Dekker, p. 589 – 600. 1997.

MANSUR, J.S.; BREDER, M.N.R.; MANSUR, M.C.A.; AZULAY, R.D. Correlação Entre A Determinação Do Fator De Proteção Solar Em Seres Humanos E Por Espectrofotometria, Anais Brasileiros de Dermatologia. vol. 64 nº 4. Jul/Ago. 1986.

MELQUIADES, F.L.; FERREIRA, D.D.; APPOLONI, C.R.; LONNI, A.A.S.; MINARDI, F. ANÁLISE DE BLOQUEADORES SOLARES ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE EDXRF: Publicação Técnica do Laboratório de Física Nuclear Aplicada. V. 11, Londrina – Paraná. Julho de 2007

OLIVEIRA, S. L. Previsão do fator de proteção solar de formulações cosméticas – Estudo de otimização de protocolo utilizando a Técnica fotoacústica. Dissertação de Mestrado., São José dos Campos, São Paulo. 2006

PETROVICK, L.A.. PR (Org.). Farmacognosia da planta ao medicamento. 3.ed. Porto Alegre- Florianópolis: Ed Universidade, p.13-40. 2001.

RAMOS, M. F. S.; SANTOS, E. P.; DELLAMORA-ORTIZ, G. M.; Avaliação da atividade antissolar e estudos preliminares de fotodegradação da própolis. Revista Fitos. V. 5, p. 73-84. 2010

RAMOS, M. F. S.; SANTOS, E. P.; BIZARRI, C.H.B., MATTOS, H. A.; PADILHA, M. R. S.; DUARTE, H. M. Preliminary studies towards utilization of various plant extracts as antisolar agents. International Journal of Cosmetic Science. V. 18, p. 87-101. 1996.

RANGARAJAN, M.; ZATS, J. Effect of formulation on the topical delivery of α tocopherol. International Journal of Cosmetic Science. v. 54, p. 161-174. 2003

RIBEIRO, R. P. Desenvolvimento E Validação Da Metodologia De Análise Do Teor De Filtros Solares E Determinação Do FPS In Vitro Em Formulações Fotoprotetoras Comerciais, Dissertação (Mestrado) - UFRJ/ Faculdade de Farmácia, 2004.

SANTOS, E. P.; GARCIA, S.; FREITAS, Z.M.F.; BARTH, A.L. Avaliação Fotobiológica De Uma Mistura De Filtros Solares. Revista Visão Acadêmica, Curitiba, v. 2, p 71-75, jul.-Dez./2001

SAYRE, R. M.; AGIN, P. P. A method for the determination of UVA protection for normal skin. Journal of the American Academy of Dermatology. v. 23, p. 429-440. 1990.

UPSTONE, S. L. Ultraviolet/visible light absorption spectrometry in clinical chemistry. Encyclopedia of Analytical Chemistry. P.1966-1714, 2000.

WAHLBERG, N. T. et al. Changes in ultraviolet absorption of sunscreens after ultraviolet irradiation. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 113, p. 547-553. 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Fact sheet nº 261: Protecting Children from Ultraviolet. Geneva: World Health Organization; 2001.

URBACH F. The historical aspects of sunscreens. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 64, p. 99-104. 2001.

SILVA, Luis. Incidência de Câncer no Brasil. Instituto Nacional de Câncer. Disponível em: <www.inca.gov.br/estimativa/>. Acesso em: 10 set. 2012, 14:30:00.

FERRARI, M.; OLIVEIRA, M. S. C.; NAKANO, A.; ROCHA-FILHO, P. A. Determinação do fator de proteção solar (FPS) in vitro e in vivo de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. v.17, p. 626-630. 2007.

SAVIAN, A. L.; VARELLA, F. T.; ATHAYDE, M. L.; SILVA, C. B. Desenvolvimento e avaliação preliminar da estabilidade de emulsão não-iônica O/A contendo óleo de café verde como potencializador de fator de proteção solar. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.91, p.24-30. 2010.

BOOTS the Chemist. The guid to practical measuments of UVA/UVB ratios. Nottingham: The Boots Co. PLC, 1992.