



AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO β -CAROTENO EXTRAÍDO DO PIMENTÃO VERMELHO (*CAPSICUM ANNUM L.*) EM CREMES PELO MÉTODO DPPH

Allana Brunna Sucupira Duarte¹, Maria da Glória Batista de Azevedo², Juliana de Souza Alencar Falcão³

¹ Curso de Bacharelado em Farmácia, Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil.

² Farmacêutica Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

³ Profª Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

Email para correspondência: alencarfalcaojuliana@gmail.com

Resumo

Os pigmentos carotenóides presentes no pimentão vermelho apresentam um grande potencial antioxidante e representam uma perspectiva promissora na prevenção do fotoenvelhecimento. O objetivo deste trabalho foi extrair, isolar e purificar o β -caroteno presente no pimentão vermelho para a elaboração de um creme e posteriormente, avaliar o potencial antioxidante deste sobre o radical livre DPPH. Os resultados obtidos indicaram que o creme placebo (F1) não apresentou nenhum efeito sobre o radical DPPH. O β -caroteno padrão e o creme contendo o β -caroteno padrão (F2) ambos na concentração de 0,3 mM apresentaram o mesmo comportamento antioxidante até uma concentração de 120 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$, reduzindo em 30,43% o efeito do radical DPPH. Essa concentração foi limitante nos resultados obtidos, pois em altas concentrações do β -caroteno padrão observou-se um aumento das absorbâncias no comprimento de onda analisado (516 nm). Já o creme contendo β -caroteno extraído do pimentão vermelho (F3) na concentração de 0,3 mM apresentou capacidade de eliminar o radical DPPH em 0,82%. A vitamina C foi utilizada como produto de referência apresentou maior capacidade de eliminar o radical que os demais. Os resultados dessa pesquisa enaltecem a importância dos produtos naturais ao demonstrar que os mesmos também podem apresentar indicativos de atividade antioxidantes.

Palavras-chave: pimentão vermelho, β -caroteno, radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila.

Abstract / resumen / résumé

The carotenoids present in red peppers have a great potential antioxidant and represent a promising approach in the prevention of photoaging. The objective of this study was to extract, isolate and purify the β -carotene present in red chili for the preparation of a cream and subsequently evaluate the potential of this antioxidant on the free radical DPPH. The results indicated that the placebo cream (F1) had no effect on DPPH radical. The standard β -carotene and the standard cream containing β -carotene (F2) at the concentration of 0.3 mM showed the same

behavior antioxidant at a concentration of 120 ug / ml⁻¹, reducing the effect of 30.43% DPPH radical. This concentration was limiting the results, because in high standard β -carotene concentrations observed an increase in absorbance in the analyzed wavelength (516 nm). The cream containing β -carotene extracted from red pepper (F3) at a concentration of 0.3 mM showed ability to eliminate DPPH radical by 0.82%. Vitamin C was used as the reference product presented greater ability to eliminate radical than the others. The results of this research extol the importance of natural products to demonstrate that the same may also present indicative of antioxidant activity.

Keywords: red peppers, β -carotene, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical.

1 Introdução

Os radicais livres são moléculas extremamente reativas derivadas do metabolismo celular que podem causar diversos danos ao organismo como o processo de envelhecimento da pele (SILVA et al., 2009). Para contrapor aos efeitos negativos ocasionados pelos radicais, existe uma grande variedade de antioxidantes que atuam inibindo ou reduzindo os danos causados pelas espécies reativas de oxigênio promovendo assim, o rejuvenescimento da pele (STEINER, 2008).

Nos anos 80, deu-se início a pesquisas com antioxidantes naturais extraídos de vegetais com o intuito de substituir totalmente ou parcialmente os antioxidantes sintéticos em formulações farmacêuticas (OLIVEIRA, 2011). Aplicados topicamente ou oralmente, os antioxidantes de origem natural como: ácido ascórbico, carotenóides e a vitamina E apresentam uma perspectiva promissora de prevenção do fotoenvelhecimento pelo fato de atuarem em benefício à saúde e de serem mais potentes que os antioxidantes sintéticos. (STEINER, 2008).

Para que os antioxidantes naturais sejam incorporados em produtos farmacêuticos, é necessário que sua atividade antioxidante seja avaliada e comprovada. Atualmente, existem diversas técnicas para se avaliar a atividade antioxidante *in vitro* dessas substâncias envolvendo desde ensaios químicos com substratos lipídicos a ensaios mais complexos utilizando as mais diversas técnicas instrumentais (ALVES et al., 2010).

Dentre os diversos métodos para se avaliar atividade antioxidante *in vitro*, cabe destaque para o método baseado no sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH). Esse teste se baseia na capacidade antioxidante de uma determinada substância em sequestrar o radical reduzindo-o a

hidrazina que apresenta coloração amarela (ALVES et al., 2010). O teste DPPH é um método rápido, prático e com boa estabilidade podendo ser utilizado para avaliar atividade antioxidante de compostos específicos ou de um extrato em curto período de tempo (SUCUPIRA et al., 2012).

Este trabalho tem como objetivos extrair o β -caroteno do pimentão vermelho (*Capsicum annum L.*) e, em seguida, incorporá-lo à formulação de um creme e posteriormente, avaliar a atividade antioxidante dos constituintes pelo método DPPH.

2 Metodologia

2.1 Obtenção do extrato

A extração foi realizada seguindo o método descrito por Ribeiro; Nunes (2008), onde 800 g de pimentões foram picados em pedaços pequenos e adicionados a 60 mL hexano:acetona 5:1. A mistura foi macerada em gral de porcelana com pistilo por cerca de 1 hora.

Após esse período, a mistura foi filtrada em funil comum com papel de filtro pregueado. Após a filtração, as duas fases formadas foram separadas com o auxílio de um funil de separação. Foi adicionado sulfato de sódio anidro à fase superior de interesse que, após filtração foi concentrada em banho-maria mantido a 70 °C e sob agitação.

2.2 Cromatografia em camada delgada (CCD)

A cromatografia em camada delgada foi realizada segundo o método descrito por Ribeiro; Nunes (2008) em que a cuba cromatográfica foi preparada em um béquer com tampa, contendo um sistema eluente hexano: acetona (95:5). Posteriormente, o concentrado resultante extraído do pigmento vermelho foi aplicado em uma placa revestida com sílica fase normal e com auxílio de um capilar, duas gotas da amostra foram aplicadas em dois pontos diferentes da placa. Após a evaporação do solvente, a placa foi posicionada na cuba cromatográfica de modo que o nível da fase móvel ficasse abaixo do ponto

onde a amostra havia sido aplicada. Em seguida, o extrato aplicado na placa foi eluído.

Para identificação do β -caroteno extraído, também foi utilizada a cromatografia em camada delgada, utilizando β -caroteno padrão para comparação. Numa placa revestida com sílica gel 60 fase normal foi aplicado o β -caroteno padrão e ao outro lado da mesma placa o β -caroteno extrato. Posteriormente, a placa foi eluída utilizando o mesmo sistema eluente, sendo calculado o fator de retenção (R_f).

2.3 Isolamento e purificação do β -caroteno

A técnica foi adaptada de Freitas et al. (2012), onde o extrato contendo carotenóides foi submetido a cromatografia em coluna. O empacotamento da coluna foi realizado utilizando-se uma coluna de vidro aberta na extremidade superior. Uma torneira na extremidade inferior foi presa na posição vertical com auxílio do suporte universal. Em seguida, a coluna foi empacotada com sílica gel 60 fase normal e, o extrato contendo carotenóides foi colocado na coluna, onde foi adicionado hexano com o intuito de isolar e purificar o β -caroteno dos demais carotenóides.

2.4 Espectrofotometria de varredura do β -caroteno

A varredura por espectrofotometria do β -caroteno padrão foi realizada entre 450 nm a 500 nm com o objetivo de identificar o comprimento de onda de absorção máxima.

2.5 Quantificação do β -caroteno

O método de quantificação foi adaptado de Zeraik; Yariwake (2008), onde foi utilizado β -caroteno padrão como referência. Para a construção de uma curva analítica, inicialmente foi preparada uma concentração de β -caroteno padrão de 200 $\mu\text{g/mL}$ em clorofórmio. A partir desta solução foram preparadas por

diluição, soluções de concentrações 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 e 2 $\mu\text{g/mL}$ -1. A concentração de β -caroteno total do extrato de pimentão foi calculada pela equação da reta, obtida através do gráfico da curva analítica.

2.6 Formulação dos cremes

Para a formulação da base foram utilizados: água, cera lanette, BHT, nipazol, nipagin, EDTA e propilenoglicol.

A princípio, foi realizado o cálculo do qsp de água (somar a quantidade de todas as substâncias e diminuir dos 50 mL de água). Posteriormente, todas as substâncias foram pesadas separadamente com o auxílio da balança analítica e, a quantidade de água foi medida em uma proveta de 50 mL. O Nipagin foi aquecido em um béquer com um pouco de água destilada. Este aquecimento ocorreu até a sua total dissolução.

Todos os componentes da fase B (aquosa) foram acrescentados em um béquer de 250 mL que foi levado ao aquecimento agitando sempre com bastão de vidro. Quando esta fase atingiu aproximadamente a temperatura de 65°C todos os componentes da fase A (oleosa), foram colocados em outro béquer de 250 mL para aquecer.

Quando as duas fases atingiram 75°C , a fase B (aquosa) foi adicionada sobre a fase A (oleosa). Após a inversão de fases, a formulação foi levada imediatamente para o agitador mecânico e ficou mantida sob agitação constante por um período de 30 minutos até atingir a temperatura ambiente.

Após o preparo da base (F3), foram manipulados três formulações de cremes (Tabela 1) aos quais foram incorporados o β -caroteno padrão, β -caroteno extraído do pimentão vermelho; ambos na concentração de 0,3 mM. Essa concentração foi embasada no trabalho realizado por Alencar et al. (2008) que utilizou sesamol na concentração de 0,3 mM e o mesmo, inativou o radical DPPH.

Formulações Composição	F1 (%m/m)	F2 (%m/m)	F3 (%m/m)
β -caroteno padrão	-	0,00080	-
β -caroteno extrato	-	-	0,00080
Cera Lanette	7,5	7,5	7,5
BHT	0,015	0,015	0,015
Propilenoglicol	3	3	3
Nipazol	0,01	0,01	0,01
Nipagin	0,075	0,075	0,075
EDTA	0,03	0,03	0,03
Água (qsp.)	50 mL	50 mL	50 mL

Tabela 1 - Preparo das Formulações

Fonte: Autoria própria.

2.7 Espectrofotometria de varredura do DPPH

A espectrofotometria de varredura do DPPH foi realizada entre 510 a 520 nm com o intuito de identificar o comprimento de onda de absorção máxima.

2.8 Método DPPH

2.8.1 Curva padrão para o DPPH

A curva padrão para o DPPH foi adaptada de Nascimento et al. (2011) no qual, preparou-se uma solução metanólica de DPPH a 2000 $\mu\text{g/mL}$. Em seguida, foram feitas diluições dessa solução para obtenção de diferentes concentrações 10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{g/mL}$. Foram feitas as leituras das absorbâncias das soluções em triplicata, utilizando-se metanol como branco. Foi construída a curva padrão de DPPH plotando-se o valor médio das absorbâncias obtidas x concentração da solução.

2.8.2 Aplicação do método DPPH

Este ensaio foi realizado de acordo com o método descrito por Alencar et al. (2008), onde foram preparadas soluções clorofórmicas de β -caroteno padrão, creme de β -caroteno padrão e creme de β -caroteno extrato (0,3 mM) e, uma solução aquosa de vitamina C (0,3 mM) utilizado como padrão. Alíquotas de (75 μ L - 750 μ L) com estas soluções foram adicionadas a 1500 μ L de uma solução estoque de DPPH a 75 μ g/mL, e foi adicionado clorofórmio para ajustar o volume final da amostra para 2250 μ L e, no caso da solução com vitamina C água destilada foi adicionada para ajustar o volume final da amostra. A absorvância do DPPH foi então determinada a 516 nm 3 minutos após adição do β -caroteno padrão, cremes de β -caroteno e vitamina C. Posteriormente, foi calculada a capacidade de eliminar o radical DPPH (% de atividade antioxidante) de acordo com a equação 1.

$$\text{Atividade Antioxidante (\%)} = \frac{A_{\text{controle(-)}} - A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle(-)}}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

$A_{\text{controle(-)}}$ = absorvância da solução de DPPH sem a amostra;

A_{amostra} = absorvância da amostra com o DPPH

3 Resultados e discussão

3.1 Obtenção do extrato

De 800g de pimentões pesados, resultaram cerca de 30 mL de extrato concentrado contendo carotenóides), valor superior à quantidade obtida por Ribeiro; Nunes (2008) que utilizou apenas 30g de pimentão vermelho resultando em apenas 1 mL de extrato concentrado.

3.2 Cromatografia em camada delgada (CCD)

Ao analisar o cromatograma, percebe-se que os pigmentos carotenóides foram separados em função da sua polaridade. O β -caroteno é um hidrocarboneto apolar e possui pouca afinidade com a fase estacionária e maior afinidade com

a fase móvel contendo hexano:acetona (95:5); percorrendo assim, uma maior distância na placa cromatográfica. A criptoxantina apresenta apenas uma hidroxila tendo, portanto, moderada afinidade com a fase estacionária utilizada na pesquisa e durante a eluição distancia-se moderadamente do ponto de aplicação da amostra. As capsantinas e a capsorubina são substâncias polioxigenadas e, portanto, tendo uma maior afinidade pela fase estacionária distanciando-se pouco do ponto de aplicação da amostra os resultados encontrados na pesquisa corroboram com os encontrados por Ribeiro; Nunes (2008) e por Freitas et al. (2012).

O β -caroteno padrão e o β -caroteno extrato percorreram a placa cromatográfica lado a lado (Figura 1) e apresentaram o mesmo Rf de 0,75 identificando assim, que naquele extrato realmente existe o β -caroteno e que o mesmo realmente foi separado dos demais carotenóides. O comportamento do β -caroteno padrão e do β -caroteno extrato na cromatografia em camada delgada coincide com o relatado por Ribeiro; Nunes (2008) e por Freitas et al. (2012) o que é justificado devido ao seu carácter apolar e conseqüentemente, sua maior afinidade pela fase móvel.

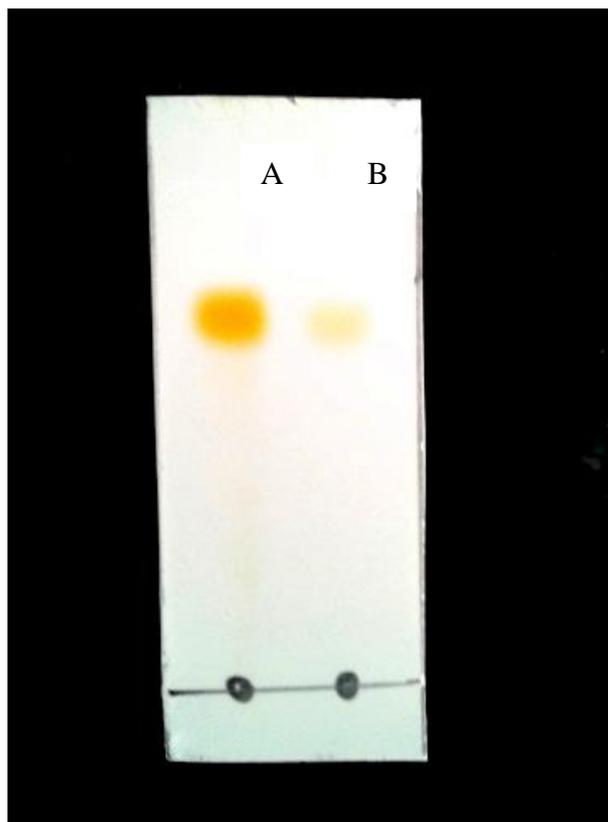


Figura 1 - Placa de cromatografia contendo o β -caroteno padrão (A) e β -caroteno extrato (B) após eluição.

Fonte: Autoria própria.

3.3 Isolamento e purificação do β -caroteno

Devido ao carácter apolar do β -caroteno, este foi isolado e purificado dos demais carotenóides, utilizando 100% hexano. O β -caroteno isolado apresentou uma massa inicial de 60 μg que após evaporação do solvente à temperatura ambiente resultou em 20 μg de β -caroteno. Na literatura, Freitas et al. (2012) também isolou o β -caroteno do pimentão vermelho usando 100% de hexano porém, a quantidade de pimentão utilizada pelo autor foi de apenas 30g o que resultou em uma quantidade inferior de β -caroteno quando comparada a obtida pela pesquisa.

3.4 Espectrofotometria de varredura do β -caroteno

O β -caroteno apresentou máxima absorção no comprimento de onda de 470 nm (Gráfico 1) um valor aproximado ao encontrado por Zeraik; Yariwake (2008)

onde foi observada uma banda com comprimento de onda máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) em 460 nm, característica das duplas ligações conjugadas do β -caroteno.

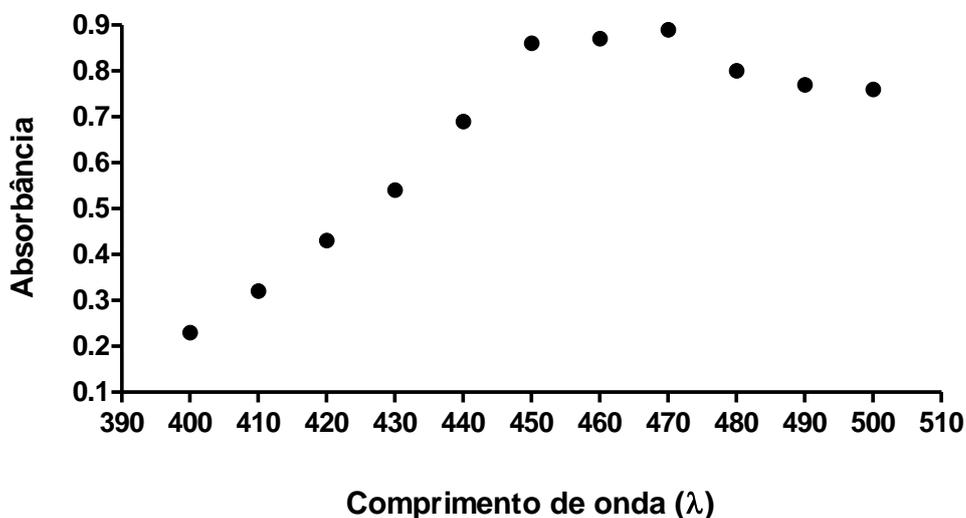


Gráfico 1 - Varredura do β -caroteno padrão $2 \mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$ em Clorofórmio.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.5 Quantificação do β -caroteno

O gráfico 2 apresentou equação da reta ($\text{abs} = 0,4257x + 0,06415$), onde x representa a concentração de β -caroteno. A equação da reta apresentou coeficiente de linearidade $R^2 = 0,9991$. O β -caroteno (ext.) apresentou uma absorbância de 0,80 nm cuja concentração correspondeu a $1,72 \mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$.

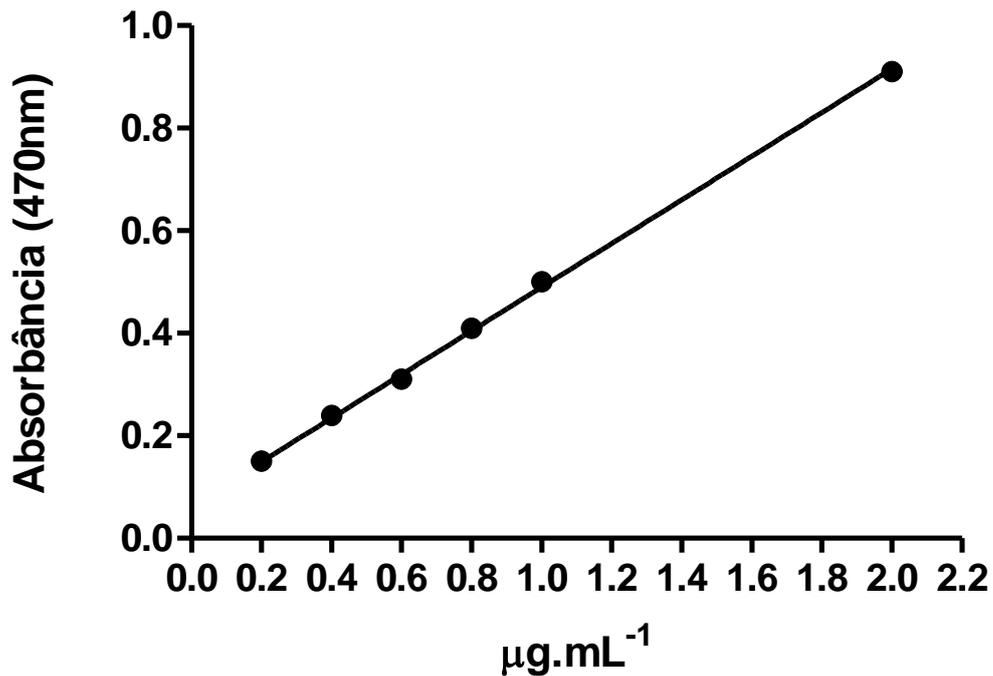


Gráfico 2 - Curva analítica do β -caroteno padrão em clorofórmio no comprimento de onda de 470 nm.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.6 Formulações dos cremes

Por se tratar de um produto natural o β -caroteno extraído do pimentão vermelho apresenta menor grau de pureza quando comparado ao β -caroteno padrão. Devido a isso, o creme contendo o β -caroteno extraído apresentou uma coloração amarelada, indicando que mesmo tendo sido pesada a mesma quantidade de extrato de β -caroteno e de β -caroteno padrão para a formulação dos cremes (Figura 2), a concentração presente no creme contendo β -caroteno padrão é maior devido ao seu alto grau de pureza e isto é representado pela coloração avermelhada de seu creme.



Figura 2 - Cremes com β -caroteno padrão (A) e com β -caroteno extraído do pimentão (B) a 0,3 mM.

Fonte: Autoria própria.

3.7 Espectrofotometria de varredura do DPPH

O radical DPPH apresentou absorção máxima no comprimento de onda de 516 nm (Gráfico 3), valor aproximado ao encontrado na literatura nos trabalhos realizados por Nascimento et al. (2011) e Alencar et al. (2008) que trabalharam respectivamente com o comprimento de onda de 515 nm e 517 nm.

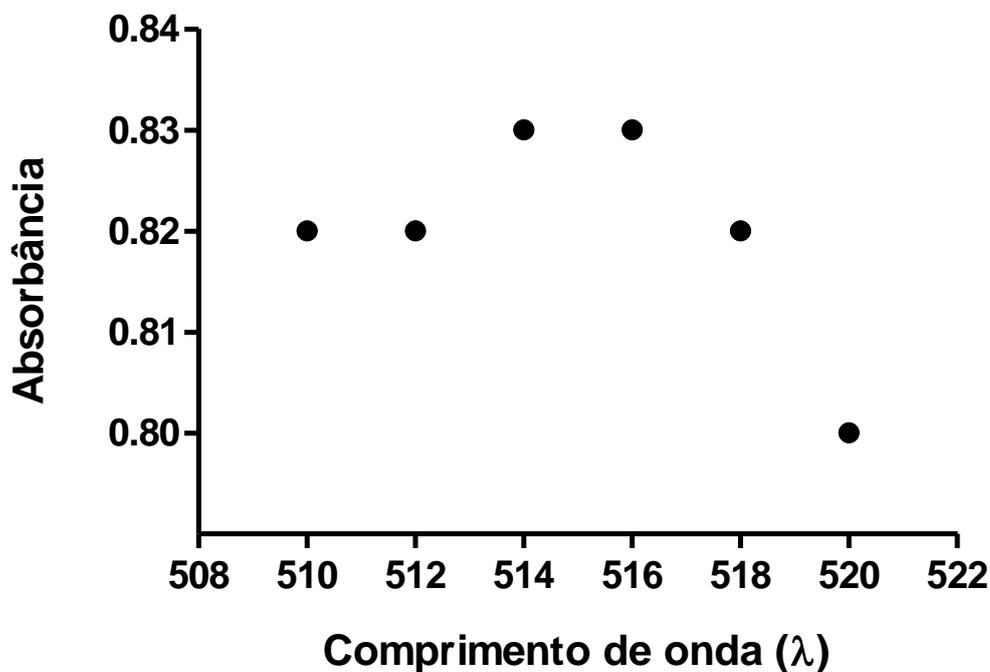


Gráfico 3 - Varredura do DPPH (50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$) em metanol.

Fonte: Dados da Pesquisa.

3.8 Método DPPH

3.8.1 Curva padrão para o DPPH

O gráfico 4 refere-se à curva de calibração empregada para o experimento DPPH cuja equação da reta ($\text{abs} = 0,01987x - 0,03067$), onde x representa a concentração de DPPH. A equação da reta apresentou coeficiente de linearidade $R^2 = 0,9992$ e coeficiente de correlação ($r = 0,9995$).

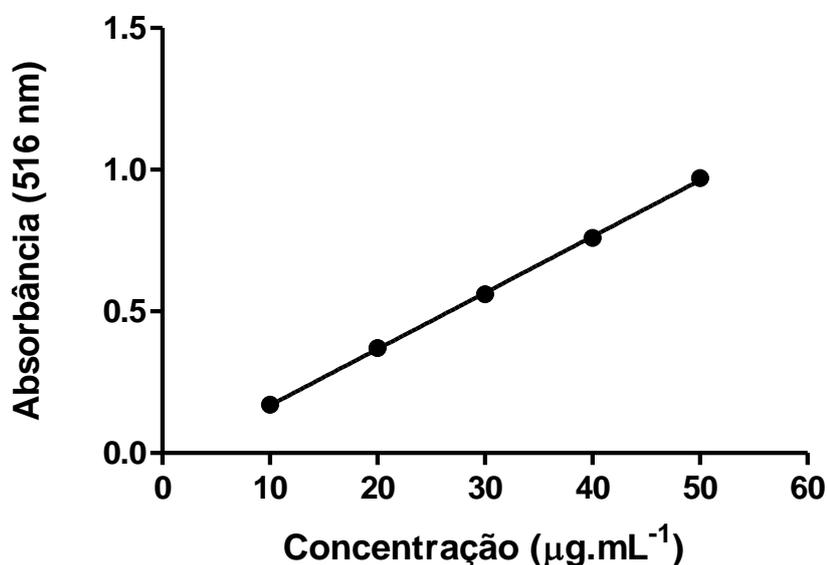


Gráfico 4 - Curva analítica do DPPH em metanol no comprimento de onda de 516 nm.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.8.2 Aplicação do método DPPH

Conforme a tabela 2, o creme placebo não apresentou nenhuma capacidade de eliminar o radical DPPH, o β -caroteno padrão e o creme de β -caroteno padrão praticamente apresentaram o mesmo efeito sobre o radical DPPH até a concentração de $120 \mu\text{g/mL}^{-1}$ após isso, o espectro do β -caroteno se sobrepôs ao do DPPH e não foi mais possível calcular a % de atividade antioxidante. Essa interferência entre β -caroteno padrão e o DPPH é citada na literatura nos trabalhos de Liu et al.(2008) e Alves et al.(2010).

O creme de β -caroteno (extrato) apresentou uma menor % de atividade antioxidante quando comparado ao β -caroteno padrão por esse último apresentar alto grau de pureza.

A vitamina C padrão apresentou uma maior % de atividade antioxidante quando comparado aos demais e reagiu imediatamente com o radical.

Tabela 2 - Percentual de atividade antioxidante (método DPPH) de diferentes amostras, contendo β -caroteno (padrão, extrato e creme) e vitamina C

Composição das amostras	Concentração de ativo ($\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$)	Atividade antioxidante (%)
Creme placebo	-	-
β -caroteno padrão	26 – 120	8.80 – 30.39
Creme β -caroteno padrão	26 – 120	8.82 – 30.43
Creme β -caroteno extrato	26 – 210	1.96 – 8.82
Vitamina C padrão	26 – 210	16.60 – 93.13

Fonte: Dados da pesquisa.

O creme placebo não apresentou redução nas absorvâncias à medida que sua concentração foi aumentada, indicando que a base não apresenta nenhum efeito sobre o radical DPPH.

O β -caroteno padrão e o creme contendo o β -caroteno padrão apresentaram queda nas absorvâncias (efeito sobre o radical) até a concentração de $120 \mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ de β -caroteno padrão. Ao ultrapassar essa concentração a mistura de β -caroteno padrão com DPPH adquiriu uma cor castanho escuro, e ocorreu um aumento nas absorvâncias, pois, o espectro do β -caroteno se sobrepôs ao do DPPH gerando interferência nas leituras de absorvância a 517 nm. Este mesmo comportamento também foi relatado nos trabalhos de Liu et al.(2008) e Alves et al.(2010).

O creme de β -caroteno extrato apresentou um pequeno efeito sobre o radical DPPH e isso é representado por uma pequena queda nas absorvâncias, esse comportamento é explicado devido a sua menor concentração quando comparado ao creme β -caroteno padrão e essa menor concentração justifica-se, pois o mesmo trata-se de um produto natural que mesmo sendo purificado dos demais carotenóides pode apresentar outros constituintes que não podem ser identificados por Cromatografia em Camada

Delgada (CCD). Por apresentar menor grau de pureza o creme de β -caroteno (extrato) não apresentou aumento na absorção quando comparado ao β -caroteno padrão que apresenta um grau de pureza elevado.

A vitamina C padrão reagiu imediatamente com o radical DPPH resultando em queda nas absorbâncias o mesmo comportamento foi observado no trabalho de Liu et al. (2008). Portanto, diferente do β -caroteno padrão a vitamina C padrão não apresentou nenhuma interferência com o radical DPPH que resultou em aumento da absorbância, todos esses comportamentos acima citados podem ser representados no gráfico 5.

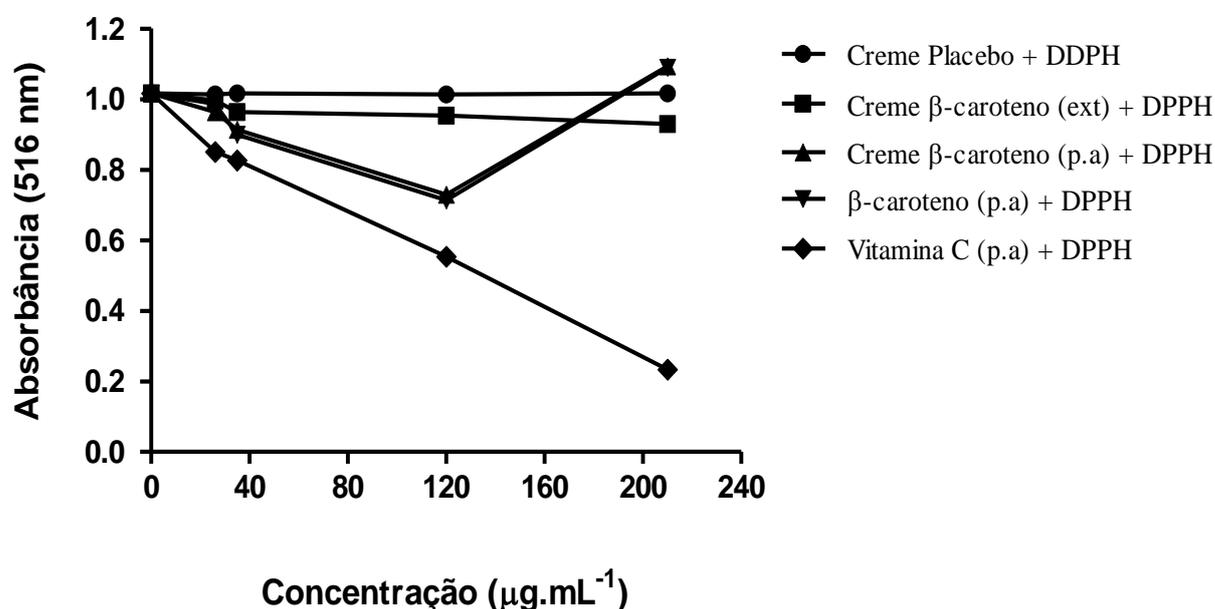


Gráfico 5 - Concentrações de β -caroteno (padrão e extrato em creme e p.a.), creme placebo e Vitamina C padrão versus absorbância do DPPH (N=3).

Fonte: Dados da pesquisa.

4 Conclusão

Com base nos resultados experimentais obtidos neste trabalho conclui-se que é possível a elaboração de um creme de β -caroteno extraído do pimentão vermelho e que, o mesmo, apresentou efeitos antioxidantes *in vitro* ao atuar sobre o radical DPPH.

Os resultados obtidos nesta pesquisa enaltecem a importância dos produtos naturais demonstrando que os mesmos também podem apresentar indicativos de atividade antioxidante, além de possuírem como maior

vantagem, o uso reduzido de substâncias sintéticas causadores de reações cutâneas e alérgicas.

Entretanto, existem diversos fatores que limitam o uso de produtos naturais dentre eles, o baixo rendimento e grau de pureza dos extratos. É necessário que sejam utilizadas outras técnicas como espectrometria de massa, infravermelho, calorimetria exploratória diferencial (DSC) que possam indicar o grau de pureza do ativo. Também, é importante avaliar a estabilidade do extrato obtido, pois o mesmo pode ter sido degradado no momento da extração ou manipulação da formulação. Isto permite que a pesquisa seja aprimorada e a população venha a se beneficiar com o uso de cosméticos verdes.

5 Referências

ALENCAR, Juliana de Souza et al. Development of spray- and freeze-dried high-concentration sesamol emulsions and antioxidant evaluation in fibroblasts and UV-exposed rat skin slices. **Drug Development Research**, v. 69, n.5, p. 251-266, ago., 2008.

ALVES, Clayton et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**. v.33, n.10, p. 2202-2210, out., 2010.

FREITAS, Juliano Carlo Rufino et al. Extração e separação cromatográfica de pigmentos de pimentão vermelho: experimento didático com utilização de materiais alternativos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia** v.5, n. 1,p.71-80, jan./abr., 2012.

LIU, D. et al. The scavenging capacity and synergistic effects of lycopene, vitamin E, vitamin C, and b-carotene mixtures on the DPPH free radical. **LWT - Food Science and Technology**, Canada, v.41, n.7, set. 2008.

NASCIMENTO, Juliana Couto et al. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 92, n. 4, p. 327-332, nov., 2011.

OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campo de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e atividade antifúngica de pimentas do gênero *Capsicum spp.*** 2011. 81f. Dissertação. (Mestrado em Alimentos e nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2011.

RIBEIRO, Nubia Moura; NUNES, Carolina Rodeiro. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. **Química Nova na Escola**, v. 29, n.1, p. 34-37, ago, 2008.

SILVA, Franciele Carolina; RIBEIRO, Rita de Cássia; CHAVES, Andréa Carla Leite. Radicais livres e antioxidantes: concepções e expectativas dos professores do ensino médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 7., 2009. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009. p. 1-12.

STEINER, Denise. Antioxidantes em Cosméticos. **Cosmetics and Toiletries**, v. 20, n. 4, p.36, jul./ago, 2008.

SUCUPIRA, Natália Rocha et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n. 4, p. 263-269, 2012.

ZERAIK, Maria Luiza; YARIWAKE, Janete Harumi. Extração de β -caroteno de cenouras: uma proposta para disciplinas experimentais de química. **Química Nova**, v.31, n.5, p. 1259-1262, abr., 2008.