

VANUSA BAETA FIGUEIREDO PERES

**NANOCÁPSULAS DE EXTRATO DE CAFÉ: FORMULAÇÃO COSMÉTICA,
CARACTERIZAÇÃO ESPECTROSCÓPICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Antonio Jacinto Demuner

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2024**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de
Viçosa - Campus Viçosa

T

P437n
2023
Peres, Vanusa Baeta Figueiredo, 1961-
Nanocápsulas de extrato de café: formulação cosmética,
caracterização espectroscópica e atividade antioxidante / Vanusa Baeta
Figueiredo Peres. - Viçosa, MG, 2023.
1 dissertação eletrônica (77 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Antônio Jacinto Demuner.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Química, 2023.
Inclui bibliografia.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.111>
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Fenóis. 2. Café - Composição. 3. Nanocápsulas. 4.
Antioxidantes. 5. Cosméticos. I. Demuner, Antônio Jacinto, 1954-. II.
Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa
de Pós-Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais. III.
Título.

CDD 22. ed. 547.632

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552


VANUSA BAETA FIGUEIREDO PERES

**NANOCÁPSULAS DE EXTRATO DE CAFÉ: FORMULAÇÃO COSMÉTICA,
CARACTERIZAÇÃO ESPECTROSCÓPICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**


Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação Multicêntrico em Química de
Minas Gerais para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 20 de dezembro de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 VANUSA BAETA FIGUEIREDO PERES
Data: 18/03/2024 13:49:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Vanusa Baeta Figueiredo Peres
Autora

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO JACINTO DEMUNER
Data: 18/03/2024 15:57:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Antonio Jacinto Demuner
Orientador

AGRADECIMENTOS

Sempre e em primeiro lugar agradeço as forças do Alto que me impulsionaram, que me deram coragem nas mais diversas situações, para alcançar os objetivos propostos.

O presente trabalho é prova dessa força, ao ter como orientador o professor Antonio Jacinto Demuner, que com paciência e energia orientou e direcionou a linha de pesquisa ao encontro do meu interesse acadêmico, abrindo novas áreas de conhecimento.

Aos professores e técnicos do Departamento de Química pelo suporte na realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos .

Aos órgãos de fomento: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Café) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Ao Programa de Pós-graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais, seus professores, e a todos que contribuíram para minha formação.

À Daiane Blank, que acompanhou de perto a evolução do trabalho, tanto teoricamente, quanto no laboratório, agradeço a disposição em corrigir, testar os experimentos, e se mostrar sempre receptiva e carinhosa.

Agradeço ao secretário do curso, Anderson Luiz, que em todos os momentos de dúvidas e dificuldades se mostrou atencioso e prestativo, respondendo no menor tempo possível.

Agradeço às minhas filhas, Julia e Lara, que pacientemente cooperaram, ora nos trabalhos, ora nas ausências familiares.

Aos meus colegas de mestrado, que fizeram parte de toda jornada, e que mesmo à distância, foram muito presentes ao longo do curso, sempre incentivando uns aos outros.

Agradeço a oportunidade de cursar o mestrado na UFV, uma instituição de renome internacional, que abre as portas de sua excelência democraticamente aos estudantes do Brasil e do exterior.

Finalmente, e sempre, agradeço aos meus pais, que sempre estimularam a minha educação e das minhas irmãs, mesmo nas épocas mais difíceis.

RESUMO

PERES, Vanusa Baeta Figueiredo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Nanocápsulas de extrato de café: formulação cosmética, caracterização espectroscópica e atividade antioxidante.** Orientador: Antonio Jacinto Demuner.

A nanotecnologia está se tornando um dos principais recursos para o desenvolvimento e inovação em diferentes áreas. As nanocápsulas são capazes de uma penetração mais profunda na pele e qualidade aumentada dos produtos cosméticos, melhorando a distribuição do composto bioativo, controle da liberação, acontecendo a distribuição gradual da substância e maior proteção do composto bioativo contra possíveis degradações provenientes do meio. Assim, as nanocápsulas apresentam-se como novo e eficiente sistema de liberação de ativos no alvo. Dentre os compostos bioativos destacam-se os compostos fenólicos presentes no café. A polpa do café é um dos principais subprodutos durante seu processamento. A composição química do café constitui um parâmetro fundamental na distinção das diferentes variedades deste produto, devido a sua composição química, os subprodutos já são usados popularmente para a estética, na pele e cabelo. No entanto, o uso popular dos extratos de plantas não é suficiente para atestar sua segurança e uso. Estudos devem ser realizados em ensaios *in vitro* e *in vivo*, certificando sua ação biológica para o aproveitamento na saúde humana. Sendo assim, no presente estudo os compostos fenólicos foram extraídos dos grãos de café arábica e conilon, bem como das folhas e borra de diferentes marcas de café, além da determinação da atividade antioxidante dos extratos livres e encapsulados visando a aplicação dos extratos em creme, shampoo e sabonete previamente preparados. Foram realizadas análises comparativas com aplicativo PhotoMetrix® e espectrofotômetro ultravioleta-visível (UV-Visível) para investigação do teor de compostos fenólicos e potencial antioxidante dos extratos das amostras de café livres e encapsulados. Também foi avaliada a interação do extrato com a nanocápsula por espectroscopia de Infravermelho (FTIR). Os resultados mostraram maior atividade antioxidante da nanocápsula com extrato do grão de café conilon. Os extratos aplicados nos cosméticos apresentaram boa estabilidade, sem sinais de degradação durante 90 dias. O desenvolvimento do trabalho agregou valor aos resíduos da polpa e borra de café e expandiu as possibilidades de aplicação dos extratos de café nos cremes hidratante, shampoo e sabonete.

Palavras-chave: Café; Compostos fenólicos; Antioxidante; Nanocápsula; Cosméticos

ABSTRACT

PERES, Vanusa Baeta Figueiredo, M.Sc., Federal University of Viçosa, December 2023. **Coffee extract nanocapsules: cosmetic formulation, spectroscopic characterization and antioxidant activity.** Advisor: Antonio Jacinto Demuner.

Nanotechnology has been one of the main resources for development and innovation in different areas. Nanocapsules are capable of deeper penetration into the skin and increased quality of cosmetic products, improving the distribution of the bioactive compound, control of the release, a gradual distribution of the substance and greater protection of the bioactive compound against possible degradation stemming from the medium. Thus, nanocapsules present themselves as a new and efficient system of release of assets on the target. Among the bioactive compounds stand out the phenolic compounds present in coffee. Coffee pulp is one of the main by-products during its processing. The chemical composition of coffee is a fundamental parameter in distinguishing the different varieties of this product, due to its chemical composition, coffee by-products have been popularly used for aesthetics, skin and hair. However, the popular use of plant extracts is not enough to attest to their safety and use. Studies should be carried out *in vitro* and *in vivo* trials, certifying their biological action for the use in human health. Thus, in the present study, phenolic compounds were extracted from Arabica coffee and conilon, as well as from leaves and lees of different coffee brands, in addition to determining the antioxidant activity of free and encapsulated extracts as well as application of extracts in cream, shampoo and soap previously prepared. Were realized comparative analyses análises with app PhotoMetrix® and ultraviolet-visible spectrophotometer (UV-Visível) for determinations of phenolic compounds and antioxidante activity of free and encapsulated extracts. Infrared spectroscopy (FTIR) was also evaluate. The results showed higher antioxidant activity of the nanocapula with conilon coffee bean extract. The extracts applied in the cosmetics showed good stability, with no signs of degradation for 90 days. The development of the work added value to the residues of pulp and coffee grounds and expanded the possibilities of application of coffee extracts in moisturizing creams, shampoo and soap.

Keywords: Coffee; Phenolic compounds; Antioxidant; Nanocapsule; Cosmetics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Café. Fonte: Embrapa Café.....	17
Figura 2. Ácidos clorogênicos.....	18
Figura 3. Estrutura química da flavona.....	18
Figura 4. Nanocápsula.....	19
Figura 5. Aplicativo PhotoMetrix®.....	22
Figura 6. Segunda tela do aplicativo PhotoMetrix®.....	22
Figura 7. Construção da curva de calibração.....	23
Figura 8. Etapa de capturar imagem.....	23
Figura 9. Aparelho celular no suporte da caixa confeccionada.....	23
Figura 10. Café arábica.....	24
Figura 11. Café conilon.....	24
Figura 12. Resíduos de café.....	24
Figura 13. Esquema da extração dos compostos bioativos do café.....	25
Figura 14. Esquema de extração aquosa.....	25
Figura 15. Esquema do preparo da nanocápsula.....	26
Figura 16. Esquema da análise de fenólicos e antioxidante.....	29
Figura 17. Preparo do creme hidratante 2.....	30
Figura 18. Creme hidratante sem extrato.....	30
Figura 19. Creme hidratante com extrato de café.....	31
Figura 20. Amostras para o preparo do sabonete com extrato de café.....	31

Figura 21. Desenvolvimento de sabonete sem extrato de café e com extrato de café ..	31
Figura 22. Preparo do shampoo sólido	32
Figura 23. Sabonete com argila e extrato de café.....	33
Figura 24. Espectro no infravermelho (ATR) das amostras de nanocápsula pura.	36
Figura 25. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato aquoso da folha de café Conilon.....	36
Figura 26. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato etanólico da folha de café Conilon.....	36
Figura 27. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato do grão de café Conilon.....	37
Figura 28. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato aquoso da folha de café arábica.	37
Figura 29. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato etanólico da folha de café arábica.	38
Figura 30. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato do grão de café arábica.	38
Figura 31. Curva analítica com padrão ácido gálico usando UV-visível.	40
Figura 32. Curva analítica com padrão Ácido gálico usando Photometrix.....	40
Figura 33. Curva analítica com padrão BHT usando Photometrix.	46
Figura 34. Curva analítica com padrão BHT usando UV-visível.	46
Figura 35. Espectro no Infravermelho (ATR) do creme hidratante sem extrato de café.	51

Figura 36. Espectro no Infravermelho (ATR) do creme hidratante com extrato de café.	51
Figura 37. Espectro no Infravermelho (ATR) do creme hidratante com extrato encapsulado.	51
Figura 38. Espectro no Infravermelho (ATR) da borra de café.	52
Figura 39. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete com borra de café.	53
Figura 40. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete com extrato de café.....	53
Figura 41. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete sem extrato.....	53
Figura 42. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete com argila e extrato de café.	54
Figura 43. Espectro no Infravermelho (ATR) do extrato 1:1 do grão de café conilon.	54
Figura 44. Espectro no Infravermelho (ATR) do shampoo líquido sem extrato.....	55
Figura 45. Espectro no Infravermelho (ATR) do shampoo líquido com extrato de café.	55
Figura 46. Espectro no Infravermelho (ATR) do shampoo sólido com extrato.	56
Figura 47. Espectro no Infravermelho (ATR) do Lauril éter.	56
Figura 48. Espectro no Infravermelho (ATR) da Lecitina de soja.....	57
Figura 49. Espectro no Infravermelho (ATR) da Glicerina.	57
Figura 50. Espectro no Infravermelho (ATR) da Ureia.	58
Figura 51. Espectro no Infravermelho (ATR) do óleo de soja.....	58
Figura 52. Espectro no Infravermelho (ATR) do ácido cítrico.	58
Figura 53. Espectro no Infravermelho (ATR) da amida 90.....	59

Figura 54. Espectro no Infravermelho (ATR) do anfótero betaínico.	59
Figura 55. Espectro no Infravermelho (ATR) do carboximetilcelulose.	60
Figura 56. Espectro no Infravermelho (ATR) da argila.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados espectrais no infravermelho de nanocápsulas e variações do número de ondas (cm^{-1}).....	34
Tabela 2. Dados espectrais no infravermelho (ATR) de nanocápsulas provocados pela incorporação do extrato e variações do número de ondas (cm^{-1})	39
Tabela 3. Teor de fenólicos totais de café analisados por Photometrix® e UV-Vis.	41
Tabela 4. Determinação antioxidante de café analisada por Photometrix e UV-Vis. ...	42
Tabela 5. Determinação antioxidante extrato encapsulado por PhotoMetrix e UV-Vis	44
Tabela 6. RGB para cada amostra analisada na determinação de compostos fenólicos.	46
Tabela 7. RGB para cada amostra analisada na determinação antioxidante	47
Tabela 8. RGB para cada amostra encapsulada analisada na determinação antioxidante	48
Tabela 9. Estabilidade dos compostos fenólicos de café no período de 90 dias a 4 °C	49
Tabela 10. Valores de RGB referente a estabilidade dos compostos fenólicos de café	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 Café.....	17
3.2 Composição química e atividade antioxidante do café.....	18
3.3 Nanocápsula.....	19
3.4 Cosméticos.....	20
3.5 PhotoMetrix®	21
4 Material e Métodos.....	24
4.1 Obtenção das amostras de café	24
4.2 Extração de compostos bioativos.....	25
4.2.1 Extrato etanólico.....	25
4.2.2 Extrato aquoso	25
4.2.3 Extrato etanol :água (1:1).....	26
4.3 Nanocápsulas	26
4.3.1 Preparo de nanocápsulas	26
4.3.2 Caracterização das nanocápsulas.....	27
4.4 Determinação de fenólicos totais	27

4.5	Determinação da atividade antioxidante.....	28
4.6	Aplicação do extrato obtido em creme hidratante, shampoo e sabonete	29
4.7	Sabonete líquido	31
4.8	Shampoo líquido.....	32
4.9	Shampoo sólido.....	32
4.10	Sabonete com argila.....	33
4.11	Avaliação da estabilidade de compostos fenólicos dos extratos de café	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1	Determinação dos compostos fenólicos.....	39
5.2	Determinação da atividade antioxidante.....	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7	REFERÊNCIAS	62

1. INTRODUÇÃO

Nanocápsulas vem sendo utilizadas para incorporação de extratos de plantas, bem como seus metabolitos específicos. Assim, o composto bioativo encapsulado pode ser carregado, distribuído de forma eficiente e mais protegido, atingindo o tecido ou célula alvo, impedindo o contato do extrato ou substância bioativa com o restante da formulação. Além disso, esse procedimento de encapsular o extrato de plantas proporciona a liberação controlada do composto bioativo, prolongando o tempo de contato com o tecido ou célula, potencializando atividade biológica dos extratos de plantas e compostos isolados (KUMAR, 2000; JIMÉNEZ *et al.*, 2004; ARROYO *et al.*, 2020; CHAUSALI *et al.*, 2022).

Dentre os compostos bioativos que podem ser encapsulados nas nanocápsulas destacam-se os compostos fenólicos presentes no café. A composição química do café constitui um parâmetro fundamental na distinção das diferentes variedades deste produto, onde são encontrados compostos fenólicos, aos quais é atribuída potencial atividade antioxidante e outros compostos bioativos (SARROUH *et al.*, 2020).

Na composição química do café são encontrados os compostos fenólicos com capacidade antioxidante, anticancerígeno e anti-inflamatória (SHAHEEN *et al.*, 2021; LICZBINSKI & BUKOWSKA, 2022; FUNAKOSHI-TAGO *et al.*, 2022).

Os resíduos, polpa de café, pergaminho, borra, não são utilizados com eficiência e são descartados podendo resultar em graves impactos ambientais (KUMAR *et al.*, 2018; MONTOYA *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2012; CORDOBA *et al.*, 2020; HASSAN *et al.*, 2020).

Com relação a produção de café, cerca de 55% da cereja de café são convertidos em grãos e o desafio do descarte de subprodutos e resíduos de diferentes amostras de café vem sendo devido à presença de cafeína, fenóis e taninos na biomassa (MURTHY & NAIDU, 2012).

Alguns relatos vem mostrando a investigação da composição química e atividade biológica dos extratos de plantas por procedimentos experimentais que necessitam de reagentes e equipamentos com preço elevado. No entanto, pesquisas vem sendo realizadas com métodos de avaliação da composição química de diferentes amostras acessíveis aos pesquisadores e estudantes vem sendo realizadas usando programas de

computador e smartphone em análises colorimétricas através de capturação de imagem digital e processamento de dados (BOCK *et al.*, 2020; SOARES *et al.*, 2020 SOARES *et al.*, 2017; VITTORAZZI *et al.*, 2020; PAPPIS *et al.*, 2019; MOHAN *et al.*, 2019; BAZANI *et al.*, 2021; ALMEIDA *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022).

Dentre os aplicativos de smartphone, destaca-se o PhotoMetrix[®]. Nesse aplicativo são usados os canais vermelho (R), verde (G) e azul (B). No momento da avaliação da concentração da amostra cada canal apresenta o número que pode chegar a duzentos e cinquenta e cinco (BOCK *et al.*, 2020).

PhotoMetrix[®] vem sendo usado em vários trabalhos tanto em pesquisas nas universidades quanto em escola de ensino médio devido a sua mobilidade, eficiência, funcionalidade e rapidez nos resultados das análises químicas (HELPER *et al.*, 2017; BAZANI *et al.*, 2021; BOCK *et al.*, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver nanocápsulas para encapsulamento de extratos de café com propriedades antioxidantes e uso cosmético.

2.2 Objetivos Específicos

- Extrair compostos fenólicos de café arábica e conilon;
- Preparar as nanocápsulas e encapsular os extratos de café;
- Determinar atividade antioxidante dos extratos de café livres e encapsulados;
- Utilizar o aplicativo PhotoMetrix[®] na determinação de fenólicos e antioxidante;
- Comparar os resultados do PhotoMetrix[®] pelo método convencional usando espectrofotômetro;
- Investigar a interação do extrato com a nanocápsula através da caracterização pela técnica de FTIR;
- Verificar a estabilidade dos referidos extratos .
- Obter formulações de creme hidratante, shampoo sólido e sabonete contendo extratos de café.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Café

O Brasil destaca-se mundialmente pela produção do café (Figura 1). A safra total dos Cafés do Brasil em 2022 foi equivalente a 50,38 milhões de sacas de 60 kg. Dentre as sacas, a espécie *Coffea arabica*, representa 64% da safra brasileira, já a espécie *Coffea canephora* (robusta e conilon), representa 36% (CONAB, 2022).



Figura 1. Café. Fonte: Embrapa Café.

A receita bruta total dos Cafés do Brasil prevista para o ano-cafeeiro 2022 foi calculada em R\$ 61,82 bilhões (VPB, 2022).

Minas Gerais, estado que contempla a maior área de café, com cerca de 1.334,3 mil hectares entre áreas em produção e áreas em formação, registrou um aumento de 2,8% em relação à safra 2021, sendo responsável por aproximadamente 60% de toda a área cultivada no país (CONAB, 2022).

As espécies de café *Coffea arabica* (Arábica) e *Coffea canephora* (Robusta), são conhecidos comercialmente como café arábica e café robusta (ESQUIVEL; JIMENEZ, 2012). O café arábica vem sendo o mais apreciado pelos consumidores (BAGUETA *et al.*, 2017). O fruto do café apresenta 10-15 mm de comprimento, com dois grãos de café. O grão de café se apresenta em camadas, essas camadas são a casca (exocarpo), polpa (mesocarpo), pergaminho (endocarpo) e prata de café (FERREIRA *et al.*, 2019; GEMECHU, 2020).

3.2 Composição química e atividade antioxidante do café

A composição química do grão de café vem sendo influenciada pela espécie, condições de solo, clima, coleta e processamento de torra (BAGUETA *et al.*, 2017). O fruto do café apresenta metabólitos específicos que podem ser armazenados de maneira desigual casca, polpa (mesocarpo), pergaminho (endocarpo) (GEMECHU, 2020). Os compostos fenólicos são encontrados em grande quantidade no fruto do café, como por exemplo os ácidos clorogênicos (Figura 2) (CLIFFORD *et al.*, 2017; HU *et al.*, 2019).

Compostos fenólicos, são uma classe de compostos bioativos que consiste em uma ou mais hidroxila ligada diretamente ao hidrocarboneto aromático (HAMINIUK *et al.*, 2012). Os compostos fenólicos podem ser flavonoides, na estrutura química tem o anel benzeno (A), condensado com anel de seis membros pirano (C), com anel fenil (B) na posição 2 ou 3. A flavona é um flavonoide conforme mostra a Figura 3.

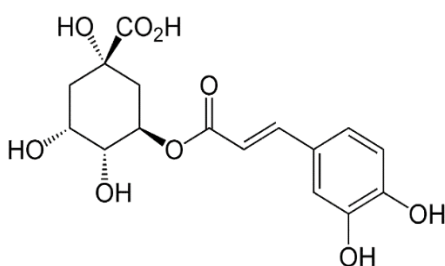


Figura 2. Ácidos clorogênicos.

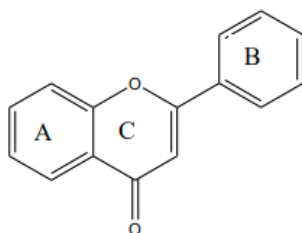


Figura 3. Estrutura química da flavona.

Compostos fenólicos presentes nos extratos de café apresentam diversas atividades biológicas e assim cada vez aumenta o interesse pelos pesquisadores a estudar esses metabólitos específicos de plantas (GEMECHU, 2020).

Estudos mostram o potencial antioxidante dos compostos fenólicos, bem como benefícios aos tratamentos e prevenção de câncer e doenças cardiovasculares (MURADOR *et al.*, 2019; NAYAK *et al.*, 2015; SHAHIDI; YEO, 2016).

Atividade Antioxidante é capacidade da molécula ou extrato de planta em retardar ou reduzir a oxidação de outras moléculas. Essa atividade pode ser avaliada por diferentes métodos *in vivo* e *in vitro* e é classificada de acordo com seu mecanismo de ação (APAK *et al.*, 2007; SHAHIDI; ZHONG, 2015; GRANATO *et al.*, 2018).

3.3 Nanocápsula

O desenvolvimento de sistemas de liberação cutâneo de substâncias bioativas com potencial antioxidante vem aumentando nos últimos anos devido liberação controlada do princípio ativo no tecido alvo específicos (ABLA *et al.*, 2016; ROBERTS *et al.*, 2017).

Nanocápsulas (Figura 3) são constituídas de polímero natural ou sintético, onde o composto bioativo encontra-se na cavidade preenchida por núcleo oleoso, revestido por membrana polimérica (GUTERRES *et al.*, 2007; MORA-HUERTAS *et al.*, 2010).

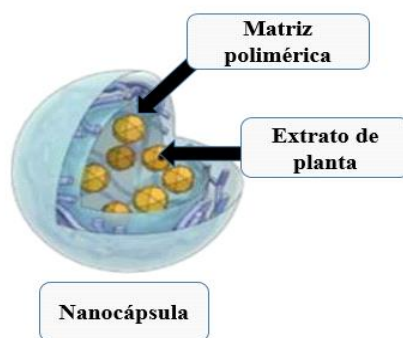


Figura 4. Nanocápsula.

Fonte: Adaptada de SUFFREDINI (2013).

As nanocápsulas apresentam tamanho nanométrico, que permite a penetração até as camadas mais profundas da pele, as nanocápsulas também podem proteger a substância ativa frente à oxidação devido à presença do revestimento polimérico, de transportar substâncias insolúveis em água com altos níveis de eficiência de encapsulação e de proporcionar o controle da liberação (MORA- HUERTAS *et al.*, 2010).

Dentre as matrizes poliméricas, acetato de celulose (CA) pode ser produzido pela acetilação da celulose por rota homogênea ou heterogênea, usando ácido acético como

solvente, ácido sulfúrico como catalisador, e anidrido acético como agente acetilante (MEIRELES, 2007).

O acetato de celulose apresenta baixa toxicidade, elevada permeação à água e compatibilidade com vários agentes ativos (EDGAR, 2007). Pesquisas relatam a viabilidade de desenvolver nanocápsulas com acetato de celulose para encapsulamento de cosméticos (RODRIGUES *et al.*, 2009; CRUZ *et al.*, 2011).

3.4 Cosméticos

Os povos primitivos utilizavam os cosméticos para pintar o corpo humano com finalidades de práticas religiosas ou ornamentais (SEBRAE/ESPM, 2008; CORRÊA, 2012).

Com relação ao mercado dos cosméticos, existem no Brasil muitas empresas atuando no mercado de produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) (ABIHPEC, 2016).

Os produtos cosméticos estão sujeitos às legislações e regulamentações sanitárias brasileiras para a produção, envase, comercialização, importação e exportação, conforme Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976, sob autorização da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), criada e instituída pela Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, vinculada ao Ministério da Saúde (MS) e integrada ao Sistema Único de Saúde (SUS), sendo também responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) (BRASIL 1976; BRASIL, 1999; CORRÊA, 2012; COELHO, 2013).

Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes: são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado (ANVISA, 2015).

Cosmético verde ou fitocosmético é, por definição, um cosmético, e assim deve ser abordado em todos os aspectos da cadeia produtiva, considerando as etapas de produção, controle de qualidade, registro, transporte, garantia, comercialização e

cosmetovigilância, sendo necessária a adequação a todas as regulamentações vigentes relacionadas aos produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, publicadas pela ANVISA (THIESEN, 2013).

Os fitocosméticos ou cosméticos verdes podem, ainda, assumir a definição de cosméticos naturais ou eco-friendly, que remetem, além da substituição dos ingredientes de origem químico-sintética por ingredientes de origem vegetal, ao uso e processos de obtenção e produção limpos e sustentáveis. Porém, o termo “natural” ou “verde” também é associado ao produto cosmético que utiliza processos sustentáveis e material reciclável na produção de embalagens, já apresentando tendências quanto ao uso de embalagens biodegradáveis e desenvolvimento de insumos isentos de testes em animais, fatores que contribuem para o planejamento e desenvolvimento do setor cosmético nos próximos anos (ABIHPEC *et al.*, 2014).

Os cosméticos à base de produtos vegetais são atualmente um importante foco das pesquisas e desenvolvimento de produtos, buscando-se uma fonte de recursos renováveis, de ampla disponibilidade e obtidos através de processos sustentáveis (BORGES *et al.*, 2013).

3.5 PhotoMetrix®

O PhotoMetrix® vem sendo um método alternativo para determinação de composição química e atividade biológica, apresentando vantagens aos métodos convencionais, tais como: baixo custo, mobilidade e rapidez nas análises (BAZANI *et al.*, 2021; BOCK *et al.*, 2020).

A análise colorimétrica baseia-se na reação entre o analito de interesse e reagente de forma a produzir um composto colorido. As informações contidas em imagens processadas pelo aplicativo são os valores das componentes R, G e B (Red, Green, Blue). As figuras (Figuras 4, 5, 6 e 7) mostram as etapas do aplicativo PhotoMetrix®. A figura 8 mostra a imagem do aplicativo PhotoMetrix® pronto para ser usado (HELFER *et al.*, 2017)

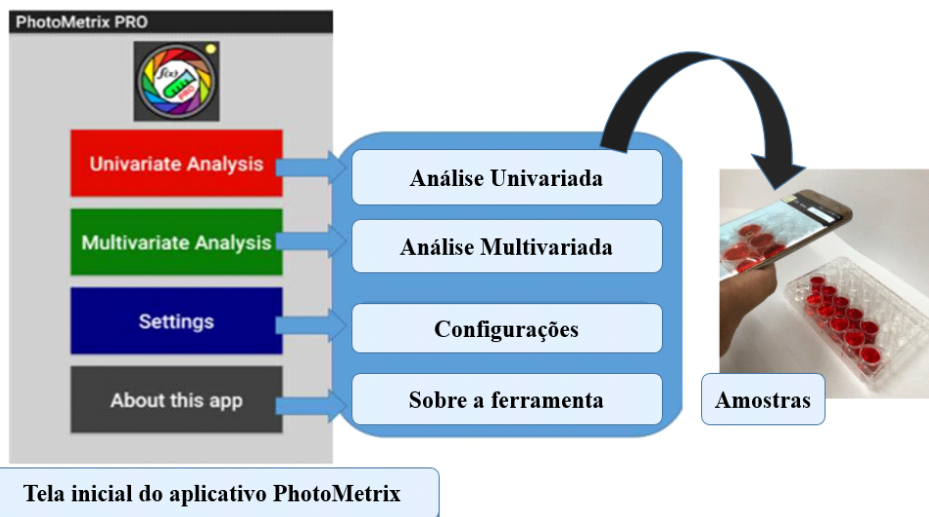


Figura 5. Aplicativo PhotoMetrix®

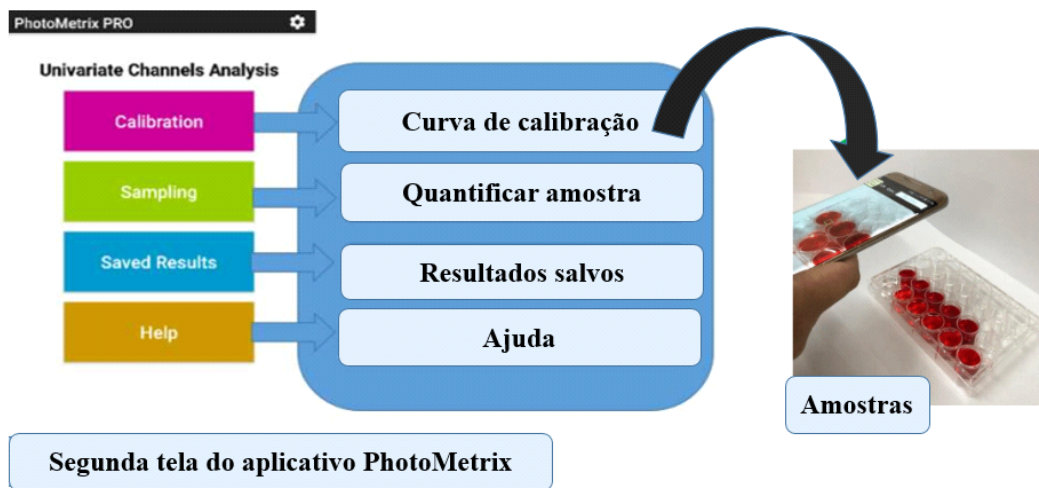


Figura 6. Segunda tela do aplicativo PhotoMetrix®

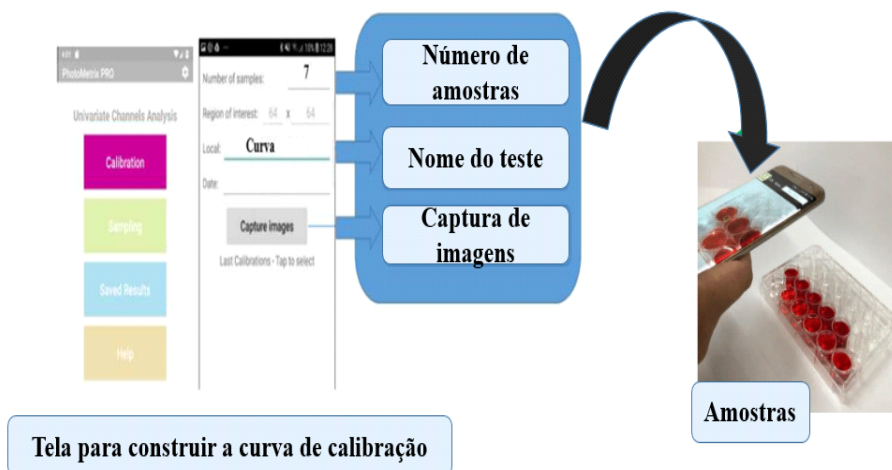


Figura 7. Construção da curva de calibração

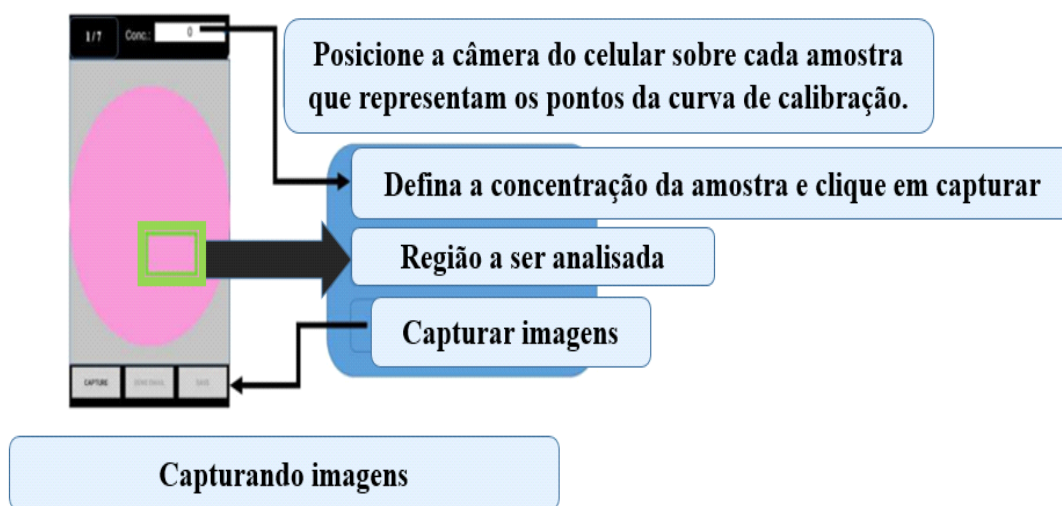


Figura 8. Etapa de capturar imagem

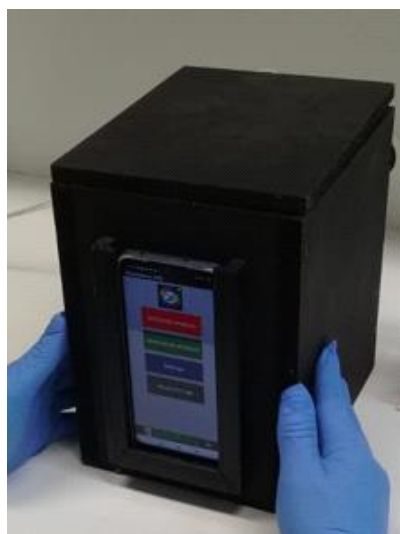


Figura 9. Aparelho celular no suporte da caixa confeccionada

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção das amostras de café

Os grãos de café maduros e as folhas frescas de cultivares de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, variedade Conilon (Figura 8 e 9) foram provenientes de pomares no município de Viçosa-MG. O resíduo de café denominado borra (Figura 12) foi obtido na cafeteria da UFV.



Figura 10. Café arábica

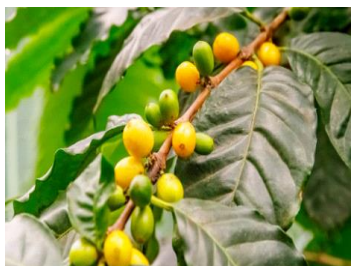


Figura 11. Café conilon



Figura 12. Resíduos de café

4.2 Extração de compostos bioativos

4.2.1 Extrato etanólico

Para obtenção do extrato etanólico as amostras de café maduro *in natura*, folhas e a borra de café foram pesadas separadamente em triplicata 1 g de amostra, triturada com auxílio do gral e pistilo e submetidas à extração com 30 mL de etanol comercial 70° INPM foi adquirido no comércio local. Em seguida o extrato obtido foi filtrado e concentrado em evaporador rotatório, conforme mostra a (Figura 13). As extrações foram realizadas em triplicatas.



Figura 13. Esquema da extração dos compostos bioativos do café

4.2.2 Extrato aquoso

As amostras de aproximadamente 1 g de café maduro *in natura*, folha e a borra de café foram trituradas em triplicata e submetidas à extração com 30 mL água destilada a temperatura ambiente sob agitação. Em seguida o extrato líquido obtido foi filtrado com papel filtro e levado a liofilização (Figura 14). As extrações foram realizadas em triplicatas.



Figura 14. Esquema de extração aquosa

4.2.3 Extrato etanol :água (1:1)

Aproximadamente 1g de café maduro *in natura*, folha e borra de café foram trituradas separadamente em triplicata com auxílio do *gral* e pistilo e adicionada 30 mL da mistura etanol:água (1:1), 25 mL de etanol e 25 mL de água até obter o volume final de 50 mL. Os extratos líquidos foram obtidos em triplicatas.

4.3 Nanocápsulas

4.3.1 Preparo de nanocápsulas

As nanocápsulas foram preparadas utilizando 150 mg do polímero de acetato de celulose (Merck), 30 mL de acetona como solvente orgânico (Rauter Quimica), 200 mg de lecitina de soja e 10 mg de extrato de café seco. Em seguida nessa mistura foram adicionados 60 mg de Tween 80 e 30 mL de água deionizada (Milli-Q, Millipore). A suspensão resultante ficou em agitação por 10 minutos e o solvente orgânico foi removido em evaporador rotativo à pressão reduzida formando as nanocápsulas (SOUZA *et al.*, 2012). Na figura 13 está representado o esquema do preparo da nanocápsula.

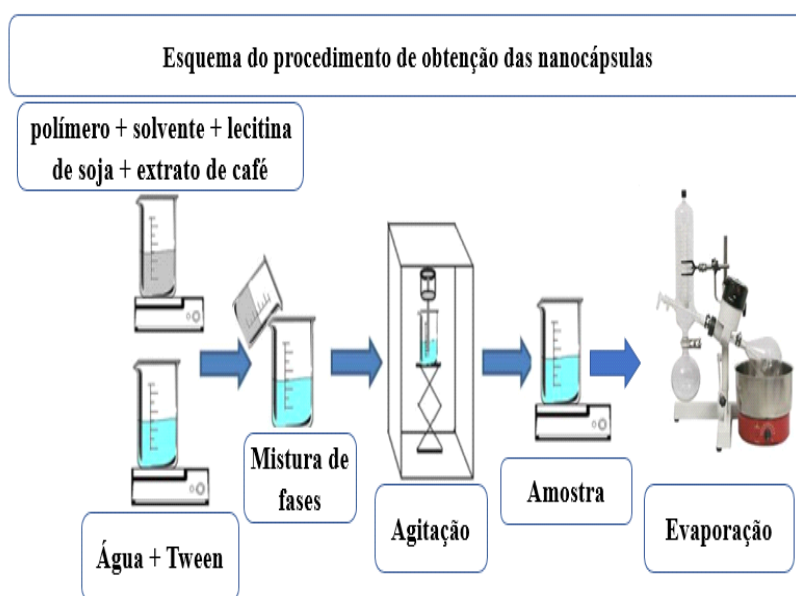


Figura 15. Esquema do preparo da nanocápsula

4.3.2 Caracterização das nanocápsulas

Os extratos previamente preparados conforme mostrado anteriormente causaram efeitos na dinâmica da nanocápsula, que foram investigados pela técnica Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR). Os espectros no infravermelho foram obtidos com o FTIR, modelo VARIAN 600, equipado com GladiATR (Attenuated Total Reflectance (ATR), do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os espectros foram obtidos infravermelho médio na faixa de 400 a 4000 cm^{-1} .

Os espectros obtidos usando o PhotoMetrix[®] foram comparados aos espectros utilizando o espectrofotômetro UV-Vis de feixe único (Shimadzu, UV Mini 1240) equipado com uma cubeta de vidro com comprimento ótico de 1 cm. Com o aplicativo RGB, utilizando um software gratuito, as imagens digitais foram decompostas. (BAZANI *et al.*, 2021).

4.4 Determinação de fenólicos totais

Para determinação de fenólicos totais foi utilizado o padrão ácido gálico para construção da curva analítica variando as concentrações de 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 ppm preparadas a partir da solução estoque de ácido gálico (100 mg L^{-1}) em água:etanol (1:1).

Para leitura no aplicativo PhotoMetrix[®], foram pipetados 340 μL das soluções de ácido gálico, em diferentes concentrações, e adicionados 70 μL da solução de cloreto férrico 1%.

O teor de fenólicos totais também foi determinado utilizando a técnica de espectrofotometria no ultravioleta visível (UV-Vis). Para construção da curva analítica, foram utilizadas as mesmas soluções de ácido gálico preparadas para obtenção da curva analítica usando o PhotoMetrix[®]. Tanto para obtenção da curva analítica como para determinação do teor de fenólicos totais nos extratos foram utilizados 2,0 mL das soluções de ácido gálico e dos extratos, respectivamente, aos quais foram adicionados 70 μL da solução de cloreto férrico 1% (p/v). A leitura foi realizada em $\lambda = 294 \text{ nm}$.

4.5 Determinação da atividade antioxidante

A determinação do potencial antioxidante dos extratos foi realizada utilizando como padrão o 2,6-di-*tert*-butil-4-metilfenol (BHT), de acordo com a metodologia citada por YEN e CHEN (1995), com alterações. Inicialmente, foi construída a curva analítica com diferentes concentrações de BHT (0; 0,1; 0,25; 0,50; 0,75; e 1,0 mg L⁻¹) preparadas a partir da solução estoque de BHT 100 mg L⁻¹ em água: etanol (1:1).

Foram utilizados 6 tubos de ensaios de 25 mL para os quais foram transferidas alíquotas da solução padrão de BHT (0, 10, 25, 50, 75 e 100 µL), e acrescentados 2,5 mL da solução de ferricianeto de potássio 1% (p/v); 2,5 mL do tampão fosfato 0,2 mol L⁻¹ (pH = 6,6) e a mistura foi incubada a 45 °C por 20 min. Em seguida, foram adicionados 2,0 mL de ácido tricloroacético 10% (p/v), e o volume final foi completado até 10,0 mL com água ultrapura e etanol (1:1). A leitura no aplicativo PhotoMetrix[®], foi feita pipetando 340 µL das misturas contendo BHT em diferentes concentrações, aos quais foram adicionados 70 µL da solução de cloreto férrico 1% (p/v). A determinação do poder redutor nos extratos, foi feita usando uma quantidade 10 mg do extrato bruto seco preparado anteriormente diluído em 2,0 mL de água ultrapura, que foi transferida para um tubo de ensaio de 25 mL e foram adicionados 2,5 mL da solução de ferricianeto de potássio 1% (p/v); 2,5 mL do tampão fosfato 0,2 mol L⁻¹ (pH = 6,6) e a mistura foi incubada a 45 °C por 20 min. Foram adicionados 2,0 mL de ácido tricloroacético 10% (p/v) e 1,0 mL de água ultrapura para completar o volume para 10,0 mL. Para determinar o poder antioxidante nos extratos usando o aplicativo PhotoMetrix[®], foi feito da mesma forma para a obtenção da curva analítica (340 µL das misturas contendo BHT, em diferentes concentrações e 10 µL da solução de cloreto férrico 1% p/v). Tanto o teor de fenólicos, como o poder redutor também foi determinado por UV-Visível. Obteve-se a curva analítica com as mesmas soluções de BHT preparadas para obtenção da curva analítica usando o PhotoMetrix[®]. Para a leitura no UV-Vis ($\lambda = 706$ nm) tanto das soluções para obtenção da curva analítica como da mistura contendo os extratos, foi necessário acrescentar um volume de 2,0 mL (das soluções de BHT e da mistura contendo os extratos) e 70 µL da solução de cloreto férrico 1% (p/v). A Figura 16 mostra o esquema da análise de fenólicos e antioxidante.

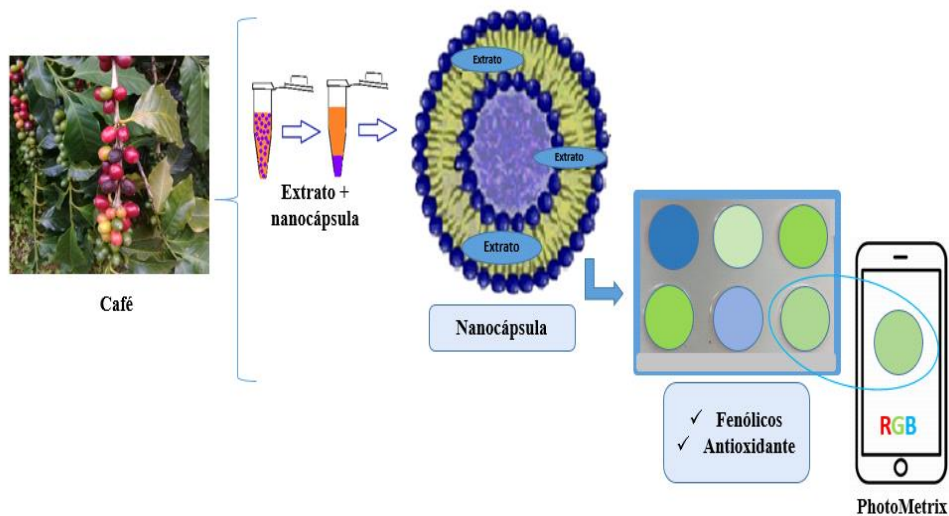


Figura 16. Esquema da análise de fenólicos e antioxidante

4.6 Aplicação do extrato obtido em creme hidratante, shampoo e sabonete

Os extratos obtidos para elaboração do sabonete contendo os referidos extratos foram submetidos a análise de estabilidade durante 90 dias. O creme hidratante, shampoo e sabonete contendo extrato foram avaliados pelas absorbâncias para cada extrato e cosmético. Todas as análises foram realizadas em triplicata. As formulações dos cosméticos foram realizadas em várias etapas, seguindo procedimentos estabelecidos na Farmacopeia Brasileira (6ª edição, Vol. 2)

4.6.1 Creme hidratante 1

Foram preparados 2 tipos de creme hidratante. Para preparar o creme hidratante 1 foram utilizadas duas etapas. Na primeira etapa foi preparada a fase 1, ou seja, a fase oleosa, onde foram pesados 30 g da cera Lanette BASF e adicionado 10 mL de óleo de amêndoas (IPQ - Indústria de Produtos Químicos) e após, essa mistura foi aquecida a 65-75 °C, em chapa. Para preparar a etapa 2, foram utilizados 10 g de uréia (Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda) e acrescentados 100 mL de água destilada (Milli- Q, aquecendo essa mistura a 45 °C. Após finalizar as duas etapa, ambas foram retiradas do aquecimento e adicionado a fase 2 à fase 1, agitando constantemente até completa

homogeneização. O pH foi ajustado entre 5,5 a 6,0, com solução aquosa de ácido cítrico 0,01% (CHEMCARE Soluções).

4.6.2 Creme hidratante 2

Para preparar o creme hidratante 2 (Figura 17) com extrato de café seco (Figura 18) foram realizadas 2 etapas. Na etapa 1 (fase oleosa) foram pesados 7,5 g de cera polawax (Croda do Brasil) e adicionado 1 mL de miristato de isopropila (Sigma- Aldrich Química do Brasil Ltda) 3 mL de óleo de amêndoas (IPQ - Indústria de Produtos Químicos), 1 mL de glicerina (IPQ - Indústria de Produtos Químicos). Os reagentes foram homogeneizados e levou-se ao aquecimento a 55 °C, em chapa sob agitação. Na etapa 2 (fase aquosa), foram misturadas 2,5 mL de glicerina e 50 mL água destilada (Milli -Q) A mistura obtida foi aquecida a 70 °C, em chapa . Por fim, a fase aquosa foi vertida na fase oleosa , sob agitação constante , até obter a temperatura de 25 °C, e então, acrescentou-se o extrato de café previamente preparado sob agitação .

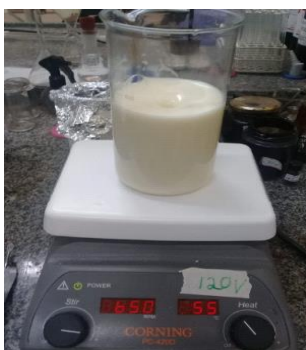


Figura 17. Preparo do creme hidratante 2



Figura 18. Creme hidratante sem extrato



Figura 19. Creme hidratante com extrato de café

4.7 Sabonete líquido

Para preparar o sabonete líquido foram pesados 20 g amida 90 (dietanolamina de ácido graxo -Univar Solutions), 20 g cocoamidopropil betaina e acrescentados 250 mL de lauril éter sulfato de sódio (Univar Solutions). Em seguida, adicionou-se 250 mL de água deionizada, sob agitação. Acertou-se o pH entre 6 - 7 , adicionando gotas de solução aquosa de ácido cítrico 0,01%. Posteriormente foram pesados 10 g de glicerina (IPQ - Indústria de Produtos Químicos). e 5 g de carboximetilcelulose (MV Química) que foram adicionados aos poucos, sob agitação, à mistura previamente preparada até completa homogeneização. Por último foi adicionado 20 mL do extrato de café aquoso, etanólico e (1:1) separadamente a 400 mL do sabonete obtido, agitando por 30 minutos.



Figura 20. Amostras para o preparo do sabonete com extrato de café



Figura 21. Desenvolvimento de sabonete sem extrato de café e com extrato de café

4.8 Shampoo líquido

O preparo do shampoo líquido foi realizado com os seguintes reagentes: 200 mL de água destilada, 50 mL lauril éter sulfato de sódio, 10 mL amida 90 (dietanolamina de ácido graxo - Univar Solutions) e 20 mL cocoamidopropilbetaína (anfótero betaínico - Univar Solutions).Primeiramente foi adicionado o lauril sulfato (Univar – Solutions) no béquer com água destilada (Milli-Q) sob agitação constante, formando a mistura 1. Paralelamente foi aquecida separadamente a dietanolamina de ácido graxo (Univar Solutions) a 50 °C em chapa. Este reagente foi adionado à mistura 1. À mistura foi adicionado o anfóteo betaínico sob agitação lenta. Finalizando o preparo do shampoo foi ajustado o pH (5,5 a 6,5), com a adição de gotas de ácido cítrico 0,01% diluído em água. Por último foi adicionado 10 mL do extrato de café aquoso, etanolico e (1:1) separadamente agitando até a mistura ficar homogênea.

4.9 Shampoo sólido

O shampoo sólido foi elaborado com 250 gramas de base shampoo sólido (Limne Cosméticos) e 15 gotas de extrato aquoso etanolico e (1:1) separadamente. Chapa de aquecimento foi colocado o béquer com a base de shampoo sólido, agitando até a homogeneização completa, após, foi adicionado gotas de extrato de café. Para obter o shampoo sólido no formato desejado, a mistura foi colocada em formas. Após secar totalmente, por aproximadamente 12 horas foi desformado o shampoo e embalado em papel.



Figura 22. Preparo do shampoo sólido

4.10 Sabonete com argila

Para confeccionar o sabonete com argila foram pesados 250 gramas de base glicerizada, constituída de uma mistura de óleos como palma, palmiste e babaçu, enriquecida com a glicerina natural dos óleos usados na saponificação e aquecida na chapa de aquecimento até formar um líquido e foram adicionados 15 gotas de extrato de café aquoso, etanólico e (1:1) separadamente e 100 g de argila branca (Mundo Verde) Essa mistura foi colocada em formas para sabonetes por um período de 12 h e após, foi desenhado e embalado em papel de seda. A Figura 22 mostra sabonete com argila e extrato de café.



Figura 23. Sabonete com argila e extrato de café

4.11 Avaliação da estabilidade de compostos fenólicos dos extratos de café

Os extratos de café foram armazenados sob refrigeração à temperatura de 4 °C, durante um período de três meses (90 dias) e a estabilidade foi avaliada aos 30, 60 e 90 dias, por meio da quantificação do teor de fenóis totais nos extratos, técnica realizada por espectrofotometria, usando os mesmos reagentes da determinação de fenólicos já descrita.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo apresenta novo meio de transporte de substâncias bioativas, preparada com acetato de celulose, polímero natural que se destacou por possuir características favoráveis para se obter as nanocápsulas. Foram realizadas determinações de atividade antioxidante das nanocápsulas com extrato de café e os resultados foram satisfatórios.

Com esse estudo foi possível perceber que os extratos estudados mostraram-se propícios, e podem ser usados nas morfologias de nanocápsulas, como carreadores de substâncias bioativas. Os resultados alcançados demonstraram que o encapsulamento pode ser uma alternativa para os sistemas de aplicação convencional de uso tópico.

As nanocápsulas desenvolvidas nesse trabalho foram analisadas por FTIR, para verificar a influência dos extratos de café na dinâmica da nanocápsula. A Tabela 1 apresenta os valores de número de onda, ou frequência, de grupos funcionais localizados na nanocápsula em regiões polar e apolar na ausência e presença dos extratos.

Tabela 1. Dados espectrais no infravermelho de nanocápsulas e variações do número de ondas (cm^{-1})

Grupo Funcional	Nanocápsula pura, sem extrato	Nanocápsula + extrato Aquoso da folha Conilon (variação)	Nanocápsula + extrato etanólico da folha Conilon (variação)	Nanocápsula + extrato aquoso grão de café Conilon (variação)
PO_2^-	1162	1162	1164 (2)	1162
C=O	1743	1743	1743	1741 (2)
CH_2	2852	2852	2852	2852
${}_s\text{CH}_2$	2921	2921	2921	2921
OH	3386	3369 (17)	3361 (25)	3351 (35)

Os efeitos provocados pelos extratos das folhas e grão de café conilon na dinâmica da nanocápsula foram investigados através da técnica de FTIR, UV-visível e Photometrix. Utilizando essas técnicas, comparou-se a dinâmica da nanocápsula pura e nanocápsula contendo os extratos. Com objetivo de detectar a localização dos componentes da nanocápsula, bem como compreender a influência dos extratos na dinâmica das regiões específicas da nanocápsula, foram analisados os espectros de FTIR para a referida nanocápsula pura como apresenta a Figura 23.

A Figura 23 apresenta a nanocápsula pura, a nanocápsula com extrato aquoso de folhas de café Conilon na Figura 24 e a nanocápsula com extrato etanólico de folhas de café Conilon na Figura 25.

A presença das bandas em 1742 cm^{-1} (alongamento da carbonila do éster) e a banda 3459 cm^{-1} (alongamento da OH celulósica) caracterizam o filme analisado como material formulado à base de acetato de celulose (MARK et al., 1999; HE et al., 2009).

Com relação a região polar da nanocápsula, foi observada a região do grupo fosfato, onde o extrato etanólico mostrou interação causando um aumento no deslocamento da frequência do estiramento do grupo fosfato em 2 cm^{-1} , esse deslocamento no número de onda está relacionado no aumento da ligações de hidrogênio, ou seja, aumento no grau de hidratação dessa região, devido a interação do extrato etanólico com a nanocápsula. Já com extrato aquoso das folhas de café Conilon não teve alteração nessa região. No entanto, na carbonila aconteceu alteração com extrato do grão de café Conilon. A presença do extrato provocou uma diminuição do deslocamento no número de onda, o que indica a variação das ligações de hidrogênio e grau de hidratação no grupo carbonila, isso pode influenciar na atividade antioxidante, pois os átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila adjacentes (orto-difenóis), localizados em várias posições dos anéis A, B e C, as duplas ligações dos anéis benzênicos e a dupla ligação da função oxo (-C=O) de algumas moléculas de flavonóides garantem a esses compostos sua alta atividade antioxidante (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996).

Não teve alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de estiramento simétrico e assimétrico na presença dos extratos de café Conilon. No entanto, pode-se observar alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de OH, mas a alteração maior no comprimento da ligação foi com extrato aquoso do grão de café Conilon, o que indica maior absorção da energia por meio das transições vibracionais da ligação O-H, o que poderia justificar maior ação antioxidante.

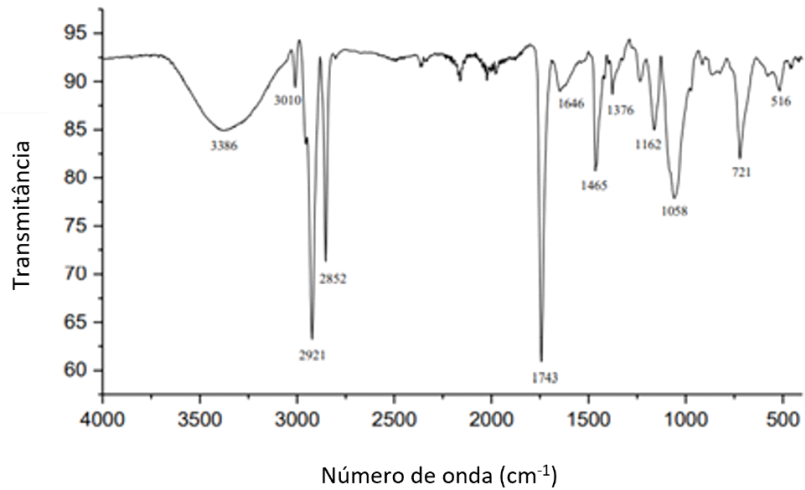


Figura 24. Espectro no infravermelho (ATR) das amostras de nanocápsula pura.

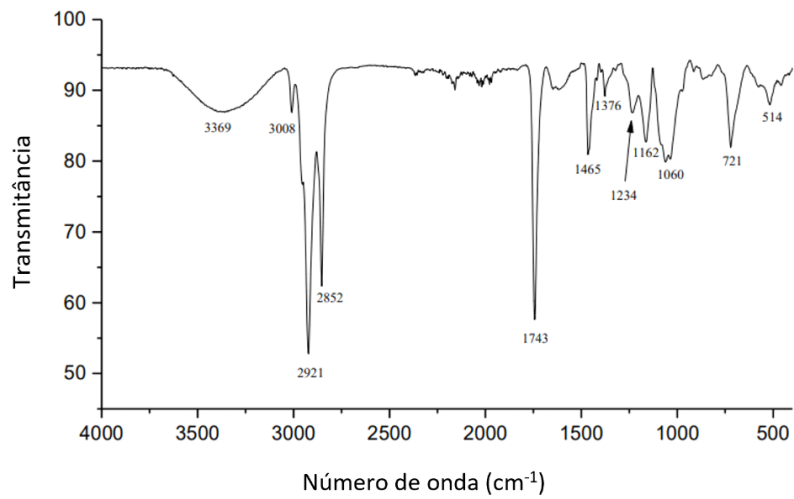


Figura 25. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato aquoso da folha de café Conilon.

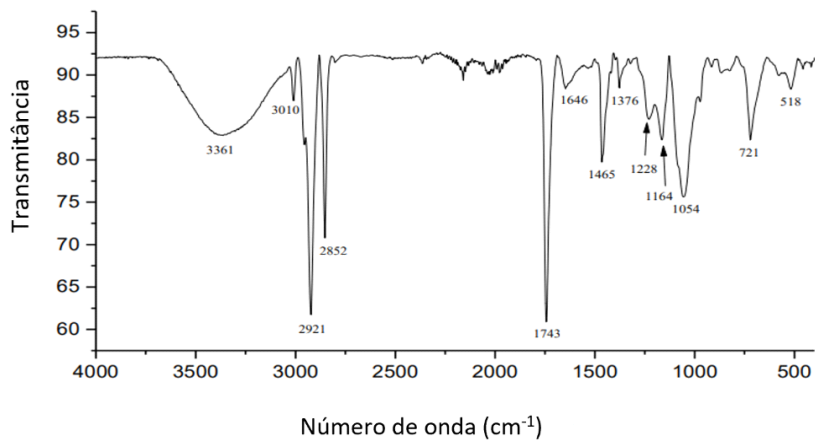


Figura 26. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato etanólico da folha de café Conilon.

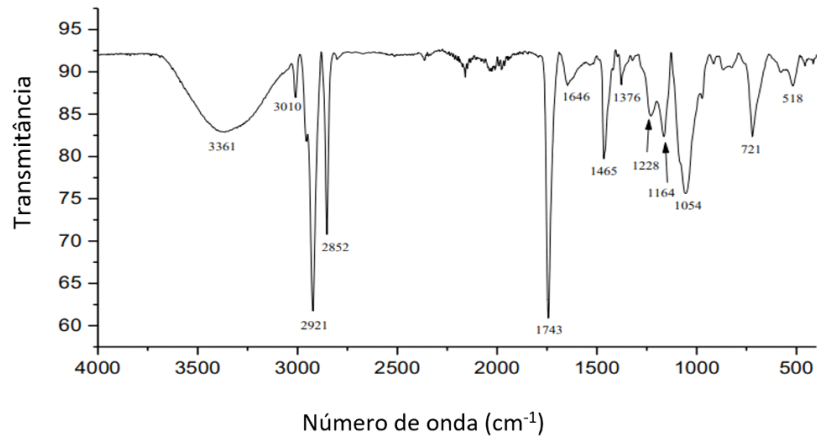


Figura 27. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato do grão de café Conilon.

Com relação aos extratos de café arábica, os espectros podem ser observados nas Figuras 28, 29 e 30.

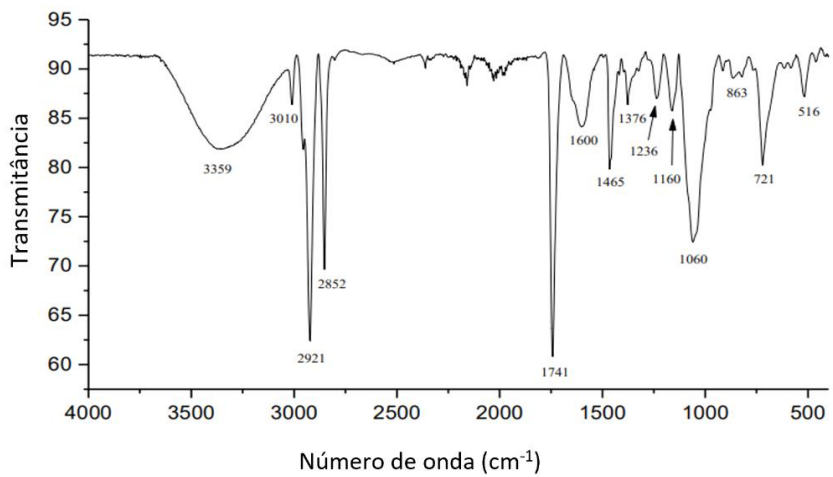


Figura 28. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato aquoso da folha de café arábica.

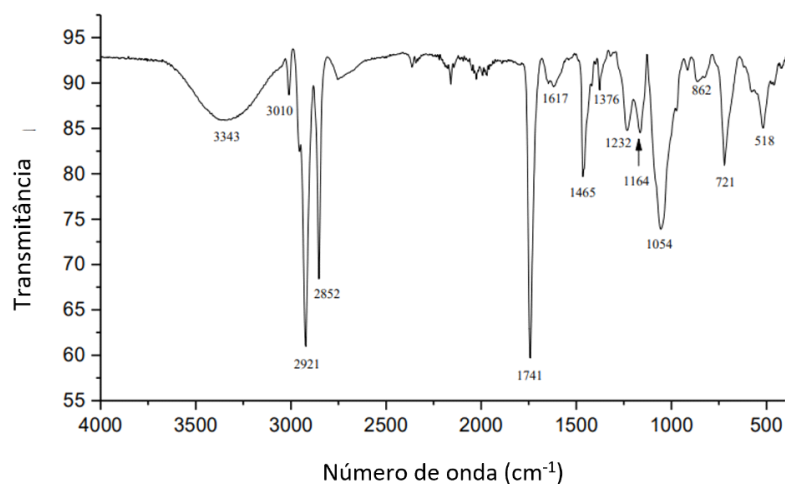


Figura 29. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato etanólico da folha de café arábica.

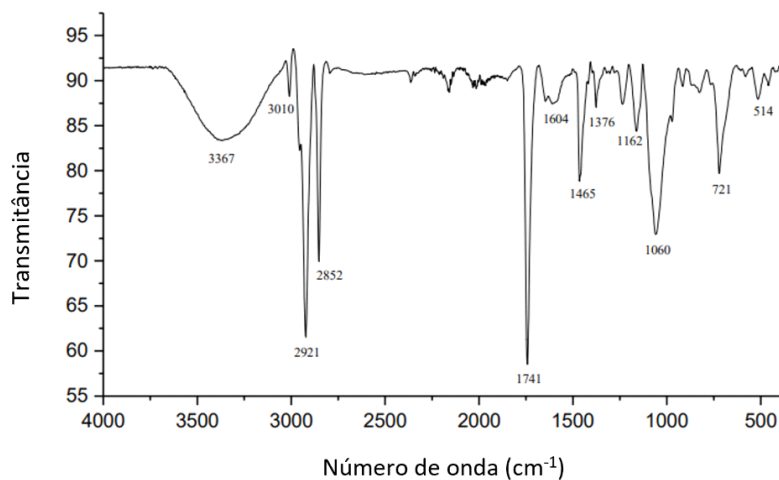


Figura 30. Espectro no infravermelho (ATR) de nanocápsula contendo extrato do grão de café arábica.

A influência dos extratos de café arábica na dinâmica da nanocápsula pode ser observada na Tabela 2, a qual mostra os valores de número de onda, ou frequência, de grupos funcionais localizados na nanocápsula em regiões polar e apolar na ausência e presença dos extratos.

Tabela 2. Dados espectrais no infravermelho (ATR) de nanocápsulas provocados pela incorporação do extrato e variações do número de ondas (cm^{-1})

Grupo	NPSE	NEAFA	NEEFA	NEGCA	Variação *	Variação **	Variação ***
PO_2^-	1162	1160	1164	1162		2	2
$\text{C}=\text{O}$	1743	1741	1741	1741	2	2	2
$_{\text{s}}\text{CH}_2$	2852	2852	2852	2852	-	-	-
$_{\text{as}}\text{CH}_2$	2921	2921	2921	2921	-	-	-
OH	3386	3359	3343	3367	19	27	43

Nanocápsula pura sem extrato (NPSE), Nanocápsula + extrato aquoso da folha arábica (NEAFA), Nanocápsula + extrato etanólico da folha arábica (NEEFA), Nanocápsula + extrato grão de café arábica (NEGCA) * com extrato grão de café arábica, ** com extrato aquoso arábica, *** com extrato etanólico arábica

Com relação a região polar da nanocápsula, foi observada a região do grupo fosfato, onde o extrato etanólico de café arábica mostrou interação causando uma diminuição no deslocamento da frequência do estiramento do grupo fosfato em 2cm^{-1} , esse deslocamento no número de onda está relacionado ao aumento das ligações de hidrogênio, ou seja, aumento no grau de hidratação dessa região, devido a interação do extrato etanólico com a nanocápsula. No entanto, na carbonila aconteceu alteração com os três extratos de café arábica. A presença do extrato provocou uma diminuição do deslocamento no número de onda, o que indica a variação das ligações de hidrogênio e grau de hidratação no grupo carbonila.

Não teve alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de estiramento simétrico e assimétrico na presença dos extratos de café Conilon. No entanto, pode-se observar alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de OH, mas a alteração maior foi com extrato aquoso da folha de café.

5.1 Determinação dos compostos fenólicos

Para determinação dos compostos fenólicos foram construídas curvas de calibração com padrão ácido gálico conforme mostra as (Figuras 31 e 32). Sendo que a (Figura 31) mostra a curva obtida no espectrofotômetro e a (Figura 32) foi a curva obtida no aplicativo PhotoMetrix®.

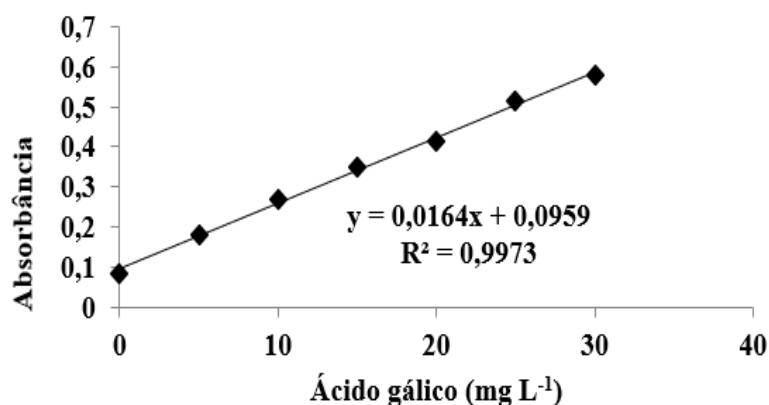


Figura 31. Curva analítica com padrão ácido gálico usando UV-visível.

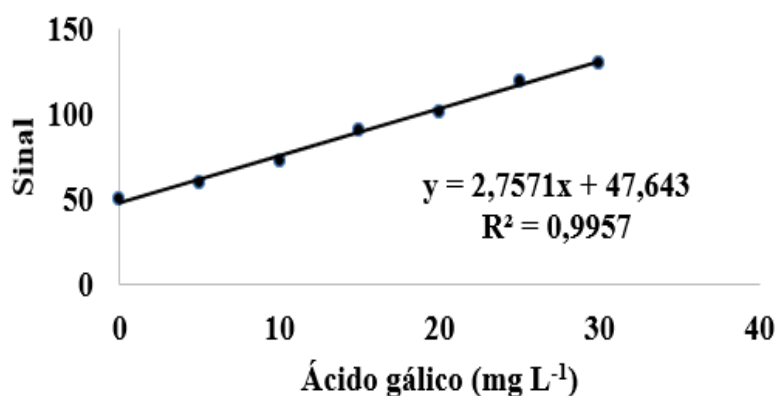


Figura 32. Curva analítica com padrão Ácido gálico usando Photometrix.

Os dados obtidos para o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos analisados através do aplicativo e através do UV-Vis são apresentados nas Tabelas 3 e 4. Os experimentos foram realizados em triplicata. Os resultados obtidos para atividade antioxidante das nanocápsulas contendo extratos são mostrados na Tabela 5.

Tabela 3. Teor de fenólicos totais de café analisados por Photometrix® e UV-Vis.

Amostra	APP mg/100 g	UV-Vis mg/100 g	Absorbância
Extrato aquoso folha Conilon	327,22	341,19	0,195
Extrato aquoso folha Conilon	327,22	341,19	0,195
Extrato aquoso folha Conilon	327,22	341,19	0,195
Extrato etanólico folha Conilon	367,09	368,01	0,242
Extrato etanólico folha Conilon	367,09	368,01	0,242
Extrato etanólico folha Conilon	367,09	368,01	0,242
Extrato (1:1) do grão de café arábica	692,93	693,25	0,436
Extrato (1:1) do grão de café arábica	692,93	693,25	0,436
Extrato (1:1) do grão de café arábica	692,93	693,25	0,436
Extrato aquoso folha arábica	298,35	298,12	0,173
Extrato aquoso folha arábica	298,35	298,12	0,173
Extrato aquoso folha arábica	298,35	298,12	0,173
Extrato etanólico folha arábica	325,18	325,07	0,220
Extrato etanólico folha arábica	325,18	325,07	0,220
Extrato etanólico folha arábica	325,18	325,07	0,220
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	742,15	742,59	0,495
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	742,15	742,59	0,495
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	742,15	742,59	0,495
Extrato aquoso da borra de café	470,32	470,45	0,318
Extrato aquoso da borra de café	470,32	470,45	0,318
Extrato aquoso da borra de café	470,32	470,45	0,318
Extrato etanólico da borra de café	480,49	480,57	0,334
Extrato etanólico da borra de café	480,49	480,57	0,334
Extrato etanólico da borra de café	480,49	480,57	0,334
Extrato (1:1) da borra de café	493,77	493,92	0,389
Extrato (1:1) da borra de café	493,77	493,92	0,389
Extrato (1:1) da borra de café	493,77	493,92	0,389

A maior concentração de compostos fenólicos foi observada no extrato (1:1) (etanol: água) do grão de café Conilon com 742,59 mg/100 g pelo espectrofotômetro UV-Visível, já no extrato (1:1) do grão de café arábica foi verificado 639,25 mg/100 g. Os teores de fenóis totais obtidos no café conillon foram relativamente superiores aos teores de fenóis totais descritos na literatura para o café arábica (MORAIS *et al.*, 2008; HELOISA & CELESTE, 2006).

Estudos relatam que a diferença na concentração dos compostos fenólicos no café Conilon e arábica pode estar relacionada com o sabor da bebida, conferindo uma

melhor qualidade do café arábica quando comparado ao café Conilon que tem forte amargor (FARAH *et al.*, 2006).

Pode-se perceber que o extrato etanólico de ambas espécies e partes da planta extraiu mais compostos bioativos. Os solventes polares são os mais utilizados para extração de compostos fenólicos, contendo etanol, metanol e acetona (SULTANA *et al.*, 2009; ANOKWURU *et al.*, 2011). Com relação a borra de café, os compostos fenólicos presentes nesses resíduos podem conferir aos extratos atividade antioxidante. O reaproveitamento desse resíduo pode ser uma alternativa para a indústria farmacêutica, levando em consideração a reconhecida atividade biológica desses compostos fenólicos.

5.2 Determinação da atividade antioxidante

A Tabela 4 apresenta os resultados da atividade antioxidante dos extratos na forma livre, ou seja, sem nanocápsula.

Tabela 4. Determinação antioxidante de café analisada por Photometrix e UV-Vis.

Amostra	APP mg/g	UV-Vis mg/g	Absorbância
Extrato aquoso folha Conilon	7,598	7,729	0,105
Extrato aquoso folha Conilon	7,598	7,729	0,105
Extrato aquoso folha Conilon	7,598	7,729	0,105
Extrato etanólico folha Conilon	8,265	8,282	0,116
Extrato etanólico folha Conilon	8,265	8,282	0,116
Extrato etanólico folha Conilon	8,265	8,282	0,116
Extrato (1:1) do grão de café arábica	16,40	16,40	0,205
Extrato (1:1) do grão de café arábica	16,40	16,40	0,205
Extrato (1:1) do grão de café arábica	16,40	16,40	0,205
Extrato aquoso folha arábica	6,905	6,876	0,088
Extrato aquoso folha arábica	6,905	6,876	0,088
Extrato aquoso folha arábica	6,905	6,876	0,088
Extrato etanólico folha arábica	7,761	7,774	0,102
Extrato etanólico folha arábica	7,761	7,774	0,102
Extrato etanólico folha arábica	7,761	7,774	0,102
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	32,17	32,55	0,408
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	32,17	32,55	0,408
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	32,17	32,55	0,408
Extrato aquoso da borra de café	25,59	25,72	0,304

Extrato aquoso da borra de café	25,59	25,72	0,304
Extrato aquoso da borra de café	25,59	25,72	0,304
Extrato etanólico da borra de café	27,61	27,84	0,319
Extrato etanólico da borra de café	27,61	27,84	0,319
Extrato etanólico da borra de café	27,61	27,84	0,319
Extrato (1:1) da borra de café	28,46	28,71	0,337
Extrato (1:1) da borra de café	28,46	28,71	0,337
Extrato (1:1) da borra de café	28,46	28,71	0,337

Avaliando a Tabela 4, pode-se perceber que o teor de compostos fenólicos totais dos extratos (Tabela 3), confirma os resultados das atividades antioxidantes. A melhor extração foi com água e etanol (1:1), utilizando o grão de café Conilon, apresentando maiores teores dos compostos bioativos.

Esse extrato apresentou maior potencial antioxidante com valor de 32,55 mg/g, o menor valor observado foi o extrato aquoso da folha de café arábica com 6,876 mg/g.

Atividade antioxidante da borra de café também foi elevada. Assim, pode-se constatar que a borra de café é uma fonte importante de compostos bioativos como polifenóis, antioxidantes podendo ser de grande interesse para as indústrias de cosméticos. Estudo avaliou atividade antioxidante do extrato da borra do café em cápsulas, usando etanol como solvente (PAGE *et al.*, 2017). Outro estudo investigou atividade antioxidante nos extratos metanólicos da borra do café (CHOI *et al.*, 2017).

Pesquisas relatam que a borra de café possui diversos componentes bioativos e a extração com água e etanol, esta sendo considerada como um método satisfatório para a sua obtenção (SHANG *et al.*, 2017).

Além disso, estudos vem sendo realizados verificando a potencialidade das borras de café em extratos bioativos usados com a finalidade de melhorar a saúde da pele, e pode-se perceber que o uso das fórmulas com extrato da borra de café contribuiu de forma considerável para melhorar a hidratação da pele (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Pesquisadores utilizaram a técnica de espectroscopia de infravermelho para detectar o teor de fenólicos principais, ácido cafeico, catequina e ácido clorogênico em amostras de borra de café obtidas de diferentes marcas de café, corroborando que trata-se de uma técnica eficaz para identificar amostras de borra com alta quantidade de compostos bioativos (MAGALHAES *et al.*, 2016).

A borra de café é considerada um resíduo valioso, fonte rica em nutrientes de compostos bioativos como fenólicos, flavonóides, carotenóides, lipídios, clorogênicos e protocatecólicos ácido acético, melanoidinas, diterpenos, xantinas, precursores de vitaminas e a indústria de cosméticos pode utilizar esse produto como aditivo em vários processos (STYLIANOU *et al.*, 2018).

No estudo sobre o potencial de compostos bioativos da borra do café em produtos de cuidados com a pele, os dados analisados indicaram que compostos bioativos podem ser acrescentados às formulações cosméticas, tais como protetores solares ou fórmulas antienvhecimento, a fim de potencializar os efeitos de fotoproteção e anti-rugas das formulações (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Resultados da atividade antioxidante do extrato encapsulado está na Tabela 5.

Tabela 5. Determinação antioxidante extrato encapsulado por PhotoMetrix e UV-Vis

Amostra	APP mg/g	UV-Vis mg/g	Absorbância
Extrato aquoso folha Conilon	9,118	9,125	0,127
Extrato aquoso folha Conilon	9,118	9,125	0,127
Extrato aquoso folha Conilon	9,118	9,125	0,127
Extrato etanólico folha Conilon	10,226	10,281	0,149
Extrato etanólico folha Conilon	10,226	10,281	0,149
Extrato etanólico folha Conilon	10,226	10,281	0,149
Extrato (1:1) do grão de café arábica	20,056	20,083	0,238
Extrato (1:1) do grão de café arábica	20,056	20,083	0,238
Extrato (1:1) do grão de café arábica	20,056	20,083	0,238
Extrato aquoso folha arábica	8,492	8,456	0,120
Extrato aquoso folha arábica	8,492	8,456	0,120
Extrato aquoso folha arábica	8,492	8,456	0,120
Extrato etanólico folha arábica	9,214	9,205	0,124
Extrato etanólico folha arábica	9,214	9,205	0,124
Extrato etanólico folha arábica	9,214	9,205	0,124
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	41,06	41,19	0,463
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	41,06	41,19	0,463
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	41,06	41,19	0,463
Extrato aquoso da borra de café	34,05	34,27	0,419
Extrato aquoso da borra de café	34,05	34,27	0,419
Extrato aquoso da borra de café	34,05	34,27	0,419
Extrato etanólico da borra de café	34,82	34,95	0,423
Extrato etanólico da borra de café	34,82	34,95	0,423
Extrato etanólico da borra de café	34,82	34,95	0,423
Extrato (1:1) da borra de café	36,55	36,99	0,454
Extrato (1:1) da borra de café	36,55	36,99	0,454

Extrato (1:1) da borra de café	36,55	36,99	0,454
--------------------------------	-------	-------	-------

Comparando as Tabelas 4 e 5, foi observado que a atividade antioxidante dos extratos foi potencializada pelo encapsulamento. O extrato do grão de café arábica tem maior atividade antioxidante que o extrato da folha de café Conilon. A atividade antioxidante de extratos de café pode estar associada a presença de compostos fenólicos, na Tabela 3 pode ser observada a composição química dos extratos, onde mostra a maior concentração no extrato do grão de café arábica.

Os compostos fenólicos são capazes de interagir com o centro hidrofóbico de membranas e superar a insolubilidade em água, além de formarem complexos com as cadeias polares dos fosfolipídeos (ARORA *et al.*, 1998; BOMBARDELLI e SPETTA, 1991).

Estudos relatam que o principal objetivo em encapsular compostos bioativos tem sido a superação da insolubilidade em água, além das atividades antioxidantes dos compostos quando incorporados em nanocápsulas (PAWLIKOWSKA-PAWŁĘGA *et al.*, 2014; AREIAS *et al.*, 2001; OTEIZA *et al.*, 2005). Dentre os fatores que podem influenciar nas atividades biológicas das nanocápsulas, tem sido relatado que o tamanho da membrana pode influenciar nas propriedades físico-químicas da nanocápsula e atividades biológicas, devido área superficial (THERDPHAPIYANAK *et al.*, 2013). No estudo de ROEDIG-PENMAN (1998), a atividade antioxidante da quercetina foi eficiente em nanocápsulas unilamelares pequenas. No estudo de MANDAL *et al.*, (2002) a rutina encapsulada em lipossomas apresentou melhor atividade biológica que o flavonoide livre. Outro estudo relatou que a eficiência na atividade biológica depende do composto a ser incorporado, onde a potencialidade da rutina incorporada foi melhor que os demais compostos fenólicos (FRIESEN *et al.*, 2015).

Os lipossomas são um sistema de encapsulamento atraente devido a sua biocompatibilidade, biodegradabilidade e ausência de toxicidade, a pequena dimensão e a capacidade de carrear vários compostos bioativos devido ao seu caráter anfipático (LEEuw *et al.*, 2009).

Contudo, é necessário assegurar a presença e atividade biológica dos compostos nos produtos finais, sendo que uma das exigências para a função antioxidante é a permeação no extrato córneo e manutenção de concentrações adequadas na epiderme e derme para obtenção de resultados positivos.

As curvas de calibração utilizadas para determinar atividade antioxidante podem ser observadas nas Figuras 32 e 33.

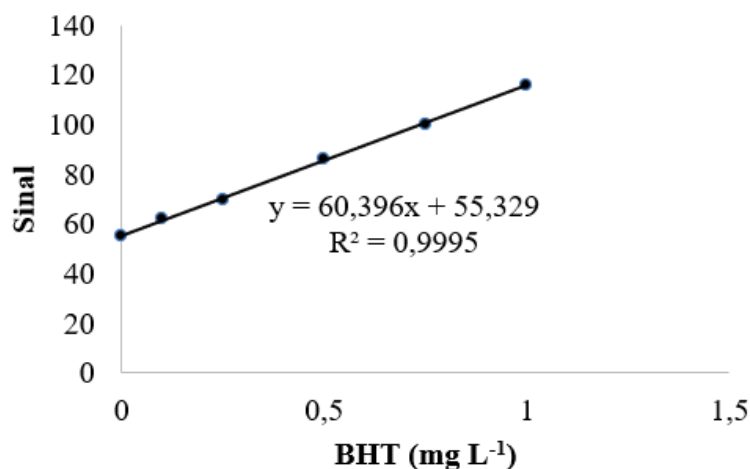


Figura 33. Curva analítica com padrão BHT usando Photometrix.

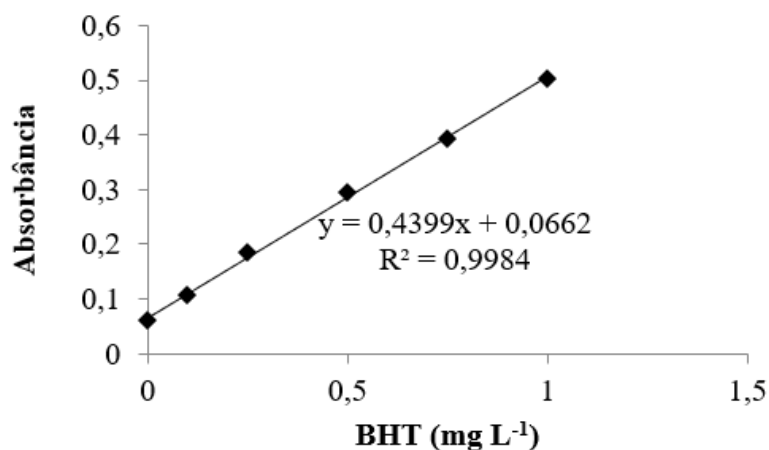


Figura 34. Curva analítica com padrão BHT usando UV-visível.

Na pesquisa dos compostos fenólicos e atividade antioxidante dos extratos de café Conilon e Arábica foram capturadas as imagens digitais e observados os valores de RGB para as amostras. Os valores podem ser observados nas tabelas 6, 7 e 8. Esses valores foram utilizados para analisar o sinal referente ao potencial redutor presente nos extratos de café avaliados.

Tabela 6. RGB para cada amostra analisada na determinação de compostos fenólicos.

Amostra	RED	GREEN	BLUE
Extrato aquoso da folha de café conilon	183	182	186
Extrato aquoso da folha de café conilon	183	181	186

Extrato aquoso da folha de café conilon	183	181	186
Extrato etanólico da folha de café conilon	181	172	175
Extrato etanólico da folha de café conilon	181	172	175
Extrato etanólico da folha de café conilon	181	172	175
Extrato (1:1) grão de café arábica	153	145	148
Extrato (1:1) grão de café arábica	153	145	148
Extrato (1:1) grão de café arábica	153	145	148
Extrato aquoso folha arábica	187	185	184
Extrato aquoso folha arábica	187	185	184
Extrato aquoso folha arábica	187	185	184
Extrato etanólico folha arábica	184	183	185
Extrato etanólico folha arábica	184	183	185
Extrato etanólico folha arábica	184	183	185
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	149	142	146
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	149	142	146
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	149	142	146
Extrato aquoso da borra de café	175	173	170
Extrato aquoso da borra de café	175	173	170
Extrato aquoso da borra de café	175	173	170
Extrato etanólico da borra de café	170	171	174
Extrato etanólico da borra de café	170	171	174
Extrato etanólico da borra de café	170	171	174
Extrato (1:1) da borra de café	164	167	166
Extrato (1:1) da borra de café	164	167	166
Extrato (1:1) da borra de café	164	167	166

Tabela 7. RGB para cada amostra analisada na determinação antioxidante

Amostras	GREEN	RED	BLUE
Extrato aquoso da folha de café conilon	198	195	192
Extrato aquoso da folha de café conilon	198	195	192
Extrato aquoso da folha de café conilon	198	195	192
Extrato etanólico da folha de café conilon	182	172	175
Extrato etanólico da folha de café conilon	182	172	175
Extrato etanólico da folha de café conilon	182	172	175
Extrato (1:1) grão de café arábica	154	150	152
Extrato (1:1) grão de café arábica	154	150	152
Extrato (1:1) grão de café arábica	154	150	152
Extrato aquoso folha arábica	198	197	195
Extrato aquoso folha arábica	198	197	195
Extrato aquoso folha arábica	198	197	195
Extrato etanólico folha arábica	190	194	190
Extrato etanólico folha arábica	190	194	190
Extrato etanólico folha arábica	190	194	190
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	125	121	128
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	125	121	128
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	125	121	128
Extrato aquoso da borra de café	137	139	142

Extrato aquoso da borra de café	137	139	142
Extrato aquoso da borra de café	137	139	142
Extrato etanólico da borra de café	134	137	133
Extrato etanólico da borra de café	134	137	133
Extrato etanólico da borra de café	134	137	133
Extrato (1:1) da borra de café	130	131	129
Extrato (1:1) da borra de café	130	131	129
Extrato (1:1) da borra de café	130	131	129

Tabela 8. RGB para cada amostra encapsulada analisada na determinação antioxidante

Amostras	RED	GREEN	BLUE
Extrato aquoso da folha de café conilon	188	185	182
Extrato aquoso da folha de café conilon	188	185	182
Extrato aquoso da folha de café conilon	188	185	182
Extrato etanólico da folha de café conilon	172	162	165
Extrato etanólico da folha de café conilon	172	162	165
Extrato etanólico da folha de café conilon	172	162	165
Extrato (1:1) grão de café arábica	151	135	140
Extrato (1:1) grão de café arábica	151	135	140
Extrato (1:1) grão de café arábica	151	135	140
Extrato aquoso folha arábica	198	195	192
Extrato aquoso folha arábica	198	195	192
Extrato aquoso folha arábica	198	195	192
Extrato etanólico folha arábica	187	184	181
Extrato etanólico folha arábica	187	184	181
Extrato etanólico folha arábica	187	184	181
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	123	120	118
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	123	120	118
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	123	120	118
Extrato aquoso da borra de café	130	131	134
Extrato aquoso da borra de café	130	131	134
Extrato aquoso da borra de café	130	131	134
Extrato etanólico da borra de café	126	124	122
Extrato etanólico da borra de café	126	124	122
Extrato etanólico da borra de café	126	124	122
Extrato (1:1) da borra de café	122	119	120
Extrato (1:1) da borra de café	122	119	120
Extrato (1:1) da borra de café	122	119	120

A Tabela 9 apresenta a estabilidade dos compostos fenólicos durante os três meses de estocagem sob refrigeração a 4 °C, observa-se que não houve muita alteração nos teores dos compostos fenólicos, diminuindo um pouco o teor desses compostos, podendo ocorrer a degradação de alguns compostos presentes.

Tabela 9. Estabilidade dos compostos fenólicos de café no período de 90 dias a 4 °C

Dias	Amostra	APP mg/100 g	UV-Vis mg/100 g	Absorbância
30 dias	Extrato aquoso folha Conilon	325,05	339,08	0,194
60 dias	Extrato aquoso folha Conilon	322,18	319,08	0,192
90 dias	Extrato aquoso folha Conilon	321,05	321,08	0,190
30 dias	Extrato etanólico folha Conilon	365,14	365,14	0,240
60 dias	Extrato etanólico folha Conilon	364,25	368,01	0,239
90 dias	Extrato etanólico folha Conilon	363,44	368,00	0,238
30 dias	Extrato (1:1) do grão de café arábica	690,24	690,25	0,432
60 dias	Extrato (1:1) do grão de café arábica	689,88	689,15	0,431
90 dias	Extrato (1:1) do grão de café arábica	688,00	688,55	0,430
30 dias	Extrato aquoso folha arábica	297,35	297,12	0,172
60 dias	Extrato aquoso folha arábica	296,35	296,12	0,171
90 dias	Extrato aquoso folha arábica	295,35	295,12	0,170
30 dias	Extrato etanólico folha arábica	321,44	321,18	0,216
60 dias	Extrato etanólico folha arábica	320,18	320,07	0,215
90 dias	Extrato etanólico folha arábica	319,18	319,07	0,214
30 dias	Extrato (1:1) do grão de café Conilon	740,15	740,59	0,492
60 dias	Extrato (1:1) do grão de café Conilon	739,15	739,59	0,491
90 dias	Extrato (1:1) do grão de café Conilon	738,15	738,59	0,490
30 dias	Extrato aquoso da borra de café	469,48	469,11	0,315
60 dias	Extrato aquoso da borra de café	468,55	468,22	0,314
90 dias	Extrato aquoso da borra de café	467,21	467,01	0,313
30 dias	Extrato etanólico da borra de café	475,33	476,84	0,328
60 dias	Extrato etanólico da borra de café	475,33	476,84	0,328
90 dias	Extrato etanólico da borra de café	475,33	476,84	0,328
30 dias	Extrato (1:1) da borra de café	488,02	488,49	0,382
60 dias	Extrato (1:1) da borra de café	488,02	488,49	0,382
90 dias	Extrato (1:1) da borra de café	488,02	488,49	0,382

Na determinação da estabilidade dos compostos fenólicos totais extraídos de café armazenados durante o período de 90 dias sob refrigeração a 4 °C, foram capturadas as imagens digitais e observados os valores de RGB para as amostra. Os valores podem ser observados na Tabelas 10 e foram usados para determinar o sinal referente ao potencial redutor presente nos extratos de café avaliados.

Tabela 10. Valores de RGB referente a estabilidade dos compostos fenólicos de café

Amostras	Estabilida de	RED	GREEN	BLUE
Extrato aquoso da folha de café conilon	30 dias	185	184	188
Extrato aquoso da folha de café conilon	60 dias	186	183	189
Extrato aquoso da folha de café conilon	90 dias	187	188	189
Extrato etanólico da folha de café conilon	30 dias	183	175	175
Extrato etanólico da folha de café conilon	60 dias	184	172	175
Extrato etanólico da folha de café conilon	90 dias	185	172	175
Extrato (1:1) grão de café arábica	30 dias	154	145	148

Extrato (1:1) grão de café arábica	60 dias	155	145	148
Extrato (1:1) grão de café arábica	90 dias	156	145	148
Extrato aquoso folha arábica	30 dias	188	185	184
Extrato aquoso folha arábica	60 dias	189	185	184
Extrato aquoso folha arábica	90 dias	190	185	184
Extrato etanólico folha arábica	30 dias	185	183	185
Extrato etanólico folha arábica	60 dias	186	183	185
Extrato etanólico folha arábica	90 dias	187	183	185
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	30 dias	150	142	146
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	60 dias	151	145	146
Extrato (1:1) do grão de café Conilon	90 dias	152	148	146
Extrato aquoso da borra de café	30 dias	177	175	170
Extrato aquoso da borra de café	60 dias	178	175	170
Extrato aquoso da borra de café	90 dias	179	175	172
Extrato etanólico da borra de café	30 dias	172	170	171
Extrato etanólico da borra de café	60 dias	172	170	171
Extrato etanólico da borra de café	90 dias	172	170	171
Extrato (1:1) da borra de café	30 dias	164	162	166
Extrato (1:1) da borra de café	60 dias	164	162	166
Extrato (1:1) da borra de café	90 dias	164	162	166

Os conteúdos dos compostos fenólicos totais extraídos, permaneceram com sua estabilidade durante os três meses de armazenamento a 4 °C. Dessa maneira, o tempo e a refrigeração não afetaram negativamente os compostos fenólicos extraídos do café. Com relação a aplicação dos extratos em creme hidratante, podemos observar abaixo os espectros dos extratos, reagentes, creme hidratante, sabonete e shampoo. Os efeitos provocados pelo extrato etanólico das folhas de café conilon na dinâmica do creme hidratante foram investigados através da técnica de ATR-FTIR. Utilizando essa técnica, comparou-se a dinâmica do creme puro e do creme contendo o extrato. Com objetivo de detectar a localização dos componentes do creme hidratante, bem como compreender a influência do extrato na dinâmica das regiões específicas do creme hidratante, foram analisados os espectros de ATR-FTIR para o referido creme hidratante como apresenta as Figura 35 e a Figura 36 mostra o espectro do creme hidratante com extrato etanólico de café.

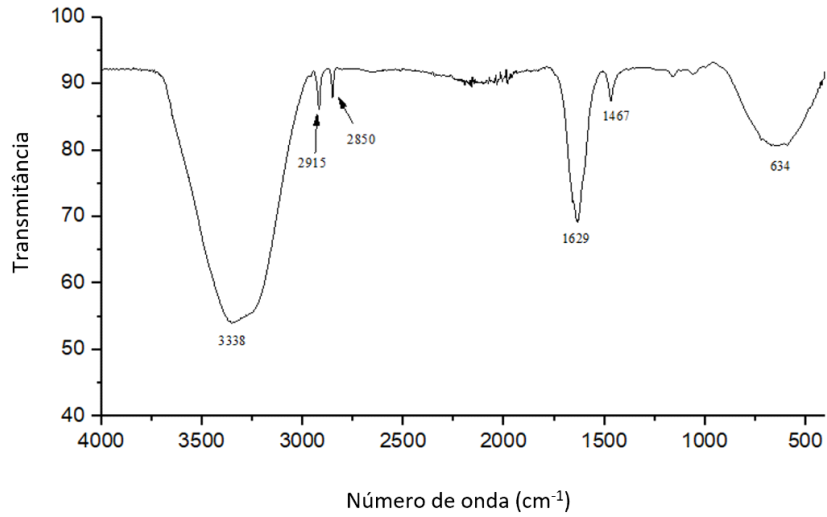


Figura 35. Espectro no Infravermelho (ATR) do creme hidratante sem extrato de café.

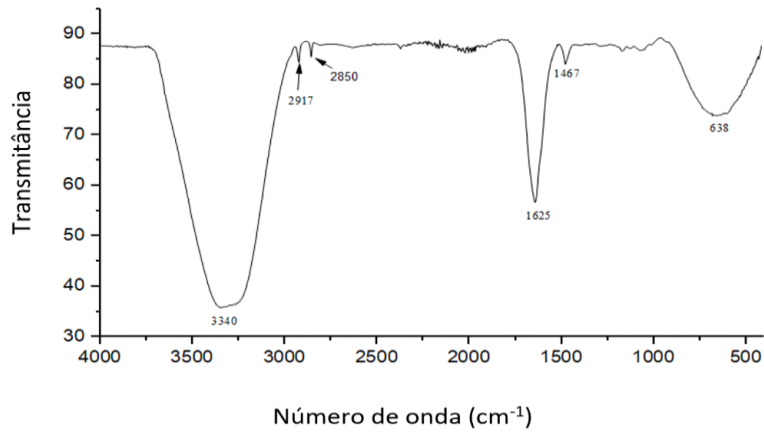


Figura 36. Espectro no Infravermelho (ATR) do creme hidratante com extrato de café.

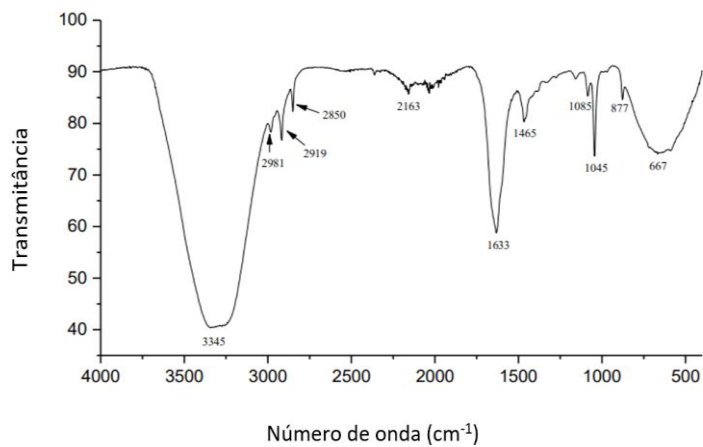


Figura 37. Espectro no Infravermelho (ATR) do creme hidratante com extrato encapsulado.

Comparando os espectros de infravermelho do creme hidratante sem extrato de café e com extrato de café pode-se observar alterações do deslocamento no número de onda. Na região de 1630 cm^{-1} aconteceu alteração com os três extratos de café arábica. A presença do extrato provocou uma diminuição do deslocamento no número de onda, o que indica a variação das ligações de hidrogênio e grau de hidratação no grupo carbonila, já com extrato encapsulado provocou um aumento do deslocamento no número de onda.

Teve alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de estiramento simétrico e assimétrico do CH_2 na presença dos extratos de café. Pode-se observar alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de OH, mas a alteração maior foi com extrato encapsulado. Também foram preparados sabonetes com extrato de café, borra de café e argila, a Figura 38 apresenta o espectro da borra de café.

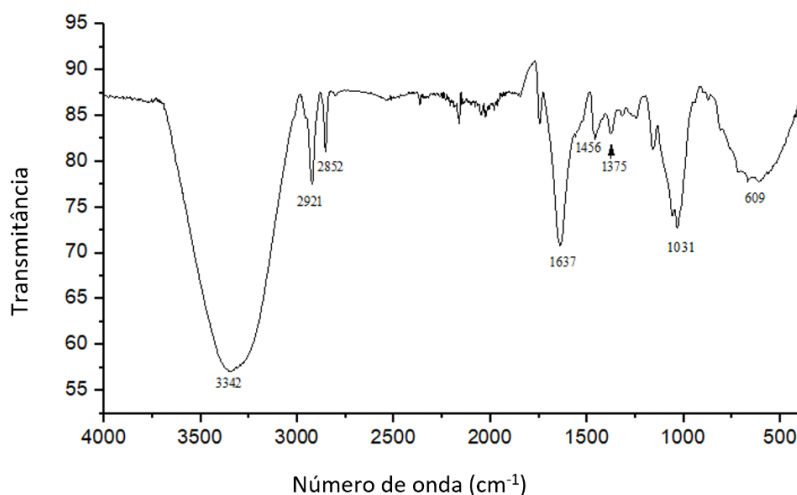


Figura 38. Espectro no Infravermelho (ATR) da borra de café.

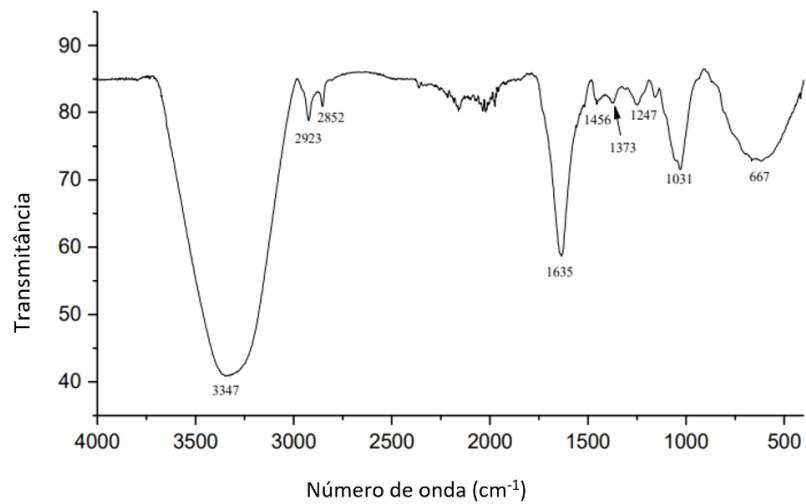


Figura 39. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete com borra de café.

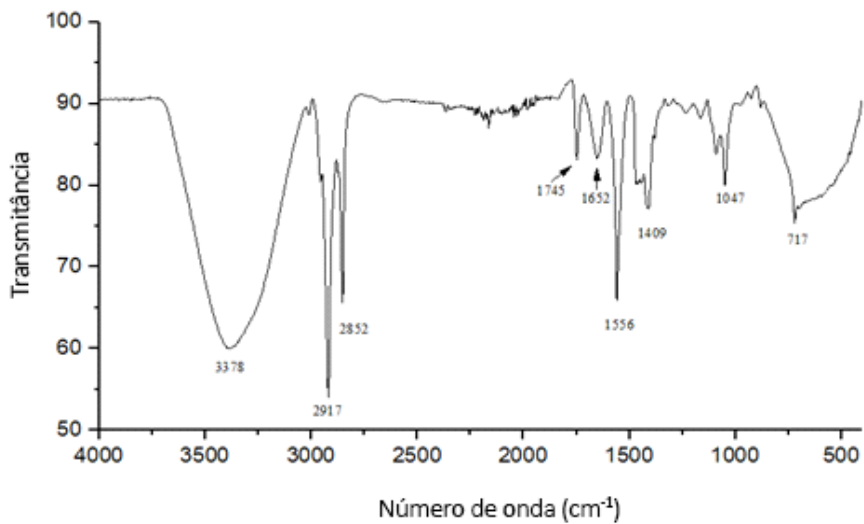


Figura 40. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete com extrato de café.

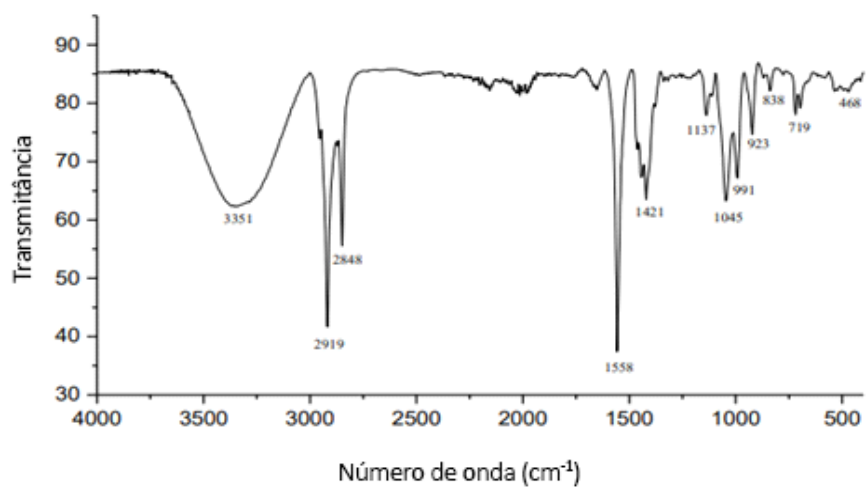


Figura 41. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete sem extrato.

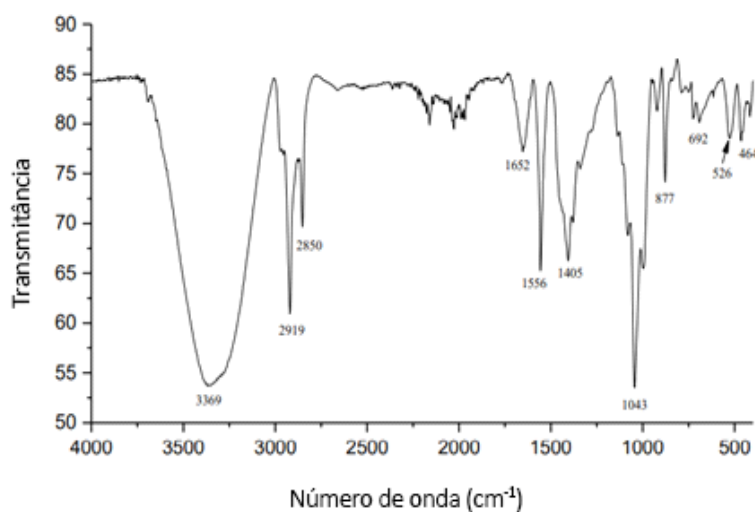


Figura 42. Espectro no Infravermelho (ATR) do sabonete com argila e extrato de café.

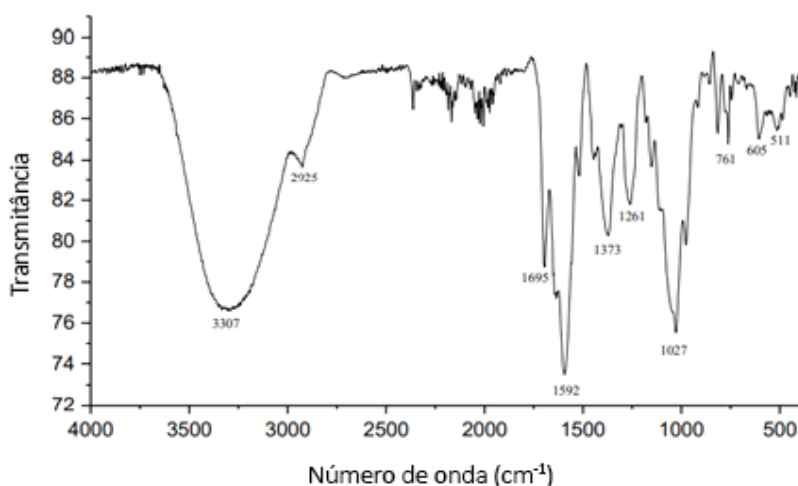


Figura 43. Espectro no Infravermelho (ATR) do extrato 1:1 do grão de café conilon.

Comparando os espectros de infravermelho dos sabonetes sem extrato de café e com extrato de café pode-se observar alterações do deslocamento no número de onda. Teve alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de estiramento simétrico e assimétrico do CH₂ na presença dos extratos de café. Pode-se observar alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de OH, mas a alteração maior foi com extrato e argila. Na região de 1630 cm⁻¹ aconteceu alteração da borra de café com os demais espectros de sabonete. A presença do extrato provocou uma diminuição do deslocamento no número de onda, o que indica a variação das ligações de hidrogênio e grau de hidratação no grupo carbonila, já com extrato encapsulado provocou um

aumento do deslocamento no número de onda. Também foram preparados shampoo com extrato de café, a Figura 36 apresenta o espectro de infravermelho.

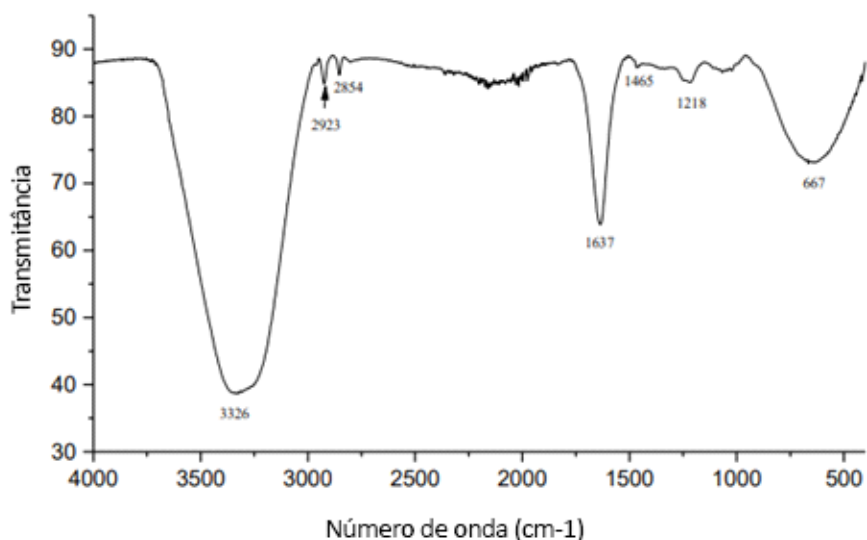


Figura 44. Espectro no Infravermelho (ATR) do shampoo líquido sem extrato.

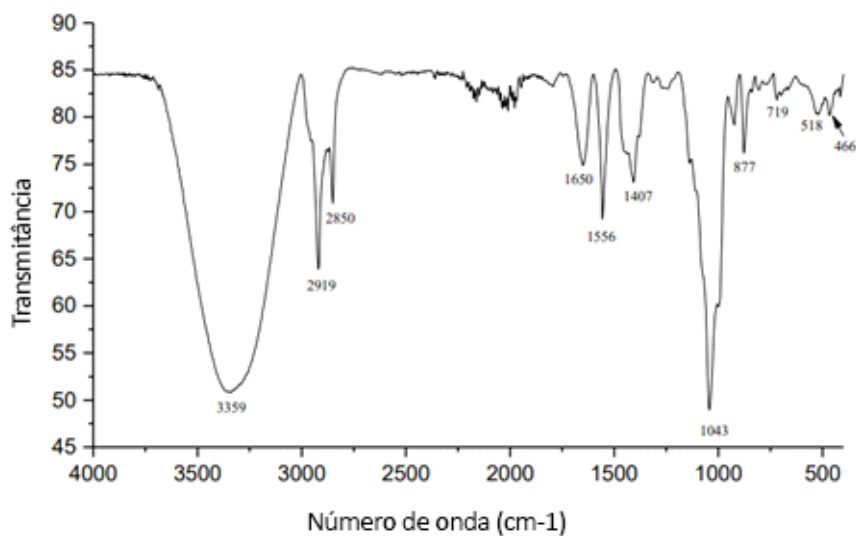


Figura 45. Espectro no Infravermelho (ATR) do shampoo líquido com extrato de café.

Foi observada alteração de deslocamento no número de onda nas regiões de estiramento simétrico e assimétrico do CH₂ na presença dos extratos de café. Na região do OH não teve diferença. Com relação ao shampoo sólido, a Figura 46 apresenta o espectro do shampoo com extrato

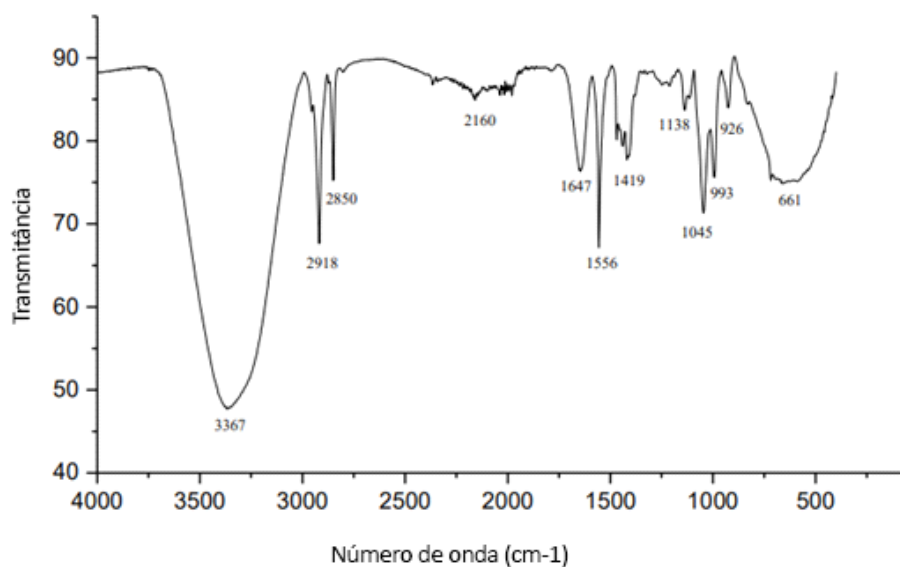


Figura 46. Espectro no Infravermelho (ATR) do shampoo sólido com extrato.

Com relação aos reagentes utilizados no preparo dos cosméticos, a Figura 47 mostra o espectro do lauril éter.

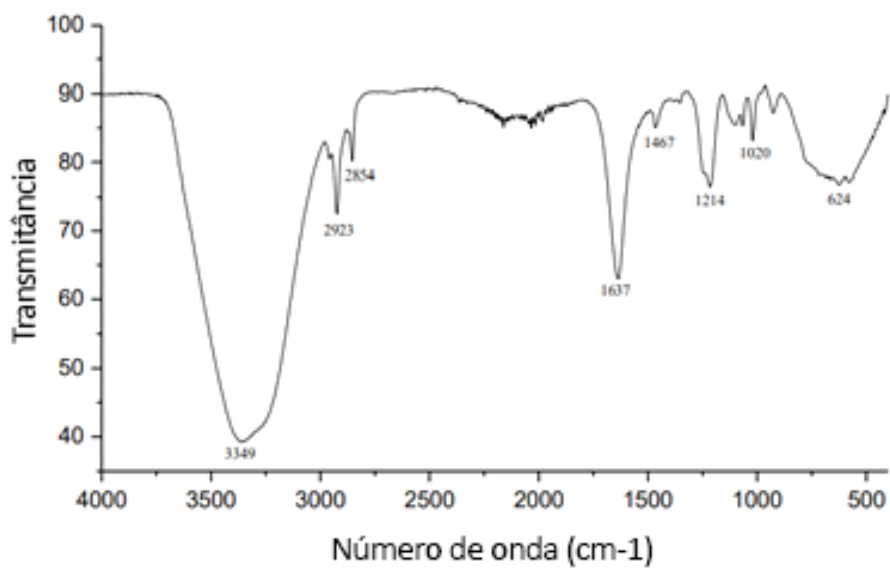


Figura 47. Espectro no Infravermelho (ATR) do Lauril éter.

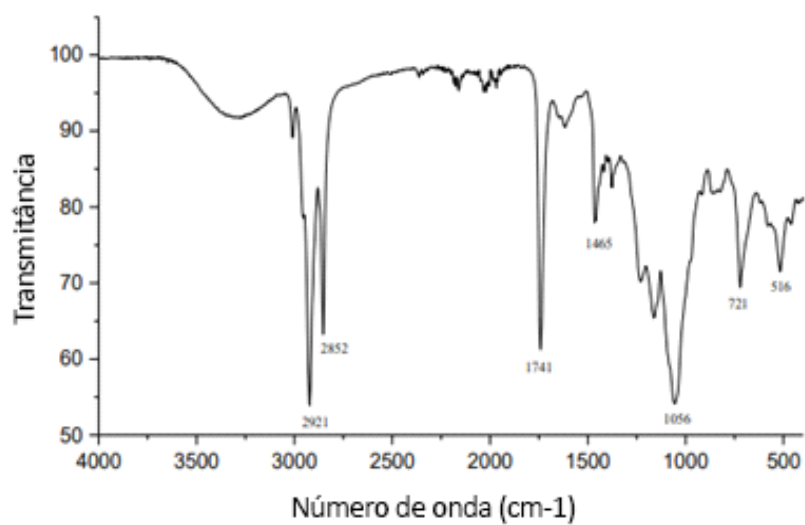


Figura 48. Espectro no Infravermelho (ATR) da Lecitina de soja.

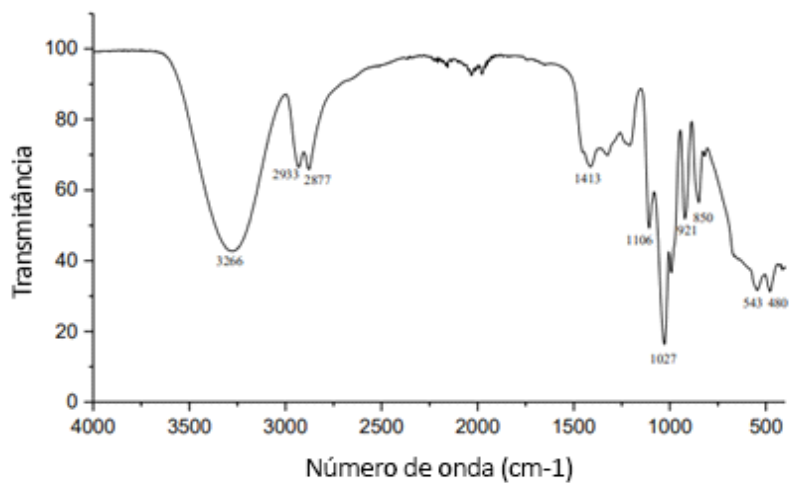


Figura 49. Espectro no Infravermelho (ATR) da Glicerina.

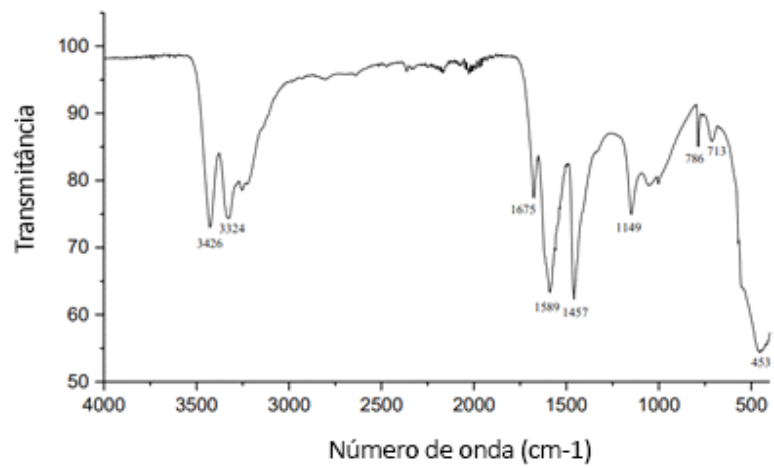


Figura 50. Espectro no Infravermelho (ATR) da Ureia.

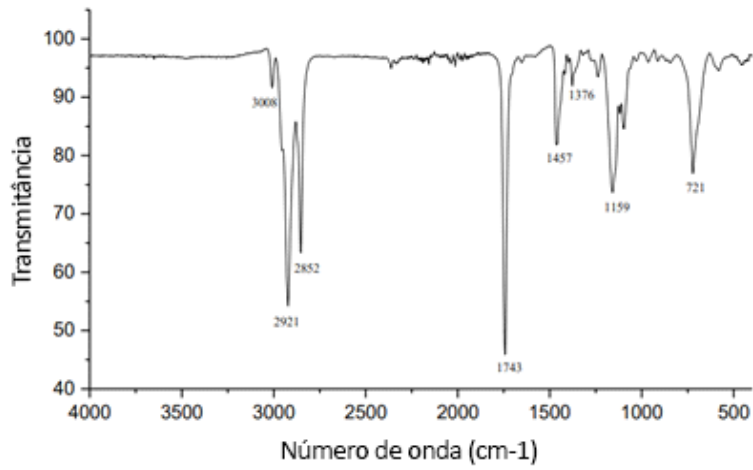


Figura 51. Espectro no Infravermelho (ATR) do óleo de soja.

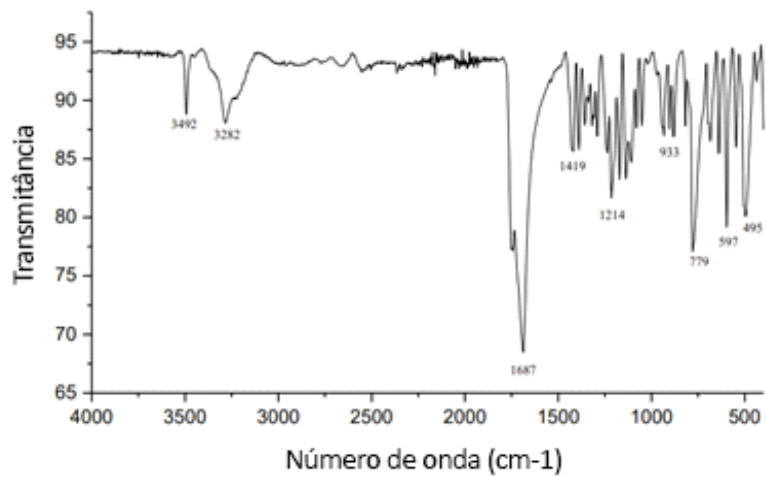


Figura 52. Espectro no Infravermelho (ATR) do ácido cítrico.

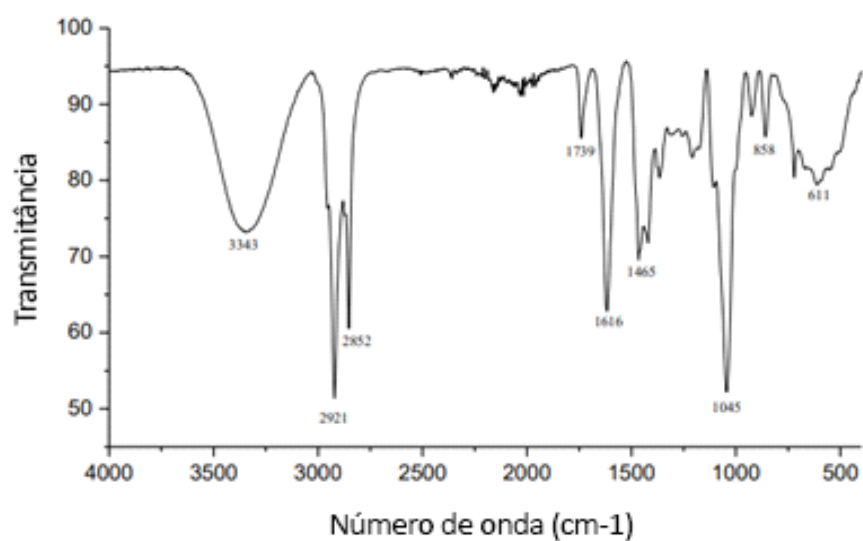


Figura 53. Espectro no Infravermelho (ATR) da amida 90.

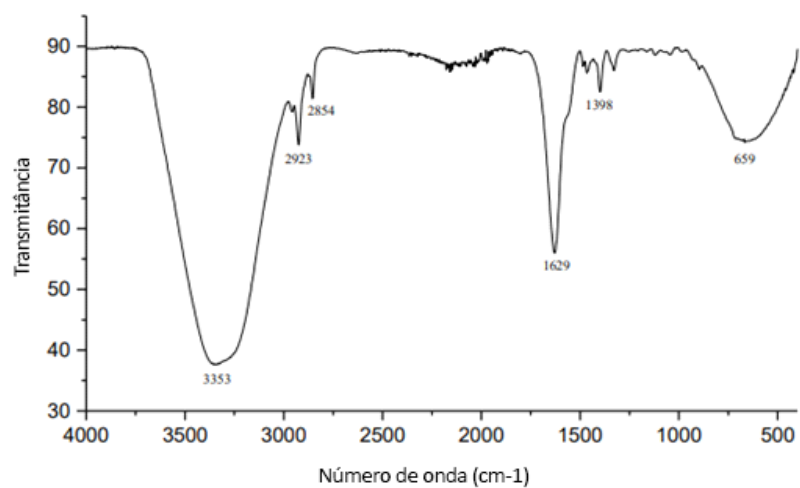


Figura 54. Espectro no Infravermelho (ATR) do anfótero betaínico.

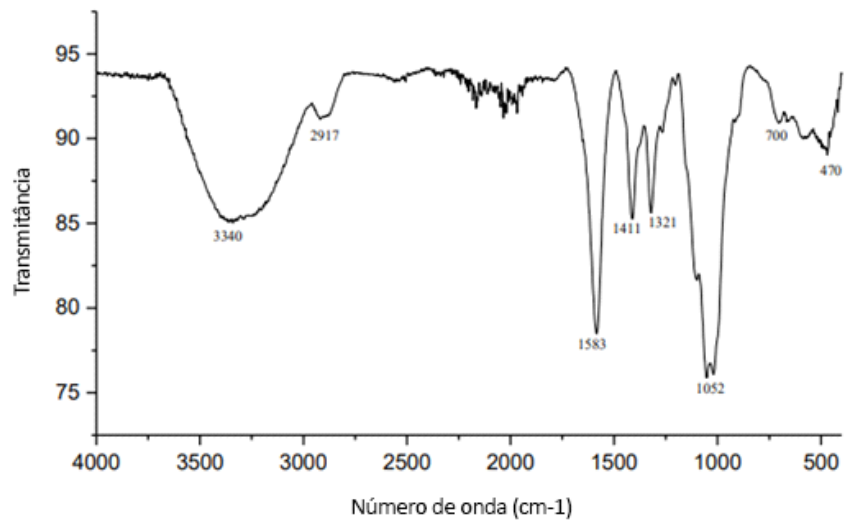


Figura 55. Espectro no Infravermelho (ATR) do carboximetilcelulose.

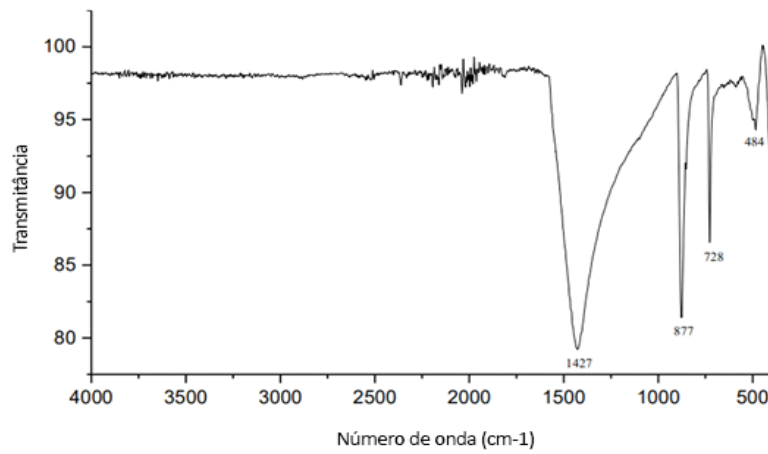


Figura 56. Espectro no Infravermelho (ATR) da argila.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizou-se o estudo da atividade antioxidante dos extratos de café, bem como avaliação da atividade antioxidante dos extratos encapsulados. Realizou-se também a caracterização da influência destes extratos em diferentes regiões da nanocápsula.

Todos os extratos apresentam atividade antioxidante *in vitro* pelo método de poder redutor, sendo que o extrato etanólico apresentou maior atividade. Os extratos na forma encapsulada demonstraram uma atividade antioxidante maior.

Foram determinados o teor de compostos fenólicos nos referidos extratos de café. A maior concentração foi no extrato etanólico, corroborando com resultado da atividade antioxidante.

A influência do extrato na dinâmica da nanocápsula foi analisada de acordo com as regiões polar, interfacial e apolar. Na região polar, o extrato etanólico aumentou o grau de hidratação da região fosfato, como visto por FTIR.

Na região de interface, o extrato aquoso provocou uma diminuição no ordenamento na região da carbonila e, aumentou a mobilidade. Na região hidrofóbica, o extrato etanólico provocou um desordenamento na região dos grupos metilas, aumentando assim, a fluidez desta região.

Pode-se observar que os extratos se comportaram de maneira diferente na interação com a nanocápsula, isso pode estar relacionado a composição química, visto que o extrato etanólico apresentou maior teor de compostos fenólicos.

Os resultados deste estudo servem como base para novas pesquisas, como ensaios biológicos e estudos de interação dos compostos isolados do extrato com as nanocápsulas.

Além disso, os resultados do presente estudo mostraram o potencial da borra do café para ser usada na indústria cosmética, pois além de se tratar de um resíduo rico em compostos bioativos, como antioxidantes, apresentam resultados comprovados no tratamento de disfunções da pele, e considerando a borra de café como sendo um resíduo disponível em grandes quantidades no mundo, a sua aplicação pode ser feita em substituição aos produtos sintéticos, que acabam por valorizar o desenvolvimento sustentável.

7 REFERÊNCIAS

ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café). 2022. Disponível em: Acesso em:03 Outubro, 2022.

ABLA; M. J.; SINGH, N. D.; BANGA, A. K. Role of Nanotechnology in Skin Delivery of Drugs. In: DRAGICEVIC, N.; MAIBACH, H. I. Percutaneous Penetration Enhancers- Chemical Methods in Penetration Enhancement Nanocarriers. Heidelberg: Springer, 2016, cap 1.

ALMEIDA, G. A.; DEMUNER, A. J.; BLANK, D. E.; CERCEAU, C. I.; SOUSA, B. L.; DEMUNER, I. F.; COURA, M. R.; FIRMINO, M. J. M.; SANTOS, M. H. An alternative and fast method of nitrite determination in meat sausages using the PhotoMetrix® smartphone applicative for digitized image processing. **Open Access Library Journal**, v. 9, p. 1-10, 2022. DOI: 10.4236/oalib.1108689.

ANOKWURU, C.P.; ANYASOR, G.N.; AJIBAYE O.; FAKOYA O.; OKEBUGWU P. Effect of extraction solvents on phenolic, flavonoid and antioxidant activities of three nigerian medicinal plants. **Nature and Science**, v. 9, n. 7, p. 53-61, 2011.

APAK, R.; GÜÇLÜ, K.; DEMIRATA, B.; ÖZYÜREK, M.; ÇELİK, S.E.; BEKTAŞOĞLU, B.; BERKER, K.I.; ÖZYURT, D. Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. **Molecules**, v. 12, p. 1496-1547, 2007. DOI: 10.3390/12071496.

AREIAS, F.M.; VALENTÃO, P.; FERRERES, F.; SEABRA, F. M. Phenolic fingerprint of peppermint leaves. **Food Chemistry**, 73(3), 307-311, 2001. DOI:10.1016/s0308-8146(00)00302-2

ARORA, A.; MURALEEDHARAN, G, N.; STRASBURG, G. M. Structure-activity relationships for antioxidant of a series flavonoids in a liposomal system. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 24, n. 9, p. 1355-1363, 1998. DOI: 10.1016/s0891-5849(97)00458-9.

ARROYO, G. V.; MADRID, A.T.; GAVILANES, A.F.; NARANJO, B.; DEBUT, A.; ARIAS, M.T.; ANGULO, Y. Green synthesis of silver nanoparticles for application in cosmetics. **Journal of Environmental Science and Health, Part A**, v. 55, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1790953>

BAGUETA, M. R.; SILVA, J. T. P.; MOREIRA, T. F. M.; CANESIN, E. A.; GONÇALVES, O. H.; SANTOS, A.R.; COQUEIRO, A.; DEMCZUK JUNIOR, B.; LEIMANN, F. V. Extração e caracterização de compostos do resíduo vegetal casca de café. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 68-89, 2017. DOI: [10.3895/rebrapa.V8.n2.6887](https://doi.org/10.3895/rebrapa.V8.n2.6887)

BAZANI, E.; BARRETO, M.; DEMUNER, A.; SANTOS, M.; CERCEAU, C.; BLANK, D. E.; FIRMINO, M. J.; SOUZA, G.; FRANCO, M.; SUAREZ, W.; STRINGHETA, P. C. Smartphone application for total phenols content and antioxidant determination in tomato, strawberry, and coffee employing digital imaging. **Food Analytical Methods**, v. 14, p. 631-640, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12161-020-01907-z>

BÖCK, F.C.; HELFER, G.A.; COSTA, A.B.; DESSUY, M.B.; FERRAO, M.F. PhotoMetrix and Colorimetric Image Analysis Using Smartphones. **Journal of Chemometrics**, v. 34, e3251, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/cem.3251>

BOMBARDELLI, E; SPETTA, M. Phospholipid-polyphenol complexes: A new concept in skin care ingredients. **Cosmetic Toletries**, v. 106, p. 69-76, 1991. DOI: [10.1016/0378-5173\(95\)00051-j](https://doi.org/10.1016/0378-5173(95)00051-j)

BORGES, R. C. G.; GARVIL, M. P.; ROSA, G. A. A. Produção de Fitocósméticos e cultivo sustentável da biodiversidade no Brasil. **e-RAC**, v. 3, n. 1, 2013.

CHAUSALI, N.; SAXENA, J.; PRASAD, R. Recent trends in nanotechnology applications of bio-based packaging. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 7, 100257, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100257>

CHOI, B.; KOH, E. Spent coffee as a rich source of antioxidative compounds. **Food Science and Biotechnology**, v. 26, n. 4, p. 921-927, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0144-9>

CLIFFORD, M. N.; JAGANATH, I. B.; LUDWIG, I. A.; CROZIER, A. Chlorogenic acids and the acyl-quinic acids: discovery, biosynthesis, bioavailability and bioactivity. **Natural Product Reports**, v. 34, n. 12, p. 1391-1421, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1039/c7np00030h>

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira. v. 9, n.3, Brasília: SAFRA, 2022.

CORDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Y. **Trends in Food Science & Technology**, v. 96, p. 45-60, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>

CORRÊA, M. A. Cosmetologia Ciência e Técnica. 1ª ed. São Paulo: Medfarma, 2012.

COSTA, D. P.; FERNANDES, F. L.; ALVES, F. M.; SILVA, E. M.; VISSÔTO, L. E. Resistance to Insecticides in Populations of the Coffee Leafminer. Insecticide Resistance (ed. by S. Trdan). IntechOpen, London. 2016. p. 3-17, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/61466> ou [10.5772/61466](https://doi.org/10.5772/61466)

CRUZ, A. C; MEIRELES, C. S; RIBEIRO, S, D.; RODRIGUES FILHO, G.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; CERQUEIRA, D. A.; ZENI, M.; POLETTO, P. Utilização do acetato de celulose produzido a partir da celulose extraída do caroço de manga como matriz para produção de sistemas microparticulados. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 385-389, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300004>

EMECHU, F.G. Embracing nutritional qualities, biological activities and technological properties of coffee byproducts in functional food formulation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 104, p. 235-261, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.005>

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, p. 488-495, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A.S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, p. 373-380, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.032>

FERREIRA, T.; SHULER, J.; GUIMARÃES, R.; FARAH, A. Coffee: Production, quality and chemistry. In A. Farah (Ed.), *Coffee: Production, quality and chemistry*. Royal Society of Chemistry, p. 3-22, 2019.

FESSI, H.; PUISIEUX, F.; DEVISSAGUET, J. P.; AMMOURY, N.; BENITA, S. Nanocapsule formation by interfacial polymer deposition following solvent displacement. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 55, p. R1-R4, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-5173\(89\)90281-0](https://doi.org/10.1016/0378-5173(89)90281-0)

FRIESEN, K.; CHANG, C.; NICKERSON, M. Incorporation of phenolic compounds, rutin and epicatechin, into soy protein isolate films: Mechanical, barrier and crosslinking properties. **Food Chemistry**, v. 172, p. 18–23, 2015. DOI: [10.1016/j.foodchem.2014.08.128](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.128)

FUNAKOSHI-TAGO, M.; MATSUTAKA, M.; HOKIMOTO, S.; KOBATA, K.; TAGO, K.; TAMURA, H. Coffee ingredients, hydroquinone, pyrocatechol, and 4-ethylcatechol exhibit anti-inflammatory activity through inhibiting NF- κ B and activating Nrf2. **Journal of Functional Foods**, v. 90, 104980, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104980>

GORDON, A.; ROEDING-PENMAN, A. Antioxidant activity of quercetin and myricetin liposomes. **Chemistry Physics Lipids**, v. 97, n. 1, p. 79-85, 1998. DOI: [10.1016/s0009-3084\(98\)00098-x](https://doi.org/10.1016/s0009-3084(98)00098-x)

GRANATO, D.; SHARIDI, F.; WROLSTAD, R.; KILMARTIN, P.; MELTON, L.D.; HIDALGO, F.J.; Miyashita, K.; CAMP, J.V.; ALASALVAR, C.; ISMAIL, A.B.; ELMORE, S.; BIRCH, G.G.; Charalampopoulos, D.; ASTLEY, S.B.; PEGG, R.; ZHOU, P.; FINGLAS, P. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents:

Should we ban in vitro screening methods? **Food Chemistry**, v. 264, p. 471-475, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.04.012

HAMINIUK, C.W.I. Phenolic Compounds in fruits-an overview. **International Journal of Food Science & Technology** v. 47, n. 10, p. 2023-2044, 2012. DOI:10.1111/1365-2621.2012.03067.x

HASSAN, A.; DING, W.; ASLAM, M. A.; BIAN, Y.; LIU, Q.; SHENG, Z. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 9, p. 12869-12879, 2020. DOI:10.1016/j.jmrt.2020.09.015.

HELPER, G.A.; MAGNUS, V.S.; BÖCK, F.C.; TEICHMANN, A.; FERRÃO, M.F.; COSTA, A.B. PhotoMetrix: An Application for Univariate Calibration and Principal Components Analysis Using Colorimetry on Mobile Devices. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 28, p. 328-335, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160182>

HU, G. L.; WANG, X.; ZHANG, L.; QIU, M. H. The sources and mechanisms of bioactive ingredients in coffee. **Food Funcional**, v. 10, p. 3113-3126, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9FO00288J>

JIMÉNEZ, M. M.; PELLETIER, J.; BOBIN, M. F.; MARTINI, M. C. Influence of encapsulation on the *in vitro* percutaneous absorption of octyl methoxycinnamate. **International Journal Pharmaceutics**, v. 272, p. 45-55, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2003.11.029>

JULIANO, R. L. Factors affecting the clearance kinetics and tissue distribution of liposomes, microspheres and emulsions. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 2, p. 31-54, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-409X\(88\)90004-X](https://doi.org/10.1016/0169-409X(88)90004-X)

KREUTER, J. Nanoparticles. In: _____. *Drugs and the Pharmaceutical Sciences*. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. v. 66, cap. 5, p. 219-342.

KUMAR, M. N. V. R. Nano and microparticles as controlled drug delivery devices. **Engineering Drug Delivery Systems** v. 3, p. 234-258, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102548-2.00004-4>

KUMAR, R.; VISHWAKARMA, R. Preharvest approaches to control insect infestation in fruit. preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality. In: Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality. Cap. 12, p. 301-357, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00012-3>.

LEEuw, J.; VIJLDER, H. C.; BJERRING, P.; NEWMAN, H, A.M. Liposomes in dermatology today. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 23, n. 5, p. 505-516, 2009. DOI : 10.1111/j.1468-3083.2009.031100-x

LICZBINSKI, P.; BUKOWSKA, B. Tea and coffee polyphenols and their biological properties based on the latest in vitro investigations. **Industrial Crops & Products**, v. 175, 114265, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114265>

MAGALHÃES, L. M.; MACHADO, S.; SEGUNDO, M. A.; LOPES, J. A.; PÁSCOA, J. N. Rapid assessment of bioactive phenolics and methylxanthines in spent coffee grounds by FT-NIR spectroscopy. **Talanta**, v. 147, p. 460, 2016. DOI: 10.16/J.talanta.2015.10.022

MANDAI, A. K. ; SINHA, J. ; MANDAI, S.; MUKHOPADHYAY, S.; DAS, N. Targeting of liposomal flavonoid to liver in combating hepatocellular oxidative damage. **Drug Delivery**, v. 9, n. 3, p. 181-185, 2002. DOI: 10/1080/15227950290097615

MARATHEFTIS, G. Converting environmental risks to benefits by using spent coffee grounds (SCG) as a valuable resource. **Environmental Science and Technology**, v. 25, 35776, 2018. doi: 10.1007/s11356-018-2359-6.

MARK, J. E.; *Polymer data handbook*; Oxford University Press: Oxford, 1999.

MEIRELES, C. S.; RODRIGUES FILHO, G.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; VIEIRA, J. G.; OLIVEIRA, G. S. Synthesis and characterization of methylcellulose from sugar cane bagasse cellulose. **Carbohydrate Polymers** v. 67, 182–189, 2007. DOI: 10:1016/J.carbpol.2006.05.007

MOHAN, P. J.; GUPTA, S.D. Intelligent image analysis for retrieval of leaf chlorophyll content of rice from digital images of smartphone under natural light. *Photosynthetica*. v. 57, n. 2, p. 388-398.2019. DOI: <https://doi.org/10.32615/ps.2019.046>

MONTOYA, A. C. V.; MAZARELI, R. C. S.; DELFORNO, T. P.; CENTURION, V. B.; OLIVEIRA, V. M.; SILVA, E. L.; VARESCHE, M. B. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, p. 4205-4222, 2020. DOI:10.1016/j.ijhydene.2019.12.062.

MORA-HUERTAS.; FESSI. H.; ELASSARI. A. Polymer-based nanocapsules for drug delivery. *International Journal Pharmacology*, v. 385, n. 1-2), 2010. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2009.10.018

MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, E. A.; OLIVEIRA, G. S.; CHANG, R.; SANTOS, N. C.; ROSA, G. M.; Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 28 (Supl), p. 198-207, 2008. DOI: 10.1590/s0101-20612008000500031

MOSQUEIRA, V. C.; LEGRAND, P.; GREF, R.; HEURTAULT, B.; APPEL, M.; BARRATT, G. Interactions between a macrophage cell line (J774A1) and surfacemodified poly (D,L-lactide) nanocapsules bearing poly(ethylene glycol). **Journal Drug Target**, v. 7, n. 1, p. 65-78, 1999. DOI: 10.3109/10611869909085493

MURADOR, D. C.; MESQUITA, L., M., de S. VANNUCHI N.; BRAGA A. R. C.; ROSSO V. V. Bioavailability and biological effects of bioactive compounds extracted with natural deep eutectic solvents and ionic liquids: advantages over conventional organic solvents. **Current Opinion in Food Science**, v. 26, p. 25-34, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.03.002>

MURTHY, P. S.; MANJUNATHA, M.R.; SULOCHANNAMA, G.; NAIDU, M. Extraction, characterization and bioactivity of coffee anthocyanins. **European Journal of Biological Sciences**, v. 4, n. 1, p. 13-19, 2012. DOI: 10.5829/idosi.ejbs.2012.4.1.6149

NAYAK, B.; LIU, R. H.; TANG, J. Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains-A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 7, p. 887–918, 2015. DOI:10.1080/10408398.2011.654142

OTEIZA, P.; ERLEJMANI, A. G.; VERSRAETENI, S. V.; KEEN, C. L.; FRAGA, C. G. Flavonoid-membrane interactions: A protective role of flavonoids at the membrane surface?. **Clinical & Developmental Immunology**, v. 12, n. 1, p. 19–25, 2005 . DOI: 10.1080/10446670410001722168

PAGE, J. C.; ARRUDA, N. P.; FREITAS, S. P. Crude ethanolic extract from spent coffee grounds: Volatile and functional properties. **Waste Management**, v. 69, p. 463-469, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.043>

PAPPIS, C.; LIBRELOTTO, M.; BAUMANN, L. Point-of-use determination of fluoride and phosphorus in water through a smartphone using the Photometrix ® App. **Brazilian Journal of Analytical Chemistry**. v. 6, n. 25, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30744/brjac.2179-3425.TN-25-2019>

PAWLIKOWSKA-PAWLEGA, B.; DZIUBIRISKA, H.; KROL, E.; TREBACZ, K.; WILKOLASKA-JAROSZ, A.; PADUCH, ROMAN.; GAWRON, A.; GRUSZECKI, W. Characteristics of quercetin interactions with liposomal and vacuolar membranes. **Biochimical Biophysical Acta**, v. 1838, p. 254-265, 2014. DOI:10.1016/j.bbamen.2013.08.014

RIBEIRO, H.; MARTO, J.; RAPOSO, S.; AGAPITO, M.; ISAAC, V.; CHIARI, B. G.; LISBOA, P. F.; PAIVA, A.; BARREIROS, S.; SIMÕES, P. From coffee industry waste materials to skin-friendly products with improved skin fat levels. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 115, p. 330-336, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201200239>

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PATANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996. DOI:10.116/0891-5849(95)02227-9

ROBERTS, M. S.; MOHAMMED, Y.; PASTORE, M. N.; NAMJOSHI, S.; YOUSEF, S.; ALINAGHI, A.; HARIDASS, I. N.; ABD, E.; LEITESILVA, V. R.; BENSON, H. A. E; GRICE, J. E. Topical and cutaneous delivery using nanosystems. **Journal of Controlled Release**, v. 247, p. 86–105, 2017. DOI:10.1016/j.jconrel.2016.12.022

RODRIGUES, F.; NUNES, M. A.; ALVES, R. C.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Em Handbook of Coffee Processing By-Products; Galanakis, C. M., ed.; Academic Press: Cambridge, 2017, cap. 7.

SANTOS, L. M.; DEMUNER, A. J.; BLANK, D. E.; CERCEAU, C. I.; DEMUNER, I. F.; COURA, M. R.; FIRMINO, M. J.; SANTOS, M. H.; MOURA, N. An alternative tool for determining flavonoid compounds in *Markhamia tomentosa* and *Bunchosia glandulifera* using digital image analysis. **Open Journal of Applied Sciences**, v. 12, p.714-722, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojapps.2022.125048>.

SARROUH, B; SOUZA, R. O. A; SILVA. F.; RAISSA, H.; LOFRANO, R. C. Z.; OLIVEIRA, A. M. Extraction and Identification of Biomolecules from Lignin Alkaline Hydrolysate from Coffe Husk. **Waste and Biomas Valorization**, v. 1, p. 1-8, 2020. DOI: 10.1007/S12649-020-01021-5

SCHAFFAZICK, S. R.; GUTERRES, S. S.; FREITAS, L. L.; POHLMANN, A. R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 726-737, 2003.

SHAHEEN, S.; SHORBAGI, M.; LORENZO, J. M.; FARAG, M. A. Dissecting dietary melanoidins: formation mechanisms, gut interactions and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 32, p. 8954-8971, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1937509>

SHAHIDI, F.; YEO, J. D. Insoluble-bound phenolics in food. **Molecules**, v. 21, n. 9, p. 1216, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21091216>

SHANG, Y. F.; XU, J. L.; LEE, W. J.; UM, B. H. Antioxidative polyphenolics obtained from spent coffee grounds by pressurized liquid extraction. **South African Journal of Botany**, v. 109, p. 75-80, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.12.011>

SHARIDI, F.; ZHONG, Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 757-781, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>

SIQUEIRA, H. H.; ABREU, C. M. P. Composição físico-química e a qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. *Ciência e Agrotecnologia*, (30) 1, 112-117. DOI: 10.1590/S1413-70542006000100016

SOARES, S.; NUNES, L. C.; MELCHERT, W. R.; ROCHA, F. R. P. Spot test exploiting smartphone-based digital images for determination of biodiesel in diesel blends. **Microchemical Journal**, v. 152, 104273, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104273>

SOUZA, P. M. S.; LOBO, F. A.; ROSA, A. H.; FRACETO, L. F. Desenvolvimento de nanocápsulas de poli-ε-caprolactona contendo o herbicida atrazina. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 132-137, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000100024>

STYLIANOU, M.; AGAPIOU, A.; OMIROU, M.; VYRIDES, I.; IOANNIDES, I. M.; MARATHEFTIS, G. Converting environmental risks to benefits by using spent coffee grounds (SCG) as a valuable resource. **Environmental Science and Technology** 2018, v. 25, p. 35776. DOI: 10.1007/s11356-018-2359-6

SULTANA, B.; ANWAR, F.; ASHRAF, M. Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts. **Molecules**, v. 14, p. 2167-2180, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules14062167>

THERDPHAPIYANAK, N.; JATURANPINYO, M.; WARANUCH, N.; KONGKANERAMINT, L.; SARISUTA, N. Development and assessment of tyrosinase inhibitory activity of liposomes of *Asparagus racemosus* extracts. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 8, Issue 2, 2013, 134-142, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2013.07.017>

THIESEN, L. C.; COUTO, A. G.; BRESOLINI, T. M. B.; VALENTI, C. Standardization of in vitro method to evaluate the photochemoprotection. II Congress of the Brazilian Association of Pharmaceutical Sciences, 2014. Pharmaceuticals of the future: technological and translational strategies, 2014. V.II. p. 01-266

THOURI, A.; CHAHDOURA, H.; EL AREM, A.; HICHRI, A. O.; RIHAB, R. B.; ACHOUR, L. Effect of solvents extraction on phytochemical components and

biological activities of Tunisian date seeds (var. Korkobbi and Arechti). **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 17, p. 248-258, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1751-y>

VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (VBP). Brasília, 2022. Disponível em: Faturamento das lavouras dos Cafés do Brasil totaliza R\$ 62 bilhões em 2022 - Portal Embrapa.

VITTORAZZI, B. V.; COSTA, R. A.; COELHO, L. M. Classifying brazilian banknotes (R\$) using smartphone image analysis. **Química Nova**, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170508>.

YEN, G. C.; CHEN, H. Y. Antioxidant cctivity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, p. 27-32, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00049a007>