

ALESSANDRA MENEGAIS RAMOS

ALINE FERNANDA DE TOFEL

ANDRÉ LUIZ ALVES

BRUNA MEINERZ

ISABELLI CAROLINA FABIANO

VINICIUS DEMIKOVSKI

WELLINGTON ROY SCHMIDT

**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS NATURAIS DA CASCA E FARELO DO ARROZ E  
AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE FOTOPROTETORA**

JARAGUÁ DO SUL

2018

ALESSANDRA MENEGAIS RAMOS

ALINE FERNANDA DE TOFEL

ANDRÉ LUIZ ALVES

BRUNA MEINERZ

ISABELLI CAROLINA FABIANO

VINICIUS DEMIKOVSKI

WELLINGTON ROY SCHMIDT

**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS NATURAIS DA CASCA E FARELO DO ARROZ E  
AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE FOTOPROTETORA**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Débora Martins Martinez

Coordenadora de fase: Ana Paula Centurião

JARAGUÁ DO SUL

2018

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>3</b>
<b>1 TEMA</b>	<b>4</b>
<b>2 DELIMITAÇÃO DO TEMA</b>	<b>4</b>
<b>3 PROBLEMA</b>	<b>4</b>
<b>4 HIPÓTESES</b>	<b>5</b>
<b>5 OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
5.1 Objetivo geral	5
5.2 Objetivos Específicos	5
<b>6 JUSTIFICATIVA</b>	<b>5</b>
<b>7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
7.1 Radiação Ultravioleta	7
7.2 Filtros químicos ou orgânicos	8
7.3 Arroz	11
7.4 Compostos Fenólicos	12
<b>8 METODOLOGIA</b>	<b>16</b>
8.1 Extração dos compostos fenólicos	17
8.2 Quantificação dos compostos fenólicos	18
8.3 Determinação do FPS	19
8.4 Teste de estabilidade térmica dos compostos fenólicos	20
<b>9 CRONOGRAMA</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>22</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Estrutura básica do grão do arroz	12
<b>Figura 02:</b> Estrutura química dos compostos fenólicos e flavonoides	14
<b>Figura 03:</b> Representação da estrutura molecular do ácido p-cumárico	14
<b>Figura 04:</b> Representação da estrutura molecular do ácido cafeico e ferúlico	14
<b>Figura 05:</b> Diagramas de orbitais moleculares	16
<b>Figura 06:</b> Fluxograma de processo metodológico	17
<b>Figura 07:</b> Fórmula para determinação do FPS <i>in vitro</i>	19

## **1 TEMA**

Extratos Naturais e Capacidade Fotoprotetora.

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Obtenção de extratos da casca e do farelo do arroz e análise de sua capacidade fotoprotetora *in vitro*.

## **3 PROBLEMA**

Dados sobre a incidência de câncer indicam que o câncer de pele é um dos mais recorrentes no Brasil (INCA, 2018). Este fato configura um problema de saúde pública, o qual, considerando a complexidade patológica, demanda um grande investimento para o seu tratamento. Uma das medidas profiláticas é o uso de filtros solares, porém, diversas substâncias presentes nos produtos com a finalidade de proteger a pele da radiação solar apresentam algum espectro de toxicidade. Dentre os compostos com efeitos nocivos, com maior destaque pode-se citar o composto benzofenona-3 ou oxibenzona.

A benzofenona-3, que está presente em diversas formulações de produtos para fins de proteção solar, demonstra atividade alergênica em humanos, o que causa desconforto e, segundo Downs *et al.*, 2015, apresenta significativo impacto nos recifes de corais, induzindo o processo de calcificação, como efeito da contaminação. Com isso, percebe-se a necessidade do estudo de compostos alternativos para a diminuição do uso desses componentes, bem como a sua substituição total por substâncias naturais com a capacidade fotoprotetora (DOWNS *et al.*, 2015).

Considerando que a casca e o farelo do arroz apresentam em sua composição compostos orgânicos fenólicos com potencial fator de proteção solar (FPS<sup>1</sup>), e que é viável a extração destes por métodos limpos, questiona-se: seria possível utilizar os extratos como princípios ativos para a proteção solar?

---

<sup>1</sup> O FPS mede o grau de proteção à pele que um produto oferece contra raios UVB, apontando quanto tempo uma pessoa pode ficar exposta ao sol utilizando um protetor solar sem que forme eritema (RIBEIRO *et al.*, 2003 *apud* CABRAL *et al.*, 2013, p. 07).

## 4 HIPÓTESES

- A extração orgânica com uso de etanol como solvente é eficiente para obter os compostos de interesse da casca e farelo de arroz;
- A combinação dos extratos da casca e do farelo de arroz apresenta FPS mínimo satisfatório (FPS de 2 a 6);
- O rendimento da extração dos compostos ativos da casca de arroz não será afetado pelo uso de etanol recuperado;
- Os extratos apresentam uma queda na faixa de FPS após armazenamento sob condição de aquecimento.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo geral

Extrair os compostos fenólicos de resíduos do processamento do arroz (casca e farelo) e avaliar a capacidade fotoprotetora.

### 5.2 Objetivos Específicos

- Extrair os compostos fenólicos presentes na casca e no farelo de arroz;
- Quantificar os compostos fenólicos previamente extraídos;
- Avaliar a propriedade fotoprotetora *in vitro* dos extratos utilizando por espectrofotometria UV-Vis;
- Analisar a estabilidade dos extratos, quanto ao FPS, quando expostos a condições de armazenamento em temperatura elevada.

## 6 JUSTIFICATIVA

Segundo o INCA<sup>2</sup> (2018), o câncer de pele é a neoplasia que mais atinge os brasileiros. Podemos dividir esse tipo de câncer em dois tipos: o de pele não melanoma e o

---

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva - INCA. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/>>. Acessado em 16 out. 2018.

de pele melanoma. O câncer mais frequente no Brasil, dentro das subdivisões, é o de pele não melanoma, correspondendo a 30% de todos os casos de tumores malignos registrados no país. Mesmo sendo o de maior incidência, é o de menor mortalidade. O câncer de pele melanoma é considerado o mais danoso devido a alta taxa de metástase<sup>3</sup>, representando apenas 3,0% dos tumores malignos.

Uma das medidas profiláticas para o câncer de pele é o uso de protetores solares. No mercado encontram-se diversas formulações de produtos, entretanto, muitas destas acabam sendo nocivas ao meio ambiente e à saúde humana, pois em sua formulação encontramos substâncias com algum grau de toxicidade, como a benzofenona-3 ou oxibenzona.

De acordo com DiNardo e Downs (2017), estudos realizados pelo *North American Contact Dermatitis Group* entre 2001 e 2010, dos 23.908 pacientes consultados, 219 apresentaram reações alérgicas à benzofenona-3. Além disso, é importante citar os efeitos tóxicos causados por essas substâncias também em organismos aquáticos. Um estudo realizado por Downs *et al.*, (2015), mostrou que pequenas concentrações de benzofenona-3 como 3,1 mg/L, foram suficientes para afetar o desenvolvimento dos corais já nas suas fases celulares, promovendo sua calcificação, dentre outras consequências. O autor elucida que muitas toneladas de loção solar, as quais em sua maioria contém entre 1,0% e 10% de benzofenona-3, são liberadas em recifes de coral a cada ano, como consequência colocando ao menos 10% dos recifes globais de coral em risco pela exposição a essa substância.

Segundo o Comitê de Processos e Métodos Sintéticos da Comissão de Físico-química Orgânica da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), química verde é definida como: “a invenção, design e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (TUNDO *et al.*; 2000; p. 1210). Assim, devido às substâncias presentes nos protetores solares serem prejudiciais aos seres humanos e principalmente ao meio ambiente, vê-se como alternativa de substituição dessas substâncias por compostos fenólicos de ocorrência natural, visto que estes possuem capacidade fotoprotetora.

Ademais, como aponta Mayer *et al.*, 2006, “atualmente não há processos adequados para o descarte das cascas do arroz, sendo que os métodos convencionais são a queima para produção de energia térmica ou a utilização para a compostagem, que causam danos ao meio

---

<sup>3</sup> Segundo Dicionário Michaelis: é o deslocamento de bactérias, vírus e especialmente células cancerosas, por via sanguínea ou linfática, do foco original para focos secundários.

ambiente” (MAYER, HOFFMANN, RUPPENTHAL, 2006, p. 1). E quando utilizada como adubo, a mesma libera volumosas quantidades de metano (CH<sub>4</sub>) (LIMA; PESSOA; LIGO, 2006).

Sabendo que o arroz detém cerca de 40 µg de compostos fenólicos por grama de arroz (SOUZA, 2009, p. 195), e que a alta produção de arroz na região norte de Santa Catarina gera grandes quantidade deste tipo de resíduo agroindustrial, nota-se a relevância do estudo para a extração dos compostos fenólicos presentes na casca e farelo do arroz e a avaliação de sua capacidade fotoprotetora.

## **7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1 Radiação Ultravioleta**

De acordo com Balogh e colaboradores (2011), a luz solar é constituída por espectros de radiação, onde estão contidas a radiação ultravioleta (UV) com o comprimento de onda entre 100 e 400 nm, a luz visível entre 400 e 800 nm, e o infravermelho entre 800 e 1700 nm. A maior porcentagem de radiação que atinge a superfície terrestre é o infravermelho, seguida da radiação visível e por fim a radiação ultravioleta.

A radiação UV é classificada em: UVC (com comprimento de onda entre 100 e 280 nm); UVB (entre 280 e 320 nm) e UVA (entre 320 e 400 nm). Segundo Araújo e Souza (2008), a radiação ultravioleta é a principal responsável por danos cutâneos.

Quando a radiação UV atinge a pele desprotegida, provoca reações químicas e morfológicas, é absorvida pela melanina, DNA, RNA, proteínas, aminoácidos aromáticos e ácido urocânico. Balogh e colaboradores (2011) relataram que o DNA é um dos alvos da radiação UV, obedecendo um mecanismo que inclui a modificação estrutural das pirimidinas, resultando em dímeros de ciclobutano e demais subprodutos que são reparados por enzimas específicas. Esse processo torna-se menos eficaz com a alta exposição solar. Por outro lado, a radiação UV é fundamental para os organismos. Por exemplo: a fototerapia, que é obtida pela exposição diária à radiação solar, pode possibilitar ao paciente um aumento na sensibilidade sobre a mesma. A razão para este tipo de terapia pode incluir o aumento do estímulo da produção de vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol), essencial para a constituição óssea e para o funcionamento do sistema imunológico.

Como supracitado, a radiação UV é dividida entre três regiões, sendo que a radiação UVA apresenta o maior comprimento de onda e, conseqüentemente, uma energia menor, penetrando mais profundamente na pele. A UVA também “induz pigmentação da pele promovendo o bronzeamento por meio do escurecimento da melanina pela fotoxidação da leucomelanina, localizada nas células das camadas externas da epiderme” (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007). Além disso, a radiação pode estar relacionada indiretamente na formação de radicais livres ou espécies reativas, sendo responsável pelo envelhecimento cutâneo precoce.

Evidencia-se que tanto a radiação UVA quanto UVB responsabilizam-se, isolada ou sinergicamente, por danos no DNA celular, e que “a ação da radiação UVB é devida ao processo de excitação direta dos nucleotídeos, o que leva à formação de fotoprodutos diméricos” (POLONINI *et al.*, 2011). A radiação UVC é a mais nociva ao ser humano, pois possui uma energia elevada devido seu comprimento de onda, sendo que é absorvida em maior parte pela camada de ozônio e somente pequenas quantidades dessa radiação atingem a população, pode-se causar efeitos cancerígenos e mutagênicos<sup>4</sup>.

Decorrente aos efeitos danosos da radiação UV, a fotoproteção é um elemento profilático e terapêutico frente aos malefícios da mesma, sua abordagem é realizada por uso de fotoprotetores solares, vestimentas protetoras e a exposição restrita à luz solar (GONZÁLEZ *et al.*, 2008 *apud* BALOGH *et al.*, 2011).

## **7.2 Filtros químicos ou orgânicos**

Flor e Davolos (2005) descreve que um protetor solar é a associação de um filtro solar e um veículo. O filtro solar pode ser tanto de origem inorgânica (exemplo: dióxido de titânio) como de origem orgânica (exemplo: diversos compostos fenólicos), enquanto que o veículo pode ser tanto uma solução hidroalcoólica, um creme/emulsão ou um gel.

Sobre as características desejáveis dos princípios ativos que podem estar associados aos filtros solares, segundo SOUZA (2003) *apud* CABRAL *et al.*, (2013), devem ser estáveis à luz e ao calor; não podem variar de cor ou manchar a roupa e pele do usuário. Além do mais, ressalta-se que devem, ainda, ter uma boa eficácia e boa fixação mesmo após um longo período de contato com a pele e exposição solar.

---

<sup>4</sup> Todo agente que é capaz de induzir um dano ao DNA.

Segundo Junior e Almeida (2013), os protetores solares atuais são produtos que podem possuir em sua composição os filtros solares físicos, também conhecidos como inorgânicos. Os filtros físicos, geralmente óxidos metálicos, atuam pela reflexão da radiação incidente. Os filtros solares químicos, ou orgânicos de origem sintética ou natural, apresentam o mecanismo de proteção pela absorção da radiação UV, e assim estabilizando-a (POLONINI *et al.*, 2011, p. 216 *apud* JUNIOR E ALMEIDA, 2013, p. 33). Lopes (2014) *apud* Teixeira (2016) aponta que as substâncias orgânicas, essencialmente compostos aromáticos com grupos carbonílicos e/ou hidroxila como substituintes, de modo geral, apresentam um grupo doador de elétrons. Além disso, como mecanismo tem-se a excitação dos elétrons da molécula para que haja a transformação de energia luminosa em energia térmica. Grupos amino ou um grupo metoxila, na posição orto ou para do anel aromático, absorvem a radiação UV e a transformam em radiação de menor energia, de forma a não apresentar riscos ao ser humano. Desse modo:

Quando a energia UV atinge estes compostos, os elétrons são energizados e entram em um estado de excitação transitório. Este equilíbrio é instável, o excesso de energia fornecido por UV é convertida em radiação térmica. Por esta razão, os usuários podem relatar uma sensação de calor após a aplicação de protetores solares orgânicos ao se expor à luz solar (PALM e O'DONOGHUE, 2007, *s/p*, *apud* TEIXEIRA, 2016, p. 22).

Cabral *et al.*, (2013) aponta que os filtros solares naturais são derivados de óleos vegetais, extratos glicólicos ou fluídos que absorvem a radiação UVA/UVB. Contudo, apresentam uma baixa absorção e fotoestabilidade pouco conhecida, sendo assim recomendável utilizá-los como coadjuvantes aos filtros químicos e/ou físicos. Além disso:

O estudo de ativos naturais que possam atuar sinergicamente com os filtros solares químicos e físicos para a ampliação do fator de proteção solar tem aumentado nos últimos anos. Estes estudos demonstraram boas expectativas com relação ao uso de substâncias fenólicas como filtros solares (MUNHOZ *et al.*, 2012, *s/p*, *apud* TEIXEIRA, 2016, p. 23).

O uso combinado de protetores solares contendo filtros químicos, tanto para UVA e UVB que possuam alta absorção, associados a filtros físicos ultra finos e anti-radicais livres tais como extratos, óleos vegetais e/ou outros componentes que potencializam o FPS representa a mais moderna geração de fotoprotetores (MENDONÇA *et al.*, *s/d*, *s/p*, *apud* CABRAL *et al.*, 2013, p. 06). Os protetores solares convencionais combinam agentes químicos e físicos microparticulados, desse modo, a simples adição de um protetor físico ao produto pode não promover um melhor desempenho. Além disso, os filtros solares químicos

geralmente são utilizados em combinações, uma vez que algumas moléculas não apresentam um nível de FPS esperado (SANTOS *et al.*, s/d, s/p, *apud* CABRAL *et al.*, 2013, p. 06).

Porém, muitos desses compostos presentes nos protetores solares, que agem como filtros orgânicos, são prejudiciais ao meio ambiente e aos seres humanos. A exemplo desses compostos podemos citar a benzofenona-3 ou oxibenzona.

Almeida e Vieira (2013) apresentam dados os quais demonstram que a toxicidade da benzofenona-3 pode causar danos ao material genético de peixes que, em longo prazo, podem constituir mutagenicidade, carcinogenicidade ou letalidade (ALMEIDA; VIEIRA, 2013). Conceição *et al.*, (2016) também traz colaborações dentro desse tema, afirmando que a substância pode afetar negativamente os seres aquáticos, sendo um contaminante emergente (CONCEIÇÃO *et al.*, 2016).

DiNardo e Downs (2017), demonstram estudos realizados pelo *North American Contact Dermatitis Group* entre 2001 e 2010, onde dos 23.908 pacientes consultados, 219 apresentaram reações alérgicas à benzofenona-3. Além disso, outro estudo realizado por Downs *et al.*, (2015), mostrou que pequenas concentrações de benzofenona-3 como aproximadamente 3,1 mg/L, foram suficientes para afetar o desenvolvimento dos corais já nas suas fases celulares transformando tecido cartilaginoso em ósseo, e encapsulando-a inteiramente no próprio esqueleto. Ainda, devemos levar em conta muitas toneladas de loção solar que são dissolvidas por seus usuários, as quais em sua maioria contém entre 1,0% e 10% de benzofenona-3, e estas, são liberadas em recifes de coral a cada ano, como consequência colocando ao menos 10% dos recifes globais de coral em risco pela exposição a essa substância.

Segundo a ANVISA (2012), o FPS medido e exibido nos rótulos deve satisfazer a faixa de: 6 a 14,9 (tratando da categoria baixa proteção), 15 a 29,9 (na categoria média proteção), 30 a 50 (alta proteção), maior que 50 e menor que 100 (proteção muito alta). Contudo, o FPS mínimo apresentado por um filtro solar deve ser de  $\frac{1}{3}$  do apresentado no rótulo, ou seja, o valor mínimo esperado para o fator de proteção solar deve ser de 2 a 6.

### 7.3 Arroz

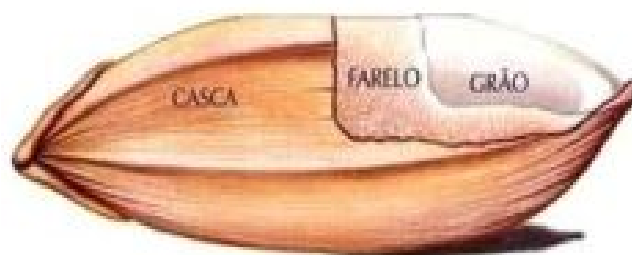
Segundo a *United States Department of Agriculture (USDA) apud CONAB (2018)*, a previsão da produção de arroz na safra 2017/18 é de 486,26 milhões de toneladas de arroz. Segundo a mesma, no Brasil, na safra de 2016/17 o país produziu aproximadamente 12,3 milhões de toneladas do grão.

O principal constituinte do arroz é o amido, mas também apresenta proteínas, lipídios, cinzas e fibras (WALTER *et al.*, p. 1185, 2008), no entanto, os diferentes processos de tratamento e/ou polimento do grão (Figura 01) e suas variedades proporcionam diferentes proporções dos mesmos no cereal.

As fibras, proteínas, vitaminas e minerais estão mais presentes nas camadas externas do arroz (casca e farelo); enquanto que o grão é composto em grande parte por amido (Figura 01). Isso proporciona uma diminuição da proporção de nutrientes através do processo de polimento do grão de arroz (REGO p. 05, 2014 e WALTER *et al.*, p. 1185, 2008).

Além disso, o arroz também possui compostos bioativos com propriedades antioxidantes (REGO p. 05, 2014 e WALTER *et al.*, p. 1185, 2008). Dentre estes, destacam-se os compostos fenólicos, que representam aproximadamente 40 µg para cada grama de arroz (SOUZA, 2009), como citado anteriormente, e serão melhor explicados no próximo tópico (item 7.5).

Os principais compostos fenólicos presentes neste cereal são os ácidos ferúlico e p-cumárico (TIAN *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2004 *apud* WALTER *et al.*, 2008) e nas variações do arroz com pericarpo vermelho e preto também encontram-se as antocianinas cianidina-3-O-β-D-glicosídeo e peonidina-3-O-β-D-glicosídeo. Outros compostos identificados no arroz incluem os ácidos vanílico, siríngico, caféico, gálico, protocatéquico, hidroxibenzóico, sinápico e clorogênico (MORIMITSU *et al.*, 2002 *apud* WALTER *et al.*, 2008).



**Figura 01:** Estrutura básica do grão de arroz.  
**Fonte:** Rego (2014, p. 4).

Considerando que a casca representa 22% do peso do grão (WALTER, ROSSATO, 2010, p. 3), o descarte incorreto deste resíduo pode acarretar em complicações ambientais e “passivos ambientais para as indústrias”, como citam os mesmos autores.

No processo de compostagem, a casca leva aproximadamente 5 anos para se decompor e exala um volume elevado de metano ( $\text{CH}_4$ ) (MAYER, 2006 *apud* WALTER, ROSSATO, 2010, p. 03). Segundo Lima, Pessoa e Ligo (2006), “o gás metano é um dos grande responsáveis pelo efeito estufa no planeta terra e influencia fortemente na fotoquímica da atmosfera”.

Desta forma o processo de descarte das cascas de arroz em plantações com o intuito de ser usado como adubo demonstra-se pouco vantajoso, pois o processo de decomposição do mesma libera altos níveis de gás metano como citado anteriormente. Desse modo faz-se necessário utilizar tal matéria orgânica de forma a tornar o processo menos agressivo ao meio ambiente. Uma das alternativas seria usá-las a fim de extrair compostos fitoquímicos<sup>5</sup> uma vez que as cascas os possuem e, estes, podem atuar como antioxidantes naturais e afins, como apresentado no tópico a seguir (CARDOSO; BARRÉRE; TROVÃO, 2009).

#### **7.4 Compostos Fenólicos**

São compostos fenólicos as substâncias que possuem estruturalmente um anel aromático com pelo menos um grupo hidroxila (OH) ligado como substituinte no anel.

---

<sup>5</sup> “O termo “fitoquímico” refere-se a um grupo amplo de compostos produzidos e acumulados nas plantas. Muitos desses compostos possuem atividades biológicas potentes em mamíferos, e alguns podem apresentar efeitos tóxicos quando ingeridos em altas doses. O interesse nestes compostos advém de vários estudos informando que uma dieta rica em frutas, vegetais, cereais integrais e leguminosas possa trazer benefícios à saúde e diminuir o risco de doenças crônicas degenerativas” (CARDOSO; BARRÉRE; TROVÃO, 2009). Disponível em: <<http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/1297-EC%20v7n2p106-9.pdf>>.

Classificam-se em ácidos fenólicos, flavonóides, taninos, estilbenos e cumarinas, sendo que os principais são os ácidos fenólicos e os flavonóides (REGO, 2014).

A seguir, a Tabela 01 apresenta as fórmulas gerais dos fenólicos:

**Tabela 01:** Fórmula estrutural geral dos compostos fenólicos

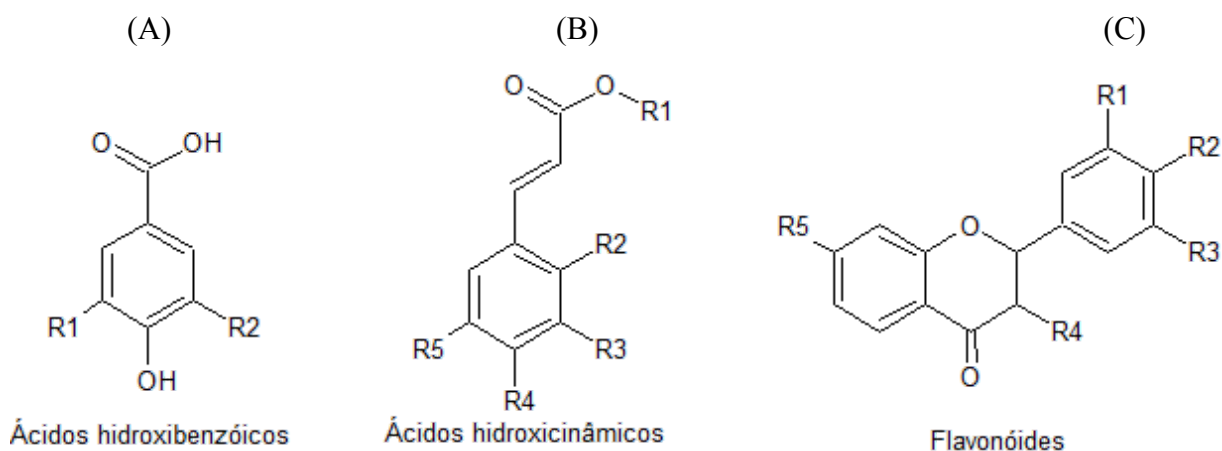
<b>Classe</b>	<b>Estrutura</b>
Fenólicos simples, benzoquinonas	$C_6$
Ácidos hidroxibenzóicos	$C_6-C_1$
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	$C_6-C_2$
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	$C_6-C_3$
Naftoquinonas	$C_6-C_4$
Xantonas	$C_6-C_1-C_6$
Estilbenos, antoquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6-C_3-C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6-C_3)_2$
Biflavonóides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

**Fonte:** Adaptado de Angelo e Jorge (2007, p. 03).

Como demonstra Degáspari e Waszczinskyj (p. 35-39, 2004), os ácidos fenólicos são da classe dos fenólicos não flavonóides e podem ser subdivididos em derivados do ácido hidroxibenzóico e ácido hidroxicinâmico. Em relação à classificação, os ácidos ferúlico, p-cumárico e cafeico pertencem aos ácidos hidroxicinâmicos, já os ácidos gálico e siríngico pertencem aos ácidos hidroxibenzóicos.

Já o grupo dos flavonóides podem ser divididos em antocianidinas, flavanóis, flavanonas, flavonas, flavonóis e isoflavonas.

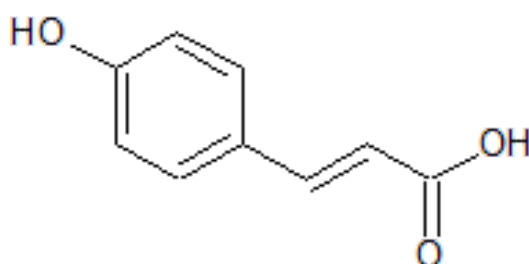
A Figura 02 demonstra as estruturas básicas dos ácidos fenólicos e dos flavonóides:



**Figura 02:** Estrutura química básica dos compostos fenólicos (A e B) e flavonóides, onde os “R” representam grupos substituintes.

**Fonte:** Adaptado de Rego (2014, p. 10), desenvolvido pelo grupo através do ChemsSketch.

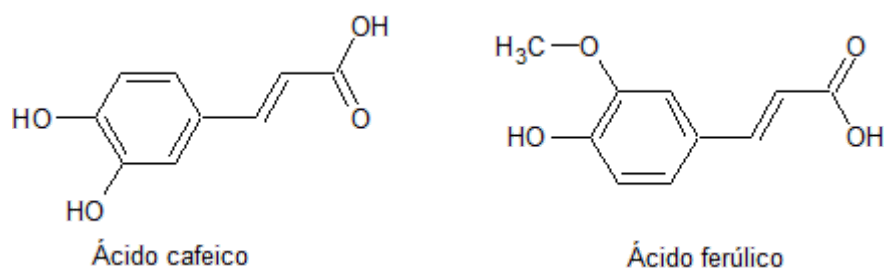
Esses compostos apresentam em sua maioria elevada massa molar e diversas possíveis ligações de hidrogênio, o que lhes confere um alto ponto de ebulição, como é o caso do ácido p-cumárico ( $C_9H_8O_3$ ), que segundo *Chemistry Royal Society*, possui massa molar de 164,158 g/mol e ponto de ebulição de 346,1 °C, cuja estrutura está apresentada na Figura 03:



**Figura 03:** Representação da estrutura molecular do ácido p-cumárico.

**Fonte:** Desenvolvido pelo grupo através do ChemsSketch.

As moléculas dos ácidos cafeico e ferúlico estão representadas na Figura 04:



**Figura 04:** Representação da estrutura molecular do ácido cafeico e ácido ferúlico.

**Fonte:** Desenvolvido pelo grupo através do ChemsSketch.

Outra característica importante dos compostos fenólicos é a capacidade antioxidante que possuem, como demonstra o estudo de Broinizi (2007), onde os fenólicos extraídos do

caju apresentaram capacidade antioxidante semelhante ao butilhidroxitolueno (BHT<sup>6</sup>) na inibição da oxidação do  $\beta$ -caroteno. Esses antioxidantes promovem a remoção ou inativam radicais livres formados durante a iniciação e propagação de uma reação, através da doação de um átomo de hidrogênio, interrompendo a reação em cadeia. Como cita Degáspari e Waszczinskyj (2004, p. 34), “são compostos capazes de inibir ou retardar a oxidação de lipídios ou outras moléculas, evitando o início ou propagação de reações de oxidação em cadeia”. Substâncias desse cunho são amplamente utilizadas na indústria alimentícia e farmacêutica, agindo como conservantes, estabilizando tal produto (REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009, p. 16-30).

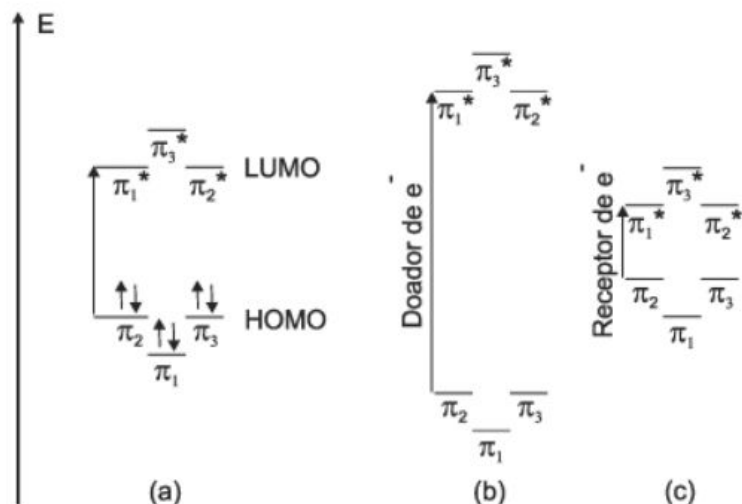
As atividades antioxidantes são mais acentuadas nos compostos derivados do ácido cinâmico, como os ácidos ferúlico, sináptico e p-cumárico, devido a presença de ligações duplas nestes compostos. O que ocorre é um efeito de ressonância do elétron desemparelhado do radical livre, garantindo uma estabilidade ao mesmo. Outro ponto que altera a capacidade antioxidante do composto é a quantidade de hidroxilas no anel (DEGÁSPARI E WASZCZINSKYJ, 2004, p. 34-39).

Bem como, Lin *et al.*, (2008) *apud* Paiva (2013) também aponta que o ácido ferúlico pode agir como aditivo nos protetores solares para aumentar a proteção contra as radiações ultravioleta, sendo este um composto fenólico.

Quando tratamos da fotoproteção, tal propriedade é descrita segundo Flor *et al.*, (2007), pela presença do anel aromático com o grupo carboxílico e um grupo doador na posição orto ou para do anel, que absorve a radiação UV. No mecanismo de ação também está o processo de, excitação dos elétrons do orbital  $\pi$  HOMO (orbital de maior energia) para o orbital  $\pi$  LUMO (orbital vazio de menor energia). Quando os elétrons retornam ao orbital inicial, liberam a energia em excesso por meio de calor. A presença de duplas conjugadas presentes nos ácidos e outros compostos fenólicos proporcionam tal ressonância e absorção da radiação UV. Abaixo a Figura 05 demonstrando o diagrama de orbitais moleculares:

---

<sup>6</sup> Antioxidante sintético, cuja nomenclatura é 2,6-diterc-butil-p-creso (CANUTO, 2017, p. 22).



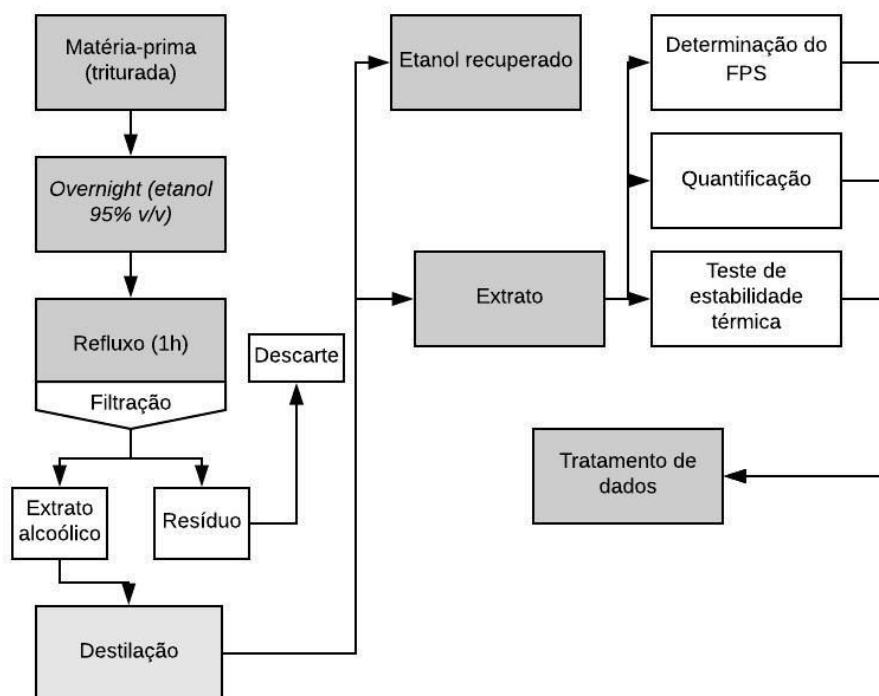
**Figura 05:** Diagramas de orbitais moleculares: (a) benzeno simplificado, (b) e (c) o mesmo com alterações pela adição de grupos doadores ou receptores de elétrons, respectivamente.

**Fonte:** (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Tais elementos supracitados ao decorrer do projeto proporcionam uma via de estudos destas substâncias, apresentando aproveitamento dos resíduos e melhor entendimento das propriedades de seus extratos.

## 8 METODOLOGIA

O fluxograma a seguir (Figura 06) apresenta as etapas da metodologia proposta para o desenvolvimento do projeto, as quais serão descritas de forma detalhada posteriormente.



**Figura 06:** Fluxograma de processo metodológico.

**Fonte:** Elaborado pelo grupo.

## 8.1 Extração dos compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos será adaptada do método de Filho *et al.*,<sup>7</sup> o qual propõe a utilização de etanol 95% (v/v) como solvente. Serão utilizados 10 g de casca, a qual será triturada manualmente, e 10g gramas de farelo do arroz, que, em seguida, serão misturados ao etanol 95% (v/v), numa proporção de 2:10. O contato entre o material vegetal e o solvente será realizado inicialmente em condição de temperatura ambiente por um período de aproximadamente 12 horas (*overnight*<sup>8</sup>). Após essa etapa, a mistura será aquecida em sistema de refluxo por uma hora (1h). O sistema de refluxo possibilita um aumento da eficiência no processo de extração orgânica. Após a extração a mistura será filtrada, para a obtenção de um resíduo sólido (cascas e farelo de arroz), utilizando um sistema de filtração à vácuo e descartado no lixo orgânico, já que não apresenta riscos ao meio ambiente. Após isso, o solvente será removido por um processo de destilação fracionada ou à baixa pressão. O

<sup>7</sup> Extração e Avaliação da Capacidade Antioxidante dos Compostos Fenólicos Obtidos do Resíduo da Uva. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/16cKQooKCNPr\\_BU8eEQTOONEVZPbgRizg/view](https://drive.google.com/file/d/16cKQooKCNPr_BU8eEQTOONEVZPbgRizg/view)>.

<sup>8</sup> Em tradução literal: durante a noite.

etanol destilado será reutilizado em outras extrações e os extratos fenólicos serão armazenados.

As cascas e farelos do arroz serão disponibilizados pela Urbano Agroindustrial Ltda<sup>9</sup>.

## 8.2 Quantificação dos compostos fenólicos

Para a quantificação dos compostos fenólicos presentes no extrato proveniente da casca e farelo do arroz, será utilizado o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Essa quantificação baseia-se nas reações de oxirredução entre compostos fenólicos e íons metálicos. O reagente Folin consiste em uma mistura dos ácidos fosfomolibídico e fosfotúngstico, onde o molibdênio está em seu estado de oxidação IV ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), no qual em presença de compostos fenólicos e em um meio alcalino, é reduzido, formando complexos molibdênio-tungstênio  $[(\text{PMoW}_{11}\text{O}_4)^4]$ , que apresentam a coloração azul. A mudança de cor das amostras a partir da formação dos complexos indica a presença de compostos fenólicos, tendo a intensidade da coloração como parâmetro para a quantificação (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

O Folin-Ciocalteu reagirá com os compostos fenólicos, no qual haverá uma desprotonação, em meio alcalino, formando-se ânions fenolatos. Ocorrerá uma reação de oxirredução entre os ânions fenolatos e o reagente de Folin-Ciocalteu, que conforme Singleton e colaboradores (1999), o molibdênio sofre redução consequentemente o meio reacional altera sua coloração amarelada para um tom de azul (SINGLETON *et al.*, 1999 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Serão transferidas alíquotas com o volume de 1,0 mL do extrato obtido anteriormente para balões volumétricos de 10 mL, contendo 5,0 mL de água destilada, 1,0 mL de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 25% (m/v) e 1,0 mL do reagente Folin-Ciocalteu, completando o volume com água destilada. Após a preparação do meio, determina-se a absorvância no espectrofotômetro a 760 nm por cerca de trinta minutos (XU; CHANG, 2009 *apud* ROCHA *et al.*, 2011).

Será utilizado o ácido gálico em diferentes concentrações com a finalidade de elaborar uma curva padrão de calibração. A partir da equação da reta obtida, será calculada e estimada

---

<sup>9</sup> “Urbano Alimentos”. Disponível em: <<https://www.urbano.com.br/>>. Acessado em 12 nov. 2018.

a concentração de compostos fenólicos totais das amostras. Os resultados serão expressos em mg de ácido gálico por grama da amostra.

### 8.3 Determinação do FPS

Para a determinação do FPS, será utilizado o método de Mansur *et al.*, (1986), o qual é uma ferramenta amplamente utilizada como parâmetro para estudos *in vivo* para avaliar a eficiência de um protetor solar *in vitro* (ARAUJO E SOUZA, 2008 *apud* TEIXEIRA, 2016, p. 24).

No caso do presente projeto, irá indicar se os compostos fenólicos extraídos na casca e farelo de arroz apresentam a atividade fotoprotetora. O método *in vitro* demanda a utilização de um espectrofotômetro UV-Vis, o qual segundo Teixeira (2016) apresenta bons resultados, uma vez que as formulações de fotoprotetores utilizam o filtro químico. Este trabalha com a absorção nos comprimentos de onda na região do visível e não a reflectância da mesma, que é o mecanismo de ação de filtros inorgânicos.

Para a efetividade do teste, será utilizado uma solução hidroalcoólica (com maior concentração de água na mistura com etanol) nas concentrações de 2 mg/mL à 15 mg/mL de extrato. Na mistura será adicionado um tensoativo, o polisorbato Tween 80, para formar uma emulsão e portanto, dispersão dos compostos fenólicos no preparo das amostras.

Após a preparação do meio, será utilizado o homossalato a 8% em diferentes concentrações, cujo FPS é conhecido como 4, com a finalidade de elaborar uma curva padrão de calibração.

O FPS estimado por este método será calculado através da fórmula apresentada na equação abaixo:

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

**Equação 01:** Fórmula para a determinação do FPS *in vitro*.  
**Fonte:** MANSUR *et al.*, 1986 *apud* TEIXEIRA, 2016, p. 26.

Onde, como variáveis da equação tem-se: **FC** = fator de correção (= 10), determinado de acordo com dois filtros solares de FPS conhecidos de tal forma que um creme contendo 8% de homossalato resultasse no FPS 4; **EE( $\lambda$ )** = efeito eritematogênico da radiação solar em cada comprimento de onda ( $\lambda$ ); **I( $\lambda$ )** = intensidade da radiação solar em cada comprimento de onda ( $\lambda$ ); **Abs( $\lambda$ )** = leitura da absorvância obtida da amostra em cada comprimento de onda ( $\lambda$ ). Sendo que o produto entre o efeito eritematogênico (EE) e a intensidade da radiação (I) é constante em cada comprimento de onda (MANSUR *et al.*, 1986 *apud* TEIXEIRA, 2016, p. 26).

**Tabela 02:** Ponderação empregada no cálculo do fator de proteção solar por espectrofotometria

<b>Comprimento de onda (nm)</b>	<b>EE x I (normalizado) Valores Relativos</b>
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
<b>Total</b>	<b>1,0000</b>

Fonte: SAYRE *et al.*, 1979 *apud* TEIXEIRA, 2016, p. 38.

#### **8.4 Teste de estabilidade térmica dos compostos fenólicos**

O teste de estabilidade térmica será elaborado a partir de metodologia desenvolvida pelo grupo. Para a avaliação, o extrato será submetido à temperaturas acima da temperatura ambiente por tempos variáveis (40-50 °C), a fim de acelerar os processos oxidativos. Este teste propõe-se a avaliar (comprovar ou refutar) a hipótese de que o FPS dos compostos fenólicos proveniente de extratos naturais é alterado quando submetidos a estas condições. Justifica-se pelo fato de que a utilização de produtos com FPS ocorre, principalmente, quando

o indivíduo tem exposição solar prolongada em regiões quentes. Assim os compostos fenólicos presentes em uma formulação podem ser modificados quimicamente pelas variáveis de tempo, temperatura e oxigênio atmosférico.

Neste experimento uma alíquota do extrato, diluída em solução hidroalcoólica supracitada no item 8.3, será exposta à condição de armazenamento em estufa a 40° C por um período variável de 1-4 horas. A temperatura e o tempo foram escolhidos devido a sua semelhança com as condições de exposição ao sol da maior parte dos indivíduos. Realizado este procedimento, ocorrerá novamente a determinação do FPS e quantificação dos compostos fenólicos para que seja observado se houve modificação nos extratos testados.

## 9 CRONOGRAMA

Em busca de melhor aproveitamento do tempo disposto no primeiro semestre de 2019, o cronograma a seguir discorre a proposta de elaboração das práticas laboratoriais e escrita para conclusão do presente projeto de pesquisa.

**Quadro 1** - Cronograma de atividades propostas para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Etapas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Revisão bibliográfica e escrita do relatório	x	x	x	x	x	x	x
Extração de compostos fenólicos		x	x	x	x	x	
Determinação do FPS		x	x	x	x	x	
Quantificação de compostos fenólicos		x	x	x	x	x	
Teste de estabilidade térmica dos extratos		x	x	x	x	x	
Apresentação dos resultados finais							x

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Diogo Albuquerque de; VIEIRA, Majorie Emanuelli Lopes. **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA GENOTOXICIDADE DE FILTRO SOLAR COMERCIAL EM *Astyanax* sp.** Curitiba, 2013. Disponível em <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1955/1/CT\\_COQUI\\_2013\\_1\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1955/1/CT_COQUI_2013_1_03.pdf)> Acesso em 15 de outubro de 2018

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. **COMPOSTOS FENÓLICOS EM ALIMENTOS – UMA BREVE REVISÃO.** Rev. Inst. Adolfo Lutz, 66(1): 1-9, 2007 Disponível em <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v66n1/v66n1a01.pdf>> Acesso em 14 de novembro de 2018.

ANVISA. Constituição (2013). Resolução da Diretoria Colegiada nº 30, de 01 de junho de 2012. **REGULAMENTO TÉCNICO MERCOSUL SOBRE PROTETORES SOLARES EM COSMÉTICOS: REVOGAÇÃO DA RES. GMC Nº 26/02.** Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3134554/RDC\\_30\\_2012\\_.pdf/c600a91b-f20f-40f9-9c0c-28724725bb21](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3134554/RDC_30_2012_.pdf/c600a91b-f20f-40f9-9c0c-28724725bb21)>. Acesso em: 18 nov. 2018.

ARAÚJO, T. S.; SOUZA, S. O. de. **PROTETORES SOLARES E OS EFEITOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA.** São Cristóvão, Se: Scientia Plena, v. 4, n. 11, 2008. Disponível em: <<https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/721/374>>. Acesso em: 22 out. 2018.

ARAÚJO, T. S.; SOUZA, S. O. de, 2008 *apud* TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggessi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE GARCINIA CAMBOGIA DESR. (CLUSIACEAE) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO.** 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAUR%C3%8DCIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DE NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE ZINCO EM FORMULAÇÕES ANTISSOLARES.** São Paulo: Revista Virtual de Química, v. 8, n. 6, 22 dez. 2016. Mensal. Disponível em: <<http://rvq.s bq.org.br/>>. Acesso em: 21 out. 2018.

BALOGH, Tatiana Santana *et al.* **PROTEÇÃO À RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA: RECURSOS DISPONÍVEIS NA ATUALIDADE EM FOTOPROTEÇÃO.** São Paulo:

Biblioteca Digital da Produção Intelectual, v. 86, n. 4, 2011. Disponível em: <[http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/6053/art\\_BALOGH\\_Protecao\\_a\\_radiacao\\_ultravioleta\\_recursos\\_disponiveis\\_na\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/6053/art_BALOGH_Protecao_a_radiacao_ultravioleta_recursos_disponiveis_na_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 22 out. 2018.

BROINIZI, Priscila Regina Bolelli *et al.* **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS NATURALMENTE PRESENTES EM SUBPRODUTOS DO PSEUDOFRUTO DE CAJU (ANACARDIUM OCCIDENTALE L.)**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(4): 902-908, out.- dez. 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n4/35.pdf>>. Acessado em 5 de novembro de 2018.

CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, Samara de Oliveira; PARTATA, Anette Kelsei. **FILTROS SOLARES E FOTOPROTETORES MAIS UTILIZADOS NAS FORMULAÇÕES NO BRASIL**. Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v.4, n.3, Pub.4, Julho 2011 Disponível em <<https://assets.itpac.br/arquivos/Revista/43/4.pdf>> Acesso em 17 de outubro.

CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, Samara de Oliveira; PARTATA, Anette Kelsei. Filtros solares e fotoprotetores – uma revisão. **INFARMA: Ciências farmacêuticas**, Araguaína, v. 25, n. 2, p.107-110, 2013. Disponível em: <<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=447&path%5B%5D=433>>. Acesso em: 23 out. 2018.

CANUTO, Maryana Silva. **AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE SEMENTES E CASCAS DE NOVOS CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus L.*)**. UFAL, Instituto de química e biotecnologia. Junho, 2017. Disponível em <<https://goo.gl/dEd1Sb>> Acesso em 14 de novembro de 2018.

CARDOSO, Rosana Maria; BARRÈRE, Ana Paula Noronha; TROVÃO, Fabiana Carvalho de Sousa. **OS FITOQUÍMICOS E SEUS BENEFÍCIOS NA SAÚDE**. 2009. Disponível em: <<http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/1297-EC%20v7n2p106-9.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CONAB. **ANÁLISE MENSAL - ARROZ**. Março, 2018. Disponível em <[encurtador.com.br/nqDW9](http://encurtador.com.br/nqDW9)> Acesso em 25 de outubro de 2018.

CONCEIÇÃO, Sthéfanne Rezende da *et al.* **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TÓXICO DA BENZOFENONA-3 EM ARTEMIA SALINA**. 2016. Disponível em: <<http://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/download/10551/7775>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

PAIVA, Livia Brenelli de *et al.* **FERULIC ACID AND DERIVATIVES: MOLECULES WITH POTENTIAL APPLICATION IN THE PHARMACEUTICAL FIELD**. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 49, n. 3, jul./sep., 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-82502013000300002&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-82502013000300002&lang=pt)> Acesso em 28 de agosto de 2018.

DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. **PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE COMPOSTOS FENÓLICOS**. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/viewFile/540/453>> Acesso em 12 de novembro de 2018.

DINARDO, Joseph C.; DOWNS, Craig A. **DERMATOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL TOXICOLOGICAL IMPACT OF THE SUNSCREEN INGREDIENT OXYBENZONE/BENZOPHENONE-3**. 2017. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jocd.12449>> Acesso em 16 de outubro de 2018.

DOWNS, C.A., Kramarsky-Winter, E., Segal, R. *et al.* **TOXICOPATHOLOGICAL EFFECTS OF THE SUNSCREEN UV FILTER, OXYBENZONE (BENZOPHENONE-3), ON CORAL PLANULAE AND CULTURED PRIMARY CELLS AND ITS ENVIRONMENTAL CONTAMINATION IN HAWAII AND THE U.S. VIRGIN ISLANDS**. 2015. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00244-015-0227-7>> Acesso em 26 de setembro de 2018

HEERDT, Camila da Mota *et al.* **PRODUÇÃO DE GLITTER BIODEGRADÁVEL A PARTIR DE CELULOSE EXTRAÍDA DA CASCA DE ARROZ**. Instituto Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em <[https://drive.google.com/file/d/1tjTpd2aL5KK98kX6n\\_leZuNcaJDtyQC6/view](https://drive.google.com/file/d/1tjTpd2aL5KK98kX6n_leZuNcaJDtyQC6/view)> Acesso em 20 de outubro de 2018.

FILHO, Cassiano Emílio Winsche *et al.* **EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS OBTIDOS DO RESÍDUO DA UVA**. 2018. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Jaraguá do Sul. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/16cKQooKCNPr\\_BU8eEQTO0NEVZPbgRizg/view](https://drive.google.com/file/d/16cKQooKCNPr_BU8eEQTO0NEVZPbgRizg/view)>. Acesso em: 04 de novembro de 2018.

INCA. **INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ DE ALENCAR GOMES DA SILVA - PELE MELANOMA**. 2018. Disponível em: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele\\_melanoma](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_melanoma)>. Acesso em: 16 out. 2018.

INCA. **INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ DE ALENCAR GOMES DA SILVA - PELE NÃO MELANOMA**. 2018. Disponível em: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele\\_melanoma](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_melanoma)>. Acesso em: 16 out. 2018.

JUNIOR, R. G.; ALMEIDA, J. R. G. S.. **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE FOTOPROTETORES DERIVADOS DE PRODUTOS NATURAIS**. **REVISTA GESTÃO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.032-040, 15 mar. 2013. Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual. <http://dx.doi.org/10.7198/s2237-0722201300010003>.

Disponível em: <<http://ww.w.revistageintec.net/index.php/revista/article/viewFile/85/176>>. Acesso em: 23 out. 2018.

LIMA, Magda Aparecida; PESSOA, Maria Conceição Peres Young; LIGO, Marco Antonio Vieira. **EMISSIONES DE METANO DO CULTIVO DE ARROZ**. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2006. 61 p. v. 1. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129580/1/2006OL-010.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

LOPES, 2014, s/p, apud TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggessi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE GARCINIA CAMBOGIA DESR. (CLUSIACEAE) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO**. 2016. Disponível em <<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAURÍCIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>>. Acesso em 16 de outubro de 2018.

MANSUR *et al.*, 1986 apud TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggessi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE GARCINIA CAMBOGIA DESR. (CLUSIACEAE) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO**. 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAUR%C3%8DCIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

MAYER, Flávio Dias; HOFFMANN, Ronaldo; RUPPENTHAL, Janis E. **GESTÃO ENERGÉTICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DO RESÍDUO CASCA DE ARROZ EM PEQUENAS E MÉDIAS AGROINDÚSTRIAS DE ARROZ**. 2006. Disponível em [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/124.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/124.pdf). Acesso em 20 de setembro de 2018.

MENDONÇA *et al.* s/d, s/p, apud CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, Samara de Oliveira; PARTATA, Anette Kelsei. **FILTROS SOLARES E FOTOPROTETORES – UMA REVISÃO**. Infarma: Ciências farmacêuticas, Araguaína, v. 25, n. 2, p.107-110, 2013. Disponível em: <<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=447&path%5B%5D=433>>. Acesso em: 23 out. 2018.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **METÁSTASE**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br>>. Acessado em: 15 out. 2018.

MUNHOZ *et al.*, 2012, s/p, apud TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggessi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE GARCINIA CAMBOGIA DESR. (CLUSIACEAE) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO**. 2016. Disponível em <<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAURÍCIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>> Acesso em 16 de outubro de 2018.

OLIVEIRA, Alane Cabral de *et al* . **FONTES VEGETAIS NATURAIS DE ANTIOXIDANTES**. Quím. Nova, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009 . Disponível em  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422009000300013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300013&lng=en&nrm=iso)> Acesso em 12 de novembro de 2018.

PALM e O'DONOGHUE, 2007, s/p, apud TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggesi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE GARCINIA CAMBOGIA DESR. (CLUSIACEAE) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO**. 2016. Disponível em  
<<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAURÍCIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>> Acesso em 16 de outubro de 2018.

POLONINI, Hudson Caetano; RAPOSO, Nádia Rezende Barbosa; BRANDÃO, Marcos Antônio Fernandes. **FOTOPROTETORES NATURAIS COMO INSTRUMENTO DE AÇÃO PRIMÁRIA NA PREVENÇÃO DO CÂNCER DE PELE**, 2011. Disponível em:  
<<https://aps.ufjf.emnuvens.com.br/aps/article/viewFile/1081/478>>. Acesso em: 23 out. 2018.

POLONINI, Hudson Caetano *et al.*, 2011, p. 216 apud JUNIOR, R. G.; ALMEIDA, J. R. G. S.. **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE FOTOPROTETORES DERIVADOS DE PRODUTOS NATURAIS**. **REVISTA GESTÃO**, Inovação e Tecnologias, [s.l.], v. 3, n. 1, p.032-040, 15 mar. 2013. Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual. <http://dx.doi.org/10.7198/s2237-0722201300010003>. Disponível em:  
<[http://www.w.revistageintec.net/index.php/revista/article/viewFile/85/176](http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/viewFile/85/176)>. Acesso em: 23 out. 2018.

REGO, Andreia Maria Fernandes. **ESTUDO DA EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS A PARTIR DE CASCA, FARELO E ARROZ DE VARIEDADES PORTUGUESAS**. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2014.

REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL. **DOSSIÊ - OS ANTIOXIDANTES**. São Paulo, v. 6, n. 2009, p. 16-30, 2009.

ROCHA, Wesley Silveira *et al*. **COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E TANINOS CONDENSADOS EM FRUTAS NATIVAS DO CERRADO**. Revista Brasileira de Fruticultura, São Paulo, v. 1, n. 33, p.1215-1221, dez. 2011. Mensal.

SANTOS *et al*. s/d, s/p, apud CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, Samara de Oliveira; PARTATA, Anette Kelsei. **FILTROS SOLARES E FOTOPROTETORES – UMA REVISÃO**. Infarma: Ciências farmacêuticas, Araguaína, v. 25, n. 2, p.107-110, 2013. Disponível em:  
<<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=447&path%5B%5D=433>>. Acesso em: 23 out. 2018.

SAYRE et al., 1979 apud TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggessi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE GARCINIA CAMBOGIA DESR. (CLUSIACEAE) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO.** 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAUR%C3%84DCIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

SOCIETY, Chemistry Royal. **(E)-P-COUMARIC ACID.** Disponível em <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.553148.html?rid=fe55e22a-3653-4d81-aa4c-6c2324f03f7b>>. Acesso em 2 de novembro de 2018.

SOUZA MM, Recart VM, Rocha M, Cipolatti EP, Badiale-Furlong Eliana. **ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE CEBOLA (ALLIUM CEPA L.).** Rev Inst Adolfo Lutz, São Paulo, 68(2):192-200, 2009. Disponível em <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/4447/Estudo%20das%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20extra%C3%A7%C3%A3o%20de%20compostos%20fen%C3%B3licos%20de%20cebola%20%28Allium%20cepa%20L.%29.pdf?sequence=1>>. Acesso em 22 de outubro de 2018.

SOUZA, 2003, s/p, apud CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, Samara de Oliveira; PARTATA, Anette Kelsei. **FILTROS SOLARES E FOTOPROTETORES – UMA REVISÃO.** Infarma: Ciências farmacêuticas, Araguaína, v. 25, n. 2, p.107-110, 2013. Disponível em: <<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=447&path%5B%5D=433>>. Acesso em: 23 out. 2018.

TEIXEIRA, Maurício Soligo Maggessi. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA CONTENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE FRAÇÃO EM CLOROFÓRMIO DE Garcinia cambogia Desr. (Clusiaceae) E FILTRO SINTÉTICO DE AMPLO ESPECTRO.** 2016. Disponível em <<http://www.ufjf.br/farmacia/files/2015/04/TCC-MAUR%C3%84CIO-SOLIGO-MAGGESSI-TEIXEIRA.pdf>> Acesso em 16 de outubro de 2018.

TUNDO, Pietro *et al.* **SYNTHETIC PATHWAYS AND PROCESSES IN GREEN CHEMISTRY. INTRODUCTORY OVERVIEW.** IUPAC - *Pure and Applied Chemistry*. Vol. 72. N° 7. Durham. 2000. Disponível em: <https://www.iupac.org/publications/pac/pdf/2000/pdf/7207x1207.pdf>. Acessado em 09 de Novembro de 2017.

WALTER, Melissa; MARCHEZAN, Enio; AVILA, Luis Antonio de. **ARROZ: COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS.** 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a49v38n4.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

WALTER, Jaqueline Paula; ROSSATO, Marivane Vestena. **DESTINO DO RESÍDUO CASCA DE ARROZ NA MICRORREGIÃO DE RESTINGA SECA - RS: UM ENFOQUE À RESPONSABILIDADE SÓCIO AMBIENTAL.** Niterói, RJ, Brasil, 5-7 de agosto de 2010. Disponível em

<[http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10\\_0261\\_1040.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0261_1040.pdf)> Acesso em 11 de novembro de 2018.