

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIGUAIACÁ

FARMÁCIA

JULIANA LOTOSKI

**ESTUDO COMPARATIVO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CHÁS OBTIDOS POR  
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DAS CASCAS DO LIMÃO SICILIANO (*Citrus  
limon*)**

GUARAPUAVA

2021

JULIANA LOTOSKI

**ESTUDO COMPARATIVO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CHÁS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DAS CASCAS DO LIMÃO SICILIANO (*Citrus limon*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia do Centro Universitário UniGuairacá como pré-requisito para a obtenção de grau em bacharel de Farmácia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Lígia Santos Pedroso

GUARAPUAVA

2021

## **Estudo comparativo da atividade antioxidante de chás obtidos por diferentes métodos de extração das cascas do limão siciliano (*Citrus limon*)**

*Comparative study of the antioxidant activity of teas obtained by different methods of extracting Sicilian lemon peel (Citrus limon)*

### **Autores:**

Juliana Lotoski – Lotoski, J. <julianalotoski@hotmail.com > Uniguairacá<sup>1</sup>

Ligia Santos Pedroso – Pedroso, L.S. <[ligiapedroso@gmail.com](mailto:ligiapedroso@gmail.com)> Uniguairacá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegiado de Farmácia, Uniguairacá Centro Universitário. XV de Novembro 7050, Centro. 85010-000 Guarapuava – PR Brasil

### **Resumo**

A busca por uma saúde equilibrada e uma boa qualidade de vida é bastante conceituada atualmente, por isso que os antioxidantes de origem natural vem sendo cada dia mais utilizados, visto seus benefícios para a saúde. É nas frutas, principalmente nas cascas, que geralmente são descartadas, onde encontramos grande quantidade dessas substâncias, como os compostos fenólicos, que estão associados a diversas atividades de prevenção de doenças. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo determinar e comparar a atividade antioxidante dos chás de cascas do limão siciliano (*Citrus limon*), obtidos através do método de infusão e maceração. Foi possível observar a presença de atividade antioxidante sobre o radical ABTS dos chás obtidos tanto através da infusão quanto da maceração, sendo dose-dependente, ou seja, quanto maior a concentração dos chás, maior a atividade antioxidante. Estes resultados podem estar correlacionados a concentração de polifenóis, que também foi observado neste estudo, demonstrando concentração dose-dependente assim como a análise do potencial antioxidante. Sendo assim, o estímulo ao uso do chá de cascas de limão siciliano poderia ser uma promissora estratégia para promoção de saúde.

**Palavras-chave:** *Citrus limon*. Antioxidantes. Compostos fenólicos. Estresse oxidativo.

### **Abstract**

*The search for balanced health and a good quality of life is currently highly regarded, which is why natural antioxidants are being used more and more, given their health benefits. It is in fruits, especially in the skins, which are usually discarded, where we find a large amount of these substances, such as phenolic compounds, which are associated with various disease prevention activities. Thus, this study aimed to determine and compare the antioxidant activity of teas made from Sicilian lemon peel (Citrus limon), obtained through the infusion and maceration method. It was possible to observe the presence of antioxidant activity on the ABTS radical of the teas obtained both through infusion and maceration, being dose-dependent, that is, the higher the concentration of teas, the greater the antioxidant activity. These results can be correlated with the concentration of polyphenols, which was also observed in this study, demonstrating dose-dependent concentration as well as the analysis of the antioxidant potential. Therefore, encouraging the use of Sicilian lemon peel tea could be a promising strategy for health promotion.*

**Keywords:** *Citrus limon*. Antioxidants. Phenolic compounds. Oxidative stress.

# 1 INTRODUÇÃO

O índice de danos que o organismo sofre com a ação de espécies reativas, principalmente de oxigênio, que em estado acumulativo gera um desequilíbrio metabólico, chamado de estresse oxidativo, vem sendo cada dia mais estudado, visto que o mesmo está associado ao processo de envelhecimento, danos e até mesmo a morte celular<sup>1,2</sup>.

No ambiente as substâncias mais comumente capazes de gerar radicais livres são o oxigênio ( $O_2$ ), derivando as espécies reativas de oxigênio (EROs), estes apresentam um elétron desemparelhado o que lhe configura ação altamente reativa e instável. São exemplos de EROs, superóxido ( $^{\cdot}O_2$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a hidroxil, ( $^{\cdot}OH$ ), e a peridroxila, ( $^{\cdot}O_2H$ ), e também o nitrogênio ( $N_2$ ), como por exemplo nitratos ( $NO_3^-$ ) e peroxinitritos ( $ONOO^-$ ), que caracterizam o estresse oxidativo<sup>2,3</sup>. O aumento da produção de EROs pode ser desencadeada por uma disfunção biológica ou processo patológico, tais como a carcinogênese, mutagênese, aterogênese, envelhecimento<sup>4,5,6</sup>, dentre outros que agridem o organismo e geram um processo de desordem, como os fatores exógenos, tabagismo, poluição, radiação, medicamentos, pesticidas, solventes industriais<sup>7,8</sup>.

O excesso de produção de radicais livres desencadeia um desequilíbrio entre compostos oxidantes e antioxidante que pode levar a danos com consequência de perda de função biológica<sup>9,10,11</sup>.

Sendo instalado o processo de estresse oxidativo, a peroxidação de lipídeos, a danificação de proteínas e a oxidação no DNA inicia processos de modificações ou danos a nível celular, induzindo a degeneração celular, como o envelhecimento, e diversas patologias, como, cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, dentre outras<sup>12</sup>.

Durante um processo metabólico com a produção de radicais livres, o organismo produz um mecanismo antioxidante afim de regular e controlar o mesmo evitando danos sequentes. De acordo com Halliwell *et al* (2004) “antioxidante é qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada à do substrato oxidável, regenera o substrato ou previne significativamente a oxidação do mesmo”<sup>3</sup>. Com intuito em proteger, regular ou até mesmo eliminar a instabilidade pré-estabelecida, o organismo gera um recurso com compostos oriundos do metabolismo celular, também chamados de agentes antioxidantes endógenos produzindo uma resposta enzimática de origem natural, como a enzima superóxido dismutase (SOD), glutationaperoxidase (GPx), catalase (CAT), glutationa- S-transferase (GST). Também podemos obter agentes exógenos de origem sintética apresentando baixo peso molecular como os tocoferóis, compostos fenólicos e o ácido ascórbico (vitamina C), ou de origem dietética incluindo minerais, vitaminas e flavonoides obtida via alimentação<sup>3,13,14</sup>.

Atualmente, a busca por frutas e vegetais que apresentam atividade antioxidante está relacionado ao interesse nutricional, uma vez que está associada a potencialização de efeitos promotores da saúde humana e prevenção de numerosas doenças<sup>15</sup>.

A fim de reduzir o estresse oxidativo, a busca por compostos de ação antioxidante em produtos naturais, como as frutas, vem ganhando cada dia mais espaço nos campos de pesquisa<sup>16</sup>. Destacando os compostos fenólicos, que geralmente são encontrados nas cascas ou em estruturas superficiais de frutas, sendo produtos secundários, que apresentam anel aromático com uma ou mais hidroxilas em sua estrutura química, o que lhe proporciona ação de agente redutor, protegendo o organismo do desequilíbrio metabólico também chamado de estresse oxidativo<sup>17</sup>.

As plantas cítricas pertencem ao gênero *Citrus*, família Rutaceae, com origem na região sudeste da Ásia, subfamília Aurantioideae, onde o limão siciliano, também denominado limão “verdadeiro”, é classificado em nível de espécie como *Citrus limon*<sup>18</sup>, tem demonstrado em pesquisas que apresentam antioxidantes naturais e desempenham atividades anticancerígena e antibacteriana<sup>19,20,21</sup>. Vem sendo muito utilizado por indústria de refrigerantes devido ao seu alto teor de ácido cítrico, na fabricação de óleos essenciais (OE) e essências utilizadas na perfumaria, preparo de licores e sabões, na produção de pectina e farinha, e ainda na culinária e uso doméstico<sup>22,23</sup>.

Pesquisas têm demonstrado que o consumo regular de frutas está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas, devido às propriedades de substâncias bioativas que apresentam em sua composição, como por exemplo, a ação antioxidante dos polifenóis. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antioxidante dos chás das cascas do limão siciliano (*Citrus limon*), a fim de demonstrar que o estímulo ao uso poderia ser uma promissora estratégia para a promoção de saúde.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral do presente trabalho foi quantificar e comparar as atividades antioxidante dos chás de casca do limão siciliano (*Citrus limon*), obtidos através de diferentes processos de extração, infusão e maceração.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Quantificar e comparar a presença de compostos fenólicos nos chás de casca do limão siciliano (*Citrus limon*), obtidos através dos métodos de infusão e maceração, em intervalos de tempo diferentes, 30, 60 e 120 minutos.

Quantificar e comparar a atividade antioxidante, sobre o radical ABTS, nos chás de casca do limão siciliano (*Citrus limon*), obtidos através dos métodos de infusão e maceração, em intervalos de tempo diferentes, 30, 60 e 120 minutos.

Avaliar se o método de extração, infusão e maceração, influenciam na quantificação dos compostos fenólicos e na atividade antioxidante sobre o radical ABTS.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

O fruto foi adquirido no comércio local de Guarapuava/Pr, a seleção do produto foi realizada pela autora, onde houve a preocupação na escolha de frutos uniformes, estágio de maturação e ausência de danos físicos afim de garantir a qualidade das amostras em análise. A realização de todas as análises foi desenvolvida nos laboratórios do Centro Universitário UniGuairacá.

#### **3.1 Higienização das cascas das frutas**

Para a realização das análises foi padronizado a higienização da casca com sabão neutro e esponja de limpeza macia em água potável corrente. Logo foi enxaguado com água destilada e seca com papel toalha.

#### **3.2 Preparo dos chás**

Foram utilizados dois métodos, sendo o de infusão e o de maceração. Para a infusão foi inicialmente colocado água destilada em um béquer sobre a chapa de aquecimento e coberto com papel alumínio e em seguida na balança pesado 3 g de casca do limão siciliano para cada béquer. Estando em ponto de fervura a água destilada a mesma foi acrescida 25 mL sobre as cascas de limão siciliano e vedado com papel alumínio e aguardado o tempo de I (30 minutos), I (60 minutos) e I (120 minutos), para a realização das análises em triplicatas.

Para a maceração foram utilizados 3 g de casca de limão siciliano para cada béquer, acrescentado 25 mL de água destilada sem fervura em cada béquer e vedado com papel alumínio e aguardado o tempo de M (30 minutos), M (60 minutos) e M (120 minutos), para a realização das análises em triplicatas.

Tanto para o método de infusão quanto para o método de maceração, decorrido o tempo as amostras foram filtradas com auxílio de papel filtro originando o chá mãe e sendo possível seguir, a partir desta, com 05 sucessivas diluições 1:2.

#### **3.3 Quantificação dos compostos fenólicos**

A quantificação de compostos fenólicos totais dos chás foi determinada pelo método de Folin-Ciocalteu, descrito por Smiderle (2013)<sup>24</sup> e adaptado, no qual o chá verde (*Camelia sinensis*) foi utilizado como padrão, na concentração final de 1 mg/mL. Foram acrescentados 100 µL de cada amostra respectiva das diluições dos chás de limão siciliano e de chá verde, durante o intervalo de 30, 60 e 120 minutos, 500 µL da solução reagente Folin-Ciocalteu e 400 µL da solução de carbonato de

sódio (7.5% p/v). Posteriormente o conteúdo foi incubado em banho maria a 55°C por 15 minutos e determinada a absorbância a  $\lambda$ 760 nm, este processo foi realizado tanto no método de infusão quanto na maceração. Para melhor reprodutibilidade todos os ensaios foram realizados em triplicatas, e os resultados foram expressos como equivalentes ao chá verde. Este método se baseia no princípio de que em meio alcalino, a mistura dos ácidos constituintes do reagente Folin-Ciocalteu se reduz ao oxidar os compostos fenólicos, produzindo óxido túngstico e molibdeno, que apresentam coloração azul<sup>25</sup>.

### 3.4 Atividade antioxidante dos chás sobre o radical ABTS

A análise da atividade antioxidante sobre o radical ABTS foi realizada de acordo com o método descrito por Rufino (2007)<sup>26</sup>, e modificado por Andrade (2017)<sup>27</sup>, utilizando o chá verde como padrão, na concentração final de 0,5 mg/mL. A atividade antioxidante pode ser quantificada através da análise colorimétrica obtida pela redução do radical ABTS. Inicialmente produziu-se uma solução de ABTS (7mM) e persulfato de potássio (2,4mM), que foi incubado a temperatura ambiente e abrigado da luz por 12 horas. Em seguida a solução formada, contendo o radical ABTS foi diluída em água destilada a uma absorbância de  $\Delta 0,8 - 1,0$  ( $\lambda=734$  nm). Em uma microplaca foram pipetados 10  $\mu$ L das diferentes concentrações dos chás do limão siciliano, obtidos das respectivas diluições seriadas, e do chá verde, e adicionados 190  $\mu$ L do radical ABTS. Após 5 minutos, a redução do radical ABTS pela ação antioxidante dos chás foi observada em  $\lambda=734$  nm. O resultado foi expresso em porcentagem de inibição, conforme a equação 1. As análises foram realizadas em triplicata.

$$\text{Inibição (\%)} = [(Ac - Aa) / Ac] \times 100 \quad (\text{Eq. (1)})$$

Onde:

- Ac é a absorbância do controle, registrada à  $\lambda=734$ nm;
- Aa é a absorbância da amostra dos diferentes chás, registrada à  $\lambda=734$ nm.

Equação 1: Equação de porcentagem de inibição<sup>28</sup>.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Quantificação dos compostos fenólicos

O limão siciliano é um fruto com propriedade botânica e química, que apresenta um excelente potencial antioxidante em sua casca, além de atividade farmacológica e alimentícia, estas ações são capazes de nutrir o organismo humano, garantindo uma metabolização adequada, também do fruto é extraído óleos essenciais utilizados na aromaterapia e utilizado em cosméticos<sup>29</sup>.

Foram analisadas as amostras em triplicatas, das 5 (cinco) diferentes concentrações de chás, obtidas das diluições seriadas (1:2), como descrito na metodologia, em 3 (três) intervalos de tempo (30,60 e 120 minutos) e obtidos por 2 (dois) métodos diferentes, infusão e maceração. Os resultados expressos na figura 1 são representativos do método de infusão e na figura 2 do método de maceração, onde os valores apresentados, correspondem a média  $\pm$  DP das triplicatas realizadas. Vale ressaltar que para obtenção da concentração de polifenóis, foi utilizada a equação da reta  $y=0,0493x + 0,0552$  ( $R^2 0,9973$ )<sup>30</sup>.

Podemos observar na figura 1, que os chás da casca do limão siciliano apresentam compostos fenólicos na sua composição e que estes se apresentam de forma decrescente de acordo com as sucessivas diluições. Também é notável que o tempo de extração é um fator que influencia o resultado, onde a maior concentração de compostos fenólicos é presente na concentração de 12 mg/ml do chá e no intervalo de 120 minutos,  $1,21 \pm 0,21$  mg/mL, em 60 minutos,  $1,03 \pm 0,23$  mg/mL e 30 minutos,  $1,18 \pm 0,09$  mg/mL, equivalente ao chá verde, enquanto que, na concentração de 6 mg/ml do chá, aos 120 minutos a concentração encontrada foi de  $0,99 \pm 0,1$  mg/mL, em 60 minutos,  $1,09 \pm 0,11$  mg/mL, e aos 30 minutos de  $0,98 \pm 0,09$  mg/mL.

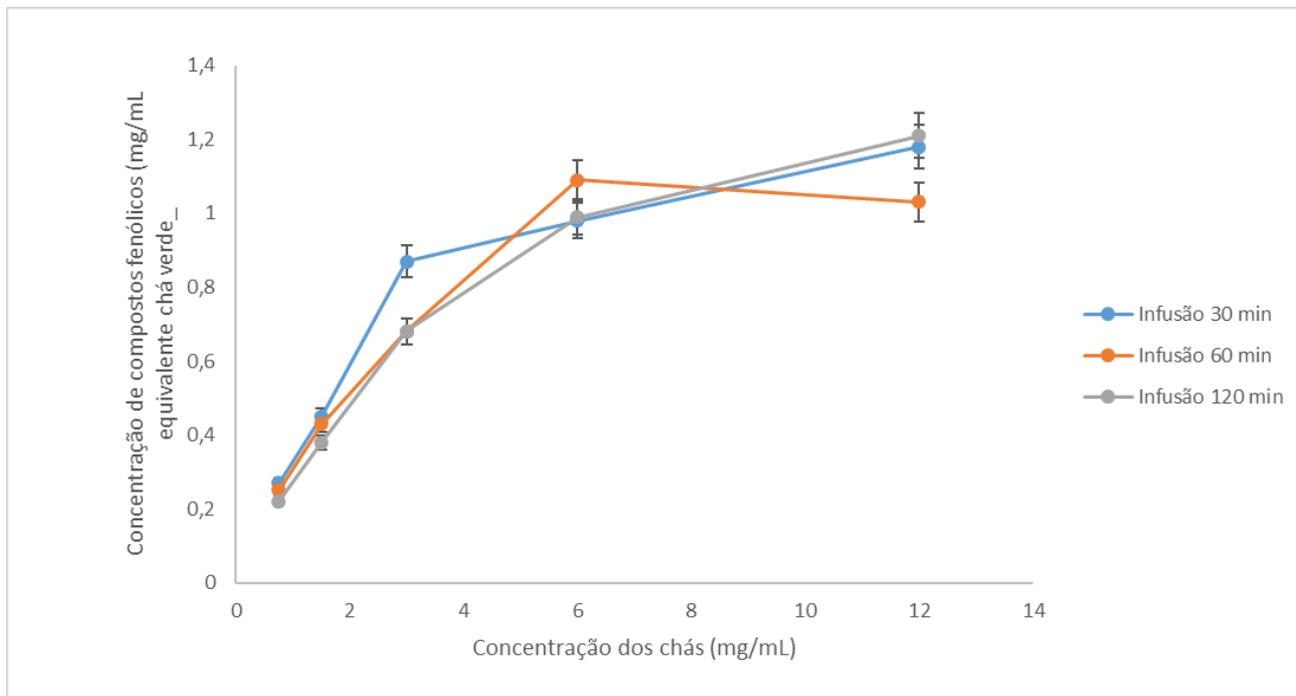


Figura 1- Gráfico demonstrativo da análise para quantificação de compostos fenólicos totais nos chás da casca do limão siciliano (*Citrus limon*), sobre o método de infusão aplicado (Fonte: elaborado pela autora, 2021).

Resultados semelhantes foram encontrados pelo método de maceração, como demonstrado na figura 2, onde os chás das cascas do limão siciliano também apresentam compostos fenólicos e as concentrações decrescem de acordo com as sucessivas diluições. Assim como no método de infusão, o tempo de extração influenciou as concentrações de compostos fenólicos obtidos através da maceração, sendo na concentração de 12 mg/mL do chá encontrados  $1,08 \pm 0,11$  mg/mL,  $0,95 \pm 0,08$  mg/mL e  $0,87 \pm 0,22$  mg/mL, equivalente chá verde para os tempos de 120, 60 e 30 minutos, respectivamente.

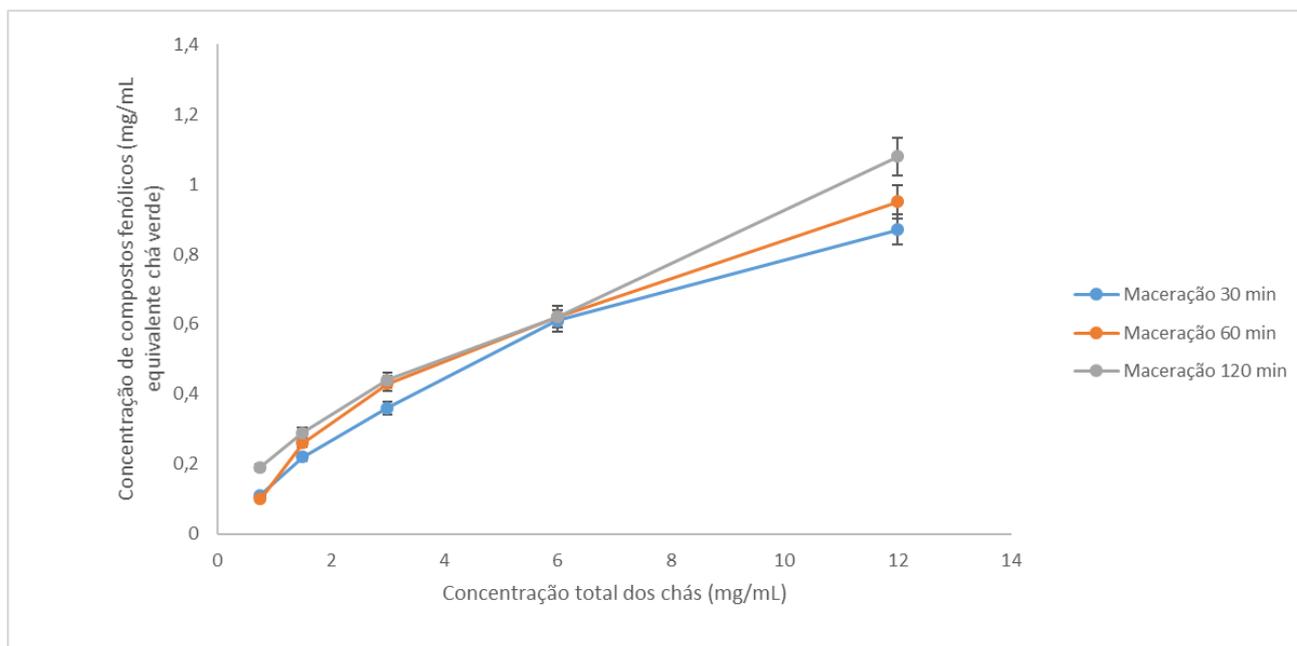


Figura 2- Gráfico demonstrativo da análise para quantificação de compostos fenólicos totais nos chás da casca do limão siciliano (*Citrus limon*), sobre o método de maceração aplicado (Fonte: elaborado pela autora, 2021).

Para comparar os resultados das análises, de acordo com os processos de obtenção dos chás, seria importante a realização de uma análise estatística, uma vez que os resultados ficaram próximos, sendo difícil afirmar a superioridade de um método sobre o outro.

Durante a avaliação da quantificação de polifenóis de um fruto pode ocorrer algumas variações nos resultados. Isto se deve por fatores como, condição climática, ponto de maturação, colheita adequada que garante integridade do fruto. Pode haver também variações sobre o método de extração, visto que é ideal obter o máximo de compostos bioativos, pois nestes há variação de polaridade, sendo necessário utilizar um solvente capaz de absorver maior concentração de compostos das amostras<sup>31</sup>.

Como já citado o ponto de maturação do fruto pode interferir durante a avaliação dos resultados, expressando menor capacidade antioxidante devido a redução dos fenólicos totais durante o processo<sup>20</sup>. De acordo com estudos recentes, é sugestivo que a diminuição de compostos fenólicos, durante o processo de maturação ocorre devido a oxidação de polifenóis pela polifenoloxidase. Dados relatados nesse estudo demonstram valores de conteúdo fenólico que podem ser observados em fruto imaturo 189,77 e 176,31 mg GAE/g extrato em flavedo e albedo (casca) e em ponto de maturação, 51,71 e 61,08 mg GAE/g extrato em flavedo e albedo (casca), respectivamente<sup>32</sup>.

Nota-se que em diferentes partes do fruto podem ser encontrados diferenças nas concentrações destes compostos. De acordo com estudos realizados com folhas secas, macerado de cascas e suco *in natura* do fruto do limão siciliano, o mesmo apresenta compostos fenólicos nas folhas,  $116,76 \pm 0,01$  mg EAT/g, no macerado da casca  $430,20 \pm 0,001$ mg EAT/g e no suco *in natura*  $289,63 \pm 0,01$  mg

EAT/g, onde nas cascas a presença de polifenóis é muito mais significativa comparado às outras partes<sup>33</sup>. Ainda neste estudo, observou-se a atividade antioxidante, capaz de reduzir o radical ABTS em porcentagem de inibição. Perante os resultados obtidos com o presente trabalho e os estudos, fica evidente a correlação que a casca do limão siciliano apresenta concentrações significativas de compostos fenólicos, e que, podem estar relacionados a capacidade antioxidante, e o seu uso diário poderia contribuir para prevenção de doenças<sup>20</sup>.

#### **4.2 Atividade dos chás das cascas do limão siciliano (*Citrus limon*) sobre o radical ABTS**

A redução do radical ABTS é um dos métodos mais utilizados devido ser um cromóforo quimicamente estável e com alta solubilidade em água. Apresenta coloração verde/azul e ótima absorvância em 645, 734 e 815 nm. Com a adição de antioxidante sobre o radical ABTS, o mesmo é reduzido, promovendo o decréscimo da coloração e obtendo o percentual de inibição do chá sobre o radical<sup>34,35</sup>.

Os resultados desta análise que demonstram o potencial antioxidante dos chás, estão expressos através do percentual de inibição sobre o radical ABTS, onde na figura 3 estão demonstrados os resultados referentes ao método de infusão e, na figura 4 referentes ao método de maceração.

Na figura 3, podemos observar que todas as amostras de chás do limão siciliano apresentaram de forma significativa, um potencial antioxidante sobre o radical ABTS, sendo dose dependente. Nos diferentes tempos de extração, para o chá de 6 mg/mL, foi observado a mesma capacidade de inibição, sendo  $100\% \pm 0,57$  (120 minutos),  $100\% \pm 0,67$  (60 minutos) e  $100\% \pm 0,19$  (30 minutos). As diferenças no potencial antioxidante aparecem quando comparamos as outras concentrações, e em tempos diferentes, onde se sobressai o tempo de extração de 30 minutos sobre os tempos de 60 e 120 minutos. No período de 30 minutos, as inibições mais significativas são visualizadas nas concentrações de 3 e 1,5 mg/mL, demonstrando uma capacidade inibitória de  $92,69\% \pm 2,98$ , e  $63,13\% \pm 1,49$ , respectivamente.

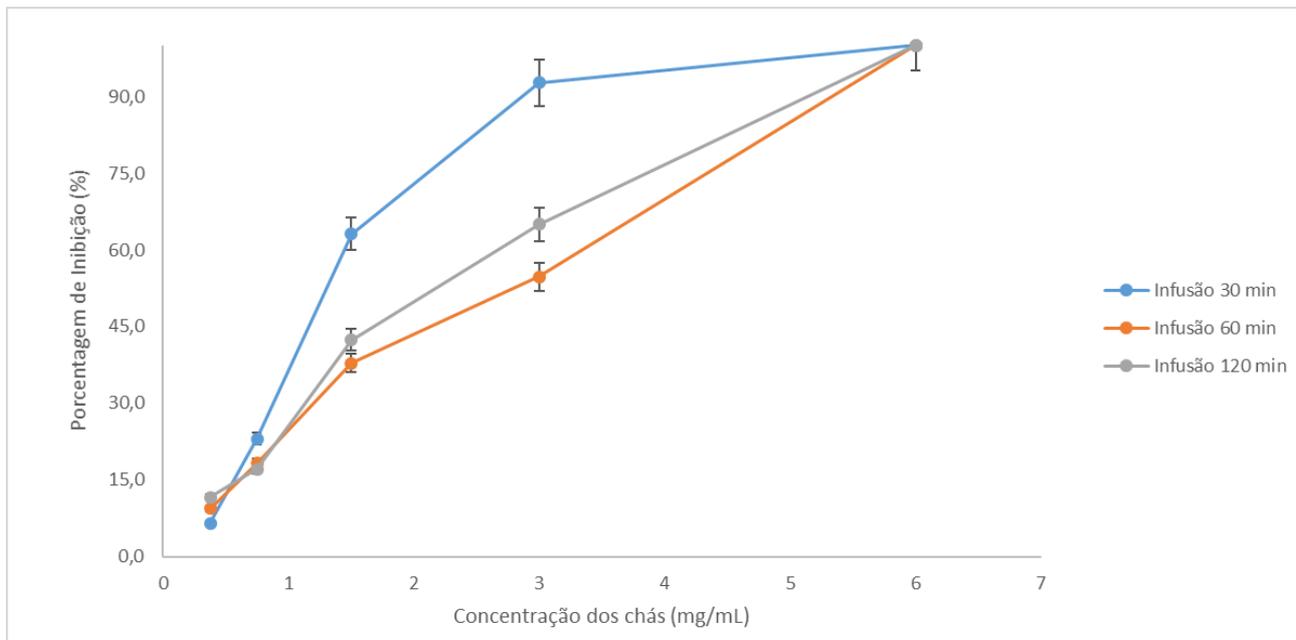


Figura 3- Gráfico demonstrativo da análise de atividade antioxidante dos chás da casca do limão siciliano (*Citrus limon*) sobre o radical ABTS no método de infusão (Fonte: elaborado pela autora, 2021).

Na figura 4, pode se observar que todos as amostras de chá do limão siciliano obtidos pela maceração apresentaram capacidade antioxidante sobre o radical ABTS. Nota-se que durante os diferentes períodos na concentração de 6 mg/mL houve maior percentual de inibição, sendo que o maior percentual de inibição sendo para 120 minutos,  $80,99\% \pm 6,2$ , 60 minutos,  $79,54\% \pm 3,77$  e para 30 minutos,  $59,19\% \pm 5,11$ . Vale ressaltar que, mesmo na maior concentração dos chás, o potencial antioxidante é inferior quando comparado ao método de infusão. No entanto, podemos considerar que o intervalo de tempo para o método da maceração foi relevante, pois em maior tempo se observa maior percentual de inibição sobre o radical, destacando a concentração de 3 mg/mL que demonstrou uma capacidade inibitória de  $46,85\% \pm 0,93$ . Uma análise estatística auxiliaria na confirmação das diferenças encontradas e na suposição de superioridade entre os métodos de obtenção.

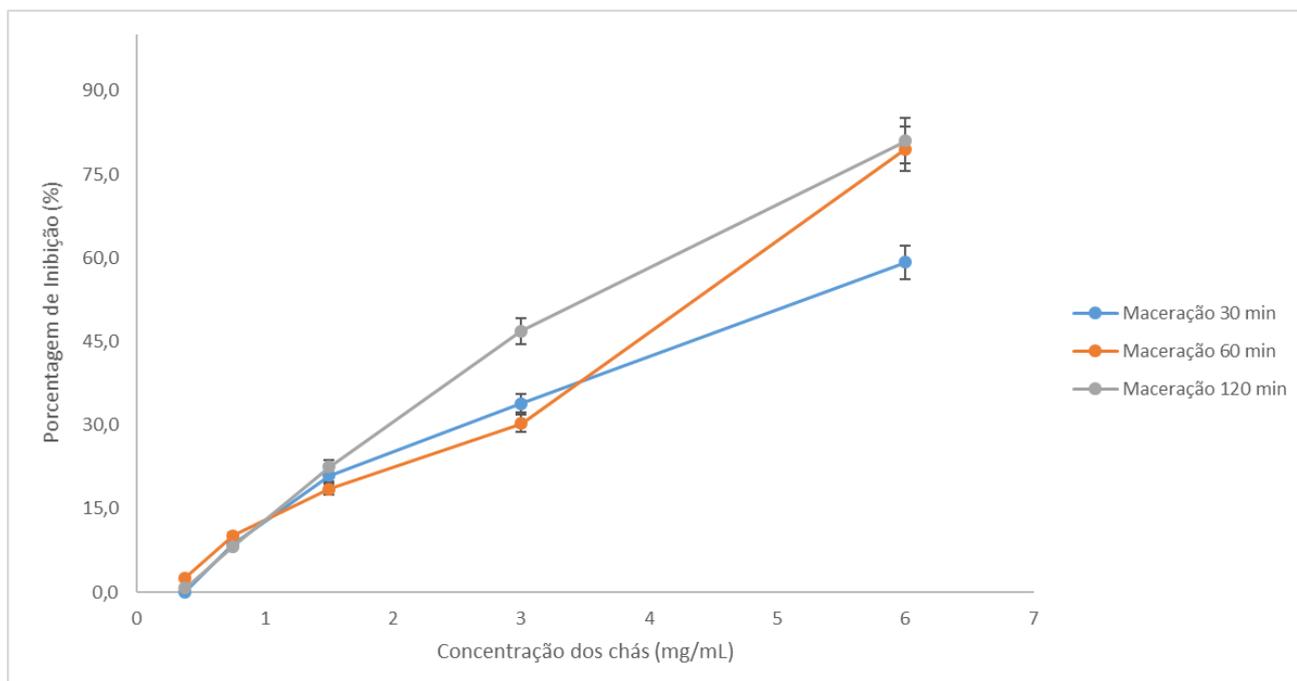


Figura 4- Gráfico demonstrativo da análise de atividade antioxidante dos chás da casca do limão siciliano (*Citrus limon*), sobre o radical ABTS no método de maceração (Fonte: elaborado pela autora, 2021).

Outros estudos demonstram o potencial antioxidante sobre o radical ABTS. Como Everton *et al.*, 2018<sup>33</sup>, evidenciaram que um percentual de inibição acima de 70% apresenta forte capacidade de inibição sobre o radical, onde nas folhas 91,62 %  $\pm$  0,00, no macerado da casca 99,72 %  $\pm$  0,00 e no suco in natura 97,50%  $\pm$  0,01. Enquanto que Moura (2010)<sup>36</sup> comparou as atividades antioxidantes de sucos de algumas frutas cítricas, entre elas o limão siciliano, que demonstrou atividade antioxidante intermediária ( $\approx$  2,7  $\mu$ mol Trolox/g) comparado às outras frutas. Semelhante aos resultados expressos nesse estudo, onde os chás de cascas de limão siciliano apresentaram potencial antioxidante sobre o radical ABTS bastante significativo, podendo ser observados os maiores índices em maior concentração do chá, durante o método de infusão, 100%  $\pm$  0,19 e a maceração 80,99%  $\pm$  6,2, respectivamente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente trabalho foi possível realizar a quantificação de compostos fenólicos totais dos chás da casca do limão siciliano, sendo que em todos os chás observou-se um alto teor de compostos fenólicos em sua composição. Podemos destacar que o método de infusão é mais eficaz em relação a maceração, visto que os resultados apresentados demonstraram maior concentração de compostos fenólicos.

Quanto a atividade antioxidante dos chás sobre o radical ABTS, ambos tiveram a capacidade de inibir o radical e se mostraram dose-dependentes. No entanto, podemos destacar o método de infusão, visto que o mesmo apresentou maior capacidade em inibir o radical, demonstrando ser um método eficaz e com resultados relevantes na busca de atividade antioxidante em frutos.

Ressalta-se a importância de uma análise estatística para comparar e confirmar as correlações de superioridade entre os resultados das análises, de acordo com os processos de obtenção dos chás, e dos intervalos de tempo.

Visto que os chás da casca do limão siciliano apresentam atividade antioxidante significativa e pode estar sendo incrementada em uma rotina de dieta, com intuito em prevenir doenças e promover saúde. É importante considerar que a casca geralmente é desprezada, e que a mesma tem considerável fonte de antioxidantes naturais, que oferecem benefícios a saúde humana.

## REFERÊNCIAS

1. VELLOSA R.C.J., *et al.* Estresse oxidativo: uma introdução ao estudo de arte, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-688.
2. ROVER JUNIOR, L. *et al.* Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutathione associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. *Química Nova*, v.24, n.1, p.112-119, 2001. Disponível em: Acesso em: 03 de fev. 2010. doi: 10.1590/S010040422001000100019.
3. HALLIWELL B, WHITEMAN M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? *Br J Pharmacol.*; 142(2): 231-55, 2004.
4. SIES, H. Glutathione and its role in cellular function. *Free Radical Biol. Med.* 27, 916- 921, 1999.
5. DOTAN, Y., D. LICHTENBERG, I. PINCHUK: Lipid peroxidation cannot be used as a universal criterion of oxidative stress. *Prog. Lipid Res.* 43, 200-227, 2004.
6. FANG, Y-Zh., S. YANG, G. WU: Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition.* 18, 872-879, 2002.
7. KUMAR S, PANDEY AK. Free Radicals: Health Implications and their Mitigation by Herbs. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research.*; 7(6):438-457,2015. doi: 10.9734/BJMMR201516284
8. GUAN G, LAN S. Implications of Antioxidant Systems in Inflammatory Bowel Disease. *BioMed Research International.*; 1290179, 2018. doi: 10.1155/20181290179
9. SHAMI NJIE, MOREIRA EAM. Licopeno como agente antioxidante. *Rev Nutr.*;17(2):227-36, 2004. doi: 10.1590/S1415-52732004000200009.
11. BIANCHI MLP, ANTUNES LMG. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev Nutr.*; 12(12):123-30, 2004. doi: 10.1590/S1415-52731999000 200001.
12. SILVA M.J.W., FERRARI B.K.C., *Metabolismo Mitocondrial, Radicais Livres e Envelhecimento.* 14(3):441-451, 2011.
13. BABIOR, B. M.; *Braz. J. Med. Biol. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo.* Res, 30, 141, 1997.
14. DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev.* v. 82, p. 4795, 2002.
15. R.L.M. Giada de, M.J. Filho, Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. CDD: 668.4222, 2006.

16. BARREIROS S.B.L.A., DAVID M.J., DAVID P.J. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. Vol. 29, No. 1, 113-123, 2006.
17. SCALBERT; WILLIAMSON. Ingestão dietética e biodisponibilidade de polifenóis. *The Journal of Nutrition*, 2000.
18. GIACOMETTI, D. C. Taxonomia e nomenclatura dos citros. In: RODRIGUEZ,O., VIEGÁS,F. (Ed.). *Citricultura Brasileira*. Campinas: Fundação Cargill, v.1, cap.7, p.184- 94, 1981..
19. SANTOS TR, SANTANA LC. Teor de carotenoides totais e potencial antimicrobiano de cascas de limão siciliano (*Citruslimon L. Burn.*) submetidas a diferentes temperaturas de secagem. Ver. Cubana, 2018.
20. KUMARI S, SARMAH N, HANDIQUE AK. Antioxidant and Antimicrobial Potential of Ripe and Unripe Juice of *Citruslimon*. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*;3:18-20, 2014.
21. HAJIMAHMOODI M. *et al.* Total Antioxidant Activity, and Hesperidin, Diosmin, Eriocitrin and Quercetin Contents of Various Lemon Juices. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*;13(6): 951-56, 2014.
22. MATOS EH. Dossiê Técnico: Cultivo de limão. Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília-CDT/UnB, 2007.
23. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção de Citros para o Nordeste. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 16. 2003.
24. SMIRDERLE LASM. Atividade Antioxidante, Polifenóis Totais , Carotenoides Totais ,  $\alpha$ - e  $\beta$ carotenos e Isômeros trans (E) e cis (Z) em Cultivares de Abóbora (*Cucurbita moschata*) Cruas e Cozidas. Univ Fed do Rio Janeiro. 114, 2013.
25. MONTEIRO JM *et al.* The effects of seasonal climate changes in the caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. and *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. *Rev Bras Farmacogn.* 16(3):338–44, 2006.
26. RUFINO M do SM. *et al.* Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. *Comun Técnico Online- Embrapa.* 128:3–6, 2007.
27. ANDRADE, C. S. A. Estudo comparativo da atividade antioxidante de chás obtidos pelo método de decoção de cascas de frutas. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) - Faculdade Guairacá – FAG, Guarapuava, 2017.

28. BABILI FATIHA E.L. *et al.* CulinaryDecoctions: Spectrophotometric Determination of Various Polyphenols Coupled With Their Antioxidant Activi ties. *PharmaceuticalCrops*, v.4, n.3, p. 15-20, 2013.
29. SZCYKUTOWICZ K.M., *et al.* Fenômeno Citrus Lemon (Limão) – Uma Revisão da Química, Propriedades Farmacológicas, Aplicações nas Indústrias Farmacêuticas, Alimentares e de Cosméticos Modernos e Estudos Biotecnológicos, 2020. Doi.org/10.3390/plants9010119.
30. WESSLING L. Estudo comparativo da atividade antioxidante de chás obtidos pelo método de decocção das cascas de maçã (*malus domestica* L. Borkh) das variedades Gala, Fuji, Granny Smith e Red Delicious, 2020.
31. MELO EA *et al.* Capacidade antioxidante das frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. 44 (2): 193-201, 2008.
32. MCHAREK N., HANCHI B. Maturational effects on phenolic constituents, antioxidant activities and LC-MS / MS profiles of lemon (*Citrus limon*) peels, 2016
33. EVERTON O.G.,*et al.* Atividade antioxidante e antimicrobiana de folhas e frutas de *Citrus limon* (L.) Queimadura (limão siciliano). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Vol. 23, No. 4 (2018).
34. KUSKOSKI, E.M. *et al.* Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Rev. Soc. Bras. Ciênc. Tecnol.Alim.*, v. 24, n.4, p. 691-693, 2004.
35. SUCUPIRA NR *et al.* Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. *J HealthSci*. 263–70, 2012.
36. MOURA M.L. Compostos bioativos em frutas cítricas: quantificação, avaliação da atividade antioxidante, parâmetros de cor e efeito da pasteurização, 2010.