

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE - *CAMPUS* APODI
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

LUCAS GOMES LINHARES

**ANÁLISE DO TEOR DE FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DA ESPÉCIE *Tabebuia caraíba* (CARAIBEIRA) CULTIVADA NA FAZENDA
ESCOLA DO IFRN – CAMPUS APODI**

APODI-RN

2019

LUCAS GOMES LINHARES

**ANÁLISE DO TEOR DE FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DA ESPÉCIE *Tabebuia caraíba* CULTIVADA NA FAZENDA
ESCOLA DO IFRN – CAMPUS APODI**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Graduado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Alcântara Alves.

Co-orientadora: Luciana Medeiros Bertini.

APODI-RN

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L755a Linhares, Lucas Gomes.

Análise do teor de fenóis totais e atividade antioxidante da espécie *tabebuia caraíba* cultivada na Fazenda Escola do IFRN – Campus Apodi / Lucas Gomes Linhares – Apodi, 2019.

46 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Alcântara Alves.

Co-orientadora: Prof. Dra. Luciana Medeiros Bertini.

Trabalho de conclusão de curso (Superior). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Apodi - Curso Superior de Licenciatura Plena em Química, Apodi, 2019.

1. Plantas medicinais. 2. Química – Ácidos – Fenóis. 3. Química – Compostos antioxidantes. 4. Química verde. I. Alves, Leonardo Alcântara (orient). II. Bertini, Luciana Medeiros (co-orient). III. Título.

IFRN

547.1 CDU

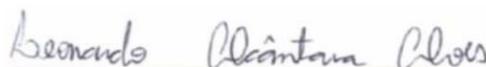
LUCAS GOMES LINHARES

**ANÁLISE DO TEOR DE FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DA ESPÉCIE *Tabebuia caraíba* CULTIVADA NA FAZENDA
ESCOLA DO IFRN – CAMPUS APODI**

Monografia apresentada ao Curso Superior de
Licenciatura em Química do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
Grande do Norte, em cumprimento às
exigências legais como requisito parcial à
obtenção do título de Graduado em Química.

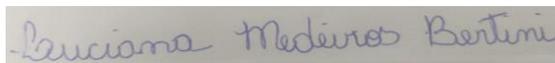
Monografia apresentada e aprovada em 18/12/2019, pela seguinte Banca
Examinadora:

BANCA EXAMINADORA



Leonardo Alcântara Alves, Dr. – Presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Luciana Medeiros Bertini, Dra. – Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Francisco Felipe Maia da Silva, Dr. – Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho a todas a pessoas,
que por mais incrível que pareça,
acreditaram em mim até o fim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a minha família, que sempre me apoiou e me deu forças em todos os momentos difíceis, e me acompanhou em todas as vitórias.

Aos meus grandes amigos, Matheus e Jean, um companheirismo que dura desde o ensino fundamental.

Aos meus colegas de laboratório, Matheus, Jean e Luma por todo esse tempo de trabalho que gerou além de resultados, grandes amizades.

Ao meu orientador Leonardo Alcântara, por todos os ensinamentos, apoio e paciência.

Ao IFRN *campus* Apodi, pela ótima qualidade de ensino e estrutura necessária para a realização desta e de várias outras pesquisas.

“Para criaturas tão pequenas como nós a
imensidão só é tolerável por meio o
amor”
(Carl Sagan)

RESUMO

O estudo de plantas medicinais vem se tornando cada vez mais relevante. Em decorrência de possíveis problemas causados por fármacos sintéticos, os produtos de origem natural vêm se tornando cada vez mais valorizados. A *Tabebuia caraíba*, uma árvore nativa da América do Sul e Central, também conhecida como caraibeira ou ipê-amarelo, é uma árvore que além de valor ornamental, também é usada para meios medicinais. De grande relevância para os estudos sobre plantas medicinais, os compostos que possuem ação antioxidante são de grande importância para a saúde humana. Em decorrência dos possíveis problemas causados por antioxidantes sintéticos, houve um aumento na procura por fontes naturais de antioxidantes. Com base nisso, neste trabalho foi realizada uma análise para quantificar o teor de fenóis totais e atividade antioxidante de três partes (casca, folha e galho) da árvore *Tabebuia caraíba* presente na fazenda escola do IFRN, campus Apodi. A metodologia usada para a quantificação de fenóis totais foi pelo método de Folin-Cicalteau. Para a quantificar a atividade antioxidante foram utilizados dois métodos, sendo eles o método de captura do radical DPPH e o método de captura do radical ABTS. Para a determinação de fenóis totais o melhor valor encontrado foi de 17,54 mg EAG/g para o extrato hexânico de folhas, resultado consideravelmente baixo em relação à literatura. A quantificação de antioxidantes foi feita por duas metodologias diferentes, DPPH e ABTS. Utilizando a metodologia de captura do radical DPPH, o melhor valor de CI_{50} encontrado foi de 112,50 ppm para o extrato aquoso da casca, em comparação com resultados da literatura, esses valores foram considerados baixos. Para a metodologia de captura de radical ABTS, o extrato de casca em etanol alcançou o resultado de 739,64 μ M trolox/g, um valor alto comparados a outros trabalhos que utilizaram esta metodologia. O uso de duas metodologias se mostrou eficaz quando, nenhum extrato hexânico apresentou atividade para a metodologia de DPPH, já para a metodologia de ABTS, foi possível detectar atividade desses mesmos extratos. Apesar de alguns resultados baixos, este trabalho alcançou o objetivo de quantificação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante da espécie estudada.

Palavras Chave: *Tabebuia caraíba*, caraibeira, caraíba, fenóis, antioxidante, DPPH, ABTS.

ABSTRACT

The study of medicinal plants has become increasingly relevant. Due to possible problems caused by synthetic drugs, products of natural origin are becoming increasingly valued. *Tabebuia caraíba*, a tree native to south and central america, also known as caraiqueira or ipê-amarelo, is a tree that besides being of ornamental value, is also used for medicinal means. Of great relevance for studies on medicinal plants, compounds that have antioxidant action are of great importance for human health. Due to the possible problems caused by synthetic antioxidants, there was an increase in the demand for natural sources of antioxidants. Based on this, in this work an analysis was carried out to quantify the total phenol content and antioxidant activity of three parts (bark, leaf and branch) of the *Tabebuia caraíba* tree present at the IFRN school farm, campus Apodi. The methodology used for the quantification of total phenols was the Folin-Cicalteau method. Two methods were used to quantify the antioxidant activity, the DPPH radical capture method and the ABTS radical capture method. For the determination of total phenols, the best value found was 17,54 mg EAG / g for hexane leaf extract, a result that is considerably low compared to the literature. The quantification of antioxidants was done by two different methodologies, DPPH and ABTS. Using the DPPH radical capture methodology, the best IC₅₀ value found was 112,50 ppm for the aqueous extract of the bark, compared to results in the literature, these values were considered low. For the ABTS radical capture methodology, the bark extract in ethanol reached the result of 739,64 µM trolox / g, a high value compared to other studies that used this methodology. The use of two methodologies proved to be effective when, none of the hexane extracts showed activity for the DPPH methodology, whereas for the ABTS methodology, it was possible to detect the activity of these same extracts. Despite some low results, this work achieved the objective of quantifying the phenolic compounds and antioxidant activity of the studied species.

Keywords: *Tabebuia caraíba*, Caribbean, Caribbean, phenols, antioxidant, DPPH, ABTS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fotografia da árvore <i>T. caraíba</i> do IFRN <i>campus Apodi</i>	14
Figura 2 - Biossíntese dos flavonoides	15
Figura 3: Reação de substância redutora com o reagente Folin-Ciocalteu.	16
Figura 4 - Estrutura molecular de DPPH•	18
Figura 5 - Estrutura molecular do ABTS	19
Figura 6 - Pesagem do material na balança	23
Figura 7 - Solvente sendo retirado e filtrado	24
Figura 8 - Extratos de hexano	24
Figura 9 - Extrato de etanol	25
Figura 10 - Extratos de água	25
Figura 11 - Teor de fenóis totais nos extratos	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Massas dos extratos	26
Tabela 2 - Rendimento dos extratos	26
Tabela 3 - Valores de CI_{50} para a inibição do radical DPPH	28
Tabela 4 - Atividade antioxidante por método de ANBS	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1. PLANTAS MEDICINAIS	12
2.2. <i>TABEBUIA CARAIBA</i> (MART.) BUR.	13
2.3. FENÓIS	15
2.4. ANTIOXIDANTES	16
2.4.1. DPPH	18
2.4.2. ABTS	18
3. METODOLOGIA	20
3.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	20
3.2. COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO.....	20
3.3. OBTENÇÃO DO EXTRATOS	20
3.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS	20
3.5. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	21
3.5.1. Método de captura do radical DPPH	21
3.5.2. Método de captura do radical ABTS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1. RENDIMENTO DO MATERIAL VEGETAL	23
4.2. QUANTIFICAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS	26
4.3. RESULTADOS PARA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	27
4.3.1. MÉTODO DPPH	27
4.3.2. MÉTODO ABTS	28
5. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICES	37

1. INTRODUÇÃO

O estudo sobre plantas nativas de determinadas regiões é de grande relevância para o meio científico. A partir dessas pesquisas é possível se obter mais informações sobre estas plantas podendo ser feita uma melhor caracterização delas. Além disso, como diversos grupos de pesquisa têm voltados seus trabalhos para a discussão da química verde, estudos sobre compostos naturais de plantas que beneficiem a saúde, tornam-se cada vez mais relevantes.

Sendo assim, a utilização da medicina tradicional e das plantas medicinais nos países em desenvolvimento tem sido explorado como base normativa para a manutenção da saúde, tendo em vista que o conhecimento histórico acerca das plantas mostra que elas foram um dos primeiros recursos terapêuticos utilizados para aumentar sua chance de sobrevivência (CORREIA, 2008).

Com isso, o uso de plantas medicinais para a manutenção e a recuperação da saúde tem acontecido a bastante tempo, desde as formas mais simples de tratamento local até as formas mais complexas de fabricação industrial de medicamentos (GIRALDI, HANAZAKI, 2010).

Algumas plantas que merecem destaque em pesquisa são as de uso popular medicinal. A medicina popular faz uso de uma grande variedade de plantas para tratar muitas doenças ou enfermidades, usando-as em forma de chás, xaropes, óleos etc. Nesta linha de discussão, cabe destacar uma espécie de ipê, a caraibeira (*Tabebuia caraiba*) que, além de uso medicinal, também é usada em ornamentação.

Dentre as espécies de ipê, *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau, conhecida popularmente no grupo dos ipês amarelos como caraibeira, caraíba, entre outros, pertencente à família Bignoniaceae, é uma árvore nativa ornamental com potencial para a recuperação de áreas degradadas (SOUZA; LORENZI, 2005).

A caraibeira também é uma árvore usada na medicina popular. Existem diversas pesquisas relacionadas às plantas e seus compostos que possam beneficiar a saúde. Um desses que é comumente alvo de pesquisa são os compostos com ação antioxidante.

Considerando a diversa variedade de compostos com propriedades antioxidantes, alguns métodos *in vitro* foram criados para a determinação da atividade anti-radicalar destas espécies. Estes métodos dirigem espécies radicalares estáveis em que a detecção do ponto final da reação se realiza, na maioria das vezes, por medida da absorbância no UV. Das metodologias mais conhecidas para avaliação da atividade antioxidante de

bebidas, alimentos e de plasma sanguíneo, estão os ensaios de captura de radicais livres ABTS [2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico] e o DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazina) (LIMA; BEZERRA, 2012).

Tendo isso em vista, este trabalho teve como objetivo fazer uma caracterização de diferentes extratos em algumas partes da caraibeira (*Tabebuia caraiba* Mart.) presente na fazenda-escola do IFRN – Campus Apodi a respeito de sua atividade antioxidante, avaliando, também, seu teor de fenóis totais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PLANTAS MEDICINAIS

Planta medicinal é aquela que contém um ou mais de um princípio ativo, conferindo-lhe atividade terapêutica e são capazes de aliviar ou curar diversas enfermidades (BRASIL, 2012).

As plantas medicinais sempre foram usadas, sendo no passado o principal meio terapêutico conhecido para tratamento de enfermidades. Partindo do conhecimento e uso popular, foram descobertos inúmeros medicamentos utilizados na medicina tradicional (SOUSA *et al.*, 2007).

Ao início de processo de urbanização e industrialização no país, o acesso aos medicamentos sintéticos e as poucas comprovações das propriedades farmacológicas das plantas, fez com que o conhecimento tradicional do uso das plantas medicinais fosse considerado um sinônimo de atraso e charlatanismo (SANTOS, 2014).

Contudo, recuperar o conhecimento tradicional é de grande relevância para valorização da cultura tradicional das comunidades. Resgatando esse conhecimento popular a respeito do uso das plantas medicinais é inquestionável, visto que o uso desta prática pode ser considerado um dos principais recursos terapêuticos para o tratamento de várias doenças de muitas comunidades (SANTOS *et al.*, 2019).

Com os avanços ocorridos nas ciências da saúde, novos métodos de tratar e curar as doenças foram surgindo, como o uso dos medicamentos industrializados, gradativamente introduzidos no dia-a-dia das pessoas. Esta imersão ocorreu não somente através dos profissionais de saúde, como também, por campanhas publicitárias dos laboratórios que fabricam tais medicamentos, que prometiam curar as mais diversas doenças (BADKE, *et al* 2012).

Com isto, a demanda da indústria por novas fontes naturais de medicamentos vem crescendo cada vez mais. Por outro lado, os efeitos colaterais causados pelos fármacos sintéticos estimulam o aproveitamento de medicamentos de origem vegetal ou, em muitos casos, porque representam a única fonte de medicamentos, como acontece nos locais mais isolados e distantes (VEIGA JÚNIOR; PINTO; MACIEL, 2005).

Segundo dados do Ministério da Saúde, a procura por plantas medicinais tem sido cada vez mais intensa. O fornecimento de medicamentos fitoterápicos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) apresentou crescimento na procura em 161% entre os anos de 2013 a 2015 (BRASIL, 2016).

Cabe destacar que, mesmo com a chegada de grandes laboratórios farmacêuticos e dos fármacos sintéticos, as plantas medicinais continuam sendo uma forma alternativa de tratamento em várias partes do mundo. Nas últimas décadas observou-se a revalorização do emprego de preparações fitoterápicas. Desse modo, alguns grupos farmacêuticos passaram a desenvolver esforços para o aprimoramento de medicamentos fitoterápicos e sua produção em escala industrial (TUROLLA; NASCIMENTO, 2006).

2.2. *TABEBUIA CARAIBA* (MART.) BUR.

Os ipês são plantas da família Bignoniaceae, do gênero *Tabebuia*, englobando aproximadamente 100 espécies, e estão distribuídas desde o México e Antilhas até o Norte da Argentina. Além de fornecer madeira de boa qualidade, são árvores ornamentais, principalmente devido à exuberância de suas flores de diferentes matizes (CORRÊA et al., 2008).

Nativa da América do Sul e Central, a *Tabebuia* (Bignoniaceae) é bastante utilizada na medicina popular. Seus extratos são usados para o tratamento de úlceras e outros distúrbios gastrointestinais, sífilis, candidíase, prostatite, alergias e outros. Seus principais componentes são quinonas, furanonaftoquinonas, ácido benzóico e flavonóides (LEMOS et al., 2012).

As características ecológicas de muitas espécies do gênero *Tabebuia* tornam seu estudo importante devido ao seu grande aproveitamento econômico, ornamental, medicinal, entre outros (MACHADO et al., 2002).

Dentre as plantas exploradas do Cerrado, pode-se destacar a *T. caraiba* (Mart.) Bur. (Figura 1), que é uma Bignoniaceae nativa da região neotropical. A espécie se distribui do norte do México até o norte da Argentina, incluindo as ilhas do Caribe. É conhecida popularmente por ipê-amarelo-do-cerrado, caraibeira, caraiba, paratudo-do-campo, carobeira e craiba. Esta espécie é conhecida por produzir uma floração massiva e por esse motivo é bastante utilizada como planta ornamental, medicinal e sua madeira também é utilizada na indústria madeireira por ser muito dura e resistente (PAULA; ALVES, 2007).

Figura 1: Fotografia da árvore *T. caraíba* do IFRN *campus Apodi*



Fonte: Próprio autor, 2019

A *T. caraíba* apresenta tronco reto, casca grossa fissurada, folha composta, digitada, folíolos com ápice acuminado, rígidos, glabros, flor amarela, vistosa, o fruto é uma cápsula, dura com sementes aladas (PAULA; ALVES, 2007).

Pode-se destacar, que o chá da casca e entrecasca de *T. caraíba* também é utilizado como diurético, e suas raízes curtidas na cachaça ou vinho são utilizadas no tratamento da gripe (BARRETO, 1990).

2.3. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

No Brasil existe uma flora característica com várias espécies vegetais, onde diversas espécies naturais já são reconhecidas com importante ação farmacológica. Estas espécies têm essa capacidade por terem em sua composição substâncias bioativas com ação antioxidante. Provenientes do metabolismo secundário, as substâncias bioativas se desenvolvem somente em espécies naturais (CUNHA, 2015).

Os metabólitos secundários são substâncias ativas com atividade farmacológica reconhecida, estes oferecem valor comercial, tanto para a indústria alimentar, como para a indústria farmacêutica, cosmética, agrônoma, entre outras (SIMÕES *et al.*, 2010).

Classificados como metabólitos secundários das plantas, os compostos fenólicos, constituem um complexo grupo de substâncias químicas. Estudos epidemiológicos indicam que o consumo de Bebidas e alimentos contendo estes compostos desempenham um papel importante na prevenção de doenças (CORREIA, 2015).

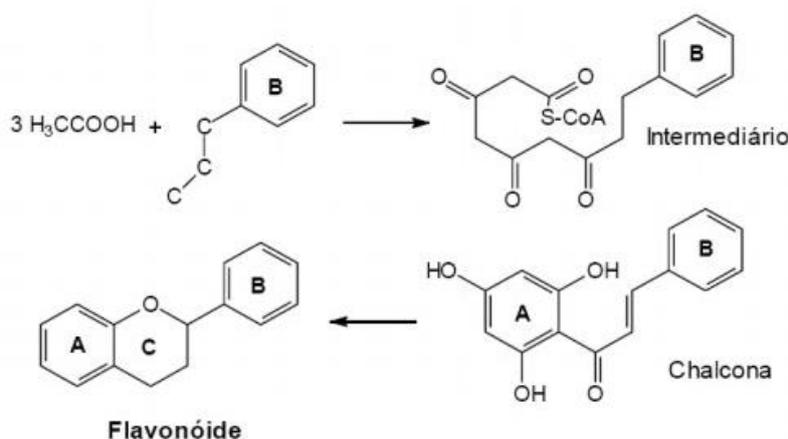
2.4. FENÓIS

Os compostos fenólicos são quimicamente definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo grupos funcionais (MOURA, 2016).

Os compostos fenólicos possuem atividade antioxidante principalmente das suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características têm um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, tendo ação tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, por causa da ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (CHUN et al., 2015; SOARES, 2002).

Os compostos fenólicos de plantas possuem em diversas categorias, como fenóis simples, ácidos fenólicos (derivados de ácidos benzóico e cinâmico), cumarinas, flavonoides (Figura 2), estilbenos, taninos condensados e hidrolisáveis, lignanas e ligninas (NACZK; SHAHIDI, 2004).

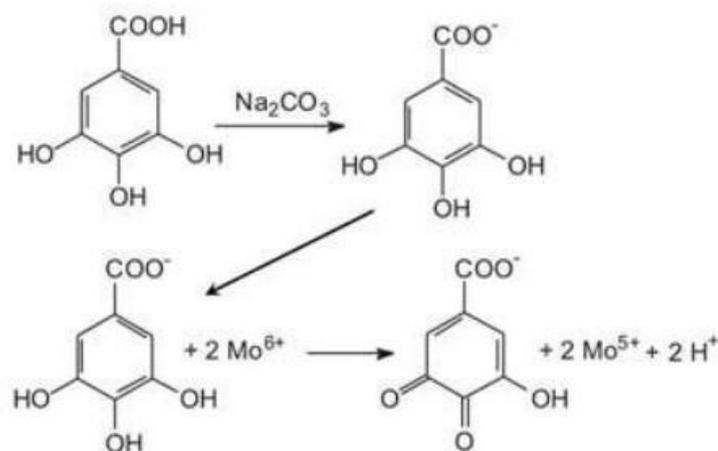
Figura 2: Biossíntese dos flavonoides



Fonte: FLAMBÓ, 2013

O uso do reagente de Folin-ciocalteu é um dos métodos mais usados para a quantificação de fenóis totais, que consiste em uma mistura entre os ácidos fosfotungstúico e fosfomolibdúico, onde o molibdênio e o tungstênio se encontram em estado de oxidação +6, e adquirem coloração característica azul na presença de compostos fenólicos, reação mostrada na Figura 3 abaixo: (CHAVE *et al*, 2007).

Figura 3: Reação de substância redutora com o reagente Folin-Ciocalteu.



Fonte: PIRES, 2017

O reagente de Folin-Ciocalteu não é específico para grupos fenólicos, e pode sofrer interferências de outras substâncias redutoras que estejam presentes na amostra, como ácido ascórbico, proteínas e açúcares redutores (IKAWA *et al.*, 2003).

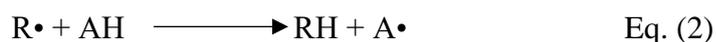
2.5. ANTIOXIDANTES

Uma quantidade substancial de evidências nos últimos anos tem indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas associadas a ela, além de doenças cardiovasculares, câncer, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (ATOUI *et al.*, 2005; BARREIROS *et al.*, 2006).

Radical livre é todo átomo ou molécula que tem elétrons desemparelhados em sua camada mais externa. São substâncias instáveis que se propagam facilmente e têm uma vida média consideravelmente curta (PREREIRA, 2012).

Já os antioxidantes são substâncias que, presentes em pequenas concentrações comparadas com o substrato oxidável, inibem ou retardam a oxidação dele. Assim, os antioxidantes são os agentes responsáveis de reduzir ou inibir os danos causados pelos radicais livres nas células (MOURA, 2016).

Os antioxidantes têm capacidade de estabilizar ou desativar os radicais livres (Equação 1 e 2) antes que ataquem os alvos biológicos nas células (ATOUI *et al.*, 2005). Compostos com essa capacidade se mostram como uma alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos e diminuir os possíveis danos oxidativos nos seres vivos (BAUER *et al.*, 2001).



Onde:

ROO• e R• = Radicais livres;

AH = Antioxidante;

A• = Radical inerente.

Nos organismos, a produção de radicais livres é controlada por vários compostos antioxidantes, dos quais podem ter origem endógena (por ex., superóxido dismutase), ou virem da dieta alimentar e outras fontes (ATOUI *et al.*, 2005; BARREIROS *et al.*, 2006).

O consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária, como tem mostrado diversos estudos, pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo. Descobriu-se que uma série de doenças como câncer, artrite, malária, aterosclerose, diabetes, doenças do coração, AIDS, podem ter ligação com os danos causados por formas de oxigênio extremamente reativas denominadas de “substâncias reativas oxigenadas” (ROS). Substâncias estas, também estão ligadas com processos responsáveis pelo envelhecimento do corpo (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001; YILDRIM, MAVI; KARA, 2001).

Em decorrência dos possíveis problemas causados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, as pesquisas voltaram-se para encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, os quais poderão substituir os sintéticos ou fazer associação entre eles (SOUSA *et al.*, 2007).

O interesse em avaliar a capacidade antioxidante é resultado de vários estudos sobre a importância dos antioxidantes em sistemas biológicos. Para mensurar a capacidade antioxidante de vários tipos de substâncias existe um grande acervo de métodos disponível na literatura científica (OLIVEIRA, 2015).

2.6. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Existem diversos métodos para avaliar a atividade antioxidante *in vitro* de substâncias biologicamente ativas, envolvendo desde ensaios químicos com substratos lipídicos a ensaios mais complexos utilizando as mais diversas técnicas instrumentais (SANCHEZ-MORENO, 2002).

Existe número de métodos disponíveis na literatura científica para quantificar a capacidade antioxidante de vários tipos de substâncias. O interesse em determinar a capacidade antioxidante é decorrência de muitos estudos sobre a importância dos

antioxidantes em sistemas biológicos (KARADAG; OZCELIK; SANER, 2009; PÉREZ-JIMÉNEZ ET AL., 2008).

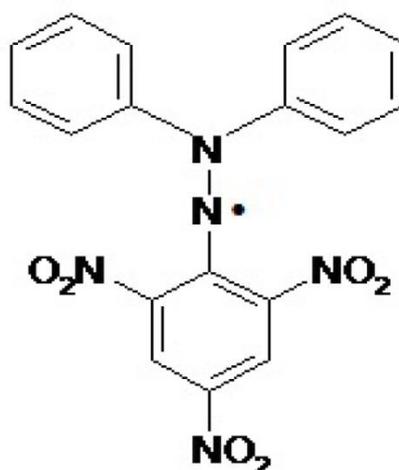
Alguns dos métodos usados são os espectrofotométricos que em geral baseados na determinação da capacidade antioxidante monitorada pela redução dos radicais DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) e ABTS• + (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) (ANGELLA, 2014).

2.6.1. DPPH

Atualmente uma das técnicas utilizada para detectar a capacidade antioxidantes de compostos é o método baseado na eliminação do radical livre estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•) (OLIVEIRA, 2015).

O DPPH é um radical livre orgânico (Figura 4), vastamente usado como indicador de atividade antioxidante de extratos e óleos vegetais, sendo vantajoso por ser um radical estável. O método do DPPH foi inicialmente apresentado por Blois (1958) e, depois, adaptado por Brand-Williams *et al.* (1995), os quais popularizaram sua utilização nas pesquisas de antioxidantes.

Figura 4: Estrutura molecular de DPPH•



Fonte: OLIVEIRA, 2015

Um dos mecanismos reconhecidos pelo qual ocorre a ação dos antioxidantes é o sequestro de radicais livres. Com isto, o método de sequestro do radical livre DPPH pode ser usado para determinar a atividade antioxidante de um extrato em curto período ou compostos específicos (PRADO, 2009).

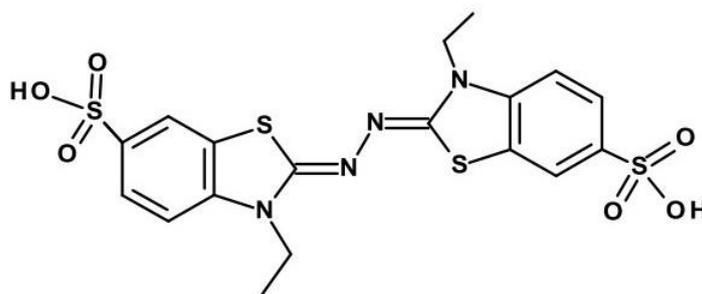
2.6.2. ABTS

Outro método bastante utilizado para medir a atividade antioxidante é através da captura do radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS). Através

dessa metodologia, é possível medir a atividade de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica (KUSKOSKI et al., 2005).

O ABTS (Figura 5) é uma substância utilizada em vários ensaios enzimáticos como marcador de reação. No entanto, recentemente vem sendo empregado em ensaios colorimétricos para estimar o potencial antioxidante de substâncias ou misturas (TORRES, *et al.* 2017).

Figura 5: Estrutura molecular do ABTS



Fonte: TORRES, *et al.* 2017

O método do ABTS (2,2'-azino-bis(ácido etilbenzo-tiazolína6-sulfônico) sal diamônio) se baseia na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS^{•+}. Esta captura causa um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos, sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

Este método de determinação da atividade antioxidante total se dá através da captura de seu radical livre, que ao capturar o antioxidante, resulta na descoloração da solução esverdeada (BERGAMASCHI, 2010).

Esse método apresenta excelente estabilidade, sendo um dos testes mais rápidos de atividade antioxidante e que oferece resultados reprodutíveis, além de oferecer vários máximos de absorção e uma boa solubilidade, permitindo análises de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica (KUSKOSKI, 2005).

3. METODOLOGIA

3.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico deste trabalho foi realizado através de ferramentas de busca disponíveis na web e por programas específicos, tais como: *Scielo*, *Scifinder*, *Sciencedirect* e lista de Periódicos da Capes com objetivo de investigar os principais trabalhos disponíveis sobre a espécie a ser estudada de modo a embasar o que foi sendo produzido, comparar os resultados obtidos com a literatura, entre outros.

3.2. COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO

A espécie vegetal analisada foi coletada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – *Campus Apodi* (5°37'35.9"S; 37°48'28.6"W). O material vegetal foi inicialmente triturado e seco sob a ação do vento para posterior pesagem.

3.3. OBTENÇÃO DO EXTRATOS

Para obtenção dos extratos, 300 g de cada parte do material vegetal utilizado foram imersos inicialmente em 500 mL de solvente e deixados em repouso por um período de 72h. Após esse período, o material foi filtrado e o solvente evaporado em rotaevaporador. Foram feitas três extrações, separadamente, com solventes diferentes, sendo eles hexano, etanol e água. O extrato obtido foi pesado para posterior avaliação de seu rendimento. As extrações foram feitas apenas uma vez para cada solvente.

O rendimento dos extratos foi calculado seguindo a equação 3 abaixo:

$$Rendimento = \frac{\text{Massa do extrato}}{\text{Massa total*}} \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

*massa do material vegetal usado

3.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS

A determinação de fenóis totais foi realizada pelo método de Folin-Cicalteau (BONOLI et al., 2004). Cada extrato vegetal foi dissolvido em metanol, transferido para um balão volumétrico de 100 mL e o volume final completado com metanol. 7,5 mL desta solução foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL; esta segunda solução teve

seu volume acertado novamente com metanol. Uma alíquota de 100 µL desta última solução foi agitada com 500 µL do reagente de Folin-Ciocalteu e 6 mL de água destilada por 1 minuto; passado este tempo 2 mL de carbonato de sódio (Na₂CO₃) a 15% foi adicionado à mistura e agitada por 30 s. A solução teve seu volume acertado para 10 mL com água destilada. Após 2 horas, a absorbância das amostras foi medida a 750 nm utilizando-se cubetas de vidro, tendo como controle o metanol e todos os reagentes, menos o extrato.

O teor de fenóis totais (FT) foi determinado por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (10 a 350 µg/mL) e expressos como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por g de extrato (Apêndice A). Os testes foram realizados no mínimo em triplicata.

3.5. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

3.5.1. Método de captura do radical DPPH

Os extratos foram submetidos ao teste de atividade antioxidante pelo método do DPPH em que, em um tubo de ensaio, foi colocado 1,0 mL de uma solução metanólica do radical livre DPPH 60 µM. Em seguida, adicionado ao tubo 1,0 mL da solução metanólica da amostra a foi testada em concentrações na faixa de 1000 ppm a 10 ppm. A absorbância foi medida num espectrofotômetro de UV no comprimento de onda de 520 nm, após 30 minutos.

A porcentagem de inibição foi obtida por comparação da absorção da solução contendo amostra, em relação a uma solução controle de DPPH sem amostra (ALMEIDA *et al.*, 2010).

$$\%In = \frac{ABS(DPPH) - ABS(Material)}{ABS(DPPH)} \times 100 \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

%In = Porcentagem de inibição

ABS(DPPH) = Absorbância do radical DPPH

ABS(Material) = Absorbância da amostra

3.5.2. Método de captura do radical ABTS

O radical ABTS foi obtido pela reação da solução de ABTS 7 mmol/L com solução de Na₂S₂O₈ 140 mmol/L, incubados a temperatura de 25 °C e no escuro, durante 12-16h. Uma vez formado, o radical foi diluído em etanol até obtenção de absorbância de 0,700 em 734 nm. O extrato foi dissolvido em etanol e diluído em, pelo menos, três (3)

concentrações entre 100-2000 μM , cada uma em triplicata. Em ambiente escuro foi transferido uma alíquota de 30 μL de cada diluição dos extratos para tubo de ensaio contendo 3,0 mL de solução de radical ABTS. A leitura foi feita após 6 minutos de reação em espectrofotômetro a 734 nm utilizando etanol como branco. Como referência, foi utilizado Trolox entre 100-2000 μM . Os resultados foram expressos em μM Trolox/g amostra (TIVERON, 2010).

Para os cálculos de concentração, foi feita uma curva-padrão de trolox (Apendice A) e anotou-se sua equação da reta.

Com a equação da curva de trolox, pôde ser feito o cálculo de diluição do extrato (mg/L) para 1000 μM de trolox (Equação 5):

$$y = -ax + b \quad \text{Eq. (5)}$$

Sendo:

y = Absorbância apropriada a 1.000 μM de trolox

x = Diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1000 μM de trolox

Com o resultado encontrado (x) na equação 3, foi dividido por 1000 para obter o valor em g (Equação 4). O resultado (Equação 5) foi calculado pela divisão de 1000 (μM) pelo valor de x(g) e multiplicado por 1(g) para encontrar o valor final (z) que foi expresso em μM trolox/g de extrato (RUFINO, 2004).

$$x(g) = \frac{x}{1000} \quad \text{Eq. (6)}$$

$$Z = \frac{1000}{x(g).1} \quad \text{Eq. (7)}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. RENDIMENTO DO MATERIAL VEGETAL

A obtenção dos materiais vegetais foi feita na fazenda escola do IFRN *campus* Apodi, com autorização e acompanhamento de servidores responsáveis. Antes da extração o material foi triturado e levado à balança analítica para ser pesado (como mostra a Figura 6), tendo sua massa anotada.

Figura 6: Pesagem do material triturado na balança analítica



Fonte: Próprio autor, 2019

Com todos os materiais pesados, eles foram colocados em recipientes de vidro onde foram imersos no solvente para a extração, sendo retirados após a 72 horas, como mostra a Figura 7:

Figura 7: Solvente sendo retirado e filtrado

Fonte: Próprio autor, 2019

Ao final do processo de extração, o excesso de solvente foi retirado por meio de rotaevaporação e banho-maria. Os extratos foram postos em copos de vidro previamente pesados onde, ao final, foram calculados os rendimentos. Abaixo, nas Figuras 8, 9 e 10, estão os extratos obtidos ao final do processo, sendo de hexano, etanol e água, respectivamente.

Figura 8: Três extratos diferentes da espécie *Tabebuia caraíba* usando hexano

Fonte: Próprio autor, 2019

Figura 9: Três extratos diferentes da espécie *Tabebuia caraíba* usando etanol



Fonte: Próprio autor, 2019

Figura 10: Três extratos diferentes da espécie *Tabebuia caraíba* usando água



Fonte: Próprio autor, 2019

A massa dos extratos foi obtida com a subtração da tara de seus recipientes pela sua massa total (copo com o extrato). Os valores obtidos foram dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Massas de todos os extratos da espécie *Tabebuia caraíba*

	Hexano	Etanol	Água
Folha	0,4352 g	9,7438 g	18,7453 g
Galho	0,1603 g	4,7123 g	8,5763 g
Casca	0,1617 g	0,5085 g	0,7788 g

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

O rendimento dos extratos foi calculado usando a Equação 3 mostrada anteriormente. Os resultados foram dispostos na tabela abaixo (Tabela 2), onde mostra os rendimentos de cada parte utilizada em nos três solventes diferentes:

Tabela 2: Rendimento de todos os extratos da espécie *Tabebuia caraíba*

	Hexano	Etanol	Água
Folha	0,37%	8,2 %	15,80%
Galho	0,15%	4,43%	8,08%
Casca	0,12%	0,38%	0,58%

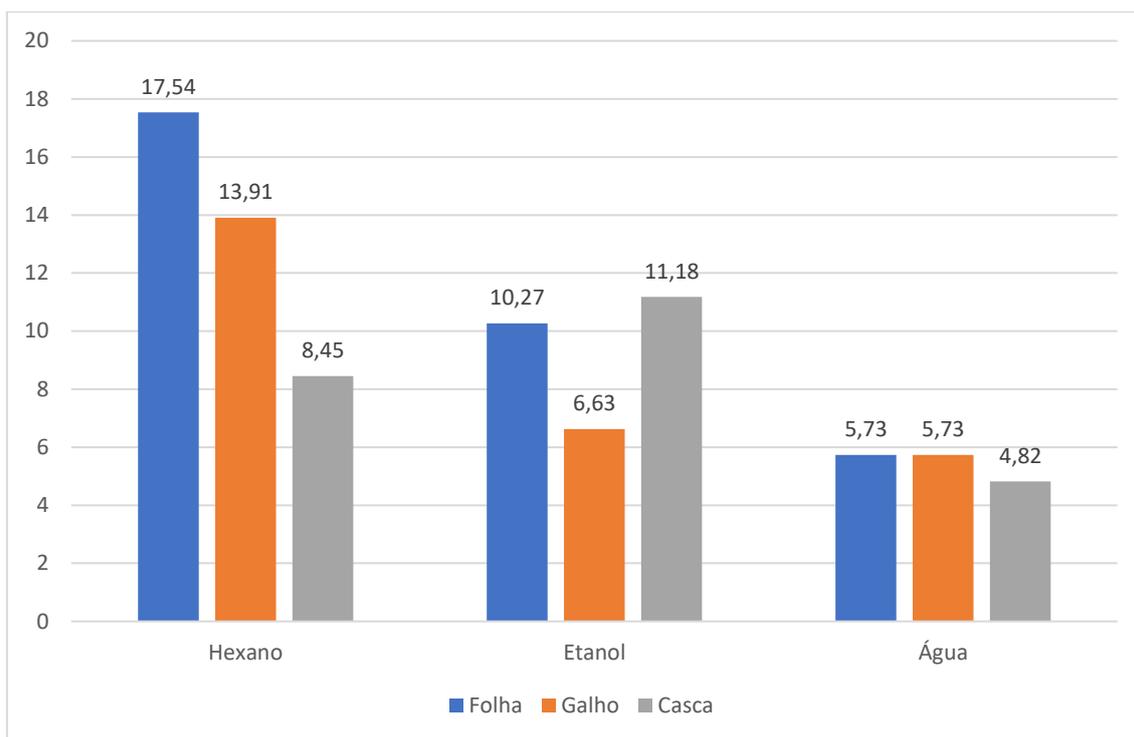
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Observando a tabela pode ser notado que os extratos que obtiveram os maiores rendimentos foram os provenientes de água, sendo o maior de todos o extrato aquoso de folhas com rendimento de 15,80%. Já os extratos de casca tiveram os menores rendimentos, sendo que em nenhum dos solventes o rendimento chegou a 1%.

Esses valores podem ser considerados dentro da média quando comparado aos de Moraes (2016) que trabalhou com faveleira, obtendo, em seus melhores resultados, 15,78% e 9,44% para folha em etanol e folha em água respectivamente.

4.2. QUANTIFICAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS

Utilizando o método de Folin-Cicalteau, foi obtido o teor de fenóis totais (FT) presentes nos extratos analisados. Os resultados para fenóis totais estão expressos abaixo na Figura 10:

Figura 11: Teor de fenóis totais nos extratos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Ao observar o gráfico nota-se que o melhor resultado para FT foi do extrato hexânico de folha, com uma concentração de 17,54 mg EAG/g.

Quando comparado o melhor resultado do extrato etanólico (de 11,18 mg EAG/g para extrato de casca) com o resultado encontrado por Costa (2010), que obteve 63,94 mg EAG/g para extrato etanólico de *S. striata*, pode-se considerar que os valores aqui encontrados para os extratos etanólicos são consideravelmente baixos.

4.3. RESULTADOS PARA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

4.3.1. MÉTODO DPPH

Quando obtidos as médias de absorbâncias das amostras, os dados foram levados ao programa Microsoft® Office Excel, onde foi encontrada a equação da reta para cada extrato. Com essa equação foi possível medir a concentração capaz de inibir 50% dos radicais livres (CI_{50}). Abaixo na Tabela 3 estão os resultados alcançados:

Tabela 3: Valores de CI_{50} para a inibição do radical DPPH dos extratos

	CI_{50} (ppm)
Folha (Hexano)	NAA*
Galho (Hexano)	NAA*
Casca (Hexano)	NAA*
Folha (Etanol)	201,68
Galho (Etanol)	874,03
Casca (Etanol)	586,86
Folha (Água)	701,86
Galho (Água)	359,85
Casca (Água)	112,50
Vitamina C	43,0
Trolox	4,0

*NAA = Não apresentou atividade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Segundo os dados dispostos nesta tabela, o melhor resultado para atividade antioxidante foi do extrato aquoso da casca, que apresentou um valor de CI_{50} de 112,50 ppm, onde que o menor valor significa maior ação antioxidante. Já com os extratos em hexano não houve atividade para nenhuma das partes da planta.

Pereira (2013), trabalhando com extrato alcoólico de farinha de resíduo de acerola, obteve, em seu melhor resultado, 359,42 ppm para CI_{50} . Em comparação a esse dado da literatura, é possível afirmar que o resultado deste trabalho para método de captura do radical DPPH está dentro da média.

4.3.2. MÉTODO ABTS

Para os cálculos de concentração, foi feita uma curva-padrão de trolox (Apendice A) e anotou-se sua equação da reta.

Com a equação da curva de trolox, pôde ser feito o cálculo de diluição do extrato (mg/L) para 1000 μ M de trolox (Equação 5):

$$y = -ax + b \quad (5)$$

Sendo:

y = Absorbância apropriada a 1.000 μM de trolox

x = Diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1000 μM de trolox

Com o resultado encontrado (x) na equação 3, foi dividido por 1000 para obter o valor em g (Equação 4). O resultado (Equação 5) foi calculado pela divisão de 1000 (μM) pelo valor de x(g) e multiplicado por 1(g) para encontrar o valor final (z) que foi expresso em μM trolox/g de extrato (RUFINO, 2004).

$$x(g) = x / 1000 \quad (6)$$

$$Z = 1000 / x(g).1 \quad (7)$$

Após os cálculos utilizando a equação da reta de cada extrato, foi obtido os valores de atividade antioxidante pelo método de ABTS, que estão organizados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4: Atividade antioxidante por método de ABTS

	Atividade antioxidante (ABTS) em μM trolox / g
Folha (Hexano)	30,01
Galho (Hexano)	29,81
Casca (Hexano)	29,67
Folha (Etanol)	293,08
Galho (Etanol)	227,63
Casca (Etanol)	739,64
Folha (Água)	61,88
Galho (Água)	91,66
Casca (Água)	199,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Os extratos em hexano, quando submetidos aos testes com DPPH, não apresentaram atividade, já nestes testes com ABTS, houve atividade, porém, esses extratos tiveram os resultados mais baixos.

Com uma concentração de 739,64 μM trolox/g, o extrato de casca em etanol se mostrou o mais eficiente, em relação aos demais, na ação antioxidante.

Os resultados destas análises podem ser considerados acima da média (com exceção dos extratos hexânicos), quando comparados aos de Silva (2018), que ao analisar o óleo essencial de *M. sylvatica* obteve o valor de $32,85 \pm 0,86 \mu\text{M}$ de trolox/g.

Do mesmo modo, quando comparados o melhor resultado encontrado neste trabalho ($739,64 \mu\text{M}$ trolox/g, o extrato etanólico de casca) com o resultado encontrado por Rockenbach (2007), que obteve $471 \mu\text{M}$ trolox/g, para extrato etanólico de bagaço de uva da variedade Pinot Noir, considera-se que o resultado está acima da média.

5. CONCLUSÃO

Através desta pesquisa foi possível, por meio do método de Folin-Cicalteau, fazer uma determinação do teor de fenóis totais presentes nas três partes da planta em análise. Também foi possível, usando dois métodos diferentes (DPPH e ABTS), quantificar a atividade antioxidante desses extratos.

O uso de duas metodologias diferentes para determinação de atividade antioxidante, mostra-se eficiente quando, um método usado pode não ter sido capaz de determinar atividade em um extrato, enquanto o outro método se mostra mais eficiente para o mesmo. Tal situação ocorreu com os extratos hexânicos, quando para o método de DPPH não foi possível identificar atividade e pelo método de ABTS foi possível.

Com exceção dos extratos aquosos na análise de fenóis totais, todos os extratos alcançaram resultados positivos para a quantificação de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

Por fim, este trabalho, apesar de alguns resultados abaixo da média, alcançou seu objetivo de quantificar os compostos com ação antioxidante presentes na espécie *T. caraíba* proveniente do IFRN *campus* Apodi, contribuindo para banco de dados sobre planta e para meio científico da química orgânica.

REFERÊNCIAS

ANGELLA, F, C, O. **Avaliação da Atividade Antioxidante em Extratos de Frutas Típicas do Cerrado Brasileiro**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

ALMEIDA, M. C. S. *et al.* Flavonoids and other substances from *Lippia sidoides* and their antioxidant activities. **Química Nova**, v. 33, p. 1877-1881, 2010.

ATOUI, A. K. *et al.* Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, v. 89, n. 1, p. 27-36, 2005.

BADKE, M. R. *et al.* **Saberes e práticas populares de cuidado em saúde com o uso de plantas medicinais**. 21. ed. Florianópolis: Scielo Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072012000200014>. Acesso em: 18 jun. 2019.

BAUER, A.K. *et al.* The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant CXB4 mice. **Toxicology**, v.169, n.1, p.1-15, 2001.

BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v.29, p.113-123, 2006.

BARRETO, L. V. F. **Trilha ecológica** – Guia de campo. Brasília: Coronário, 1990. 19p.

BERGAMASCHI, K.B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 97 f. Dissertação(Mestrado em ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BLOIS, Marsden S. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. **Nature**, [s.l.], v. 181, n. 4617, p.1199-1200, 1958.

BONOLI, M.; VERARDO, V.; MARCONI, E.; CABONI, M. F. Antioxidant Phenols in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Flour: Comparative Spectrophotometric Study Among Extraction Methods of Free and Bound Phenolic Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 5195, 2004.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 28, n. 1, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos -Departamento de Atenção Básica. Distrito Federal, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Uso de fitoterápicos e plantas medicinais cresce no SUS**. 2016. Disponível em <<http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia->

saude/24205-uso-de-fitoterapicos-e-plantas-medicinais-cresce-no-sus>. Acesso em 20 de ago. 2019.

BRENNA, O.V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 4841-4844. 2001.

CHAVE, M. H. *et al.* FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CINCO PLANTAS MEDICINAIS. **Química Nova**, Teresina, v. 30, n. 2, p.351-355, jan. 2007.

CHUN, S.-S.; VATEM, D. A.; LIN, Y.-T.; SHETTY, K.; **Process Biochemistry**. v.40, p.809. 2005.

COSTA, D. A. *et al.* Constituintes químicos, fenóis totais e atividade antioxidante de *Sterculia striata* St. Hil. et Naudin. **Acta Amazonica**, [s.l.], v. 40, n. 1, p.207-212, mar. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672010000100026>.

CORRÊA, M.G. *et al.* Armazenamento de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart.). In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., e 2., SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, Brasília. **Anais....** Brasília, DF: ParlaMundi, 2008. 4p.

CORREIA, Lidiane Pinto. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA DE PÓS DAS DROGAS VEGETAIS DA CARAIBEIRA (Tabebuia caraiba), QUIXABEIRA (Sideroxylon obtusifolium) E BOM-NOME (Maytenus rigida) EM DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULAS**. 2015. Tese de doutorado (Pós-graduação) - Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, [S. l.], 2015.

CUNHA, Amanda Lima et al. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**. Alagoas, p. 175-181. 2015.

FLAMBÓ, D. F. A. L. P. **Atividades Biológicas dos Flavonoides: Atividade Antimicrobiana**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.

GIRALDI, M; HANAZAKI, N. **Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil**. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v24n2/a10v24n2>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

IKAWA, Miyoshi; SCHAPER, Timothy D.; DOLLARD, Catherine A.; SASNER, John J.. Utilization of Folin–Ciocalteu Phenol Reagent for the Detection of Certain Nitrogen Compounds. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 51, n. 7, p.1811-1815, 2003.

KUKIC, J. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activity of *Cynara cardunculus* extracts. **Food Chemistry**, v. 107, n. 2, p. 861-868, 2008.

- KUSKOSKI, E. M. *et al.* Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.726-732, 2005.
- LEMOS, O. A. *et al.* Genotoxic effects of *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl. (Lamiales, Bignoniaceae) extract in Wistar rats. **Genetics and Molecular Biology**, v. 2, n. 35, p. 498-502, 2012.
- LIMA, F. O; BEZERRA, A. S. FLAVONOIDES E RADICAIS LIVRES. **Disciplinarum Scientia: Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p.111-124, 2012.
- MACHADO, C. F. *et al.* Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, v.8, n.2, p.18-27, 2002.
- MORAIS, N.R.L. *et al.* Prospecção fitoquímica e avaliação do potencial antioxidante de *Cnidocolus phyllacanthus* (müll. Arg.) Pax & k.hoffm. Oriundo de apodi – RN. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.180-185, mar. 2016.
- MOURA, M. P. **QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE *Dalbergia monetaria* L (Fabaceae)**. 2016. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
- NACZK, M; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, [s.l.], v. 1054, n. 1-2, p.95-111, 2004.
- OLIVEIRA, G. L. S. **Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão**. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s.l.], v. 17, n. 1, p.36-44. 2015. FapUNIFESP (SciELO).
- PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **897 madeiras nativas do Brasil: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes. 2007, 438p.
- PEREIRA, C. T. M. P. *et al.* Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta Tecnológica**, v. 8 (2), 2013.
- PEREIRA, Renata Junqueira. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal Of Biotechnology And Biodiversity**. Palmas, p. 146-152, 2012.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, n. 7, p. 791-800, 2006.

PIRES, J. *et al.* Ensaio em microplaca do potencial antioxidante através do método de sequestro do radical livre DPPH para extratos de algas. **Instituto de Biociências**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2017.

PRADO A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais.** Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] - Universidade de São Paulo; 2009.

PRIOR, R. L.; XIANLI, W.; SCHAICH, K. Standardized methods for determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, 2005.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 3396-3402, 2000.

ROCKENBACH, I. I. *et al.* Atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva das variedades Regente e Pinot Noir (*Vitis vinifera*). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 2, p.158-163. 2007.

RUFINO, M. S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP).** Fortaleza: Embrapa, 2006. 4 p.

SANCHEZ-MORENO, C. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. **Food Science And Technology International**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.121-137, 1 jun. 2002. SAGE Publications.

SANTOS, L. M. Ecologia de saberes: a experiência do diálogo entre o conhecimento científico e o conhecimento tradicional na comunidade quilombola da Rocinha. **Tempus Actas de Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, p. 243-256, 2014.

SANTOS, T. A. X. *et al.* Conhecimento e uso de plantas medicinais por acadêmicos do curso de farmácia. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.20, n.2, p. 17-28, 2019

SILVA, J. R. R. **Comportamento ecofisiológico de plantas jovens de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.)** sob dois regimes hídricos. 2009, 41 p., dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

SILVA, Leomara Andrade da *et al.* Atividade antioxidante do óleo essencial de *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. por diferentes métodos de análises antioxidantes (ABTS, DPPH, FRAP, β -caroteno/ácido linoleico). **Revista Fitos**, [s.l.], v. 12, n. 2, p.117-126, 2018. Galoa Events Proceedings.

SIMÕES, C. M. O, *et al.* Farmacognosia: Da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Universidade/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Da Universidade Federal de Santa Catarina, 2010, 1102 p.

SOARES, A. O, *et al.* **Iridóides e triterpenos das cascas do caule de *Tabebuia caraiba* Bignoniaceae.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006. Sociedade

Brasileira de Química – SBQ Departamento de Química – CCET – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, [s.l.], v. 15, n. 1, p.71-81, jan. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-52732002000100008>.

SOUSA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.351-355, 2007. FapUNIFESP.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2005. 650p.

TORRES, P. B. *et al.* Ensaio do potencial antioxidante de extratos de algas através do sequestro do ABTS•+ em microplaca. **Instituto de Biociências**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-4, 2017.

TIVERON, A. P. **Atividade Antioxidante e Composição fenólica de legumes e verduras consumidas no Brasil**. 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciências) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 103 p. 2010.

TUROLLA, M. S. R.; NASCIMENTO, E. S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. [s.l.], v. 42, n. 2, p.289-306, 2006. FapUNIFESP

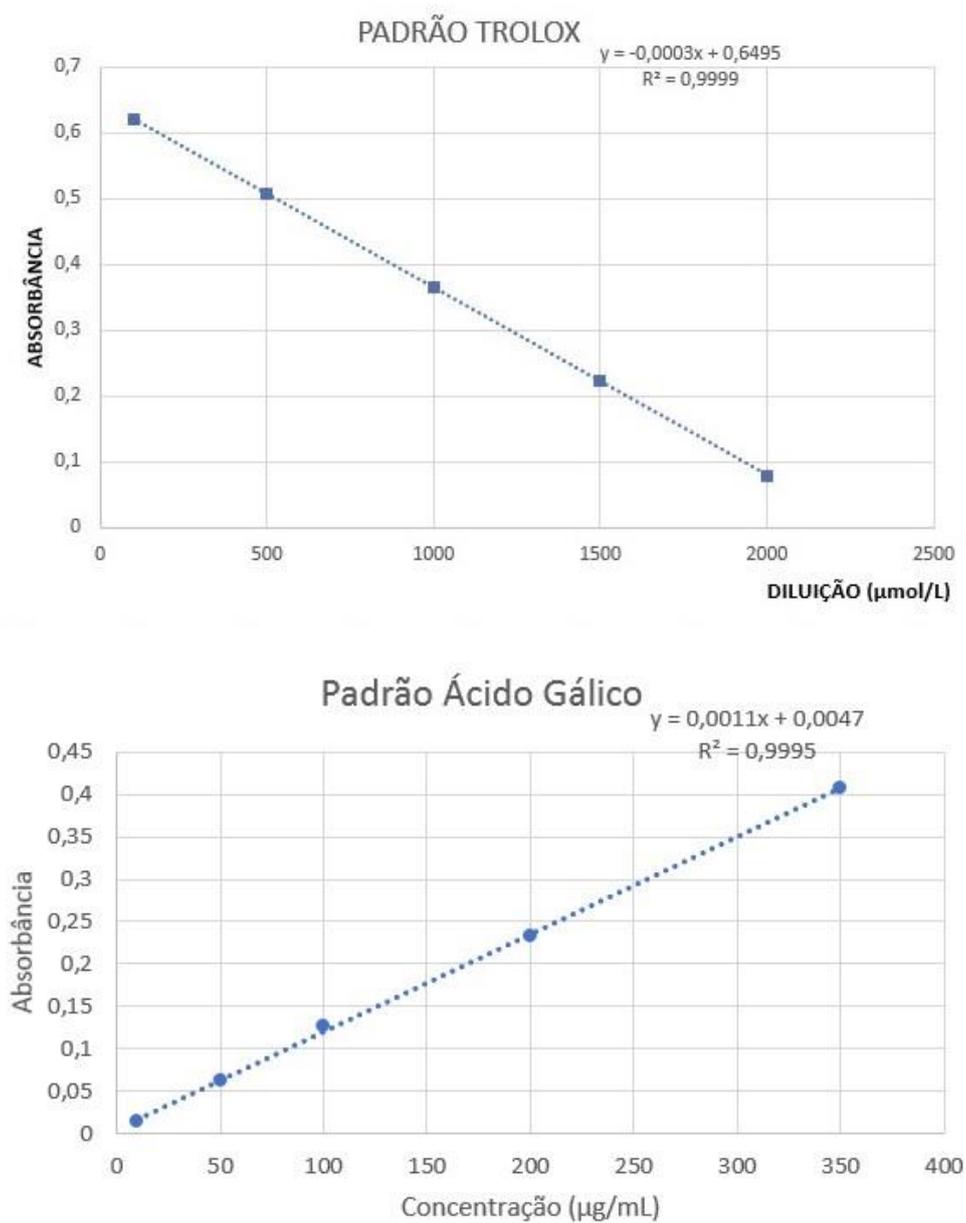
URREA-VICTORIA, V. *et al.* Ensaio antioxidante em microplaca do poder de redução do ferro (FRAP) para extratos de algas. **Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-06, 2016

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

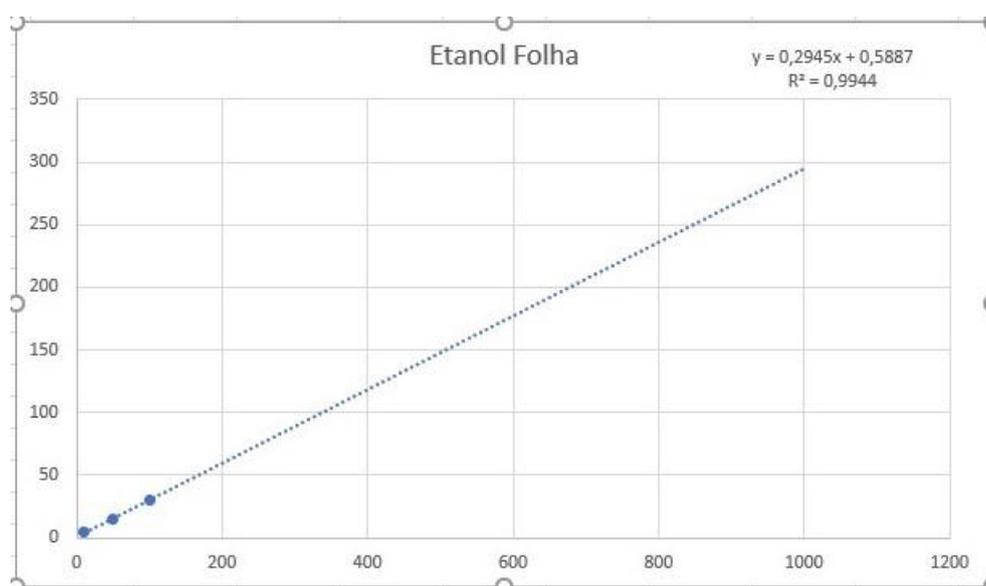
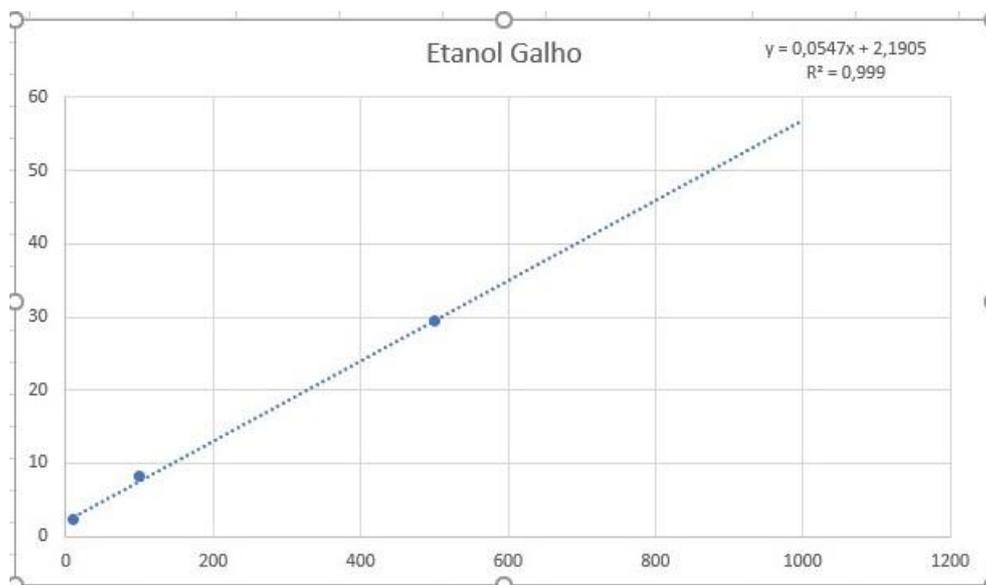
YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A.A. **Determination of antioxidant and antimicrobial activities of Rumex crispus L. extracts**. J. Agric. Food Chemistry. Chicago: v.49, p. 4083-4089, 2001.

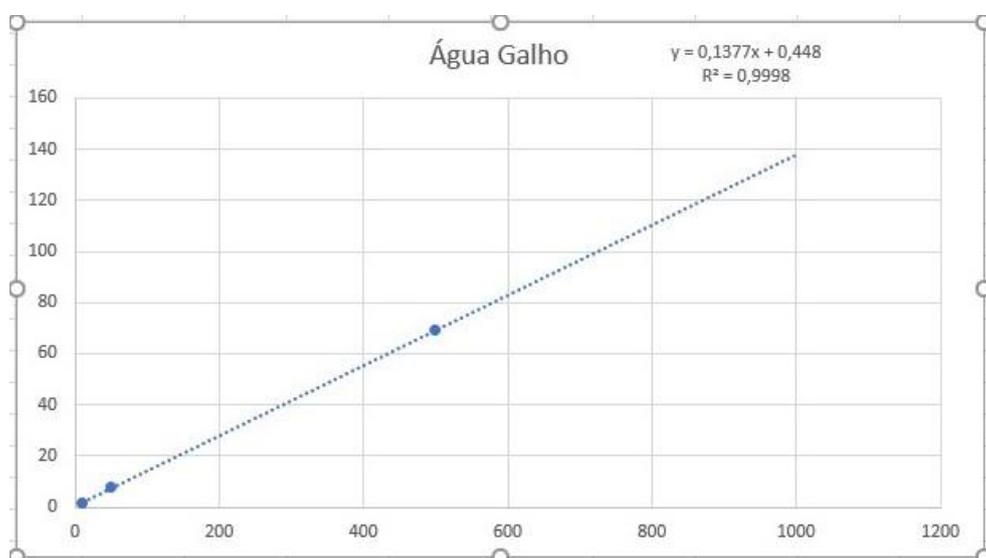
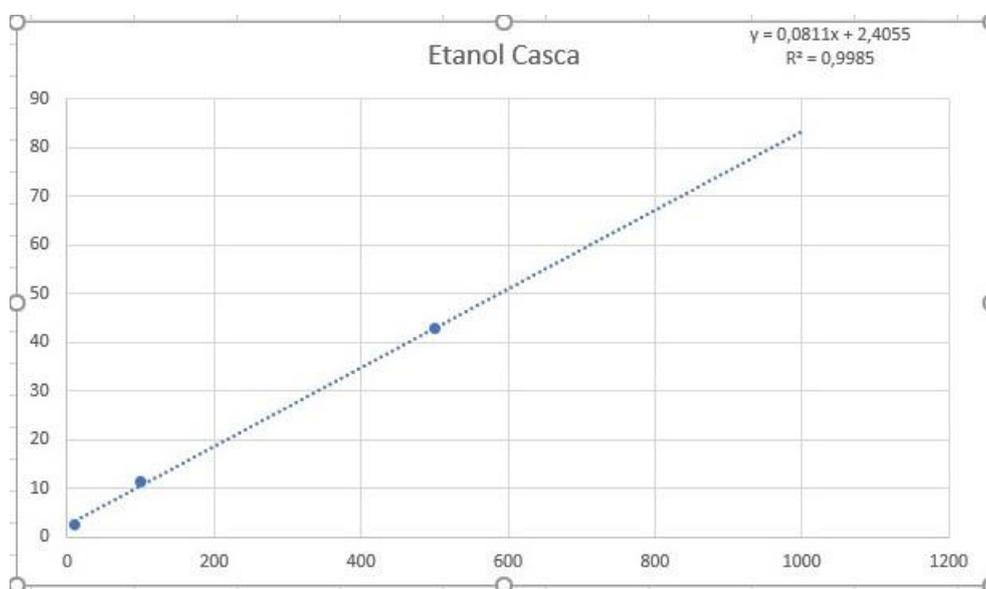
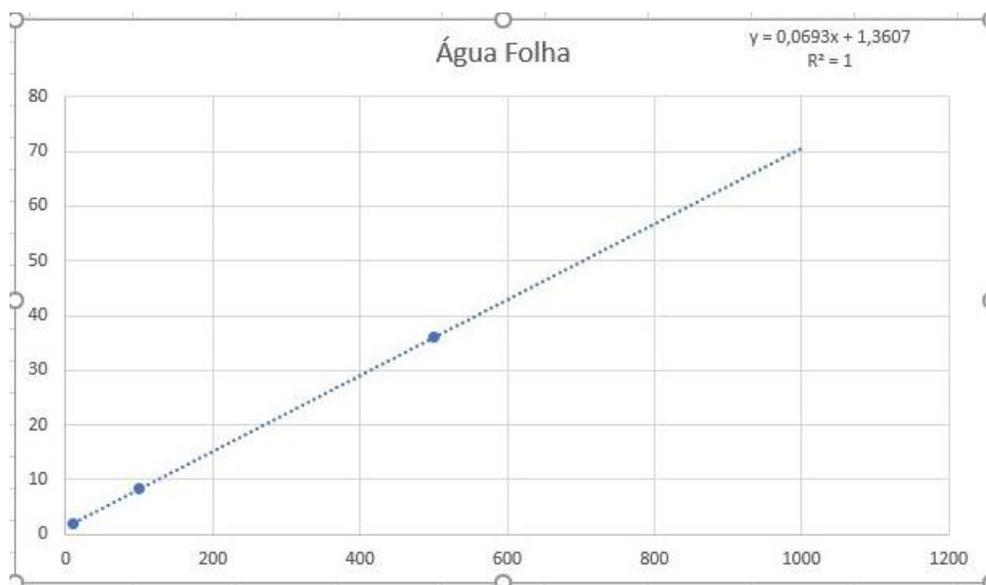
APÊNDICES

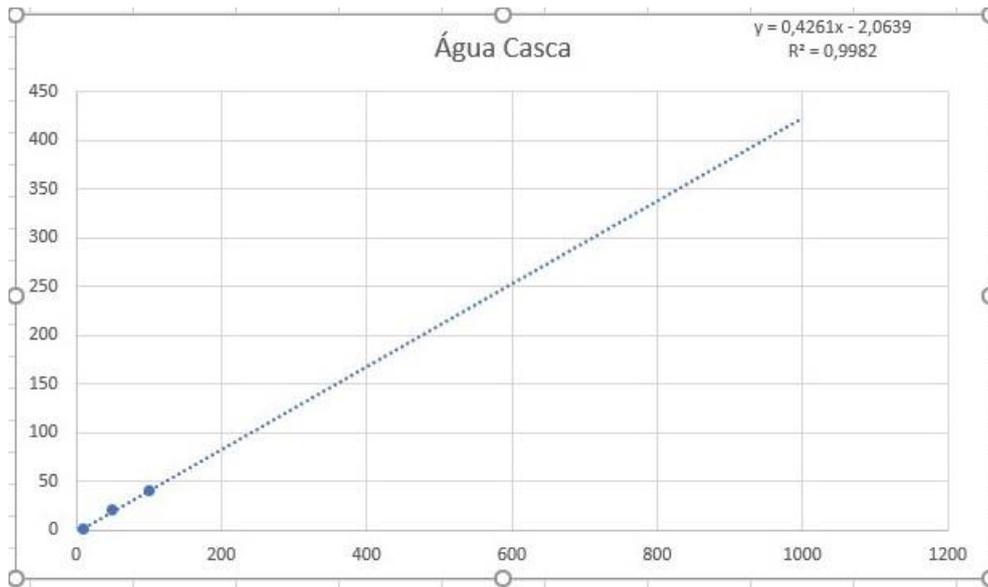
APÊNDICE A – Curvas de calibração padrão.



APÊNDICE B – Gráficos e equações para absorbâncias dos extratos em análise de DPPH.







APÊNDICE C – Gráficos e equações para absorbâncias dos extratos em análise de ABTS.

