

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

ADRIANA LIVI

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E  
TUBÉRCULOS DA TIRIRICA (*Cyperus rotundus*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2015

ADRIANA LIVI

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E  
TUBÉRCULOS DA TIRIRICA (*Cyperus rotundus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos – COPEQ, do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR – como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Fiori Zara.

TOLEDO

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

ADRIANA LIVI

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E  
TUBÉRCULOS DA TIRIRICA (*Cyperus rotundus*)**

Trabalho apresentado como forma de avaliação para o Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, Câmpus Toledo, e aprovado pela banca examinadora abaixo.

---

Prof. Dr. Ricardo Fiori Zara.

ORIENTADOR/ UTFPR Câmpus Toledo

---

Prof. Dr. Clayton Antunes Martin

AVALIADOR/ UTFPR Câmpus Toledo

---

Prof<sup>ª</sup>. M. Sc. Michelle Maria Detoni Zanette

AVALIADORA/UTFPR Câmpus Toledo

Toledo, Dezembro de 2015

\*Observação: A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

## RESUMO

LIVI, Adriana. **Atividade Antioxidante do Óleo Essencial das Folhas e Tubérculos da Tiririca (*Cyperus rotundus*)**. 2015. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Toledo, 2015.

A tiririca (*Cyperus rotundus*) é uma planta conhecida mundialmente como uma erva daninha para a agricultura, porém essa planta possui aplicações importantes na medicina tradicional e também na culinária de vários países do Oriente Médio, Índia, Japão e China. Como o interesse da população pelo uso de produtos naturais vem aumentando significativamente os óleos essenciais com propriedades biológicas têm recebido destaque em pesquisas a fim de utilizá-los nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica. No Brasil, as propriedades biológicas da tiririca ainda são pouco estudadas, mas pelos relatos de que essa planta é utilizada para fins medicinais e culinários, neste trabalho objetivou-se analisar a presença de compostos com potencial antioxidante no óleo essencial dos tubérculos (OET) e o óleo essencial das folhas (OEF) da tiririca, obtidos através da hidrodestilação. O teor de compostos fenólicos foi determinado utilizando-se o reagente Folin-Ciocalteu e os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico (EAG). A atividade antioxidante foi determinada através do método DPPH, o resultado expresso em relação à concentração necessária para inibir 50 % do radical DPPH e também em relação ao AAI (Índice de Atividade Antioxidante). O OET apresentou  $79,92 \pm 1,40 \mu\text{g EAG mg}^{-1}$ , enquanto o OEF foi de  $55,52 \pm 1,49 \mu\text{g EAG mg}^{-1}$ . Para a atividade antioxidante total o OET apresentou valor de IC50 (a concentração necessária para inibir 50% do radical DPPH) de  $75,6 \text{ mg mL}^{-1}$  e AAI de  $5,13 \times 10^{-4}$ , já para o OEF o IC50 foi de  $126,39 \text{ mg mL}^{-1}$  e AAI de  $3,07 \times 10^{-4}$ . Os resultados mostram teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante maiores para o óleo essencial obtido dos tubérculos. Ao considerar o AAI, conclui-se que ambos os óleos apresentaram ação antioxidante muito fraca, se comparada aos antioxidantes sintéticos, os quais apresentam AAI maiores de 2,0.

**Palavras-Chave:** *Cyperus rotundus*. Antioxidantes. DPPH. Compostos fenólicos.

## ABSTRACT

LIVI, Adriana. **Antioxidant activity of Essential Oil of leaves and tubers of Tiririca (*Cyperus rotundus*)**. 2015. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Toledo, 2015.

The sedge (*Cyperus rotundus*) is a plant known worldwide as a weed for agriculture, but this plant has important applications in traditional medicine and also in cooking various Middle East countries, India, Japan and China. As public interest in the use of natural products is increasing significantly, essential oils with biological properties have been highlighted in research in order to use them in the food, cosmetic and pharmaceutical. In Brazil, the biological properties of sedge are still little studied, but the reports that this plant is used for medicinal and culinary purposes, this study aimed to analyze the presence of compounds with antioxidant potential in the essential oil of tubers (OET) and the essential oil from the leaves (OEF) of *Cyperus rotundus*, obtained by hydrodistillation. The content of phenolic compounds was determined using the Folin-Ciocalteu reagent and the results were expressed in equivalent of gallic acid (EAG). The antioxidant activity was determined by DPPH method, the result expressed in terms to the necessary concentration to inhibit 50% of DPPH radical and also qualified in terms of AAI (Antioxidant Activity Index). The OET showed  $79.92 \pm 1.40 \mu\text{g EAG mg}^{-1}$ , while the OEF was  $55.52 \pm 1.49 \mu\text{g EAG mg}^{-1}$ . For total antioxidant activity OET showed IC<sub>50</sub> value (the concentration required to inhibit 50% of DPPH) of  $75.6 \text{ mg mL}^{-1}$  and AAI value of  $5.13 \times 10^{-4}$ , as OEF for the IC<sub>50</sub> was  $126.39 \text{ mg mL}^{-1}$  and AAI  $3.07 \times 10^{-4}$ . The results show content of phenolic compounds and antioxidant activity higher for the essential oil obtained from tubers. Considering the AAI, concluded that both oils showed very weak antioxidant activity when compared to synthetic antioxidants, which have AAI greater than 2.0.

**Keywords:** *Cyperus rotundus*. Antioxidants. DPPH. Phenolic compounds.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – INFLORESCÊNCIA DA PLANTA <i>C. ROTUNDUS</i> EM FORMA DE UMBELA.....	14
<b>FIGURA 2</b> – PLANTA INTEIRA DE <i>Cyperus rotundus</i> .....	14
<b>FIGURA 3</b> – ESTRUTURA DOS PRINCIPAIS CONSTITUINTES DO ÓLEO DE <i>CYPERUS ROTUNDUS</i> . ....	17
<b>FIGURA 4</b> – ESTRUTURA FENÓLICA DOS PRINCIPAIS ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS UTILIZADOS.....	21
<b>FIGURA 5</b> – DPPH NA FORMA DE RADICAL LIVRE REAGINDO COM UM ANTIOXIDANTE.....	25
<b>FIGURA 6</b> – REAÇÃO DO ÁCIDO GÁLICO COM O MOLIBDÊNIO, COMPONENTE DO REAGENTE FOLIN-CIOCALTEAU.....	26
<b>FIGURA 7</b> – ESTRUTURA DOS COMPOSTOS FENÓLICOS UTILIZADOS COMO SUBSTÂNCIAS PADRÃO.....	27
<b>FIGURA 8</b> – FOLHAS (1) E TUBÉRCULOS (2) COLETADOS.....	28
<b>FIGURA 9</b> – APARELHO TIPO CLEVANGER UTILIZADO NA EXTRAÇÃO.....	29
<b>FIGURA 10</b> – ÓLEO ACUMULADO DURANTE A HIDRODESTILAÇÃO DOS TUBÉRCULOS.....	30
<b>FIGURA 11</b> – AUMENTO DA INTENSIDADE DA COLORAÇÃO AZUL DO REAGENTE FOLIN-CIOCALTEAU, NAQUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1</b> – CURVA DE PERCENTUAL DE INIBIÇÃO <i>versus</i> CONCENTRAÇÃO DO OET.....	33
<b>GRÁFICO 2</b> CURVA DE PERCENTUAL DE INIBIÇÃO <i>versus</i> CONCENTRAÇÃO DO OEF.....	33
<b>GRÁFICO 3</b> – CURVA PADRÃO PREPARADA COM ÁCIDO GÁLICO. ....	36

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

$\mu\text{g}$  – Micrograma

$\mu\text{g mL}^{-1}$  – Microgramas por mililitro

$\mu\text{L}$  – Microlitro

AAI – *Antioxidant Activity Index* (Índice de Atividade Antioxidante)

BHA – Butil-hidróxi-anisol

BHT – Butil-hidróxi-tolueno

DPPH – Radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

EAG – Equivalente de Ácido Gálico

ECH – Equivalente de catequina

ERO – Espécie reativa de oxigênio

IC50 – Concentração de óleo essencial necessária para inibir 50% do radical DPPH

mg – Miligrama

mL – Mililitro

nm – Nanômetro

OEF – Óleo essencial das folhas

OET – Óleo essencial dos tubérculos

PG – Galato de Propila

TBHQ – Terc-butil hidroquinona

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

UV-VIS – Ultravioleta-visível

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço principalmente a Deus, por ter me abençoado durante toda a vida.

A minha família que sempre apoiou e estimulou, em especial a minha mãe Iara Wiedeck, a minha inspiração maior. A meus irmãos Kaiane, Vanessa e Ricardo e meu pai José Seno Livi que são minha base.

Ao meu namorado João Vitor, que me acompanhou durante a realização de todo trabalho, auxiliando nas análises e também nas correções.

A minha tia Vera Dall’Agnol que forneceu e colheu as plantas, pois sem ela seria quase impossível obter a quantidade necessária. A minha madrinha Edi Livi pelo apoio.

A todos meus amigos pela amizade e diversão proporcionados.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Fiori Zara, que me auxiliou e me motivou a terminar esse trabalho.

Agradeço também a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Toledo, pela oportunidade, espaço e equipamentos cedidos para a execução deste trabalho

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS .....	11
1.1.1 Objetivo Geral .....	11
1.1.2 Objetivos Específicos .....	11
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 REVISÃO</b> .....	<b>13</b>
2.1 FAMÍLIA CYPERACEAE .....	13
2.2 <i>Cyperus rotundus</i> .....	14
2.3 RADICAIS LIVRES .....	17
2.4 ANTIOXIDANTES .....	19
2.4.1 Compostos fenólicos .....	20
2.5 ÓLEOS ESSENCIAIS .....	23
2.6 TÉCNICAS ANALÍTICAS .....	24
2.6.1 Quantificação da atividade antioxidante total pelo método DPPH .....	24
2.6.2 Quantificação Espectrofotométrica de compostos fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu .....	25
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
3.1 MATERIAIS .....	28
3.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL .....	28
3.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL .....	29
3.4 ANÁLISE DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE .....	30
3.4.1 Determinação da capacidade antioxidante total .....	30
3.4.2 Determinação de fenóis totais .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
4.1 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL .....	33
4.2 COMPOSTOS FENÓLICOS .....	37
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os compostos antioxidantes são substâncias com várias aplicações desde a indústria alimentícia até a farmacêutica, utilizados para evitar a deterioração dos produtos, aumentando assim, o tempo de prateleira dos mesmos. O próprio organismo humano produz substâncias antioxidantes para evitar, ou retardar o estresse oxidativo, causado pelo excesso de radicais livres nas células e tecidos. Os radicais livres causam danos significativos ao funcionamento dos órgãos e estão associados à iniciação de diferentes patologias, já que são capazes de reagir rapidamente com carboidratos, proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, causando oxidação e prejudicando o seu funcionamento (JARDINI, 2010).

Os antioxidantes agem através da reação com os radicais livres, onde essas espécies são estabilizadas e, conseqüentemente, diminuindo a suscetibilidade a reações, agem dessa forma por possuírem grupos doadores de elétrons ou de hidrogênio. A capacidade de deslocar o radical formado em sua estrutura, de complexar-se com metais que atuam no processo oxidativo e a facilidade de acesso para que ocorra a reação são fatores que caracterizam um bom antioxidante (JARDINI, 2010).

Os vegetais possuem vários compostos antioxidantes, dentre os principais estão: as vitaminas C e E, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonóides. Os compostos fenólicos atuam como antioxidantes tanto em produtos, como no organismo humano. Portanto, a ingestão dos mesmos está associada ao tratamento e a prevenção de câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças desencadeadas pelo estresse oxidativo sofrido pelas células humanas (SOARES, 2002; SILVA et al., 2010).

A divulgação de estudos, desde a década de 80, sobre vegetais que apresentam compostos antioxidantes naturais em sua composição tem elevado o número de pesquisas atuais sobre extração e quantificação destes compostos. As plantas que mais se destacam em quantidade de antioxidante são os cereais, ervas, cogumelos, especiarias e frutas. Esta propriedade presente em algumas plantas é interessante, pois devido a ela, podem ser utilizados comercialmente como substituintes aos principais antioxidantes sintéticos (OLIVEIRA, VALENTIM, GOULART, 2009).

A planta *Cyperus rotundus*, tiririca, é mundialmente conhecida como uma erva daninha extremamente agressiva, porém possui usos interessantes em diversos países. Na China é matéria prima na fabricação de perfumes, o amido obtido dos tubérculos é utilizado na culinária e as folhas na fabricação de papel. Na Índia, Arábia e África está presente na

medicina tradicional. No Egito é conhecida como um alimento funcional e usada como erva medicinal. No Oriente Médio e no Sudeste da Ásia as folhas foram utilizadas como ingredientes em molhos e produtos de padaria. Relatos sobre o uso desta planta no Japão são para o tratamento de distúrbios estomacais e espasmos (NIMA et al., 2008; YADAV et al., 2010; SIVAPALAN, 2013).

Yadav et al. (2010) elaboraram uma revisão bibliográfica sobre o potencial de utilização de *C. rotundus* onde mencionaram estudos sobre a atividade biológica da planta, como a ação antioxidante, antimutagênica e inibição de radicais livres, ação antimalária, anti-diarréica, anti-diabética e atividade bactericida, ovicida e larvicida.

Não foram identificados, até o momento, estudos brasileiros sobre potencial antioxidante de *C. rotundus*, mas devido às inúmeras propriedades relatadas e a necessidade dessas serem avaliadas, neste trabalho analisou-se a ação antioxidante dos óleos essenciais da planta *C. rotundus*, a fim de verificar sua utilização como antioxidante.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Determinar a capacidade antioxidante total e o teor de compostos fenólicos do óleo essencial dos tubérculos e das folhas da planta tiririca (*Cyperus rotundus*).

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Coletar as plantas e separar amostras das folhas e tubérculos;
- Realizar a secagem das amostras;
- Extrair o óleo essencial dos tubérculos e das folhas;
- Calcular o AAI (Índice de Atividade Antioxidante) de cada óleo;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Substâncias antioxidantes se tornaram indispensáveis, estão presentes em inúmeros produtos comercializados, pois são responsáveis por evitar a deterioração e, assim, aumentar a durabilidade dos mesmos. A fim de descobrir novas fontes de antioxidantes capazes de substituir parcial ou totalmente o uso de antioxidantes sintéticos, muitos estudos estão sendo realizados sobre a viabilidade de óleos essenciais. Os compostos de origem vegetal podem servir como alternativa aos sintéticos, amplamente utilizados pelas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica (CROTTI et al., 2012).

Atualmente, a busca por alimentos saudáveis e naturais, que auxiliam o organismo em suas diversas funções tem aumentado, já que a ingestão desses alimentos é associada à redução do risco de desenvolvimento de doenças, como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes (VIUDA-MARTOS et al., 2009).

A tiririca é uma planta aplicada em alguns países na medicina alternativa como anti-inflamatório, antidiabético, antibacteriano, analgésico, tratando de vários distúrbios, como antioxidante e também pela indústria alimentícia e têxtil e há estudos que chamam a atenção para diversas propriedades da tiririca, dentre elas, a de possuir caráter antioxidante. (NIMA et al., 2008; YADAV et al., 2010; SIVAPALAN, 2013).

Pelo fato da tiririca ser uma planta de ampla disponibilidade com essa possível função e também pelo uso de antioxidantes naturais ser considerado mais seguro que o uso dos sintéticos, a pesquisa de novas fontes naturais de antioxidantes é importante e são necessários estudos que comprovem essa ação e viabilizem a aplicação e utilização desse planta.

## 2 REVISÃO

### 2.1 FAMÍLIA CYPERACEAE

Composta por 122 gêneros e 4500 espécies, sendo o gênero *Cyperus* o segundo mais representativo, com 600 espécies. As plantas assemelham-se com as gramíneas, porém os caules triangulares, as três folhas basais, a ausência de lígula e as bainhas fechadas distinguem-nas das gramíneas. As flores são unissexuais e os caules são maciços e normalmente desprovidos de folhas (HERBÁRIO DE COIMBRA, 2007).

Plantas desta família encontram-se espalhadas por todo o mundo, principalmente em locais úmidos, pantanosos ou ribeirinhos, nas regiões subárticas e temperadas, apesar de algumas espécies serem encontradas em locais desérticos. Possuem um papel importante para os ecossistemas, contribuindo para evitar a erosão do solo e a purificação da água em regiões pantanosas. Dentre as espécies existem várias que são consideradas invasoras, por possuírem uma capacidade de reprodução extremamente desenvolvida e de rápida dispersão, como é o caso da tiririca (*C. rotundus*)(HERBÁRIO DE COIMBRA, 2007).

Segundo Alves et al. (2009), a família Cyperaceae é amplamente representada no Brasil, com 42 gêneros e 678 espécies catalogadas. Essa diversidade está presente em vários locais, servindo como bioindicador da saúde dos ecossistemas, uma vez que são capazes de absorver metais pesados e outros contaminantes.

No Egito Antigo produzia-se o papiro, utilizado na fabricação de livros, a partir da espécie *C. papyrus*. As espécies *C. giganteus* e *C. alternifolius* são utilizadas para paisagismo. Os rizomas e as raízes de *C. esculentus* e *C. articulatus* têm agradáveis aromas sendo, usados na fabricação de perfumes. Algumas espécies servem de pastagem para os animais e outras são utilizadas na fabricação de cadeiras e outros materiais (HERBÁRIO DE COIMBRA, 2007).

Alguns tubérculos são comestíveis, porém são bastante duros e devem ser embebidos em água, sendo que em algumas épocas foram substitutos do café. Na Espanha produz-se uma bebida chamada “horchata”, parecida com o leite de amêndoas, a partir de *C. esculentus*. A espécie também tem sido estudada para a produção de biodiesel, pois os seus tubérculos possuem grande quantidade de óleo (HERBÁRIO DE COIMBRA, 2007).

## 2.2 *Cyperus rotundus*

A planta *C. rotundus* é conhecida mundialmente por ser uma erva daninha muito disseminada e agressiva, com a capacidade de se reproduzir em diferentes climas, solos e culturas. Encontrada com frequência em hortas, pomares, jardins e áreas agrícolas. No Brasil é conhecida por diversos nomes, entre eles: tiririca, cipó de uma só cabeça, junquinho, junça, capim-de-cheiro, chufa, pelo-de-sapo, capim-botão, cortadeira, capim-santo, manubre e capim-dandá (FANTI, 2008).

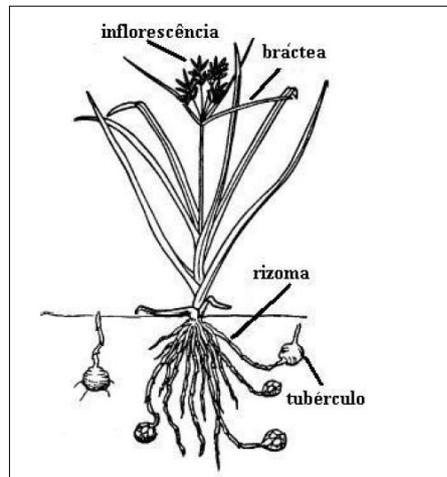
A tiririca é originária da Índia, mas hoje se encontra disseminada em todos os continentes. Pertence à família Cyperaceae, é uma planta perene, herbácea, medindo de 10 a 60 cm de altura, possui folhas verdes escuras variando de 5 a 12 cm, a inflorescência (onde ficam as flores) é em forma de umbela, conforme a Figura 1, na forma de um guarda-chuva, compostas de muitas espiguetas de coloração marrom (FANTI, 2008).



**Figura 1: Inflorescência da planta *C. rotundus* em forma de umbela.  
Fonte: Autoria Própria.**

O sistema radicular é fibroso e bastante ramificado, composto pelas raízes, bulbo basal e tubérculos ligados por rizomas e por uma parte aérea pequena, como mostra a Figura 2. Os rizomas são as estruturas responsáveis pela ramificação da planta em todas as direções. Os tubérculos são brancos e suculentos quando novos, contudo tornam-se marrons, ou pretos,

fibrosos quando mais velhos, a partir deles é que surgem as novas plantas, são os responsáveis pelo crescimento rápido da planta (FANTI, 2008).



**Figura 2: Planta inteira de *Cyperus rotundus***

**Fonte: Notas sobre pragas-Universidade da Califórnia (2003)<sup>1</sup> apud FANTI (2008).**

A principal forma de propagação é pela multiplicação vegetativa que ocorre de maneira rápida e eficiente, através dos tubérculos e bulbos subterrâneos, que podem ficar dormentes no solo por longos períodos. A multiplicação por sementes ocorre com menor intensidade, pois para que aconteça é necessária bastante matéria orgânica e umidade adequada no solo. Para a agricultura a tiririca é uma erva daninha muito difícil de eliminar, pois durante o manejo do solo os tubérculos são fragmentados e disseminados pelos equipamentos, o que favorece a propagação da tiririca. Afetam economicamente várias culturas, como o milho, feijão, algodão, cana-de-açúcar e outras (NAGULENDRAN et al., 2007; PASTRE et al., 2009).

As plantas da espécie *Cyperus* apresentam substâncias alelopática que podem inibir o crescimento de outras plantas, quando liberadas no solo, ou meio onde estão. Devido a esta capacidade alelopática estudos vêm sendo realizados sobre a influência dos extratos de tiririca na germinação e no crescimento de outras plantas, como arroz, milho, feijão, soja, cana de açúcar e alface (QUAYYUM et al., 2000; FANTI, 2008; MUNIZ et al., 2007).

A planta tiririca é utilizada em diversos países pela medicina alternativa como anti-inflatório, antidiabético, antimicrobiano, antioxidante, analgésico, para tratar espasmos,

<sup>1</sup> WILEN, C. A. McGIFFEN, M. E.; Jr. ELMORE, C. L. **Notas sobre pragas**. Califórnia, n. 7432, p. 1-4, 2003.

distúrbios estomacais, irritação intestinal, diarreia. Em várias partes do mundo é matéria prima na indústria alimentícia e têxtil, na culinária chinesa é utilizado o amido de tiririca, e também já foi utilizada para a fabricação de papel (UMERIE; EZEUZO, 1999; SIVAPALAN, 2013).

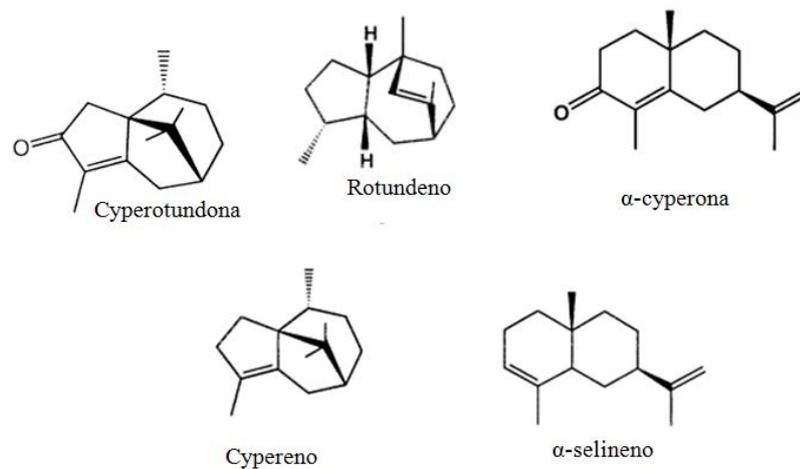
A atividade biológica está relacionada com os produtos do metabolismo secundário das plantas, como os terpenoides e compostos fenólicos (DUARTE et al., 2004). Os monoterpenos e alguns sesquiterpenos, constituintes dos óleos essenciais, podem atuar como potencializadores de atividade antimicrobiana, auxiliando a ação de antibióticos ou como antimicrobianos, através da inibição do crescimento de microrganismos (SHERER et al., 2009).

Estudos sobre composição da tiririca identificaram como compostos majoritários  $\alpha$ -cyperona, cypereno, cyperotundone, rotundeno e  $\beta$ -selineno, também há presença de alcalóides, taninos, terpenóides, mono e sesquiterpenos, compostos fenólicos e flavonóides. Sendo que os compostos fenólicos apresentam atividade antioxidante (YAZDANPARAST; ARDESTANI, 2006; QUAYYUM et. al, 2000; LAWAL; OYEDEJI, 2009).

Como o óleo essencial é derivado do metabolismo secundário das plantas, a sua composição é diretamente afetada, existem variações de acordo com o lugar em que a planta se desenvolve, pois os fatores ambientais como luz, calor e umidade interferem diretamente no metabolismo das plantas (YAZDANPARAST; ARDESTANI, 2006).

A composição química dos óleos essenciais de *C. rotundus* tem sido estudada por diversos autores e diferentes quimiotipos foram identificados, nesses a composição apresenta alterações no teor ou nos compostos majoritários da planta. Um quimiotipo ocorre devido à variação biológica de uma planta causada pelos efeitos de luz, solo, temperatura e incidência de chuva. O H-tipo foi identificado no Japão, o M-tipo na China, Hong-Kong, Japão, Taiwan e Vietnã. O-tipo foi encontrado no Japão, Taiwan, Tailândia, Havaí e Filipinas. O K-tipo foi identificado somente no Havaí (LAWAL; OYEDEJI, 2009).

Na Índia e Alemanha foram identificados óleos essenciais com composição diferente dos quimiotipos citados. Porém em todos os estudos realizados sobre a composição química de *C. rotundus* nas diferentes partes do mundo foram encontrados  $\alpha$ -cyperona, cypereno, cyperotundeno e  $\beta$ -selineno como principais constituintes. Na Figura 3 são apresentadas as estruturas químicas dos principais compostos do óleo essencial de *C. rotundus* (LAWAL; OYEDEJI, 2009).



**Figura 3: Estrutura dos principais constituintes do óleo de *Cyperus rotundus*.**  
**Fonte: Sonwa; König, 2001.**

Jesus, et al. (2009) estudou o uso desta planta como potencial remediador de áreas de descarte de resíduos industriais com elevados teores de metais e concluiu que a planta apresenta capacidade de hiperacumular os poluentes.

### 2.3 RADICAIS LIVRES

Os radicais livres são substâncias que possuem elétrons desemparelhados, por isso, são muito instáveis e quimicamente reativos, podendo reagir com algumas biomoléculas. Como exemplos de radicais livres têm-se: oxigênio molecular ( $O_2$ ), o radical hidroxila ( $OH^\cdot$ ), o radical ânion superóxido ( $O_2^-$ ), o radical peróxido nítrico ( $ONOO^\cdot$ ), o radical alcoxi ( $RO^\cdot$ ) e o óxido nítrico (NO) (HALIWELL; GUTTERIDGE, 2007 apud MATTOS; LIMA, 2009)<sup>2</sup>.

A formação dos radicais livres pode ocorrer de três formas: pela perda de um elétron de uma molécula não radicalar (1), pelo ganho de um elétron por uma molécula não radicalar (2), ou pela fissão homolítica de uma ligação covalente (3), onde cada átomo participante da ligação retém um elétron do par que constituía a ligação (HALIWELL; GUTTERIDGE, 2007 apud MATTOS; LIMA, 2009).

<sup>2</sup> HALIWELL, B; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radical in biology and medicine**. Ed. 4. Nova Iorque, 2007.



No organismo podem se formar radicais livres de carbono, enxofre, nitrogênio e oxigênio, a formação dos radicais livres está ligada às funções biológicas essenciais. As mitocôndrias consomem mais de 90 % do oxigênio disponível no organismo, por isso é o principal local onde há formação de radicais livres. Durante as reações para obtenção de energia são formadas espécies como peróxido de hidrogênio, ânion superóxido e radicais hidroxila. Os fagócitos também são responsáveis pela formação de radicais, pois ao destruir células infectadas por bactérias ou vírus liberam oxidantes como o óxido nítrico, ânion superóxido e peróxido de hidrogênio (LIMA, 2008).

Os radicais livres podem ser produzidos a partir de duas fontes: endógena ou exógena, sendo a primeira no organismo e a segunda proveniente de fatores externos como radiações  $\gamma$  (gama), pesticidas e diversos poluentes como as substâncias nocivas presentes no cigarro. Durante a combustão do cigarro, são liberados óxidos de nitrogênio, que oxidam macromoléculas biológicas e também diminuem a quantidade de antioxidante no organismo, contribuindo para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diversos tipos de câncer (LIMA, 2008).

Dentre todas as espécies de radicais livres, as mais reativas e abundantes são as espécies reativas de oxigênio (ERO), isto, pelo fato do oxigênio ser indispensável para os seres vivos e conseqüentemente a formação das mesmas é inevitável. Ao entrar em contato com as células essas espécies podem causar a oxidação lipídica, uma reação em cadeia que ocorre em três etapas: iniciação, propagação e terminação (BORGUINI, 2006)

A espécie com maior potencial oxidante nos sistemas biológicos é o radical hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ), por apresentar um tempo de meia vida curto, na ordem de  $10^{-9}$  s, reage rapidamente com carboidratos, proteínas, lipídios e ácidos nucléicos, causando oxidação no DNA. Devido à incidência de radiação ultravioleta, radiações  $\gamma$  e raios X podem ser produzidos radicais hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ) nas células da pele e o ataque deste radical pode causar mutações no DNA levando assim ao desenvolvimento de câncer no período de 15 a 20 anos (MATTOS; LIMA, 2009; BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Os radicais livres podem causar a oxidação de lipídios no sangue, agredindo as paredes das artérias e veias, provocando acúmulo desses lipídios, conseqüentemente

aterosclerose, podendo causar trombose, infarto ou acidente vascular cerebral. Podem alterar as atividades realizadas por enzimas ou inativá-las (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

## 2.4 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes são substâncias capazes de inibir ou retardar as reações de oxidação. Halliwell (2000) define antioxidante como qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada à do substrato oxidável, regenera o substrato ou previne significativamente a oxidação do mesmo. A atuação dos antioxidantes pode ser em diferentes níveis do processo oxidativo, podem agir evitando a fase de iniciação, através da diminuição de oxigênio disponível; quelação dos íons metálicos, que afetam o balanço oxidativo; também na decomposição de produtos primários a compostos não radicais (SHAHIDI, 1996; JARDINI, 2010)

Para que uma substância seja um bom antioxidante deve apresentar algumas características como: substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, capacidade de deslocar o radical formado em sua estrutura, capacidade de quelar metais de transição durante o processo oxidativo e acesso ao local de ação, fator que depende da hidrofília ou lipofília e de seu coeficiente de partição (OLIVEIRA, VALENTIM, GOULART, 2009; CROTTI et al., 2012).

Podem ser classificados de acordo com a origem, sendo natural ou sintética. Atualmente, os naturais se mostram como uma alternativa às outras substâncias amplamente utilizadas. Na indústria alimentícia os principais sintéticos utilizados são BHA (butil-hidroxi-anisol), BHT (butil-hidroxi-tolueno), TBHQ (terc-butil-hidroquinona) e PG (propil galato), que inibem a oxidação lipídica, a principal causa da deterioração de diversos produtos, causadas pela incidência de luz, temperatura e umidade (CROTTI et al., 2012).

Também podem ser classificados de acordo com o mecanismo de ação: primários ou secundários. Os primários doam prótons, impedindo o processo de iniciação desencadeado pelos radicais livres, dentre eles estão os compostos fenólicos, tocoferol, aminoácidos, carotenóides e antioxidantes sintéticos. A atuação dos secundários é no bloqueio da decomposição dos peróxidos e hidroperóxidos, inativando-os e captando os intermediários reativos, bloqueando assim, a reação em cadeia. As vitaminas A, C e E, compostos fenólicos e alguns antioxidantes sintéticos são classificados como secundários (LIMA, 2008).

Há um sistema de defesa antioxidante no organismo que mantém o equilíbrio entre os níveis de radicais livres e de antioxidantes. O sistema é dividido em: enzimático e não enzimático, onde o primeiro é composto principalmente pelas enzimas catalase, glutadiona peroxidase e superóxido dismutase; enquanto que o segundo é composto pelo ácido úrico, glutadiona, coenzima Q, vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol),  $\beta$ -caroteno, flavonóides e polifenóis. Quando há alteração nesse balanço ocorre o estresse oxidativo, excesso de radicais livres no organismo. O estresse oxidativo causa danos às biomoléculas, prejudica as funções essenciais de alguns tecidos e órgãos e, portanto, desencadeia patologias cardiovasculares, inflamações e tumores malignos. O estresse oxidativo está relacionado às doenças de Parkinson, Alzheimer, Huntington e artrite reumatóide. As mais importantes micromoléculas no combate ao estresse oxidativo são os tocoferóis e o ácido ascórbico (MATTOS; LIMA, 2009, JARDINI, 2010; SOUZA, 2011).

Além do sistema natural de defesa antioxidante do organismo, a ingestão de antioxidantes provenientes de alimentos auxilia o processo de controle dos radicais livres. Entre os diferentes antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e comumente encontrados são os carotenóides, ácido ascórbico e os compostos fenólicos, especialmente os flavonóides (SILVA et al, 2010).

Além de serem benéficos ao organismo humano, são de grande importância para a indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica, pois atuam na conservação dos produtos, principalmente por inibir a oxidação lipídica. Para a escolha de um antioxidante destinado a indústria são desejáveis algumas características, como: apresentar eficiência em baixas concentrações (0,001 a 0,01% do produto); não interferir nos aspectos de cor, odor e sabor do produto; ser de fácil aplicação; apresentar estabilidade durante o processo e armazenamento, não apresentar produtos de oxidação tóxicos mesmo em doses maiores que a presente no produto. Fatores como legislação, custo e preferência do consumidor devem ser considerados (RAMALHO E JORGE, 2006).

#### 2.4.1 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos englobam moléculas simples e também moléculas com alta polimerização, presentes em vegetais na forma livre ou ligados a açúcares ou proteínas. Já foram encontrados mais de 8000 tipos diferentes em plantas e estão classificados em pouco ou

altamente distribuídos na natureza. Dentre os de pouca distribuição estão os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona, o resorcinol, taninos, lignina e também aldeídos derivados de ácidos benzóicos que estão presente em alguns óleos essenciais. No grupo dos altamente distribuídos estão os flavonóides e derivados e os ácidos fenólicos e cumarinas (SILVA, 2010; SOARES, 2002).

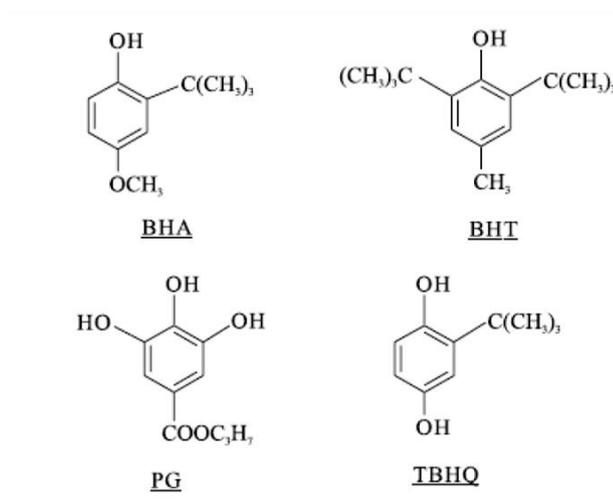
Estes compostos agem como antioxidantes, pois além de fornecerem elétrons ou hidrogênio, também ocorre a formação de radicais intermediários estáveis durante a reação com os radicais livres. São caracterizados como moléculas que possuem anel benzênico ligado a um ou mais grupos hidroxila (SILVA et al., 2010; JARDINI, 2010; BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Os compostos fenólicos são divididos em fenóis e polifenóis, devido ao número de unidades de fenol na molécula. Os fenóis simples ou ácidos fenólicos são chamados não-flavonóides e os polifenóis são os flavonóides, os quais podem apresentar alta atividade antioxidante de acordo com a localização dos átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila na molécula (SILVA et al. 2010).

Produzidos pelas plantas durante o metabolismo secundário para auxiliar no mecanismo de defesa das plantas, protegendo-as de patógenos, radiação ultravioleta e auxiliando na polinização. Segundo Halliwell (2007), a ingestão de polifenóis é importante, pois diminuem absorção excessiva de metais como ferro e cobre pelo organismo e também protegem contra os danos oxidativos associados. Além disso, no organismo humano agem contra doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, diabetes Mellitus e diversos tipos de câncer, pois reduz os danos causados pela oxidação (LODOVICI et al., 2001; MATTOS; LIMA, 2009).

Estudos mostram a capacidade antioxidante de compostos fenólicos e os possíveis efeitos na prevenção de enfermidades, devido à eficácia em prevenir a oxidação lipídica. Porém, segundo SHAHIDI (1992), poucos são os permitidos para o uso em alimentos, principalmente devido à toxicidade. Portanto, além dos estudos de quantificação são necessários estudos sobre viabilidade e permissão de utilização dos compostos fenólicos.

Também existem compostos fenólicos sintéticos, dentre eles encontram-se os antioxidantes mais utilizados pela indústria, BHA (butil-hidroxi-anisol), BHT (butil-hidroxi-tolueno), TBHQ (terc-butil-hidroquinona) e PG (propil galato) conforme a Figura 4.



**Figura 4: Estrutura fenólica dos principais antioxidantes sintéticos utilizados.**  
**Fonte: Lima (2008, p. 13).**

## 2.5 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais (OE) estão presentes em várias partes das plantas, derivados do metabolismo secundário. São definidos como uma mistura complexa de substâncias voláteis, lipofílicas, na maioria das vezes odoríficas e líquidas, que possuem o odor e sabor característicos de cada planta. Em geral são instáveis na presença de ar, luz, calor, umidade e metais. A maioria dos óleos são opticamente ativos e possuem índice de refração que serve como forma de identificar a pureza dos mesmos (MILLEZI, 2012).

Dentre as atividades biológicas dos óleos estão: ação anestésica, analgésica, antibiótica, expectorante, espasmolítica, antioxidante, diurética, podem atuar como inseticidas e repelentes e, variando entre diferentes óleos, também podem atrair insetos para favorecer a polinização. Devido a estas propriedades, inclusive a antioxidante, existem muitos óleos essenciais de importância comercial, principalmente para a indústria de perfumaria, cosmética e alimentícia, quando são utilizados como aromas ou aditivos em alimentos (BARREIRO, 2006; BIZZO et al., 2009; MILLEZI, 2012).

Há séculos os óleos essenciais têm sido utilizados na preparação de perfumes e cosméticos, em alimentos, na medicina e também em práticas religiosas. São estes comercializados na forma bruta ou beneficiada, fornecendo substâncias purificadas (LUPE, 2007). No mercado de óleos essenciais, o Brasil se destaca juntamente com os maiores produtores como Índia, China e Indonésia. Atualmente a maior produção brasileira é de óleos de cítricos (BIZZO et al., 2009).

Os constituintes variam de acordo com cada planta, podem apresentar hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, óxidos, peróxidos, ácidos orgânicos e outros constituintes (BARREIRO, 2006; BIZZO et al., 2009).

A composição química dos óleos essenciais sofre interferência de fatores genéticos, pois depende da síntese de metabólitos secundários da planta e, como, fatores mecânicos, ambientais, fisiológicos e nutricionais podem interferir. Porém existem outras variáveis que podem influenciar diretamente na obtenção dos componentes do óleo, como o processo de extração, a parte da planta, a coleta e o armazenamento do material, o tempo e a temperatura de extração (ANDREO; JORGE, 2006; SOUZA, 2011).

O preparo do material antes da extração do óleo é importante para que os compostos antioxidantes presentes na planta sejam conservados, os vegetais geralmente são secados, desidratados ou liofilizados. Para obter maior superfície de contato com o solvente, o material

pode ser moído, aumentando a eficiência da extração dos componentes desejados. Os compostos antioxidantes são foto e termossensíveis, por isso é importante o armazenamento fora do alcance de luz e em temperatura baixa (ANDREO; JORGE, 2006; SOUZA, 2011; YAZDANPARAST; ARDESTANI, 2007).

Os principais métodos de extração são pelo arraste a vapor e a hidrodestilação, mas também pode ser por prensagem, no caso de pericarpo de frutos. No processo de extração por hidrodestilação o material vegetal fica submerso em água, e devido à ação da pressão de vapor, os óleos voláteis são arrastados, uma vez que apresentam tensão de vapor maior que a água. Em seguida são condensados e coletados (BIZZO et al., 2009; BARREIRO, 2006).

Outra técnica de extração que tem sido aplicada com eficácia na obtenção de óleos essenciais é a supercrítica, onde são utilizados fluidos pressurizados, principalmente o CO<sub>2</sub>. Essa técnica possui a vantagem de obtenção de produtos mais puros, livres de solvente, pois a separação do óleo e do solvente se dá pela alteração das condições de pressão e/ou temperatura, em condições em que o solvente utilizado esteja na forma gasosa. Além disso, este método é indicado quando existe perigo de degradação térmica dos extratos, já que a utilização de temperaturas moderadas é possível (GALVÃO et al., 2008).

## 2.6 TÉCNICAS ANALÍTICAS

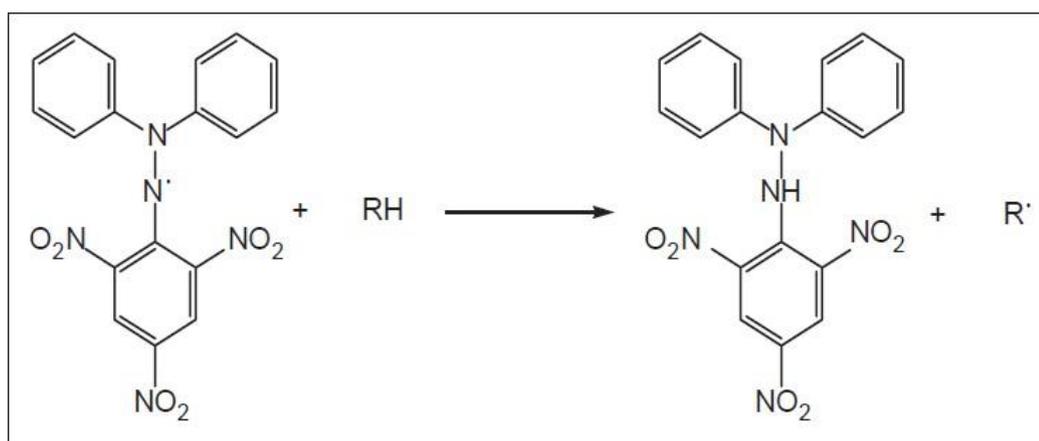
### 2.6.1 Quantificação da atividade antioxidante total pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)

Dentre os métodos mais utilizados para análise da capacidade antioxidante estão os métodos do ABTS (2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato, sal diamônio) e do DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), que medem a habilidade de um antioxidante em reduzir um radical livre através da doação de hidrogênio ou elétron (MOLYNEUX, 2003; CAMPOS et al., 2008).

A molécula de DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) é um radical livre estável, devido à deslocalização do elétron livre na molécula, o que não permite o processo de dimerização, comum a outros radicais livres. Essa deslocalização eletrônica caracteriza a cor violeta forte quando em solução alcoólica e a banda de absorção no comprimento de onda de

520 nm. Ao reagir com uma substância antioxidante o DPPH• passa à forma reduzida 2,2-difenil-1-picril-hidrazina (DPPH-H), de coloração amarela e com decréscimo na absorção. O mecanismo de ação dessa reação baseia-se na transferência de elétrons e átomos de hidrogênio. A diminuição da absorção está relacionada com a capacidade antioxidante da substância, assim a quantidade total de antioxidantes pode ser determinada através de método espectrofotométrico (OLIVEIRA et al., 2009).

As moléculas de DPPH nas formas de radical livre (1) e reduzida (2) são apresentadas na Figura 5. Com os valores de absorção determina-se a porcentagem de atividade antioxidante, a quantidade de DPPH• consumida pelo antioxidante ou sequestradora de radicais e/ou a porcentagem de DPPH• remanescente no meio reacional (MOLYNEUX, 2003; OLIVEIRA et al., 2009).



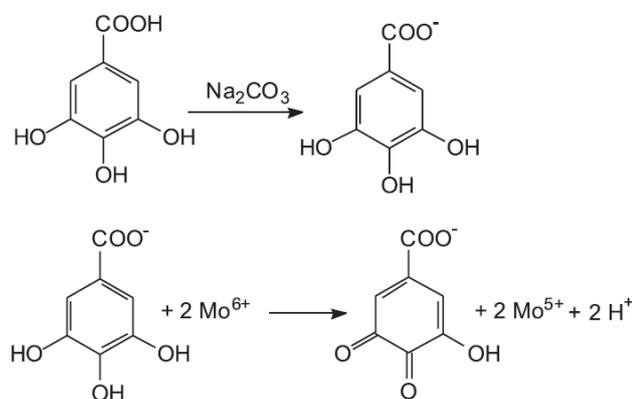
**Figura 5: DPPH na forma de radical livre reagindo com um antioxidante.**  
**Fonte: Koneru, Satyanarayana, Khan, 2011.**

Assim, através dos métodos descritos objetiva-se determinar a atividade antioxidante e também quantificar os compostos fenólicos presentes nos óleos essenciais obtido dos tubérculos (OET) e das folhas (OEF).

## 2.6.2 Quantificação Espectrofotométrica de compostos fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu

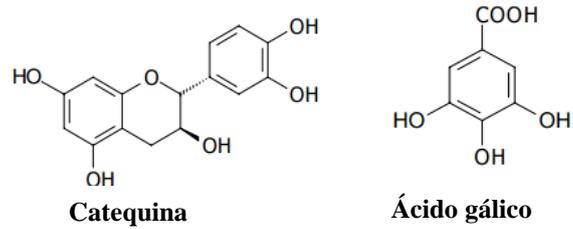
Para a quantificação de compostos fenólicos há uma variedade de técnicas, mas a baseada no reagente de Folin-Ciocalteu é a mais utilizada. O reagente é uma mistura dos ácidos fosfomolibdídico e fosfotungstístico, em que o molibdênio e o tungstênio estão no estado de oxidação  $6^+$ . Quando em contato com certos agentes redutores, como os compostos fenólicos, formam-se os complexos de molibdênio e tungstênio na coloração azul (SOUSA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009).

Através da variação na coloração é possível determinar a concentração das substâncias redutoras na amostra, pois a intensidade da cor azul aumenta linearmente a 760 nm. As absorvâncias são comparadas com uma curva padrão de um composto fenólico antioxidante forte, como o ácido gálico ou a catequina. Na Figura 6 tem-se a reação de desprotonação do composto fenólico ácido gálico em meio básico produzindo o íon fenolato, desencadeando uma reação de oxirredução com o reagente de Folin. Nesta reação o molibdênio sofre redução em meio alcalino e por isso a coloração do meio muda de amarela para azul (OLIVEIRA et al., 2009).



**Figura 6: Reação do ácido gálico com o molibdênio, componente do reagente Folin-Ciocalteu. Fonte: Oliveira et al. (2009).**

As substâncias mais utilizadas para a construção da curva padrão são o ácido gálico e a catequina, a Figura 7 mostra a estrutura de cada uma. São compostos fenólicos classificados como flavonóides e pertencentes ao subgrupo dos taninos. O ácido gálico é um tanino hidrolisável, enquanto a catequina é um tanino condensado, ambos ocorrem naturalmente em diversas espécies vegetais (SILVA e SILVA 1999; VERZA, 2006).



**Figura 7: Estrutura dos compostos fenólicos utilizados como substâncias padrão.  
Fonte: Verza, 2006.**

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAIS

Foram utilizadas as folhas e os tubérculos da planta *C. rotundus*, obtidas em Marechal Cândido Rondon – Paraná, no mês de abril de 2014.

Os reagentes utilizados foram ácido gálico monohidratado 99,9 % (Vetec), carbonato de sódio anidro P.A. (Cromato Produtos Químicos); DPPH (Sigma-Aldrich); etanol P. A. (Alphatec); metanol P.A. (Alphatec); reagente de Folin–Ciocalteu P.A (Dinâmica).

#### 3.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL

As plantas foram obtidas em uma horta na cidade de Marechal Cândido Rondon-Paraná, no mês de abril de 2014. Foram coletados tubérculos e folhas da tiririca para a realização das análises. A coleta foi realizada manualmente sendo, primeiramente, retiradas as folhas e em seguida os tubérculos, retirando-se a terra superficial e cavando para encontrá-los. Após coletados foram colocados em sacos plásticos e levados ao laboratório, onde foram higienizados em água corrente e em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio. A Figura 8 mostra as folhas e tubérculos coletados.



**Figura 8: Folhas (1) e tubérculos (2) coletados.**  
**Fonte: A autoria própria.**

### 3.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

A secagem das plantas, extração do óleo e as análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Toledo.

Após a higienização, as folhas foram secas em estufa (Solab, modelo SL 102/125) a 40 °C por 48 horas, já para os tubérculos a temperatura utilizada foi de 50 °C e o tempo de 48 horas. Ao retirar as amostras da estufa, esperou-se que atingissem a temperatura ambiente e em seguida determinou-se o teor de umidade através da determinadora de umidade por infravermelho (Bel, modelo Top Ray).

Os tubérculos foram triturados em moinho de facas (Solab, modelo SL30). As folhas são muito fibrosas, por isso não foi possível triturá-las, sendo então cortadas com tesoura no comprimento de, aproximadamente 1,5 cm, em seguida, iniciou-se a hidrodestilação do óleo essencial. Como a extração é um processo demorado, as amostras secas foram fracionadas e armazenadas à temperatura ambiente, em sacos plásticos pretos, a fim de evitar o contato com a luz, para posterior extração e análises.

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação em Clevenger. Para isso foram colocadas 40 g do material (folha ou tubérculo) e 600 mL de água destilada em um balão de fundo redondo ligado ao aparelho do tipo Clevenger, de acordo com a Figura 9. Após 2 horas de hidrodestilação trocou-se a fração de planta e o procedimento foi repetido.



**Figura 9:** Aparelho tipo Clevenger utilizado na extração.  
**Fonte:** Autoria própria.

O tempo de extração foi de 2 horas, pois a partir desse tempo o volume de óleo extraído manteve-se invariável. A Figura 10 mostra a quantidade de óleo extraída em um ciclo com três extrações consecutivas.



**Figura 10: Óleo acumulado durante a hidrodestilação dos tubérculos.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Depois de extraído, o óleo foi coletado e armazenado em microtubo em freezer até a realização das análises, para evitar a degradação dos componentes sensíveis ao calor. O cálculo do rendimento em percentual foi feito através da quantidade de óleo extraído em relação a quantidade material seco utilizado.

### 3.4 ANÁLISE DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

#### 3.4.1 Determinação da capacidade antioxidante total

Para a realização dessa análise foi utilizado o método do DPPH, de acordo com Choi et al. (2002). Primeiramente foi preparada a solução metanólica de DPPH  $3,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ , utilizada somente no mesmo dia que preparada. Os óleos essenciais foram diluídos em etanol, obtendo cinco diferentes concentrações, a análise foi realizada em triplicata para cada concentração.

Para a reação ocorrer 2,5 mL de cada amostra foram adicionados a 1,0 mL da solução de DPPH  $3,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ , a mistura foi agitada e mantida à temperatura ambiente por 1 hora, para completar a reação. Foram realizadas as leituras das absorvâncias no

comprimento de onda de 520 nm, em que o radical DPPH apresenta o máximo de absorção. Para controle negativo utilizou-se 1 mL da solução de DPPH com 2,5 mL de etanol e como branco utilizou-se o etanol.

O cálculo da porcentagem de inibição de radicais livres foi realizado pela equação 4:

$$\% \text{ de inibição} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (4)$$

Em que  $A_0$  é a absorvância da amostra controle e  $A_1$  é a absorvância da amostra com óleo. Através de um gráfico de percentual de inibição pela concentração das amostras foi calculado o valor de IC50, o qual representa a concentração de óleo necessária para inibir 50 % do radical DPPH presente na solução. Para o cálculo da atividade antioxidante total, utilizou-se a equação 5:

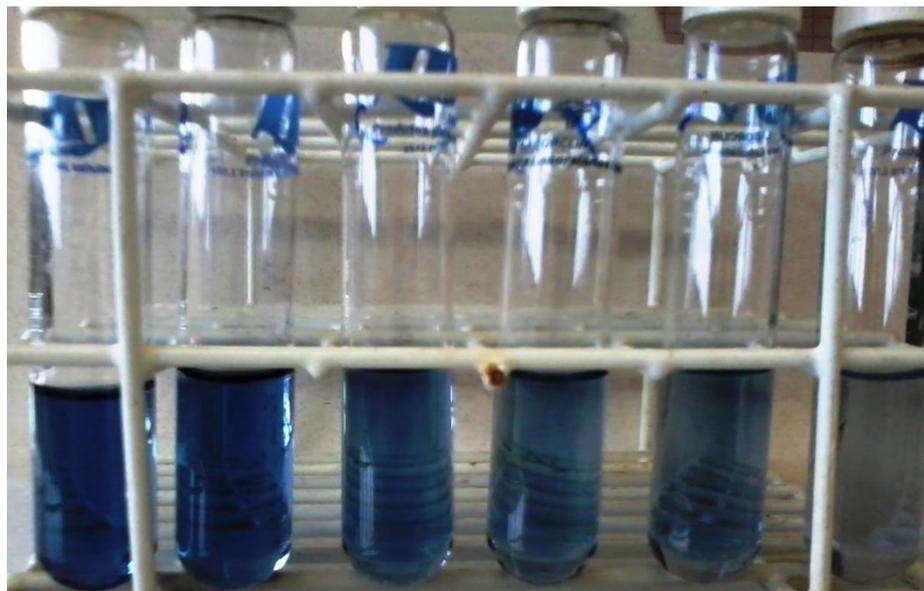
$$AAI = \frac{[DPPH]_{\text{final}} (\text{mg mL}^{-1})}{IC_{50} (\text{mg mL}^{-1})} \quad (5)$$

### 3.4.2 Determinação de fenóis totais

A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON e ROSSI, 1965apud LUZIA; JORGE, 2010)<sup>3</sup>. A Figura 11 mostra a intensidade da cor azul, conforme o aumento na quantidade de compostos fenólicos.

---

<sup>3</sup> SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents**. American Journal of Enology and Viticulture, Vol 16, No 3, p. 144-158, 1965.



**Figura 11: Aumento da intensidade da coloração azul do reagente Folin-Ciocalteu, na quantificação dos compostos fenólicos.**

**Fonte: Autoria própria.**

Os óleos essenciais foram dissolvidos em etanol, a fim de se obter uma concentração de  $1,0 \text{ mg mL}^{-1}$ , e em seguida analisados.

Para a reação, uma alíquota de  $0,3 \text{ mL}$  da amostra foi acrescida de  $2,5 \text{ mL}$  de solução aquosa do reagente Folin-Ciocalteu a 10%, após 2 minutos  $2,0 \text{ mL}$  de carbonato de sódio a 7,5 %, então a mistura foi agitada e incubada por 5 minutos em banho-maria a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  e, posteriormente, a absorvância foi medida em espectrofotômetro a  $760 \text{ nm}$ . O branco foi obtido substituindo-se o volume de amostra por etanol. O equipamento utilizado foi um espectrofotômetro com varredura (PG Instrumeters, modelo T80+).

A quantidade total de fenóis das amostras foi determinada através da interpolação da absorvância das amostras com uma curva de calibração preparada com solução etanólica de ácido gálico nas concentrações de 5, 10, 20, 40, 60, 80 e  $100 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$ . Os resultados foram expressos como  $\mu\text{g EAG}$  (equivalentes de ácido gálico) por  $\text{mg}$  de óleo, considerando o desvio padrão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade média das folhas e dos tubérculos após a secagem foi de 11 e 17 %, respectivamente. Os tubérculos não foram triturados antes da secagem, portanto a superfície de contato com o ar durante a secagem foi menor que a das folhas, já que são mais finas, por isso a umidade dos tubérculos permaneceu maior que a das folhas.

Para determinar o tempo ideal de extração, realizaram-se testes, através dos quais se concluiu que após 2 horas de extração não havia mais aumento da quantidade de óleo, portanto esse foi o tempo determinado como padrão para as extrações.

O rendimento dos óleos extraídos em relação ao material seco foi de 0,76% para o óleo essencial dos tubérculos (OET) e 0,025 % para o óleo essencial das folhas (OEF). Kilani et al. (2007) também extraiu óleo essencial de tubérculos secos através de hidrodestilação e obteve rendimento de 0,5%. Já Bisht et al. (2011) obteve rendimento de 0,2 % de óleo essencial de tubérculos frescos, a partir da hidrodestilação em Clevenger, com tempo de 6 a 7 horas de extração. Ao comparar esses dados, percebe-se que ao utilizar o tubérculo seco pode-se obter rendimento maior com tempo menor de extração. Cada planta armazena o óleo essencial produzido a partir do metabolismo secundário em algum órgão, portanto o tubérculo pode ser o local de armazenagem da planta *C. rotundus*.

### 4.1 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL

Para esta análise utilizou-se o método de inibição do radical livre DPPH. Primeiramente foram realizados testes para identificar a faixa de concentração necessária, de acordo com a atividade antioxidante da amostra. E assim, construir uma curva de percentual de inibição que mostre linearidade, na qual o ideal é englobar valores próximos de 50 % de inibição.

A faixa de concentração utilizada foi entre 18 e 110 mg mL<sup>-1</sup>, para os dois óleos obtidos por hidrodestilação (tubérculos e folhas). Os percentuais de inibição foram calculados de acordo com a Equação 1, em seguida os valores foram plotados em um gráfico correlacionando com a concentração utilizada.

Os Gráficos 1 e 2 mostram a relação entre percentual de inibição e concentração para os óleos essenciais OET e OEF, respectivamente. As equações das retas e os valores do coeficiente de determinação estão em cada gráfico.

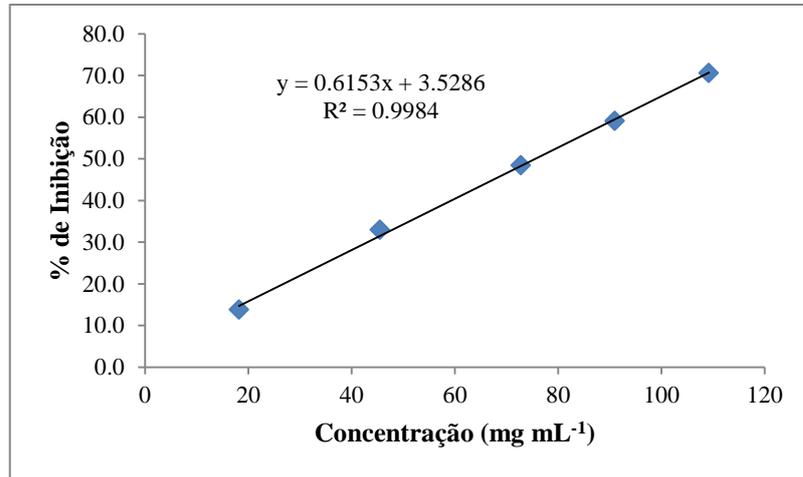


Gráfico 1: Curva de percentual de inibição *versus* concentração do OET.

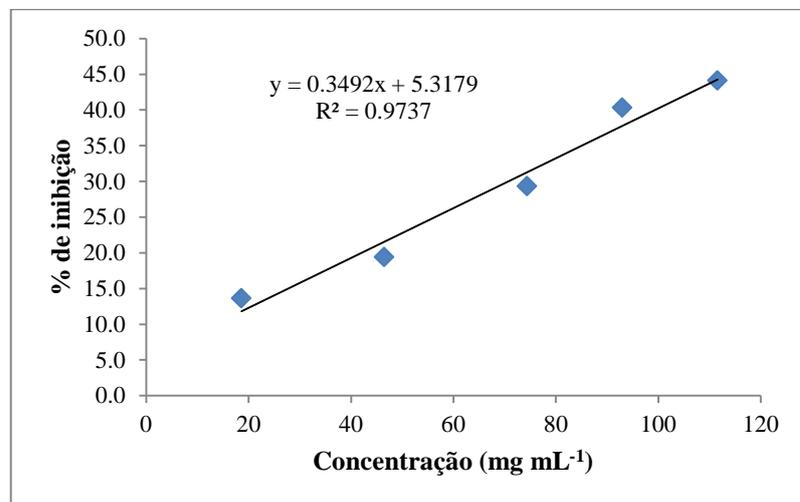


Gráfico 2: Curva de percentual de inibição *versus* concentração do OEF.

Observando os valores dos coeficientes de determinação percebe-se boa linearidade e representatividade para o OET, enquanto que os dados para o OEF apresentaram um valor menor, ou seja, não se mostraram tão lineares.

Através da equação da reta, obtida pela regressão linear, foram calculados os valores da concentração necessária para inibir 50 % do reagente DPPH (IC50) para cada óleo. Os valores de AAI foram determinados de acordo com a Equação 2. Os dados estão na Tabela 1.

**Tabela 1: Valores de IC50 e AAI das amostras.**

Amostra	IC 50 (mg mL <sup>-1</sup> )	AAI
OET	75,6	5,13 x 10 <sup>-4</sup>
OEF	126,4	3,07 x 10 <sup>-4</sup>

**Legenda:** OET: Óleo essencial dos tubérculos;  
OEF: Óleo essencial das folhas.

Segundo Scherer e Godoy (2009), considera-se que o óleo possui ação antioxidante fraca quando o AAI < 0,5; ação moderada quando o AAI encontra-se entre 0,5 e 1,0; ação antioxidante forte quando o AAI está entre 1,0 e 2,0 e; ação muito forte para valor de AAI > 2,0.

Analisando os dados obtidos percebe-se que OET apresentou atividade antioxidante levemente maior que o OEF. Ao calcular o Índice de Atividade Antioxidante, conclui-se que os dois apresentaram atividade antioxidante fraca, devido ao valor de AAI ser menor que 0,5.

Comparando com a atividade dos antioxidantes sintéticos, que conforme Scherer e Godoy (2009) apresentam ação forte, com valores de AAI maiores que 2,0 pode-se dizer que os óleos são muito fracos.

Yazdanparst e Ardestani (2007) avaliaram o potencial antioxidante do extrato hidroalcoólico obtido das folhas de *Cyperus rotundus* frente ao radical DPPH e em seus resultados 50 µg mL<sup>-1</sup> de extrato corresponderam a uma inibição de 47,27 %. Apesar de a metodologia utilizada não ter sido idêntica, a concentração final de DPPH disponível (3,94 x 10<sup>-2</sup> mg mL<sup>-1</sup>) para reação com a amostra foi próxima da utilizada neste trabalho (3,88 x 10<sup>-2</sup> mg mL<sup>-1</sup>). Assim, comparando os percentuais de inibição percebe-se que é necessária uma quantidade muito menor de extrato que a de óleo essencial para atingir os mesmos 50 % de inibição do radical DPPH.

Ao estudar diferentes tipos de extratos obtidos dos tubérculos da tiririca da Tunísia, Kilani et al. (2007) observou que o extrato a partir de acetato de etila apresentou a melhor inibição do radical DPPH. Os valores de IC50 para o extrato obtido pelo uso de acetato de

etila e metanol foram 20 e 65  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , respectivamente. Já para o extrato aquoso e o óleo essencial os valores foram acima de 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Como a metodologia do estudo não cita o volume das alíquotas utilizadas não é possível determinar a concentração final de DPPH na reação. Assim, os valores de IC50 não podem ser comparados diretamente com o estudo, mas mostram que a atividade dos extratos também foi maior que a do óleo essencial obtido por destilação a vapor.

Nos estudos citados sobre extratos tanto de folhas quanto de tubérculos observa-se diferença de atividade antioxidante ao modificar o solvente de extração, isso ocorre devido a diferença dos componentes extraídos de acordo com cada técnica e solvente utilizado.

A atividade antioxidante do óleo essencial comparada com os valores dos extratos, obtidos por outros estudos, mostrou-se menor. Esse fato pode ser relacionado com a diferença de componentes extraídos, já que a técnica de hidrodestilação é diferente da extração com solvente e também com a concentração dos componentes. Essa diferença foi comprovada no estudo de Tam et al. (2006) ao analisar a composição dos óleos essenciais de *Cyperus rotundus* obtidos por diferentes tipos de extração.

Outro fator importante que pode contribuir para a variação da atividade antioxidante são os fatores regionais, ou seja, as condições ambientais nas quais as plantas se desenvolveram, que estão diretamente relacionadas com os componentes presentes na planta (LAWAL; OYEDEJI, 2009).

Inúmeros óleos essenciais já foram estudados a fim de avaliar a atividade antioxidante, porém nem todos calculam o AAI (um parâmetro que independe da concentração de DPPH). Como é possível calcular esse índice a partir dos valores de IC50 e concentração final de DPPH utilizado, os dados de AAI de outras pesquisas foram calculados e estão apresentados na Tabela 2, para que assim possa comparar os resultados.

**Tabela 2: Valores de AAI para outros óleos essenciais encontrados na literatura**

<b>Amostra de óleo essencial</b>	<b>AAI calculado</b>	<b>Fonte</b>
Camomila	$2,70 \times 10^{-4}$	Morais et al. (2009)
Carqueja	$2,91 \times 10^{-4}$	Morais et al. (2009)
Hortelã	$7,36 \times 10^{-4}$	Morais et al. (2009)
Capim Santo	$7,38 \times 10^{-4}$	Morais et al. (2009)
Louro	$1,69 \times 10^{-2}$	Morais et al. (2009)
Pimenta-da-Jamaica (folhas)	$1,89 \times 10^{-2}$	Jirovetz et al. (2007)
Canela	$1,38 \times 10^{-1}$	Schmidt et al. (2006)
Citronela	0,1	Scherer et al. (2009)

Analisando os valores de AAI dos outros óleos percebe-se que a maioria das plantas apresentou ação antioxidante fraca, assim como os óleos de tiririca analisados neste trabalho.

Como os constituintes majoritários dos óleos essenciais de tiririca analisados por diversos lugares no mundo são principalmente hidrocarbonetos (como cypereno e  $\beta$ -selineno) e cetonas (como a  $\alpha$ -cyperona e  $\beta$ -cyperona) a atividade antioxidante baixa se deve a presença desses compostos que não atuam como antioxidantes.

#### 4.2 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos estão relacionados com a quantidade de antioxidantes das plantas, por isso a quantificação dos mesmos é importante (SILVA et al., 2010).

Para quantificação preparou-se uma curva padrão com ácido gálico relacionando-se absorvância e concentração, conforme o Gráfico 3. A equação da reta é apresentada no gráfico, juntamente com o coeficiente de determinação, demonstrando uma boa linearidade da curva.

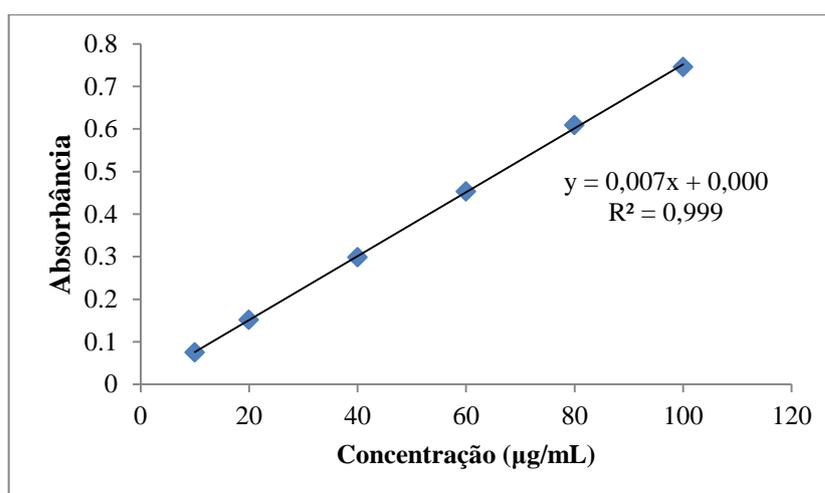


Gráfico 3: Curva padrão preparada com ácido gálico.

Através da interpolação das absorvâncias das amostras calculou-se o teor de compostos fenólicos. Para o óleo essencial obtido das folhas (OEF) o teor foi de  $55,52 \pm 1,49$  ( $\mu\text{g}$  EAG por mg de óleo) e o óleo dos tubérculos (OET) apresentou teor um pouco mais elevado  $79,92 \pm 1,40$  ( $\mu\text{g}$  EAG por mg de óleo).

Resultado semelhante foi encontrado por Yazdanparst e Ardestani (2007) onde obtiveram valor de  $78,55 \pm 4,24$  ( $\mu\text{g}$  EAG por mg de extrato seco) ao avaliar o teor de compostos fenólicos em extratos hidroalcoólicos das folhas de *Cyperus rotundus*.

Nagulendran et al. (2007) encontraram valores de  $73,27 \pm 4,26$  ( $\mu\text{g}$  equivalente de catequina por mg de extrato seco) para extrato hidroalcoólico do tubérculo de plantas coletadas na Índia, em que o rendimento foi de 16 %. Nesse estudo foi utilizada a catequina como padrão, um flavonoide que possui menor potencial se comparada ao ácido gálico, ou seja, é necessária uma quantidade maior para ser equivalente ao ácido gálico. Os valores mostram que os extratos hidroalcoólicos possuem teor menor de compostos fenólicos se comparados ao óleo essencial, estudado no presente estudo.

Mesmo que os óleos estudados tenham apresentado teor de compostos fenólicos semelhante aos teores de extratos realizados por outros estudos, ao comparar os rendimentos, o extrato mostra-se mais viável, uma vez que o rendimento para diferentes extratos é maior que o rendimento do óleo essencial.

Ao relacionar a quantidade de compostos fenólicos e a atividade antioxidante total, percebe-se que o OEF que apresentou menor AAI, também teve a menor quantidade de compostos fenólicos, já o OET o qual teve maior AAI apresentou a quantidade de compostos fenólicos maior. Portanto, a quantidade de compostos fenólicos é um fator que está diretamente relacionado com a ação antioxidante do óleo essencial da tiririca, mesmo que a ação seja fraca.

## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho verificou-se que o óleo essencial dos tubérculos da planta *C. rotundus* apresentou teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante total maior que o óleo essencial das folhas. Os valores do índice de atividade antioxidante mostram que, apesar dos relatos do uso da planta como antioxidante e dos tubérculos apresentarem ação antioxidante maior, ambos os óleos foram classificados como antioxidantes com ação fraca. Resultado semelhante a muitos outros óleos essenciais de plantas já estudadas.

Através dos dados conclui-se que a utilização dos mesmos se torna inviável, pois apresentaram ação muito fraca e o rendimento do óleo também é um fator limitante. Os rendimentos foram baixos se comparados a extratos da mesma planta obtidos por estudos de outras partes do mundo disponíveis na literatura.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Marccus; ARAÚJO, Ana Claudia; PRATA, Ana Paula; VITTA, Fabio; HEFLER, Sonia; TREVISAN, Rafael; BRAGANÇA GIL, André dos Santos; Martins, Shirley; THOMAS, Wayt. Diversity Of Cyperaceae In Brazil. **Rodriguésia**. V. 60, n.4, p. 771-782. 2009.

ANDREO, Denise; JORGE, Neuza; **Antioxidantes naturais: técnicas de extração**. Pós-Graduação do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual Paulista (UNESP) São Paulo, 2006.

BARREIRO, Adriana Pacheco. **Produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) em função de reguladores vegetais**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. UNESP, São Paulo – 2006.

BARREIROS, André L. B. S.; DAVID, Jorge M; DAVID, Juceni P. **Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo**. *Quim. Nova*, Vol. 29, No. 1, 113-123, 2006.

BISHT, Anupam; BISHT, G. R. S.; SINGH, Mamta; GUPTA, Richa; SINGH, Vinod. **Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of tubers of *Cyperus rotundus* Linn. collected from Dehradun (Uttarakhand)**. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. ISSN: 2229-3701 v. 2, abr./jun. 2011.

BIZZO, Humberto R; HOVELL, Ana Maria C.; REZENDE, Claudia M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**,v. 32, n. 3, 588-594, 2009.

BORGUINI, Renata Galhardo. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. Tese de doutorado em Saúde pública. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

CAMPOS, Flávia Milagres; MARTINO, Hércia Stampini Duarte; SABARENSE, Céphora Maria; PINHEIRO-SANT'ANA, Helena Maria. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição Araraquara**.ISSN 0103-4235 v.19, n.4, p. 481-490, out./dez. 2008.

CHOI, C. W.; KIM, S. C.; HWANG, S. S.; CHOI, B. K.; AHN, H. J.; LEE, M. Y.; PARK, S. H.; KIM, S. K. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean

medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. **Plant Science**. V. 163, p. 1161-1168, 2002.

CROTTI, Antônio Eduardo Miller; AGUIAR, Daniela de Paula; MANTOVANI, André LuisLembi; KELES, Larissa Costa; MARTINS, Moara Helena Garcia; BARCELOS, Ana Laura Marques; GUERRA, Fernanda Ribeiro; DIAS, Herbert Júnior; GROppo, Milton; CUNHA, Wilson Roberto; VENEZIANI, Rodrigo Cassio Sola. **Evaluation of the antioxidant activity of some Brazilian medicinal plant extracts**. 2012.

DUARTE, M.C.T.; FIGUEIRA, G.M.; PEREIRA, B.; MAGALHÃES, P.M. DELARMELINA, C. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcolicos de espécies da coleção de plantas medicinais CPQBA/UNICAMP. **Rev. Bras. Farmacognosia**. V. 14, supl. 01, p. 06-08, 2004.

FANTI, Fernanda Pereira. **Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus*. (Cyperaceae) e de rauxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens*. (Verbenaceae)**. Dissertação de Mestrado em Botânica. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – 2008.

FAUSTINO, Hélio; GIL, Nuno; BAPTISTA, Cecília; DUARTE, Ana Paula. Antioxidant Activity of Lignin Phenolic Compounds Extracted from Kraft and Sulphite Black Liquors. **Molecules**. V. 15, p. 9308-9322; 2010.

GALVÃO, Elisângela Lopes; SILVA, Débora Cristina Fernandes; SILVA, Jamile Oliveira da; MOREIRA, Ana Vlândia Bandeira; SOUSA, Elisa Maria Bittencourt Dutra de. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. V. 28(3), p. 551-557. Campinas, 2008.

HALLIWELL, B. Dietary polyphenols: good, bad, or indifferent for your health? **British Journal of Clinical Pharmacology**. V. 75, n. 3, p. 637-644. 2007

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. **Free radicals in Biology and Medicine**. Ed. 4. Nova Iorque, 2007.

HERBÁRIO DE COIMBRA. Família Cyperaceae. **Herbário da Universidade de Coimbra**. Portugal. 2007. Disponível em: <[http://www.uc.pt/herbario\\_digital/Flora\\_PT/Familias/cyperaceae](http://www.uc.pt/herbario_digital/Flora_PT/Familias/cyperaceae)>. Acesso em: 20 abr 2015.

JARDINI, Fernanda Archili. **Atividade dos compostos fenólicos antioxidantes da romã (*Punica granatum L.*) – avaliação *in vivo* e em culturas de células**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo Faculdade de Ciências Farmacêuticas – São Paulo, 2010.

JESUS, S.L.; ARÉVALO, R.A.; ROMÃO, G.O.; ROSSI, L.M.; COSCIONE, A.R.; NOGUEIRA, N.L. Potencial de utilização de *Cyperus rotundus* na descontaminação de áreas de descarte de resíduos industriais com elevados teores de metais. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, vol. 27, nº 4, p. 641-645, 2009.

JIROVETZ, Leopold; BUCHBAUER, Gerhard; STOILOVA, Ivanka; KRASTANOV, Albert; STOYANOVA, Albena; SCHMIDT, Erich. Spice plants: Chemical composition and antioxidant properties of *Pimenta* Lindl. essential oils, part 1: *Pimenta dioica* (L.) Merr. leaf oil from Jamaica. **Ernährung/Nutrition**. V. 31, n. 2, p. 55-62, 2007.

KILANI Soumaya; LEDAUPHIN, Jérôme; BOUHEL, Ines; SGAHAIER, Mahamed; BOUBAKER, Jihed; SKANDRANI, Ines; MOSRATI, Ridha; GHEDIRA, Kamel; BARILLIER, Daniel; CHEKIR-GHEDIRA, Leila. Comparative Study of *Cyperus rotundus* Essential Oil by a Modified GC/MS Analysis Method. Evaluation of its Antioxidant, Cytotoxic, and Apoptotic Effects. **Chemistry and Biodiversity**. Zurique, Suíça, v. 5, p. 729, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200890069/pdf>>. Acesso em: 20 jan 2015.

KILANI, Soumaya; BOUHLEL, Ines; BEN AMMAR, Ribai; BEN SGHAIR, Mohamed; SKANDRANI, Ines; BOUBAKER, Jihed; MAHMOUD, Amor; DIJOUX-FRANCA, Marie-Geneviève; GHEDIRA, Kamel; CHEKIR-GHEDIRA, Leila. Chemical investigation of different extracts and essential oil from the tubers of (Tunisian) *Cyperus rotundus*. Correlation with their antiradical and antimutagenic properties. **Annals of Microbiology**, vol 57 n.4. p. 657-664, 2007.

KONERU, A.; SATYANARAYANA, S.; MUKKANTI, K.; KHAN, K.A.. In vitro Antioxidant Activity of Itrifal Kishneezi: A Unani Formulation. **American Journal of Drug Discovery and Development**, Vol. 1. P. 121-128, 2011.

LAWAL, A. Oladipupo; OYEDEJI, O. Adebola. Chemical Composition of the Essential Oils of *Cyperus rotundus* L. from South Africa. **Molecules** 2009. V. 14, p. 2909-2917, 2009.

LIMA, Alessandro de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.)**. Tese de doutorado Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

LODOVICI, M.; F. GUGLIELMI, M. MEONI, P. DOLARA Effect of natural phenolic acids on DNA oxidation in vitro. **Food and Chemical Toxicology**. V. 39, p.1205–1210. 2001.

LUPE, Fernanda Avila. **Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia**. Dissertação de Mestrado em Química Orgânica. Campinas, 2007.

Disponível em: <<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtIs000432869.pdf>>. Acesso em: 25 abr 2015.

LUZIA, Débora Maria Moreno, JORGE, Neuza. Potencial antioxidante de extratos de sementes de limão (*Citrus limon*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, n.2, p. 489-493, 2010.

MATTOS, Thiago Cardoso Genaro; LIMA, Marcelo Hermes. **Mecanismos da ação antioxidante dos ácidos caféico e tânico em sistemas contendo íons ferro**. Dissertação de mestrado. Instituto de Química da Universidade de Brasília. Brasília – 2009.

MILLEZZI, Alessandra Farias. Ação de óleos essenciais sobre biofilmes formados por *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Tese de doutorado em Microbiologia de alimentos. Universidade Federal de Lavras. Lavras – 2012.

MOLYNEUX, Philip. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarín Journal of Science and Technology**. V. 26, n. 2, p. 211-219. 2003.

MUNIZ, F. R.; CARDOSO, M. G.; VON PINHO, E.V.R.; VILELA, M. Qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca. **Revista Brasileira de Sementes**. V. 29, n. 2, p.195-204, 2007.

MORAIS, Selene M. de; CAVALCANTI, Eveline S.B.; COSTA, Sônia M. O.; AGUIAR, Liza A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. V. 19 (1B), p. 315-320, 2009.

NAGULENDRAN, KR.; VELAVAN, S.; MAHESH, R; HAZEENA BEGUM, V. *In Vitro* Antioxidant Activity and Total Polyphenolic Content of *Cyperus rotundus* Rhizomes. **E-journal of Chemistry**. V. 4, n. 3, p. 440-449, 2007.

NIMA, Zeid Abdul-Majid; JABIER, Majid Sakhi; WAGI, Raghidah Ismaeel; HUSSAIN, Huda Abd Al-Kareem. **Extraction, Identification and Antibacterial activity of Cyperus oil from Iraqi C. rotundus**. Eng. Technology, v. 26, n. 10, 2008.

OLIVEIRA, Alane Cabral de; VALENTIM, Iara Barros; GOULART, Marília Oliveira Fonseca; Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

PASTRE, Waldinei; DEUBER, Robert; ROLIM, José Carlos. Viabilidade de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*) tratados com sulfentrazone e flazasulfuron. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 8, n. 2, p. 44-53, mai./ago, 2009.

QUAYYUM, H. A. MALLIK, A. U.; LEACH, D. M.; GOTTARDO, C. Growth inhibitory effects of nutgrass (*Cyperus rotundus*) on rice (*Oryza sativa*) seedlings. **Journal of Chemical Ecology**. New York, v. 26, n. 9, p. 2221-2231, 2000.

RAMALHO, Valéria Cristina; JORGE, Neuza. Antioxidantes Utilizados em Óleos, Gorduras e Alimentos Gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006

SCHERER, Rodrigo; GODOY, Helena T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, v. 112, p. 654–658, 2009.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M.C.T.; GODOY, H.T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu**. V.11, n.4, p.442-449, 2009.

SCHMIDT, Erich; JIROVETZ, Leopold; BUCHBAUER, Gerhard; ELLER, Gernot A.; STOILOVA, Ivanka; KRASTANOV, Albert; STOYANOVA, Albena; GEISSLER, Margit. Composition and Antioxidant Activities of the Essential Oil of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Leaves from Sri Lanka. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**. v. 9, n. 2 , p. 170-182, 2006.

SHAHIDI, Foreidoon. **Natural antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Applications**. P. 1-10. Canadá: 1996.

Diponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9-aZzJxp8DkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Natural+antioxidants:+chemistry,+health+effects,+and+applications&ots=xKrJIFNTSF&sig=mY-WyededwczREs6ooiaI4U81IU#v=onepage&q=Natural%20antioxidants%3A%20chemistry%2C%20health%20effects%2C%20and%20applications&f=false>>.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso; COSTA, Renata Silva; SANTANA, Andréa dos Santos; KOBLITZ, Maria Gabriela Bello. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SILVA, Mara Reis; SILVA, Maria Aparecida Azevedo Pereira. **Aspectos Nutricionais de Fitatos e Taninos**. Rev. Nutr., Campinas, 12(1): 5-19, jan./abr., 1999.

SIVAPALAN, Sri Ranjani. Medicinal uses and Pharmacological activities of *Cyperus rotundus* Linn –A Review. **International Journal of Scientific and Research Publications**. V. 3, Ed. 5. 2013.

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Rev. Nutr.**, Campinas, V. 15, N. 1 P.71-81, jan./abr., 2002.

SONWA, Mesmin Mekem; KÖNIG, Wilfried A. Chemical study of the essential oil of *Cyperus rotundus*. **Phytochemistry**. V. 58, p.799–810, 2001.

SOUSA, Cleyton Marcos de M.; SILVA, Hilris Rocha; VIEIRA-JR, Gerardo Magela; AYRES, Mariane Cruz C.; COSTA, Charllyto Luis S. da; ARAÚJO, Delton Sérvulo; ARAÚJO, Luis Carlos D. Cavalcante, Elcio Daniel S. Barros, Paulo Breitner de M.; BRANDÃO, Marcela S. e CHAVES, Mariana H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, V. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, Lucécia Fátima. **Ação antioxidante de compostos bioativos do urucum - bixina**. Dissertação de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2011.

TAM, C.U.; YANG, F.Q.; ZHANG, Q.W.; GUAN, J.; LI, S.P. Optimization and comparison of three methods for extraction of volatile compounds from *Cyperus rotundus* evaluated by gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 44, p. 444–449. 2006.

UMERIE, S.C.; EZEUZO, H.O. Physicochemical characterization and utilization of *Cyperus rotundus* starch. **Bioresource Technology**. V. 72, p. 193-196.1999.

VERZA, Simone Gasparin. **Avaliação das variáveis analíticas dos métodos de determinação do teor de taninos totais baseados na formação de complexos com substâncias protéicas e derivados da polivinilpirrolidona**. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas. UFRGS, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7578/000548883.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 abr 2015.

VIUDA-MARTOS, M.; NAVAJAS, Y. R.; ZAPATA, E. S.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. **Flavour and Fragrance Journal**. v. 25, p. 13–19, 2010.

WILEN, C. A. McGIFFEN, M. E.; Jr. ELMORE, C. L. **Notas sobre pragas**. Califórnia, n. 7432, p. 1-4, 2003.

YAZDANPARAST, R. ARDESTANI, A. *In Vitro* Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of *Cyperus rotundus*. **Journal of Medicine and Food**. V. 10, n. 4, p. 667–674. 2007.

YADAV, A. K.; MEENA A K; NIRANJAN, U S; BRIJENDRA SINGH; NAGARIYA, A K; VERMA, Mansi. Review on *Cyperus rotundus* - A Potential Herb. **International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**. V. 2, n. 1, p. 20-22. 2010.