



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL

CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARCIA MISS GOMES

**Obtenção e caracterização de extratos de *Curcuma Longa* e aplicação na
estabilidade oxidativa da manteiga**

LARANJEIRAS DO SUL, 2018

MARCIA MISS GOMES

**Obtenção e caracterização de extratos de *Curcuma Longa* e aplicação na
estabilidade oxidativa da manteiga**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Engenharia de
Alimentos da Universidade Federal da
Fronteira Sul

Professor Orientador: Dr. Luciano Tormen

LARANJEIRAS DO SUL, 2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

, Marcia Miss Gomes
Obtenção e caracterização de extratos de Curcuma
Longa e aplicação na estabilidade oxidativa da manteiga
/ Marcia Miss Gomes . -- 2018.
28 f.:il.

Orientador: Professor Doutor Luciano Tormen.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia de Alimentos, Laranjeiras do Sul, PR , 2018.

1. Extratos de Cúrcuma. 2. Oxidação da Manteiga . I.
Tormen, Luciano, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARCIA MISS GOMES

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE CÚRCUMA
LONGA E APLICAÇÃO NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DA MANTEIGA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

Orientador: Professora Dr. Luciano Tormen

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 17 / 12 / 2018


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Luciano Tormen



Profª. Drª. Larissa Canhadas Bertan



Prof. Dr. Thiago Bergler Bitencourt

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, benção e oportunidades.

Ao meu orientador, Prof. Dr^o Luciano Tormen, por nunca medir esforços para ajudar, sempre estando presente e incentivando, pelo bom humor, criatividade, paciência e orientação durante todo o trabalho. Além das muitas conversas, risadas e ensinamentos sobre a vida. Ao qual tenho grande admiração e levo como exemplo.

À Banca examinadora Prof. Dr.^a Larissa Canhadas Bertan e Prof. Dr. ^o Thiago Bergler Bitencourt, por terem aceitado o convite e contribuir com esse trabalho. Aos quais tenho grande admiração.

A minha mãe Maria e a minha tia Joraci, por sempre estarem presente, me apoiando, incentivando, pela compressão, companheirismo, todo o conhecimento e amor

As minhas amigas Mariani e Danieli, por todos os momentos vivenciados, desde uma nota, não muito satisfatória, aos momentos de diversão. Obrigado a todos, por simplesmente fazerem partes dos meus dias, por estarem sempre me apoiando, incentivando, pelo companheirismo, carinho, infinitas conversas e toda a amizade, sem vocês eu não teria chegado até aqui, obrigado por fazerem meus dias mais felizes.

À TODOS os professores do curso de Engenharia de Alimentos, muito obrigada por todo o conhecimento adquirido ao longo destes anos. Aos técnicos de laboratório, Fernanda, Helen, Silvia e Edmilson por toda ajuda e colaboração no decorrer das atividades. As meninas da limpeza dos laboratórios, pela alegria e bom humor todos os dias.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade e infraestrutura para desenvolvimento da pesquisa.

A todos que compõem a Universidade Federal da Fronteira Sul, que direta ou indiretamente prestaram auxílio e atenção durante meu processo de graduação. Sem a colaboração de todos vocês não seriam possíveis alcançar esta conquista! Muito obrigada!

Resumo

A manutenção da qualidade de alimentos constituídos de lipídeos requer o uso de antioxidantes. Aliado a isso, existe o aumento da preocupação por parte da população em adquirir hábitos alimentares mais saudáveis, como também, o interesse em consumir produtos alimentícios sem aditivos sintéticos. Desta forma, torna-se necessária a realização de pesquisas em envolvam o uso de antioxidantes naturais para minimizar a oxidação de produtos gordurosos, como a manteiga. Frente ao exposto, o objetivo de presente trabalho foi estudar o efeito do extrato de cúrcuma na rancidez oxidativa de manteiga. Neste trabalho foram obtidos dois extratos secos de cúrcuma usando extrator soxhlet com etanol e hexano como solvente. Os extratos foram caracterizados, quanto ao rendimento, a concentração de compostos fenólicos e a capacidade de sequestro do radical DPPH. Paralelamente foi elaborada uma manteiga, na qual foram aplicados os extratos da cúrcuma nas concentrações de 0,01 e 0,05% (m/m) para avaliar a capacidade antioxidante em teste de oxidação acelerada na temperatura de 60°C por 40 dias. Foi obtido um rendimento de 17,3 e 7,7% (m/m) para a extração com etanol e hexano respectivamente, e compostos fenólicos na concentração de 196,44 e 20,23 mg AG/g. A capacidade de sequestro do radical DPPH dos extratos foi elevada, 0,947 e 18,7 g de extrato/g de DPPH para os obtidos em etanol e hexano, sendo estes valores próximos a do antioxidante artificial BHT (0,304 g de BHT/g de DPPH). O teste oxidação acelerada mostrou que os extratos de cúrcuma atuaram na prevenção da oxidação de lipídios da manteiga, sendo que o extrato em etanol foi o mais efetivo, obtendo valor próximo ao resultado obtido com o BHT. Os resultados evidenciam o potencial de uso da cúrcuma na prevenção da oxidação de alimentos.

Palavras chaves: Cúrcuma, manteiga, oxidação de lipídios, extração, capacidade antioxidante

Abstract

Maintaining the fatty foods quality requires the use of antioxidants. Allied to this, there is an increase healthier eating habits in the population, as well as the interest in consuming food products without synthetic additives. In this way, it is necessary conduct research involving natural antioxidants to minimize the fatty oxidation products, such as butter. As exposed, the objective of this work was to study the effect of turmeric extract on the oxidative rancidity of butter. In this work, two dry extracts of turmeric were obtained using soxhlet extractor with ethanol and hexane as solvent. The extracts were characterized, in terms of yield, phenolic compounds concentration and the DPPH radical sequestration capacity. At the same time a butter was prepared, in which the extracts of turmeric were applied at concentrations of 0.01 and 0.05% (m/m) to evaluate the antioxidant capacity in the accelerated oxidation test at 60°C for 40 days. A yield of 17.3 and 7.7% (m/m) obtained for extraction with ethanol and hexane respectively, and phenolic compounds at the concentration of 196.44 and 20.23 mg AG/g. The DPPH radical sequestration capacity of the extracts was elevated, 0.947 and 18.7 g of extract/g of DPPH to those obtained in ethanol and hexane, these values being close to that of the artificial antioxidant BHT (0.304 g of BHT/g of DPPH). The accelerated oxidation test showed that the extracts of turmeric acted in the prevention of butter lipids oxidation, being that ethanol extract was the most effective, obtaining value close to the result obtained with the BHT. The results evidenced the potential of turmeric in the prevention of food oxidation.

Keywords: Turmeric, butter, lipid oxidation, extraction, antioxidant capacity

Sumário

1. Introdução.....	9
1.1. Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i> L.)	9
1.2. Manteiga	10
1.3. Oxidação da manteiga	11
1.4. Antioxidantes	12
2. Parte experimental	13
2.1. Reagentes e matérias primas	13
2.2. Métodos	14
2.2.1. Sanitização	14
2.2.2. Secagem	14
2.2.3. Moagem	14
2.2.4. Obtenção de extratos secos de cúrcuma	14
2.3 Caracterização do extrato de cúrcuma	15
2.3.1 Determinação de compostos fenólicos	15
2.3.2. Determinação da capacidade se sequestro do radical DPPH	16
2.4. Elaboração da manteiga	16
2.5. Estabilidade oxidativa da manteiga	16
2.6. Índice de peróxidos	17
2.7. Análise estatística.....	17
3. Resultados e discussões	18
3.1. Secagem e obtenção de extratos secos da cúrcuma.....	18
3.2. Determinação de compostos fenólicos e capacidade se sequestro do radical DPPH	19
3.3. Estabilidade oxidativa da manteiga.....	21
4. Conclusões	23
5. Referencias	24

1.Introdução

1.1. Cúrcuma (*Curcuma longa L.*)

A Cúrcuma (*Curcuma longa L.*), mais conhecida como açafrão-da-terra, pertence à família Zingiberacea e ao gênero *Curcuma*, que consiste em centenas de espécies de plantas que possuem rizomas ou raízes subterrâneas como hastes. No Brasil a *Curcuma longa L.* é conhecida como cúrcuma, batatinha amarela, gengibre dourado, mangarataia, açafrão da terra ou açafrão da Índia adicionalmente, a Cúrcuma, tem origem do sul da Índia, e é cultivada na China, Kuwait, Índia, Indonésia, Sri Lanka, Filipinas, Caribe, Norte da Austrália e América do Sul. No Brasil a produção da cúrcuma ocorre em quase todas as regiões, sendo São Paulo, Minas Gerais e Goiás os maiores produtores (Naghetini, 2006).

O componente presente em maior concentração na cúrcuma é o amido (25 a 50%), seguido de proteína (4 a 10%), fibras e cinzas (2 a 7%), além de pigmentos curcuminóides e os óleos essenciais (Gonvindarajan, 1980). Os teores dos pigmentos curcuminóides podem variar de 4 a 8 mg/100 g no rizoma da cúrcuma, sendo eles a curcumina (CURC) (4 a 6 mg/100 g), a desmetoxicurcumina (DMC) (4 a 3 mg/100 g) e a bisdesmetoxicurcumina (BDMC) (3 a 2 mg/100 g) (Martins & Rusig, 1992)

No açafrão está presente o composto fenólico e antioxidante curcumina, que é derivado de um composto fenólico mais simples, o ácido ferúlico e apresenta hidroxila que pode disponibilizar hidrogênio reduzindo a ação de oxidantes (Cústodio, 2014).

Ao avaliar atividade antioxidante de várias espécies, a cúrcuma foi a segunda colocada, sendo que o pigmento fenólico curcumina, é o responsável pelas propriedades antioxidantes (hartur bermandes). Estudos demonstraram que a desmetoxicurcumina e a bisdesmetoxicurcumina juntamente com a curcumina também são bons antioxidantes. Pode-se sugerir que estes três compostos podem ser utilizados em sistemas de alimentos para aumentar sua vida de prateleira (Carvalho, 2014).

Considerando o potencial composto com atividade antioxidante em sistemas biológicos e em alimentos, a curcumina também pode exercer um papel importante na inibição da formação de radical superóxido induzida por cianeto e peroxidação lipídica induzida por ácido quinolínico (Filho, *et al*, 2009).

1.2. Manteiga

Entende-se por manteiga o produto obtido pelo batimento e malaxagem do creme de leite de vaca pasteurizado, obtido por processos tecnologicamente adequados e deve conter matéria gorda somente de origem láctea. Além disso, pode ser adicionado cloreto de sódio na concentração máxima de 2 g/100 g de manteiga e fermentos lácticos no caso da manteiga maturada (Brasil, 1996)

A manteiga é uma emulsão de água em óleo na qual as gotículas de água são dispersas na fase gorda contínua, parcialmente cristalizada, a qual é sólida, pastosa à 20°C, untosa e amarelada, sem manchas ou outras colorações, deve ter sabor suave, característico, aroma delicado, sem odor e sabor estranho (BRASIL, 1996).

Na elaboração da manteiga é permitido o uso de aditivos, coadjuvantes e corantes. É permitida a adição de corantes naturais ou sintéticos, idênticos aos naturais, em quantidade suficiente para obter o efeito desejado. Entre os corantes permitidos estão orelana, beta caroteno e cúrcuma ou curcumina, em quantidade suficiente para obter o efeito desejado (Brasil, 1996).

A manteiga deve apresentar as seguintes aspectos físico-químicos, mínimo 82% (m/m) de matéria gorda, máximo de 16% (m/m) umidade, máximo de 2% (m/m) de extrato seco desengordurado, máximo de 3 (milimol/100 g de matéria gorda) de acidez na gordura e máximo de 1 meq-. de peróxido/kg matéria gorda. Sendo que a manteiga salgada não deve apresentar matéria gorda inferior a 80% (m/m) (Brasil, 1996).

A gordura láctea apresenta 98,3% de triglicerídios, 0,3% de diglicerídios, 0,03% de monoglicerídios, 0,1% de ácidos graxos livres, 0,8% de fosfolipídios, 0,3% de esteróis e traços de carotenóides e vitaminas lipossolúveis. Os ácidos graxos saturados de 4 a 18 carbonos constituem 70 – 75% do total de ácidos graxos. O ácido graxo saturado mais importante, do ponto de vista quantitativo, é 16:0, perfazendo 25 – 30% do total, enquanto os ácidos 14:0 e 18:0 representam 10 – 13%. Os ácidos graxos insaturados correspondem a 25 – 30% do total de ácidos graxos. O ácido oléico (9*c*-18:1) é o principal ácido graxo *cis*-monoinsaturado, representando 15 – 21% do total. Existem aproximadamente 0,5% de ácido 11*c*-18:1, enquanto as proporções de outros isômeros *cis*-18:1 são pequenas. Outros ácidos *cis*-monoinsaturados aparecem em quantidades menores, mas significativas, a saber, 14:1 (1,0%) e 16:1 (1,5%). Os ácidos graxos poli-insaturados 18:2, 18:2

conjugado e 18:3 apresentam composição média de 1,5%, 1,2% e 1,0%, respectivamente (Macgibbon; Taylor, 2006).

1.3 Oxidação de óleos e gorduras

A manteiga é armazenada por um período de tempo de 90-120 dias, à 4°C, sendo que durante este período está susceptível à oxidação lipídica (O'Connor; O'Brien, 2006). Estas alterações lipolíticas ocorrem na gordura do leite devido à hidrólise de triacilgliceróis pelas lipases, processo chamado de lipólise (Francisco, *et al.*, 2017). O desenvolvimento da rancidez oxidativa ocorre principalmente devido à oxidação dos ácidos graxos insaturados, com a formação de peróxidos. Os principais produtos resultantes da decomposição dos hidroperóxidos são aldeídos saturados e insaturados, e em menor concentração, cetonas insaturadas, hidrocarbonetos saturados e insaturados e álcoois saturados e insaturados (O'Connor; O'Brien, 2006).

Este processo de rancidez desencadeia o acúmulo de ácidos graxos livres sendo que a oxidação destes altera o sabor e odor (Francisco, *et al.*, 2017). Além disso, pode causar perda de cor, inativação de vitaminas, perda do valor nutritivo e levando à rejeição do produto (Ferrari, 1998). Durante o processamento e armazenamento os tecidos animais e vegetais usados como matérias-primas em alimentos podem ter suas estruturas celulares e os mecanismos bioquímicos de controle destruídos, e como consequência, as lipases podem se tornar ativas (Miranda, 2010). Assim a rancidez hidrolítica resulta da hidrólise de triglicérides, com formação de glicerol e ácidos graxos livres, sendo promovida por umidade e catalisada por lipases. Estas enzimas, em condições de alta umidade e temperaturas relativamente altas, favorecem o rápido aumento no conteúdo de ácidos graxos livres. (Hamilton, 1983).

Já a rancidez oxidativa as alterações são iniciadas por espécies reativas de oxigênio, que levam à formação de vários produtos primários e secundários, que resultam na alteração dos principais parâmetros de qualidade, como cor, sabor, aroma e valor nutritivo. Esta reação é mais difícil de ser evitada, já que é uma reação com baixa energia de ativação, tanto para seu início quanto para sua propagação (Ferrari, 1998).

O fenômeno de oxidação lipídica, ocorre em óleos e gorduras, este processo pode ser reduzido de modo que promova um aumento significativo na vida útil do produto final. (Bezerra, 2018). Assim, para diminuir a incidência de reação de oxidação lipídica de óleos e gordura, há necessidade de evitar os fatores que favorecem a reação, como manter ao abrigo de luz e calor, evitar a presença de traços de metais e também evitar o contato com

oxigênio (Miranda, 2010). Adicionalmente, um dos modos mais simples de reduzir a oxidação é pela incorporação antioxidantes sintéticos ou naturais, porém, a legislação restringe uso de aditivos sintéticos em alimentos devido a natureza carcinogênica de alguns, como aqueles que apresentam atividade antioxidante (Yousra, *et. al*, 2017)

1.4 Antioxidantes

O antioxidante pode ser definido como qualquer substância que, presente em baixa concentração, atrasa ou inibe a oxidação de um substrato. A ação do antioxidante é evitar que uma reação de oxidação aconteça, sendo que a maioria das substâncias que apresentam essa propriedade é denominada antioxidantes primários, pois agem doando um átomo de hidrogênio para a substância oxidante, convertendo-a em um produto estável. Existem também os antioxidantes secundários, que podem agir de várias formas, sem diretamente converter os oxidantes em produtos estáveis, mas desativando pró-oxidantes como oxigênio reativo, sequestrando outros, como metais, e repondo hidrogênio dos antioxidantes primários (Cústodio, 2014).

Centenas de compostos têm sido propostos para inibir a deterioração oxidativa, mas somente alguns podem ser usados em produtos para consumo humano. Na seleção de antioxidantes, são desejáveis as seguintes propriedades: (i) eficácia em baixas concentrações (0,001 a 0,01%), (ii) ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em outras características do alimento, (iii) compatibilidade com o alimento e fácil aplicação e (iv) estabilidade nas condições de processamento e armazenamento. Também devem ser considerados os aspectos legais para o uso de antioxidantes em cada país, bem como a segurança alimentar. (Santos, 2009).

Os antioxidantes sintéticos têm sido amplamente utilizados como aditivos alimentares para atuar na proteção contra a degradação oxidativa de alimentos. Com esse objetivo, os antioxidantes sintéticos mais utilizados são butil hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT) e *terc*-butil-hidroquinona. A estrutura fenólica destes permite a doação de um próton a um radical livre, regenerando, assim, a molécula e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres. Dessa maneira, os derivados fenólicos transformam-se em radicais livres e se estabilizam sem promover ou propagar reações de oxidação (Santos, 2009).

O butil hidroxitolueno (BHT) é um antioxidante muito utilizado pela indústria de alimentos, entretanto é menos efetivo porque apresenta dois grupos butil. O mesmo é

insolúvel em água podendo ser utilizado com maior eficiência em gordura animal do que óleos vegetais, sendo que a concentração máxima permitida é de 100 mg Kg⁻¹ em óleos e gorduras (Cruz, 2014).

O uso de antioxidantes sintéticos em alimentos tem sido gradativamente reduzido em razão de suspeitas sobre sua participação na promoção de efeitos deletérios ao organismo, relacionados ao seu metabolismo e possível absorção e acumulação. Tendo em vista os indícios de problemas que podem ser provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, pesquisas têm sido dirigidas no sentido de encontrar produtos naturais com propriedades antioxidantes, os quais permitirão substituir os sintéticos ou fazer associações entre eles, com o intuito de reduzir sua concentração nos alimentos (Santos, 2009).

Existe um grande interesse em ervas e especiarias como fontes naturais de antioxidantes, sendo as que mais utilizadas são aquelas que realçam as características sensorial dos alimentos, e por fim com a intenção de conservação, devido as propriedades antimicrobianas e antioxidantes (Morais et al., 2009; Tomaino et al., 2005). Obter extratos de Cúrcuma (*Curcuma longa L.*), determinar a capacidade antioxidante e do teor de polifenóis, aplicar os extratos de cúrcuma em manteiga e avaliar a capacidade em prevenir processos oxidativos

2. Materiais e métodos

2.1. Reagentes e matéria primas

Para a realização do trabalho foram utilizados os seguintes reagentes: hipoclorito de sódio P.A 98%, ácido acético P.A 98%, ácido clorídrico P.A 37%, álcool etílico 99%, amido P.A 98%, clorofórmio 99%, iodeto de potássio P.A 99%, carbonato de Sódio P.A/ACS 99,5%, reativo Folin-Ciocalteu 2 N, tiosulfato de sódio P.A 99,5%,; iodato de potássio P.A 99,32% ácido gálico anidro 98% P.A, 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) P.A 99%, n-hexano (PA/ACS) 99%,

As raízes do açafrão (*Curcuma longa L*) foram colhidas no mês de agosto do ano de 2018, de forma manual numa propriedade rural do município de Medianeira- PR.

O creme de leite pasteurizado foi adquirido do mercado local de Laranjeiras do Sul-PR, com um teor de gordura entre 48-45%, além de gelatina e/ou carragena e/ou goma guar.

2.2 Métodos

2.2.1 Sanitização

Os rizomas da cúrcuma foram limpos com água corrente, sendo eliminados as raízes dos rizomas pequenas. Em seguida, as mesmas foram higienizadas e sanitizadas em solução de hipoclorito de (10 mL/L), por 15 min. Para o enxague, os rizomas foram imersos em água destilada para retirada do resíduo de hipoclorito de sódio, sendo posteriormente a água em excesso foi removida por drenagem.

2.2.2 Secagem

Os rizomas da cúrcuma foram secas em estufa com circulação de ar forçada (Odontobras modelo AL- 102/480) à 60°C durante 72 horas até massa constante

2.2.3 Moagem

Os rizomas secos foram moídos em um liquidificador industrial (LQI-06, Vitax, Brasil) até obter um pó uniforme. A granulometria do pó foi padronizada em peneira doméstica de metal. A Figura 1 apresenta a cúrcuma *in natura* e em pó, após ser moída.

Figura. 1. Cúrcuma: A) *in natura* inteira; B) em pó



A



B

Fonte: O autor.

2.2.4 Obtenção de extratos secos de açafrão

O extrato de do açafrão foi obtido extrator Soxhlet (Marconi, modelo MA-487/8, Brasil) utilizando hexano e etanol como solvente mantendo a amostra moída em cartucho de celulose. A temperatura do sistema foi ajustada de acordo com a ebulição do solvente mantendo um gotejamento constante sobre a amostra. O tempo de extração foi de aproximadamente 6 horas para cada solvente. Após a extração o solvente foi removido

em evaporador rotativo Quimis, modelo Q344M1, Brasil) sob vácuo a 50°C até massa constante. A massa de extrato seco foi obtida por diferença em relação ao balão vazio

2.3 Caracterização dos extratos de cúrcuma

2.3.1 Compostos fenólicos

A determinação dos compostos fenólicos foi realizada com base no método *Folin Ciocalteau* (MINUSSI et al, 2003). Uma porção de cada extrato foi dissolvida em etanol e uma alíquota de 0,50 mL dessa solução foi transferida para um balão de 25 mL protegido da luz (envoltos em papel alumínio). Foi adicionado nos balões sobre o extrato diluído 3,0 mL de água destilada, 4,0 mL de solução de *Folin-Ciocalteau* 10% (v/v) e, entre 30 segundos a 8 minutos, foram adicionados 2,00 mL de solução de carbonato de sódio a 7,5% (m/v). O volume foi completado com água destilada e a mistura homogeneizada. Os frascos foram mantidos em repouso, na ausência de luz, por 2 h e posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Thermo Scientific, modelo Evolution 201) em comprimento de onda de 765 nm descontando o valor do branco de cada medida. Uma curva padrão foi realizada com ácido gálico (AG) nas concentrações de 0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,5 e 5,0 mg de AG/L foi medida. Os resultados foram expressos em mg AG / g de extrato. Essa análise foi realizada em triplicata.

2.3.2 Determinação da capacidade de sequestro do radical DPPH

Uma porção dos extratos obtidos em etanol e hexano foram dissolvidos em etanol. Da solução dos extratos foi transferido 0,1 mL para frasco de polipropileno com 3,9 mL de solução estoque de DPPH de concentração 66 mmol L⁻¹. Esta solução foi utilizada para verificar o tempo necessário para que os compostos existentes no extrato reagissem com o radical DPPH medindo a absorbância em 514 nm a cada 5 minutos até valor constante. Para a determinação da capacidade de sequestro do radical DPPH foram preparadas três diferentes diluições da solução dos extratos sendo que de cada diluição foi transferido 0,1 mL de solução para frasco de polipropileno junto a 3,9 mL de DPPH, este procedimento foi realizado em duplicata para cada uma das três diluições do extrato. Após o decorrido o tempo necessário para ocorrer a reação do radical DPPH com a amostra foi medida a absorbância em 514 nm. Foi preparado em triplicata um controle com 0,1 mL de etanol e 3,9 mL da solução estoque de DPPH, além de curva de calibração com concentração de 0,0; 5; 10; 20; 40 e 66 mmol L⁻¹ de DPPH cujas absorbâncias foram medidas em 514 nm. A atividade antioxidante foi expressa como sendo a massa de

amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH (EC_{50}) dada em grama de amostra /g de DPPH. Esta análise foi baseada na metodologia apresentada por Rufino et al (2007).

2.4. Elaboração da manteiga

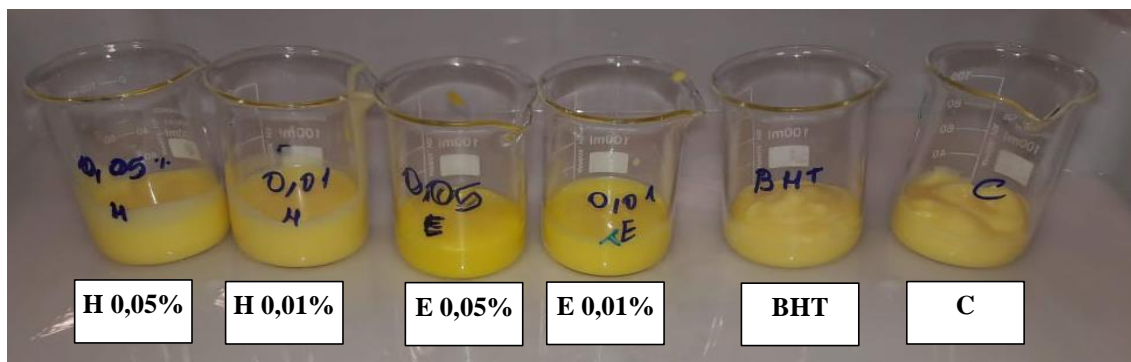
O creme de leite foi transferido para dentro do processador e realizado o batimento até formar aglomerados e liberar o leitelho. O leitelho foi removido e realizada a lavagem da manteiga com água gelada, procedimento repetido até eliminar a maior parte do leitelho. A massa gordurosa foi removida do processador e disposta numa tigela de aço inox e realizada a etapa de malaxagem até a completa uniformização dos glóbulos de gordura. Em seguida foi realizada a incorporação do cloreto de sódio na proporção 2% (m/m). A massa total de manteiga foi fracionada em seis partes iguais representando os diferentes experimentos: (i) formulação controle (sem aditivos), (ii) formulação com a adição dos extratos em etanol e hexano, ambos nas concentrações de 0,01 ;0,05% (m/m) e formulação com BHT na concentração de 200 ppm, de acordo com os padrões estabelecidos pelo *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 191-1995) As massas dos extratos foram medidas sobre pequenas porções de manteiga a qual foi transferida para o restante da massa de manteiga e homogeneizado até obter uma mistura homogênea.

2.5 Estabilidade Oxidativa da Manteiga

As manteigas com a adição dos extratos, obtidos com os solventes álcool e hexano, nas concentrações de 0,01 e 0,05 %, estão apresentadas na Figura 2.

A estabilidade da manteiga frente a processos de oxidação foi realizada em todas as amostras (controle, com extrato em hexano, com extrato em etanol e em BHT) submetidas às temperaturas de 60°C em estufa com circulação e renovação de ar, na ausência de luz, por 40 dias. Para executar esse procedimento porções de aproximadamente 30 g manteiga foram dispostas em béquer de vidro abertos de 100 mL e incubados, sendo que a cada dez dias de incubação, uma porção de cada formulação foi retirada da estufa e determinado o índice de peróxido (IP) e comparado com o obtido no tempo zero, ou seja, com os resultados obtidos pela análise da manteiga no dia em que foi elaborada e sem incubação. As determinações foram realizadas em triplicata.

Figura 2. Manteiga com a adição dos extratos alcoólicos (E 0,01%, E 0,05%), hexânico (H 0,01%, H 0,05%), BHT e controle (C).



Fonte: O autor.

2.6 Índice de peróxidos

A determinação do índice de peróxidos foi baseada no método 326/IV do IAL, (2008). Foi medido 5 g da amostra em um frasco Erlenmeyer, adicionado 30 mL da solução ácido acético-clorofórmio (3:2) e homogeneizado até a dissolução. Sobre a mistura foi adicionado 0,5 mL da solução saturada de KI e deixado em repouso ao abrigo da luz por um minuto. Em seguida foi adicionado 30 mL de água destilada 0,5 mL de solução indicadora de amido e titulado com solução de tiosulfato de sódio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (previamente padronizada), com agitação constante até mudança de cor. O resultado do índice de peróxido foi expresso em miliequivalente (meq) de peróxido/Kg de amostra.

2.7 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados expressos como a média \pm intervalo de confiança calculado pelo teste t para 95% de confiabilidade

3. Resultados e discussões

3.1 Secagem e obtenção dos extratos secos de cúrcuma

O rizoma *in natura* apresentou uma umidade de 80,7% (m/m), estando esta semelhante a outro trabalho publicado, onde Vilela, (2008) obteve umidade de 80,23% para a cúrcuma.

O rendimento apresenta grande relevância quando se trata de processos industriais, uma vez que este pode estar relacionado com a viabilidade econômica do material obtido e do processo. Para o processo de secagem da cúrcuma se obteve um rendimento de 16,2% (m/m) de massa seca.

Posteriormente a obtenção do açafrão seco foi realizada a extração em Soxhlet com etanol e hexano, com remoção do solvente para a obtenção dos extratos secos. Os rendimentos foram de 17,34 e 7,70% (m/m) para o extrato em etanol e hexano respectivamente. Segundo Camatari (2017) o rendimento do extrato em metanol foi de 20,36%, em hexano e metanol 6,00% e de 15% em etanol a partir do pó seco da cúrcuma. Segundo Braga et al. (2003) ao estudar diversas técnicas de extração foi obtido melhor rendimento por Soxhlet usando etanol como solvente, o qual foi de 27% em massa. De acordo com Cústodio, (2014) da cúrcuma em pó se obtém a oleorresina, a qual é formada de duas frações principais, uma é a fração fixa que contém os pigmentos responsáveis pela cor amarela (curcuminóides, teor de 30 a 55 %) e outra é a fração volátil composta pelo óleo essencial (sesquiterpenos, teor de 15 e 25 %), o restante é material graxo e/ou resinoso.

Desta forma, os dados da literatura convergem com os resultados obtidos neste trabalho e ajudam a explicar as diferenças no rendimento de extração. Pelo fato dos pigmentos (curcuminóides) serem predominantes e não serem voláteis devido à alta polaridade, eles são preferencialmente extraídos por etanol, logo obtemos maior rendimento. Já a fração volátil, representada por sesquiterpenos, é uma fração menos polar, menos abundante, é extraída preferencialmente com hexano e apresenta rendimento menor. Isso também pode ser comprovado pela coloração dos extratos obtidos, sendo que a fração etanólica apresentou cor mais amarela e mais intensa do que a fração em hexânica. Além disso, as diferenças nos rendimentos na obtenção de extratos podem estar relacionadas e fatores climáticos, idade dos rizomas bem como se a extração é realizada com material úmido ou seco (Custodio,2014).

3.2 Compostos fenólicos e capacidade de sequestro do radical DPPH

Quanto a determinação dos compostos fenólicos totais (Tabela 1), os dois extratos analisados apresentaram diferença significativa entre si, 196 ± 6 e 20 ± 3 mg AG/ g para os extratos em etanol e em hexano, respectivamente. O resultado obtido para o extrato em etanol é muito positivo, mostrando que 19,6% do extrato equivale a ácido gálico. A elevada concentração de compostos fenólicos é característica do extrato alcoólico, como já apresentado comentado, visto que estes compostos são mais solúveis em etanol do que em hexano por terem em sua estrutura um ou mais grupos OH, o que lhes confere polaridade intermediária.

Segundo Barankevicz, (2015) ao realizar a extração da cúrcuma em pó, o autor observou que quanto maior a concentração de etanol, maior foi a eficiência de extração de compostos fenólicos sendo que a agitação da mistura também influencia o processo. Já Johnson et al (2008) ao determinarem o teor de compostos fenólicos em diferentes plantas medicinais, obtiveram para o extrato Cúrcuma em pó o valor de 17,23 mg AG/g.

Os resultados obtidos neste trabalho também estão de acordo com o obtido por Camatari (2017), onde foi observado maior teor de curcumina nos extratos obtidos com etanol e metanol do que o obtido em hexano. Isso se deve ao fato da curcumina apresentar estrutura com grupos OH ligados ao anel aromático, muito semelhante a compostos fenólicos mais conhecidos. Isso justifica o elevado teor de compostos fenólicos no extrato em etanol, visto que a fração volátil, é composta majoritariamente de sesquiterpenos (Cústodio,2014), cujas estruturas não se assemelham a compostos fenólicos.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados para a capacidade de sequestro do radical DPPH para os dois extratos de cúrcuma e para o antioxidante artificial BHT.

Tabela 1. Capacidade de sequestro do radical DPPH e compostos fenólicos das amostras analisadas.

Amostra	Compostos fenólicos (mg AG/ g)	Capacidade de sequestro do radical DPPH EC₅₀ (g de extrato/g DPPH)
Extrato alcoólico	196 ± 6	0,947 ± 0,008
Extrato hexano	20 ± 3	18,7 ± 0,8
BHT	--	0,304 ± 0,007

Média ± Intervalo de Confiança (n = 2) para 95% de confiabilidade.

A capacidade de sequestro do radical DPPH para as três amostras analisadas

apresentou diferença significativa, sendo que o extrato alcoólico apresentou capacidade antioxidante de um terço em relação ao BHT, mas dezoito vezes maior do que o extrato obtido em hexano.

Embora tanto o extrato alcoólico (0,947 ± 0,008 g de extrato/g DPPH) como o hexano (18,7 ± 0,8 g de extrato/g DPPH) apresentaram capacidade de sequestro do radical DPPH inferior ao antioxidante artificial BHT, (0,304 ± 0,007 g de extrato/g DPPH) é importante destacar que se trata de um produto natural, sem procedimentos de purificação, que apresentou resultados relativamente próximos aos antioxidantes artificial e puro, mostrando seu potencial para aplicações em alimentos.

Os resultados apresentados na Tabela 1 estão diretamente relacionados com dos resultados de compostos fenólicos, uma vez que a literatura indica forte correlação entre compostos fenólicos e capacidade de sequestro do radical DPPH, pois os compostos fenólicos, que são formados por um ou mais anéis aromáticos e com pelo menos um grupo hidroxila, em geral, podem reagir com radicais livres, devido à facilidade com que o átomo de hidrogênio do grupo hidroxila pode ser separado por um radical livre (Pannala, *et al.*, 2001).

Quando o método DPPH foi aplicado a goiaba vermelha fresca e guabiju a atividade antioxidante foi de 496,2 e 548,4 g de fruta/g DPPH, respectivamente quando secos por liofilização (Nora, 2014). Estes resultados mostram que o extrato de cúrcuma apresenta capacidade antioxidantes diferenciada frente a outros alimentos, indicando que

talvez possa atuar evitando processos oxidativos em alimentos em substituição a antioxidantes artificiais.

3.3. Estabilidade oxidativa da manteiga

A estabilidade da manteiga diante dos processos foi avaliada determinando o índice de peróxidos. Na tabela 2, é mostrado o índice de peróxido

em função do tempo de armazenamento da manteiga com diferentes aditivos, extratos de cúrcuma (obtidos em etanol e hexano) e BHT quando submetida a temperatura de 60°C.

O índice de peróxidos foi determinado para as formulações enriquecidas com extrato obtido em hexano e em etanol nas concentrações de 0,01 e 0,05% (m/m), como também para a formulação adicionada de BHT em concentração de 200 ppm e para a formulação controle sem aditivos).

Os resultados demonstram que desde o tempo inicial (data de elaboração das formulações e análise) o índice de peróxidos foi maior em todas as formulações adicionadas aditivos. Supostamente a incorporação do aditivo também levou a maior exposição da manteiga ao oxigênio, o que pode ter promovido a oxidação de lipídios desde o momento inicial.

Tabela 2. Variação no índice de peróxido em função do tempo para as amostras de manteiga com diferentes aditivos submetidas à temperatura de 60°C.

Tempo (dias)	Índice de peróxido (mEq/kg)					
	Etanol 0,01%	Etanol 0,05%	Hexano 0,01%	Hexano 0,05%	BHT 200 ppm	Controle
0	0,93 ± 0,30	1,03 ± 0,10	0,66 ± 0,09	0,87 ± 0,30	0,70 ± 0,04	0,49 ± 0,05
10	0,98 ± 0,06	1,04 ± 0,05	0,85 ± 0,03	1,07 ± 0,03	0,80 ± 0,02	0,80 ± 0,03
20	1,22 ± 0,03	1,78 ± 0,06	1,18 ± 0,07	1,78 ± 0,07	1,20 ± 0,04	1,19 ± 0,03
30	2,94 ± 0,07	3,25 ± 0,31	3,00 ± 0,21	3,07 ± 0,30	1,08 ± 0,01	4,34 ± 0,14
40	3,13 ± 0,03	3,35 ± 0,21	6,86 ± 0,45	92,81 ± 0,45	1,27 ± 0,01	194,00 ± 2,37

Média ± intervalo de confiança (n = 3) para 95% de confiabilidade.

Pelos resultados (Tabela 2) é observado um aumento constante do índice de peróxidos com o tempo até o quadragésimo dia, sendo que a formulação controle foi a

que apresentou maior aumento deste parâmetro. As formulações com diferentes quantidades de extrato em hexano ou em etanol apresentaram valores estatisticamente iguais até o trigésimo dia, mostrando que entre elas houve a formação de peróxidos (oxidação de lipídios) na mesma proporção. Já nos últimos dez dias, houve uma diferenciação do teor de peróxidos para as formulações com diferentes concentrações de extrato obtido em hexano. Além disso, fica evidente que o extrato com maior atividade antioxidantes teve maior influência na prevenção da oxidação lipídica, entretanto com maior concentração mostrou um efeito menor, o qual pode ser atribuído a substâncias ou íons que possam promover ou catalisar a oxidação.

Esse aumento significativo do índice de peróxidos entre o vigésimo e quadragésimo dia é caracterizado pela fase de propagação da reação de oxidação de lipídios onde está ocorrendo a formação de peróxidos.

De maneira geral os extratos obtidos em hexano e em etanol, não foram tão eficientes quando comparados com BHT, o qual apresentou baixa formação de peróxido. Entretanto quando comparado com o controle é possível observar que os extratos apresentaram capacidade antioxidante frente a oxidação dos lipídios da manteiga, principalmente o extrato em etanol, mostrando o potencial da aplicação da cúrcuma para este fim.

4. Conclusão

A partir dos resultados é concluído que o rizoma da cúrcuma apresentou alto rendimento de matéria seca no processo de secagem. Além disso, foi possível obter facilmente tanto o extrato seco em etanol quanto em hexano com rendimento satisfatório para realizar aplicações em alimentos. Os extratos elaborados apresentaram alta concentração de compostos fenólicos e capacidade de sequestro do radical DPPH, sendo estes próximos a do antioxidante artificial BHT.

A aplicação dos extratos em manteiga apresentou viável quanto utilizados como substitutos de antioxidantes artificiais visto que preveniu de maneira significativa a oxidação lipídica a qual foi mensurada pelo índice de peróxidos.

5. Referências

BARANKEVICZ, G. B. **Poder antioxidante da cúrcuma (*Curcuma longa L.*) nos parâmetros neuroquímicos em ratos induzidos a depressão.** 2015. 55 f. Tese (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2015.

BEZERRA, A. C. **Filmes de quitosana aditivados com extrato de hortelã-pimenta (*Mentha Piperita L.*) para aplicação em massa briseé.** 2018.142 f. Dissertação (Mestrado Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, 2018.

BRAGA, M. E. M.; LEAL, P. F.; CARVALHO, J. E.; M. MEIRELES, A. A. Comparison of yield, composition, and antioxidant activity of turmeric (*Curcuma longa L.*) extracts obtained using various techniques. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 51, p. 6604-6611, 2003

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução,**

RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007. REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE ADITIVOS AROMATIZANTES. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasília, 15 janeiro 2005.

CAMATARI, F. O. dos S. **Determinação de curcuminoides e avaliação da capacidade antioxidante contra espécies reativas de oxigênio e nitrogênio de extratos de *cucuma longa* e constituintes isolados.** 2017. 149 f. Tese (Doutorado Química e Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas. Maceio, 2017.

CARVALHO, D. de M... **Avaliação da solubilidade da curcumina e caracterização de filme ativo incorporado com nanosuspensão de curcumina.** 2014. 76f. Dissertação (Mestre Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014.

CHAN, E. W. C., LIM, Y. Y., WONG, S. K., LIM, K. K.; TAN, S. P.; LIANTO, F. S.; WONG, M. Y. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species, **Food Chemistry**, 113, p.166-172.

CHAN, E. W. C.; LIM, Y. Y.; OMAR, M. (2007). Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia. **Food Chemistry**, 104, p. 1586-1593

CHASSAGNEZ, A. L. M.; CORRÊA, N. C. F.; ANGELA, M.; MEIRELES, A. Extração de oleorresina de cúrcuma (*Curcuma longa L.*) com CO₂ supercrítico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 4, 1997

CUSTÓDIO, H. N. **Estudo do processo de extração das frações volátil e fixa de oleorresina de cúrcuma (*Curcuma longa L.*)**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2014.

CODEX ALIMENTARIUS. **Codex general standard for food additives – Codex Stan 191-1995**.

CRUZ, R. G. da. **Atividade antioxidante de extratos vegetais: estudos das condições de extratos e aplicação em sistema lipídico**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado Ciências e Tecnologia de Alimento) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

FILHO, A. B. C.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais curcuma: medicinal, spice and of other potential use plant. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p.171-175, 2009.

GOVINDARAJAN, V.S. Turmeric – chemistry, technology and quality. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 12, n.3, p. 199-301, 1980

HAMILTON, R. J. The chemistry of rancidity in foods. In: ALLEN, J.C., HAMILTON, R.J. (eds.) **Rancidity Foods**. Essex: Applied Science Publishers Ltda, pg. 1-20, 1983.

ZENEBOM, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed, 1ª Edição digital São Paulo, 200

JOHNSON, C. E; OLADEINDE, F. O.; KINYUA, A. M; MICHELIN, R.; MAKINDE, J. M; JAIYESIMI, A. A.; MBITI, E.N.; KAMAU, G. N.; KOFI-TSEKPO, W. M.; PRAMANIK, S WILLIAMS, A.; KENNEDY, A; BRONNER, Y.; CLARKE, K, FOFONOFF, P.; NEMERSON, D. Comparative assesment of total phenolic in selected medicinal plants. **Nigerian journal of Natural Products and Medicine, Lle-Lfe**, v12, p.40-42, 2008.

KAYLEGIAN, K. E.; LINDSAY, R. C. Raw materials for milkfat fractionation. In: **Handbook of milkfat fractionation technology and application**. Champaign, Illinois: AOCS Press, 1994. p. 19-38

MACGIBBON, A. K. H.; TAYLOR, M. W. Composition and structure of bovine milk lipids. In: **FOX, P. F.; McSweeney, P. L. H. Advanced dairy chemistry – lipids**. E ed. USA: Springer, 2006. p. 1-42.

MARTINS N., BARROS L., HENRIQUES M., SILVA S., FERREIRA I.C.F.R Decoction, infusion and hydroalcoholic extract of cultivated thyme: Antioxidant and antibacterial activities, and phenolic characterization. **Food Chemistry**, p.131–137, 2014.

MARTINS, M.C.; RUSIG, O. Cúrcuma – um corante natural. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 53-65, 1992

MENEZES, A. P. F. **Efeitos da curcumina e do resveratrol em ratos com parkinsonismo experimental induzido por 6- hidroxidopamina: um estudo comportamental e neuroquímico**. 2012. 180 f. Tese de Mestrado (Mestre em Ciências Médicas) - Universidade Federal do Ceará Ceará, 2012.

MINUSSI, R. C.; ROSSI, M.; BOLOGNA, L.; CORDI, L.; ROTILIO, D.; PASTORE, G. M.; DURÁN, N. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. **Food Chemistry**, Oxon, v. 82, n. 3, p. 409-416, 2003.

MIRANDA, C. A. S. F. **Atividade antioxidante de óleos essenciais de folhas de diversas plantas**. 2010. Dissertação (Mestrado Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORAIS, S. M. de et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.19, p. 315-320. 2009.

NAGHETINI, C. da C. **Caracterização físico-química e atividade antifúngica dos óleos essenciais da cúrcuma**. 2006. 61 f. Tese (Doutorado Farmácia) – Universidade Federal Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2006

NORA, D.; CLEICE, M.; DAL-RI, C., DE BONA, G.S.; DE OLIVEIRA RIOS, A.; HERTZ, P.F.; JABLONSKI, A.; DE JONG, E.V.; FLÔRES, S.H.. Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). **Journal of Food Composition and Analysis** 34 (2014) p.18–25. 2014.

O’CONNOR, T. P.; O’BRIEN, N. M. Lipid oxidation. In: FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. *Advanced dairy chemistry – lipids*. 3 ed. USA: Springer, 2006. p. 557-600

PANNALA, A. S.; CHANG, T. S.; O’BRIEN, P. J.; RICE-EVANS, A. C. Flavonoid B-ring chemistry and antioxidant activity: fast reaction kinetics. **Biochemical and Biophysical Research Communications** 282, 1161–1168, 2001.

REIS, P. C.de S. G. **Desenvolvimento, caracterização, atividade antimicrobiana e estabilidade de microcápsulas de oleorresina de cúrcuma**. 2014. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D.; *Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS^{•+}*, Comunicado Técnico 128-EMBRAPA; EMBRAPA: Fortaleza, CE, Brasil, 2007.

SANTOS, R. D.; MIGLIORANZA, L. H. S. **Compostos fenólicos de ervas *Lamiaceae* na estabilidade oxidativa da manteiga e avaliação da toxicidade de extrato de alecrim (*Rosemarinus officinalis* L.)**. 2009. 93 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

SINGH, G.; KAPOOR, I. P. S.; SINGH, P.; HELUANI, C. C.; LAMPASONA, M. P.;

CATALAN, C. A. N.; Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizomes of turmeric (*Curcuma longa* Linn.). **Food and Chemical Toxicology**, Maryland, v. 48, p. 1026–1031, 2010

SOARES, P. S. **Atividade biológica dos óleos essenciais de gengibre, açafrão e louro sobre o fungo *Aspergillus Carbonarius***. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos Drying of *Curcuma longa* L. in different shapes. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(2): 387-394, abr.-jun. 2008.