



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

MARIANA TAKAYAMA UEDA

**COMPOSTOS BIOATIVOS EM PIMENTAS: DIFERENÇA
ENTRE VARIEDADES E EFEITO DO COZIMENTO**

**ARARAQUARA
2013**

MARIANA TAKAYAMA UEDA

**COMPOSTOS BIOATIVOS EM PIMENTAS: DIFERENÇA
ENTRE VARIEDADES E EFEITO DO COZIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para obtenção do grau de Farmacêutica-Bioquímica.

Orientador: Prof^a Dr^a Célia Maria de Sylos

**ARARAQUARA
2013**

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela benção da vida, saúde, força, proteção e sabedoria para vencer mais uma etapa de minha formação.

À minha família, por todo apoio, confiança e amor em todos os momentos de minha vida. Agradeço por estarem presentes nos momentos em que mais precisei.

Aos meus amigos de faculdade, com os quais convivi durante esses 5 anos e tenho muito carinho e amor. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, tornando todos os momentos em Araraquara inesquecíveis.

À professora e orientadora Célia Maria de Sylos, por toda paciência e disponibilidade em ajudar sempre que precisei.

À amiga e companheira de laboratório, Flávia Nachbar, por todo companheirismo durante diversas tardes de ensaios no laboratório.

Às companheiras de laboratório, Flávia Marcussi, Mariana Costa, e Lara Pedroso, por proporcionarem um ambiente gostoso de trabalhar e pelos incentivos em momentos de desânimo.

À amiga do laboratório vizinho, Raíssa, por todo carinho e ajuda sempre que precisei.

A todos os funcionários pela satisfação e dedicação em ajudar.

A todos vocês, muito obrigado por mais esta conquista.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1. Importância Econômica.....	6
1.2. Capsicum baccatum L. Var. Pendulum (pdf Embrapa)	7
1.3. Compostos bioativos encontrados em alimentos	9
2. OBJETIVOS.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL (AT)	12
3.2. DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO.....	13
3.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CAROTENÓIDES TOTAIS.....	14
3.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS.....	14
3.5. DETERMINAÇÃO DE FLAVONÓIDES TOTAIS	15
3.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL (AT)	16
4.2. DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO.....	177
4.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CAROTENÓIDES TOTAIS.....	19
4.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS.....	20
4.5. DETERMINAÇÃO DE FLAVONÓIDES TOTAIS	22
4.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH.....	24
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	28

RESUMO

Atualmente, os compostos bioativos presentes em alimentos in natura vem sendo amplamente estudados, já que cada vez mais fica comprovado sua importância para saúde do homem devido suas funções e ações biológicas. Hoje já associa-se a ingestão de frutas e vegetais e a diminuição do risco de diversas doenças, tais como câncer, inflamações, doenças cardiovasculares, degeneração macular e outras, sendo os carotenóides e compostos fenólicos alguns dos grupos de compostos bioativos aos quais são atribuídas tais ações.¹As pimentas têm significativa importância nesse cenário, uma vez que desde a época do Brasil-colônia, até hoje, são muito utilizadas na culinária, nas crenças, na medicina e inclusive com arma de defesa. Os compostos presentes na pimenta são utilizados como remédios para artrites (pomadas a base de capsaicina), dores musculares (emplastro 'Sabiá'), má digestão, dor de cabeça e gastrite.³ O presente estudo teve como objetivo quantificar os teores de ácido ascórbico, acidez, flavonóides totais, fenólicos totais, carotenóides totais e atividade antioxidante de duas variedades mais comuns da espécie *C. Baccatum*: pimenta "Dedo-de-Moça" e pimenta "Cambuci". Além disso, fez-se um estudo para analisar o efeito do cozimento versus compostos bioativos, a fim de avaliar possíveis perdas de atividade devido ao processamento das amostras. Em todos os ensaios, a pimenta Dedo-de-Moça apresentou valores maiores de todos os compostos bioativos, quando comparados aos da pimenta Cambuci. Após o cozimento em água fervente, a maioria dos compostos sofreu redução, exceto nos testes de quantificação de Flavonóides e Carotenóides, os quais demonstraram aumento na concentração após o processamento.

Palavras chave: pimenta, compostos bioativos, dedo-de-moça, cambuci, processamento, cozimento

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Pimenta Dedo-de-Moça	8
Figura 2: Pimenta Cambuci	8
Figura 3: Resultado da Titulação – Acidez Cambuci	17
Figura 4: Resultado da Titulação - Ác. Ascórbico Cambuci Pós Cozimento	18
Figura 5: Gráfico da Concentração de Carotenóides na pimenta crua e depois do cozimento	19
Figura 6: Curva Padrão – Fenólicos	20
Figura 7: Gráfico da Concentração de Fenólicos na pimenta crua e depois do cozimento	22
Figura 8: Curva Padrão - Flavonóides (Quercetina)	23
Figura 9: Gráfico da Concentração de Flavonóides na pimenta crua e depois do cozimento	24
Figura 10: Gráfico da Atividade Antioxidante da pimenta crua e depois do cozimento	25

1. INTRODUÇÃO

1.1. Importância Econômica ³

Os navegadores portugueses e espanhóis ao chegarem ao continente americano descobriram muitas espécies de plantas, entre elas as pimentas. Nativos já utilizavam as pimentas do gênero *Capsicum*, que se mostravam mais picantes que a pimenta-do-reino, do gênero *Piper*, cuja busca foi possivelmente umas das razões das viagens que culminaram com o descobrimento do Novo Mundo.

Desde a época do Brasil-colônia, a pimenta já era altamente cultivada e consumida na dieta da população indígena. Ainda hoje, a importância das pimentas continua grande, seja na culinária, nas crenças, na medicina alopática ou natural e inclusive como arma de defesa. Na área da saúde são utilizados como remédios para artrites (pomadas a base de capsaicina), dores musculares, dor de dente, má digestão, dor de cabeça e gastrite. A capsaicina, responsável pela pungência das pimentas, é a única substância que, usada externamente no corpo, gera endorfinas internamente que promovem uma sensação de bem-estar, acionando o potencial imunológico.

As pimentas são produzidas em todas as regiões do país e é um dos melhores exemplos de agricultura familiar e de integração pequeno agricultor-agroindústria. As pimentas (doces e picantes), além de serem consumidas frescas, podem ser processadas e utilizadas em diversas linhas de produtos na indústria de alimentos.

Os tipos mais comuns e cultivados da espécie *C. baccatum* no Brasil são as pimentas 'Dedo-de-Moça', e 'Cambuci' (também conhecida como 'Chapéu de Frade')

Neste grupo de pimentas, o ardor dos frutos é menos intenso; há inclusive cultivares de pimenta 'Cambuci' que são doces. A pimenta 'Dedo-de-Moça' é produzida principalmente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Além de ser consumida fresca, em molhos e conservas, também é utilizada na fabricação de pimenta 'calabresa' (desidratada na forma de flocos com a semente).

1.2. *Capsicum baccatum* L. Var. *Pendulum*⁸

A Região Sul destaca-se no cultivo dessa variedade. Suas plantas são arbustivas, atingindo cerca de um metro de altura. Suas flores são uniformes, do mesmo modo que a espécie *C. Annum* var. *Annum*. No entanto, seus frutos são muito diferentes quanto ao formato, ao tamanho, à posição na planta, à cor, e à pungência.

As pimentas desta espécie mais cultivadas no Brasil são as do tipo dedo-de-moça (ou chifre-de-veado) e a cambuci (ou chapéu-de-frade), cujos frutos são de tamanho mediano, com polpa firme e pungência variável (de ausente a picante), predominando a pungência suave a mediana.

1.2.1 Pimenta dedo-de-moça^{8,16}

Também conhecida como chifre-de-veado, pimenta-vermelha ou calabresa, é uma das pimentas mais consumidas no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, onde é muito usada no preparo de molhos ou desidratada na forma de flocos com sementes. Seus frutos são alongados, vermelhos quando maduros, medindo cerca de 7,5 cm de comprimento por 1 cm a 1,5 cm de largura, com pungência de suave à mediana. É o tipo com melhor conservação pós-colheita.



Figura 1: Pimenta Dedo-de-Moça

1.2.2 Pimenta Cambuci ou Chapéu-de-frade ^{8,16}

É de fácil identificação devido ao peculiar formato campanulado dos seus frutos, que são de tamanho mediano, com cerca de 4 cm de comprimento e 7 cm de largura. Devido à ausência de pungência, é considerada pimenta doce. É consumida fresca, em saladas, cozida ou em conservas, principalmente no Estado de São Paulo.



Figura 2: Pimenta Cambuci

1.3. Compostos bioativos encontrados em alimentos

Os compostos bioativos presentes no reino vegetal podem ser considerados promotores da saúde humana já que possuem importantes funções e ações biológicas. Já é reconhecida a associação entre a ingestão de frutas e vegetais e a diminuição do risco de desenvolvimento de diversas desordens crônico-degenerativas, tais como câncer, inflamações, doenças cardiovasculares, degeneração macular e outras, sendo os carotenóides e compostos fenólicos alguns dos grupos de compostos bioativos aos quais são atribuídas tais ações.¹

1.3.1 Carotenóides:

Pigmentos responsáveis pelas cores alaranjadas dos vegetais, compreendem um grande número de compostos muitos dos quais com atividade biológica. Alguns, como o b-caroteno, são pró-vitaminas A (transformam-se em vitamina A no organismo). Outros não são precursores de vitamina A, mas agem no organismo como antioxidantes, na eliminação de radicais livres, e pesquisas recentes vêm sugerindo sua possível participação na prevenção ou controle do câncer de próstata.⁴ Outro carotenóide que se destaca é o licopeno, que dá cor vermelha aos alimentos como melancia e tomate. Ele pode ser usado com antioxidante, prevenindo câncer e reduzindo a incidência de tumores mamários, digestivos e câncer de próstata. Também protege o sistema cardiovascular.

1.3.2 Compostos Fenólicos:⁴

Os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem pelo menos um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos incluindo seus grupos funcionais. Englobam uma gama enorme de substâncias: fenóis simples,

ácidos fenólicos (tanto o ácido benzóico e os derivados do ácido cinâmico), cumarinas, flavonóides, estilbenos, taninos condensados e hidrolisados e ligninas. Na maioria das vezes, os polifenóis possuem elevada polaridade, muito reativos, e suscetíveis à ação de enzimas. Nos alimentos, os fenólicos podem contribuir para o gosto amargo, adstringência, cor, odor, sabor e estabilidade oxidativa dos produtos.

Os compostos fenólicos de fontes vegetais podem ser divididos em dois grupos: os flavonóides e os não flavonóides, sendo que ambos são metabólitos secundários presentes em frutas e vegetais.

1.3.3 Flavonóides:

Substâncias presentes em frutas e vegetais, responsáveis pelas cores vermelhas, roxas e amarelas e são, como os carotenóides, também ativos, em graus variáveis, contra radicais livres, os quais, por sua vez, podem estar associados a doenças cardiovasculares, câncer, envelhecimento e outras. Alguns flavonóides têm ações específicas que vão além da ação antioxidante. Essas substâncias têm uma ação estrogênica fraca, ligando-se a alguns receptores celulares desses hormônios, ocupando-os e competindo com o 17- β -estradiol. Assim mantém-se as funções hormonais favoráveis no coração e ossos, mas reduz-se a ação hormonal na mama e no útero, que podem levar ao câncer. Tem também papel antioxidante

1.3.4 Antioxidantes:¹¹

Atuam na neutralização ou prevenção dos danos causados pelos radicais livres. Esse dano hostil provocado pelos oxidantes pode ser grandemente reduzido, antes que ocorram reações com alvos biológicos, prevenindo reações em cadeia ou prevenindo a ativação do oxigênio e seus produtos altamente reativos.

Os antioxidantes podem ser classificados em dois grandes grupos, enzimáticos e não enzimáticos. Alguns dos antioxidantes são endogenamente produzidos na qual incluem enzimas, moléculas de baixo peso molecular e cofatores enzimáticos. Dentre os antioxidantes não-enzimáticos, muitos são obtidos de fontes dietéticas e estes podem ser classificados em várias classes, na qual temos os polifenóis, um grande grupo em que consiste de ácidos fenólicos e flavonóides. Outras classes de antioxidantes dietéticos incluem vitaminas, carotenóides, compostos organossulfurados e minerais.

1.3.5 Ácido Ascórbico:

A vitamina C é uma das principais vitaminas para a nutrição humana, atua na prevenção do escorbuto, na manutenção saudável da pele e dos vasos sanguíneos, na formação do colágeno, na absorção de ferro inorgânico e na redução do nível de colesterol ¹⁵

O ácido L-ascórbico (AA) é a forma biologicamente mais ativa da vitamina C, e também apresenta atividade antioxidante. Os processos de degradação do AA, que podem ocorrer por via anaeróbica e aeróbica, dependem de fatores como da concentração de oxigênio, calor, luz, temperatura e tempo de estocagem. A forma inicial resultante da oxidação reversível da vitamina C é o ácido dehidroascórbico, que exibe cerca de 80% da atividade biológica de seu precursor não oxidado. Pertencem também ao grupo de compostos da vitamina C, o ácido eritórbico e o ácido D-isoascórbico, que são estereoisômeros do ácido L-ascórbico, mas que apresentam somente 5% de atividade vitamínica.

Nos alimentos, o ácido ascórbico possui uma função muito importante, devido à sua ação fortemente redutora. Este composto é amplamente empregado como

agente antioxidante para estabilizar cor, sabor e aroma de alimentos. É utilizado ainda como conservador e para o enriquecimento ou restauração, a níveis normais, do valor nutricional perdido durante o processamento.

O ácido ascórbico é muito sensível a diversas formas de degradação, apresentando-se como uma das formas mais instáveis. A taxa de degradação dessa vitamina está diretamente associada ao processamento, manuseio, armazenamento e consumo dos alimentos aos quais está presente. A principal causa da degradação da vitamina C em alimentos consiste em sua oxidação, incidindo na formação subsequente de furaldeídos, que facilmente se polimerizam, resultando na formação de pigmentos escuros.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo quantificar os teores de ácido ascórbico, acidez, flavonóides totais, fenólicos totais, carotenóides totais e atividade antioxidante de duas variedades mais comuns da espécie *C. Baccatum*: pimenta “Dedo-de-Moça” e pimenta “Cambuci”. Além disso, foi feito um estudo para analisar o efeito do cozimento versus compostos bioativos, a fim de avaliar possíveis perdas de atividade devido ao processamento das amostras.

3. MATERIAL E MÉTODOS ²

Para realização dos testes foram utilizadas amostras de pimentas Dedo-de-Moça e pimenta Cambuci. As amostras foram lavadas e a partes não comestíveis e sementes foram removidas. Em seguida as amostras foram picadas. Para obtenção das amostras cozidas, cozinhou-se em água fervente por 5 minutos.

3.1. DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

A acidez titulável das amostras será realizada de acordo com o método da AOAC (1990) e expressa em % de ácido cítrico.

Pesou-se 2g de cada amostra picada e foram adicionados 80mL de água destilada. Bateu-se o conteúdo no liquidificador por cerca de 2 minutos e a solução obtida foi filtrada em papel de filtro. Completou-se o volume para 100mL em balão volumétrico.

O Hidróxido de Sódio (NaOH 0,01N) foi padronizado com biftalato de potássio, a fim de confirmar a concentração da solução ($N=0,0098146$ mol/L).

Titulou-se alíquotas de 20mL da solução de pimenta com NaOH, em triplicata.

O mesmo procedimento foi realizado com as pimentas após o cozimento em água fervente, por 5 minutos.

3.2. DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO

O método de titulação é baseado na redução do sal sódico de 2,6-diclorofenolindofenol (azul) pelo ácido ascórbico, resultando na formação de um derivado menos colorido e ácido dehidroascórbico. O ponto final da titulação é indicado pela persistência da coloração rósea da solução (AOAC, 1995), e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico/100g de pimenta.

Dois gramas de cada amostra de pimenta foram batidos no liquidificador com 80mL de Ácido Oxálico e a solução obtida foi filtrada em papel filtro e completada para 100mL com ácido oxálico em balão volumétrico. Titulou-se em triplicata alíquotas de 20mL com solução de Diclorofenolindofenol.

O mesmo procedimento foi realizado com as pimentas após seu cozimento em água fervente, por 5 minutos.

3.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CAROTENÓIDES TOTAIS

Aproximadamente 1g de cada amostra da pimenta foi pesada e transferida para um almofariz de porcelana. Adicionou-se celite para aumentar a superfície de contato. Os carotenóides foram extraídos com acetona gelada (lavou-se várias vezes, e o extrato obtido foi colocado em um erlenmeyer coberto com papel alumínio).

Colocou-se num funil de separação uma quantidade de éter de petróleo, o extrato obtido e lavou-se várias vezes com água. O volume final foi anotado e foi realizada a leitura da absorbância da solução em espectrofotômetro a 450nm.

O teor de carotenoides total foi expresso em termos de β -caroteno, aplicando-se a Lei de Beer (RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

O mesmo procedimento foi realizado com as pimentas cozidas em água fervente, por 5 minutos.

3.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado utilizando o método Folin-Ciocalteu (SPANOS e WROLSTAD, 1999) adequado às amostras.

A 1g da amostra de pimenta foram adicionados 10mL de metanol 80% e a solução obtida foi agitada no vórtex por cerca de 1 minuto. Após a agitação, deixou-se a solução em repouso por 1 hora no escuro. Passadas 1 hora, centrifugou-se o

conteúdo por 10 minutos a 8000 rpm. O sobrenadante foi separado para prosseguir com os ensaios.

A 0,5mL do sobrenadante foram adicionados 2,5mL de Folin 0,2N (10mL/100mL de água). Após 5 minutos adicionou-se 2,0mL de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3 7,5%) e levou-se para banho a 50°C por 5 minutos. Os tubos foram resfriados com água gelada e a medida da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 760nm.

O mesmo procedimento também foi feito utilizando 0,3mL do sobrenadante adicionados de 0,2mL de metanol e após o cozimento das pimentas.

A quantificação foi baseada na curva de calibração do ácido gálico monohidratado (5-25mg/mL) e os resultados expressos em mg equivalente de ácido Gálico (EAG) / mL de extrato

3.5. DETERMINAÇÃO DE FLAVONÓIDES TOTAIS

Cinco gramas da amostra foram agitadas em vortex por 1 minuto com 10mL de metanol 80% e em seguida deixadas em repouso por 1 hora no escuro. A solução foi centrifugada por 10 minutos a 8000rpm e o sobrenadante separado.

A 5mL do sobrenadante foram adicionados 0,3mL de NaNO_2 e após 5 minutos adicionou-se 0,6mL de AlCl_3 . Após 6 minutos adicionou-se 2mL de NaOH e completou-se o balão volumétrico com água destilada.

O mesmo procedimento foi realizado utilizando 3mL de sobrenadante diluídos em 2mL de metanol e após o cozimento das pimentas em água fervente por 5 minutos.

O conteúdo de flavonóides totais foi determinado pelo método colorimétrico descrito por Zhishen et al., (1999) com leitura de absorvância a 510 nm. A Quercetina foi utilizada como padrão para obtenção da curva de calibração. Os resultados foram expressos como mg equivalente de quercetina (ER)/mL.

3.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH.

A capacidade das amostras em seqüestrar o radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila) foi avaliada segundo Brand-Williams et al. (1995) adequada às amostras. À 2850 µL da solução metanólica de DPPH (Abs 0,9 ± 0,02 a 515nm) recém-preparada foram adicionadas 150 µL da solução da amostra para iniciar a reação. As absorvâncias resultantes foram medidas a 515 nm após o intervalo de 30 min no escuro. Metanol foi utilizado como branco. As análises serão realizadas em triplicata. Os testes foram realizados utilizando extratos de 1g e 3g das pimentas cruas e após o cozimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

Utilizando a equação $m_{ac}/Eq_{ac} = N \cdot V_{gasto}$, foram obtidos os seguintes resultados para concentração de Ácido Cítrico:

Tabela 1. Teores de Acidez

Pimenta	Acidez (mg/100g)
Cambuci	183,21 ± 9,07
Cambuci Pós Cozimento	151,8 ± 9,07
Dedo-de-Moça	261,72 ± 18,13
Dedo-de-Moça Pós Cozimento	209,38 ± 9,07

Podemos observar pela tabela 1, que a pimenta Dedo-de-moça apresenta maior acidez quando comparada a pimenta Cambuci. Conclui-se também que após o cozimento das pimentas em água fervente, ocorre uma pequena diminuição na acidez das duas variedades de pimenta, sendo a redução maior na pimenta Dedo-de-Moça (redução de aproximadamente 20%).

$$\% \text{ Perda} = (\text{Amostra crua} - \text{Amostra cozida}) \times 100 / \text{amostra crua}$$

$$\text{Cambuci} = (182,21 - 151,8) \times 100 / 183,21 = 17,14\%$$

$$\text{Dedo-de-Moça} = (261,72 - 209,38) \times 100 / 261,72 = 19,99\%$$

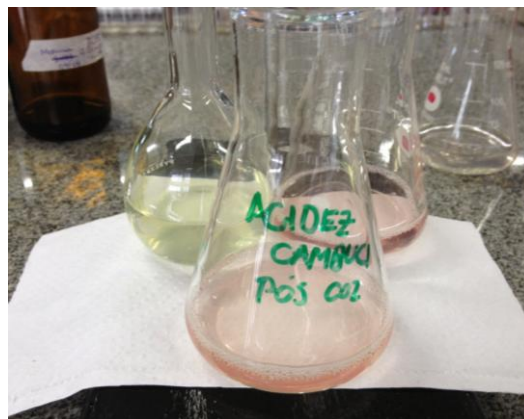


Figura 3: Resultado da Titulação – Acidez Cambuci

4.2. DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO

A partir dos volumes obtidos na titulação, foi possível calcular a concentração de Ácido Ascórbico em cada amostra de pimenta.

$$\text{Dado: } y = 0,0148588 \text{ mg AA/1 mL DCFI}$$

Tabela 2. Concentração de Ácido Ascórbico

Pimenta	Ácido Ascórbico (mg AA/100g)
Cambuci	43,96 ± 0,21
Cambuci Pós Cozimento	34,18 ± 0,37
Dedo-de-Moça	57,33 ± 0,21
Dedo-de-Moça Pós Cozimento	47,67 ± 0,21

Podemos observar que a concentração de Ácido Ascórbico é um maior na pimenta Dedo-de-Moça quando comparada com a pimenta Cambuci. O cozimento das pimentas também levou a uma redução na concentração de AA das amostras analisadas. A porcentagem de perda está expressa abaixo:

$$\% \text{ Perda} = (\text{Amostra crua} - \text{Amostra cozida}) \times 100 / \text{amostra crua}$$

$$\text{Pimenta Cambuci} = 43,96 - 34,18 \times 100 / 43,96 = 22,25\%$$

$$\text{Pimenta Dedo-de-Moça} = 57,33 - 47,67 \times 100 / 57,33 = 16,85\%$$

Essa diminuição pode ser explicada pelo fato da vitamina C ser altamente instável, se degradando facilmente por oxidação, exposição ao calor e cozimento em água.

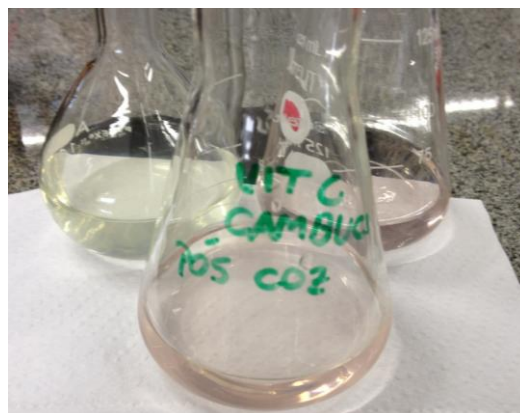


Figura 4: Resultado da Titulação - Ác. Ascórbico Cambuci Pós Cozimento

4.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CAROTENÓIDES TOTAIS

Tabela 3. Teor de Carotenoides

Pimenta	Carotenóides ($\mu\text{g/g}$)
Cambuci	1,2
Cambuci Pós Cozimento	1,02
Dedo-de-Moça	13
Dedo-de-Moça Pós Cozimento	19

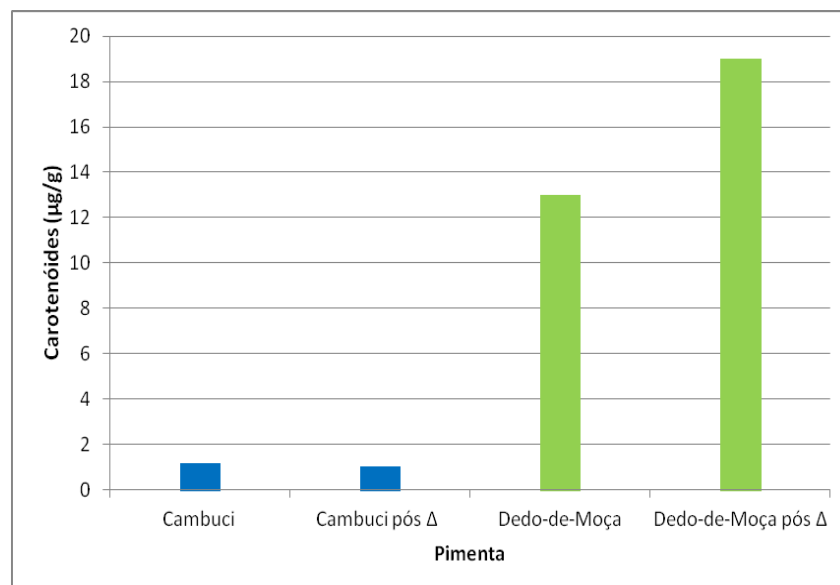


Figura 5: Gráfico da Concentração de Carotenóides na pimenta crua e depois do cozimento

$$\% \text{ Perda} = (\text{Amostra crua} - \text{Amostra cozida}) \times 100 / \text{amostra crua}$$

$$\text{Pimenta Cambuci} = (1,2 - 1,02) \times 100 / 1,2 = 15\%$$

$$\text{Pimenta Dedo-de-Moça} = (13 - 19) \times 100 / 13 = \text{Aumento de } 46,15\%$$

Como podemos observar pelo gráfico, apenas a pimenta Cambuci sofreu uma pequena redução de 15% (Reduziu de 1,2 $\mu\text{g/g}$ para 1,02 $\mu\text{g/g}$) na concentração de

carotenóides após o cozimento em água fervente. Já a pimenta Dedo-de-Moça teve sua concentração de carotenóides aumentada. Uma das possíveis explicações para esse aumento é de que o cozimento pode facilitar a extração de carotenóides, já que a parede celular é parcialmente destruída nesse processo.

Conclui-se, portanto, que os carotenóides não são destruídos pelo cozimento, ocorrendo na maioria das vezes perda mínima (como observado nas pimentas Cambuci). Em geral o cozimento aumenta a disponibilidade de absorção da pró- vitamina A, uma vez que rompe a parede celular e promove a quebra das ligações entre pigmentos carotenóides e proteínas.

4.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS

O conteúdo de fenólicos totais foi calculado utilizando a equação linear baseada na curva de calibração $y = 0,0109x + 0,0107$, onde y é a absorbância e x é o conteúdo de fenólicos totais em mg/100g amostra.

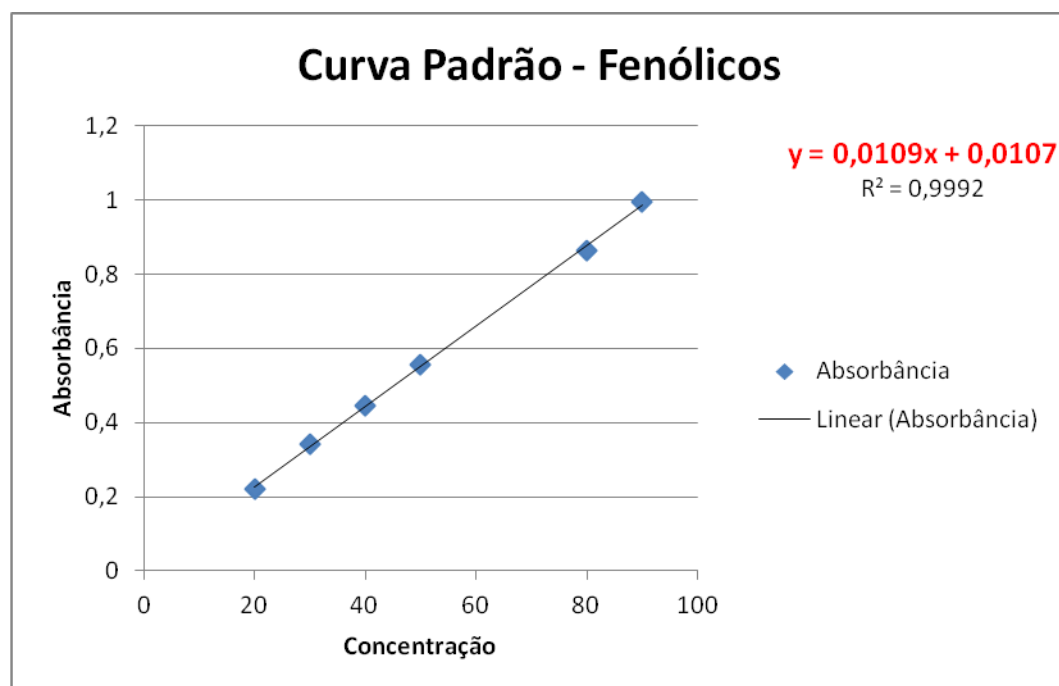


Figura 6: Curva Padrão – Fenólicos

Os resultados obtidos estão expressos na tabela abaixo:

Tabela 4. Teor de Fenólicos

Pimenta	Concentração (mg/100g)
Dedo-de-Moça 0,5mL	97,88
Dedo-de-Moça 0,5mL Pós Cozimento	66,72
Dedo-de-Moça 0,3mL	48,75
Dedo-de-Moça 0,3mL Pós Cozimento	29,53
Cambuci 0,5mL	77,72
Cambuci 0,5mL Pós Cozimento	34,77
Cambuci 0,3mL	44,58
Cambuci 0,3mL Pós Cozimento	14,74

$$\% \text{ Perda} = (\text{Amostra crua} - \text{Amostra cozida}) \times 100 / \text{amostra crua}$$

$$\text{Pimenta Cambuci} = (97,88 - 66,72) \times 100 / 97,88 = 31,83\%$$

$$\text{Pimenta Cambuci 0,3mL} = (48,75 - 29,53) \times 100 / 48,75 = 39,43\%$$

$$\text{Pimenta Dedo-de-Moça 0,5mL} = (77,72 - 34,77) \times 100 / 77,72 = 55,26\%$$

$$\text{Pimenta Dedo-de-Moça 0,3mL} = (44,58 - 14,74) \times 100 / 44,58 = 66,94\%$$

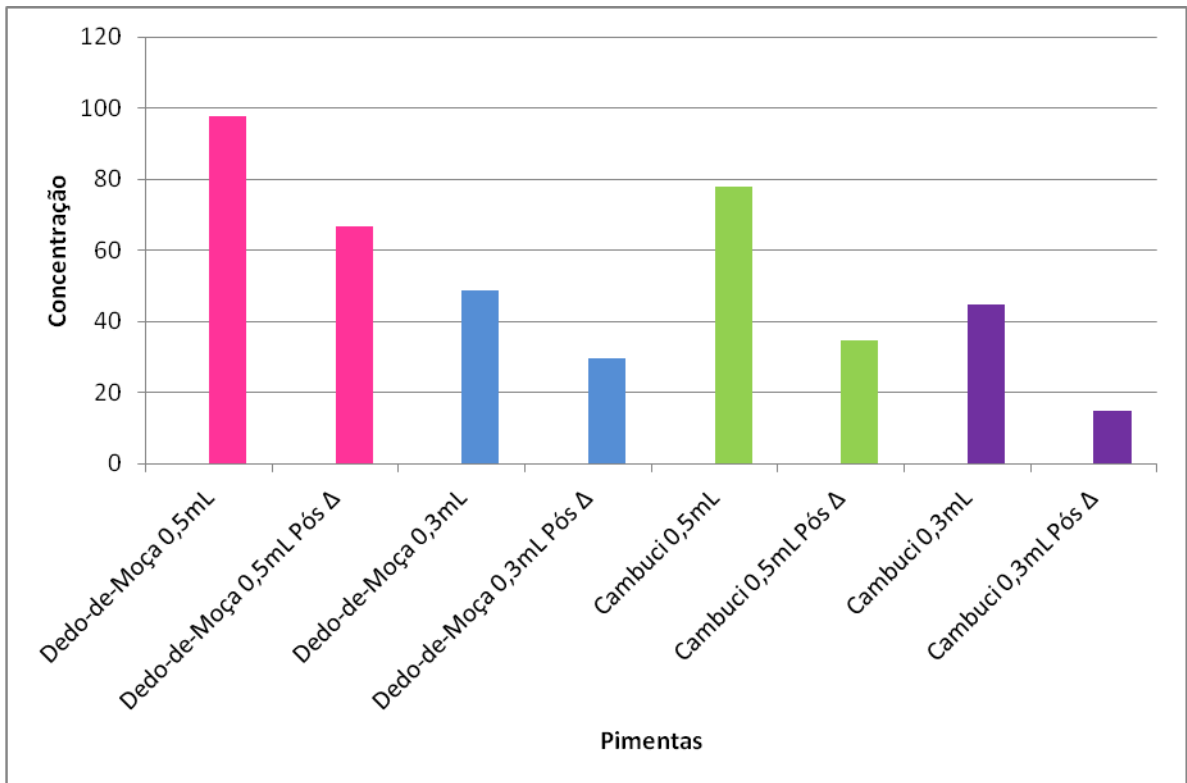


Figura 7: Gráfico da Concentração de Fenólicos na pimenta “in natura” e cozida

Podemos observar pelos resultados obtidos que a concentração de fenólicos é maior na pimenta Dedo-de-Moça quando comparada a pimenta Cambuci. Observa-se também que em todos os casos, houve uma redução na concentração de compostos fenólicos após o cozimento das pimentas, sendo que a perda foi maior na pimenta Dedo-de-Moça.

Pode-se afirmar que as pimentas são boas fontes de compostos fenólicos totais, o que é sugestivo de possuir atividade antioxidante.

4.5. DETERMINAÇÃO DE FLAVONÓIDES TOTAIS

O conteúdo de flavonóides totais foi calculado utilizando a equação linear baseada na curva de calibração $y = 0,0019x + 0,0783$, onde y é a absorbância e x é o conteúdo de flavonóides totais em mg/100g.

O flavonóide Quercetina foi utilizado como padrão para a curva de calibração, desenhada abaixo:

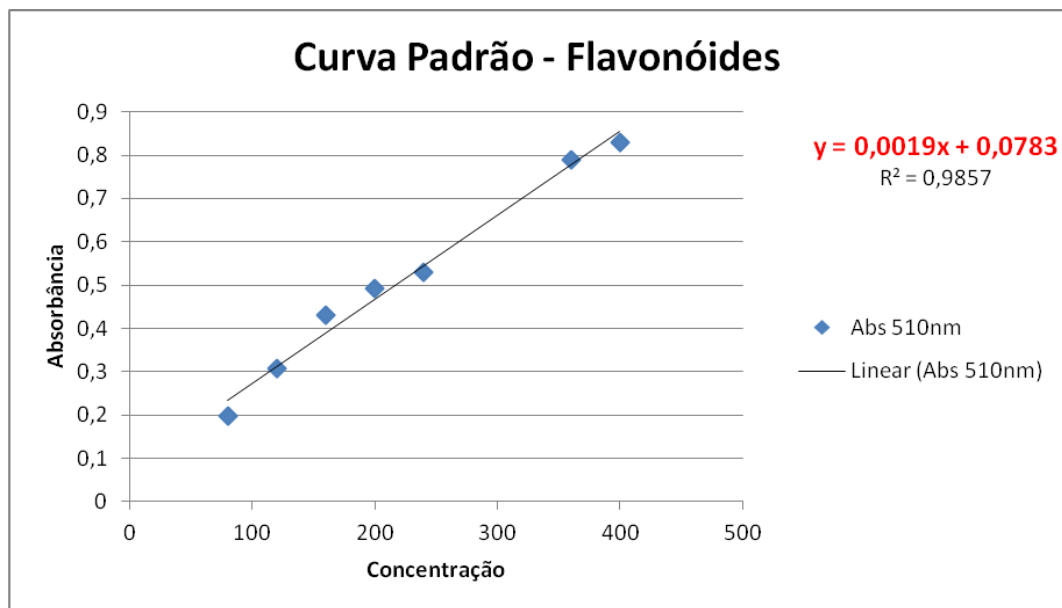


Figura 8: Curva Padrão - Flavonóides (Quercetina)

Tabela 5. Concentração de Flavonóides Totais

Pimenta	Concentração (mg/100g)
Dedo-de-Moça 5mL	101,4736842
Dedo-de-Moça 5mL Pós Cozimento	144,9473684
Dedo-de-Moça 3mL	84,94736842
Dedo-de-Moça 3mL Pós Cozimento	122,2631579
Cambuci 5mL	23,26315789
Cambuci 5mL Pós Cozimento	21,31578947
Cambuci 3mL	-8,368421053
Cambuci 3mL Pós Cozimento	-16,68421053

Diferentemente do esperado, apenas a concentração de flavonóides da pimenta Cambuci sofreu uma pequena redução (quase não considerável), enquanto a concentração da pimenta Dedo-de-Moça aumentou após o cozimento, conforme resultados da tabela acima.

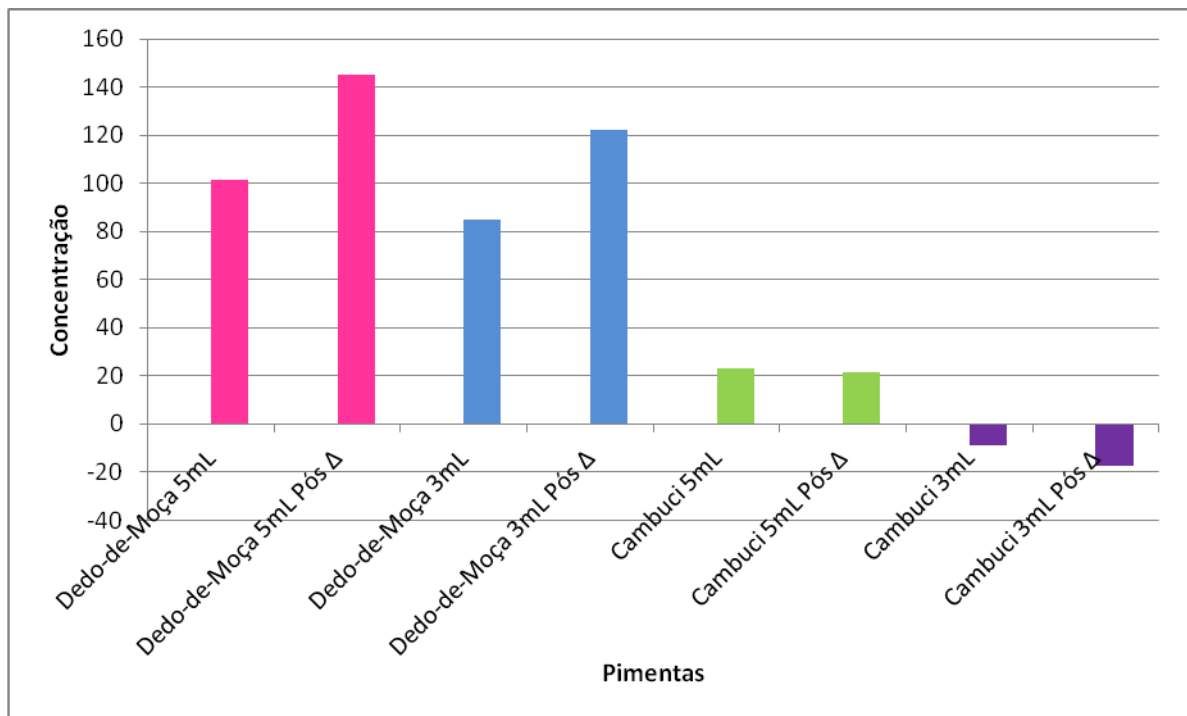


Figura 9: Gráfico da Concentração de Flavonóides na pimenta crua e depois do cozimento

4.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH.

Tabela 6. Atividade Antioxidante

Pimenta	Ativ Antioxidante %
Dedo-de-Moça 1g	65,02
Dedo-de-Moça 1g Pós Cozimento	7,91
Dedo-de-Moça 3g	96,27
Dedo-de-Moça 3g Pós Cozimento	18,1
Cambuci 1g	34,57
Cambuci 1g Pós Cozimento	9,33

Cambuci 3g	59,86
Cambuci 3g Pós Cozimento	33,04

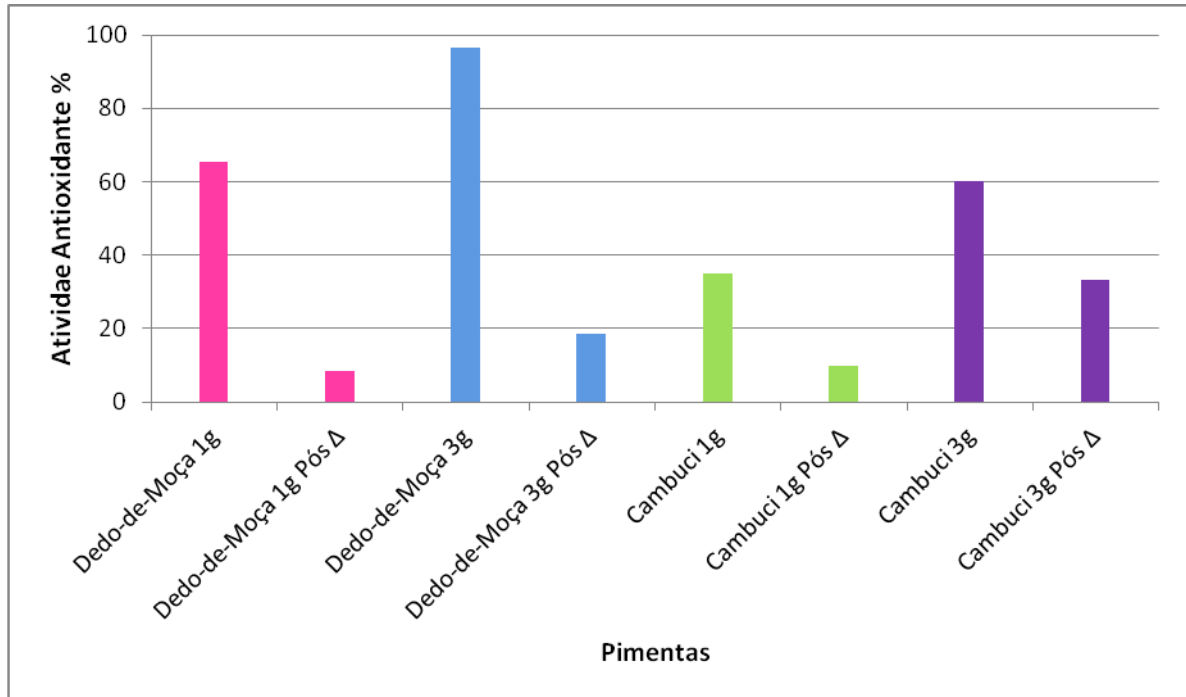


Figura 10: Gráfico da Atividade Antioxidante da pimenta crua e depois do cozimento

$$\% \text{ Perda} = (\text{Amostra crua} - \text{Amostra cozida}) \times 100 / \text{amostra crua}$$

$$\text{Pimenta Dedo-de-Moça 1g} = (65,02 - 7,91) \times 100 / 65,02 = 87,83\%$$

$$\text{Pimenta Dedo-de-Moça 3g} = (96,27 - 18,1) \times 100 / 96,27 = 81,20\%$$

$$\text{Pimenta Cambuci 1g} = (34,57 - 9,33) \times 100 / 34,57 = 73,01\%$$

$$\text{Pimenta Cambuci 3g} = (59,86 - 33,04) \times 100 / 59,86 = 44,80\%$$

Como podemos observar no gráfico, fica clara a diminuição da atividade antioxidante após o cozimento das pimentas, que cai mais que 50% na maioria dos casos, exacto na pimenta Cambuci 3g.

Observa-se também que a atividade antioxidante da pimenta Dedo-de-Moça é muito superior se comparada à pimenta Cambuci.

5. CONCLUSÃO

Após a conclusão dos testes, foi possível confirmar a importância das pimentas “Dedo-de-Moça” e “Cambuci” para a saúde humana devido a presença dos compostos bioativos analisados, como fenólicos e carotenóides, que tem ações importantes contra inflamações e doenças crônico-degenerativas, por exemplo.

Comparativamente, a pimenta “Dedo-de-Moça” apresenta maior concentração de todos os compostos analisados. Nos itens, Carotenoides e Flavonoides, essa diferença é bastante significativa. Ambas apresentam uma elevada atividade antioxidante.

O estudo também comprovou os efeitos do processamento sobre os compostos bioativos. Após o cozimento das pimentas em água fervente, por 5 minutos, ambas tiveram diminuição em suas concentrações dos compostos analisados, exceto para os testes de Carotenóides e Flavonóides totais, nos quais foi verificado uma elevação nos resultados.

As pimentas cozidas apresentaram uma redução superior a 50% na atividade antioxidante.

É válido ressaltar que, em alguns testes, foi verificado uma grande diferença de resultados, dependendo do dia em que a análise foi feita.

O grau de maturação das pimentas foi certamente um fator responsável pela diferença observada. Dependendo do estado de maturação da pimenta, os compostos bioativos podem estar em maior ou menor concentração.

Outro ponto relevante é a fonte das amostras. Infelizmente não foi possível realizar os testes com todas as pimentas provenientes do mesmo produtor. Isto acaba influenciando nos resultados já que cada produtor possui cuidados diferentes, clima, solo, entre outros, que acabam influenciando na composição da pimenta.

Ainda é importante ressaltar possíveis falhas humanas. A metodologia dos testes incluíam volumes muito baixos, pesagem de quantidades muito baixa de reagentes, além de titulações que dependiam da viragem de cor, fator muito subjetivo. Esse pode ser mais um colaborador para as diferenças de resultados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹CHISTÉ, Renan Campos. **Avaliação da extração de compostos bioativos com propriedades antioxidantes e corantes presentes em urucum e piquiá.** 2011. 20 f. Tese (Doutorado) - Unicamp, Campinas, 2011.

²INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: IAL, 2005.

³EMBRAPA HORTALIÇAS. **Introdução e Importância Econômica.** Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_pimenta/introducao_importancia_economica.htm>. Acesso em: 10/08/2013

⁴OLIVEIRA, Adolfo Marcito Campos De. **CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE IN VITRO E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE PIMENTAS DO GÊNERO *Capsicum spp.*** TERESINA 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

⁵FURTADO, A. A. L., DUTRA, A. S., DELIZA R. Processamento de “Pimenta Dedo-de-Moça” (*Capsicum baccatum Var, pendulum*) em conserva. **Ministério da**

⁶**Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. ISSN 0103-5231 Dezembro, 2006. Rio de Janeiro, RJ.

⁷ANGELO, P.M. JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 661, n. 1, p. 232-240, 2007.

⁸EMBRAPA HORTALIÇAS. **Capsicum: Pimentas e Pimentões do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/capsicum/index.htm>>. Acesso em: 22/09/2013

⁹BAE, Haejin; JAYAPRAKASHA, G. K.; CROSBY, Kevin. Influence of Extraction Solvents on Antioxidant Activity and the Content of Bioactive Compounds in Non-pungent Peppers. **Springer Science+business Media, Inc**, Texas, n. , p.1-9, 09 maio 2012.

¹⁰SERRANO, María et al. Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. **Food Chemistry**, Spain, n. , p.1-7, 07 maio 2009

¹¹COSTA, L. M., MOURA, N. F., MARANGONI, C., MENDES, C. E. TEIXEIRA, A. O. Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, supl. 1, maio, 2010.

¹²SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. (2004). Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 1-11.

¹³EWALD, C. et al. Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. **Food Chem.**, v.64, p.231-235, 1999.

¹⁴AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of kale as influenced by maturity, season and minimal processing. **J. Sci. Food Agric.**, v.85, p.591-597, 2005.

¹⁵CHIM, Josiane Freitas. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (Rubus sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléias convencional e light**. 2008. 99 f. Tese (Doutorado) - Unicamp, Pelotas, 2011.

¹⁶EMBRAPA HORTALIÇAS. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/>>. Acesso em: 04/08/2013

Araraquara, 25 de Outubro de 2013

De acordo,

MARIANA TAKAYAMA UEDA

PROF^a DR^a CÉLIA MARIA DE SYLOS – PROFESSORA ORIENTADORA