

**FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DO ALTO SÃO FRANCISCO
– FASF**

CURSO DE FARMÁCIA

ANA FLÁVIA AZEVEDO

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS VARIADAS
APRESENTAÇÕES DE BERINJELA (*Solanum melongena* L.)**

LUZ – MG

2015

ANA FLÁVIA AZEVEDO

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS VARIADAS
APRESENTAÇÕES DE BERINJELA (*Solanum melongena* L.)**

**Monografia apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras do Alto São Francisco, como
quesito parcial para obtenção do título de bacharel
em Farmácia, do curso de Farmácia.**

Área de concentração: Ciências de Alimentos

Prof. Orientador: Me. Daniel Mansur Rabelo

LUZ – MG

2015

ANA FLÁVIA AZEVEDO

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS VARIADAS
APRESENTAÇÕES DE BERINJELA (*Solanum melongena* L.)**

**Monografia apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras do Alto São Francisco, como
quesito parcial para obtenção do título de bacharel
em Farmácia, do curso de Farmácia.**

BANCA EXAMINADORA

Orientador

Prof. Me. Daniel Mansur Rabelo

Prof. Ma. Bárbara Oliveira Henriques

Prof. Esp. Wesley Daniel Ribeiro Araújo

Luz, 30 de novembro de 2015

Dedico este trabalho a todos os meus colegas de classe,
com quem convivi 5 anos de muita luta, alegrias e tristezas.
Esta vitória é NOSSA!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por ter me dado forças nos momentos de desespero.

Agradeço a minha mãe Vânia e minhas irmãs Mara, Núbia, Franciane e Aline e ao Reubert, pelas palavras de incentivo e apoio, pelas orações e por sempre torcerem por mim.

Agradeço as minhas amigas Fabiana, Reni, Renata e Jéssica por terem dedicado um pedacinho de seu tempo para me ajudar com este trabalho.

Agradeço a Dalila Souza, Ercelle D'Alessandro Costa, Tiago Carvalho e Fabiano Botinha por terem contribuído também para o êxito deste trabalho.

A todos os professores que com suas experiências e seus conhecimentos contribuíram para a minha formação profissional.

Agradeço em especial ao meu Prof. Orientador Me. Daniel Mansur Rabelo e a Prof. Ma. Bárbara Oliveira Henriques por terem compartilhado comigo seus conhecimentos. A presteza e incentivo de vocês foram fundamentais para a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Enfim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste sonho.

Obrigada!!

“Nada se perde em sonhos, quando o ideal quer e os braços buscam”

Autor desconhecido

RESUMO

As espécies reativas de oxigênio (ROS), incluindo radicais livres e outros oxidantes, são parte integrante do metabolismo humano. Quando esses se encontram em grande quantidade no organismo provocam o estresse oxidativo e, conseqüentemente, o aparecimento de doenças crônicas degenerativas como, por exemplo, diabetes, câncer, aterosclerose, etc. Os compostos antioxidantes, muitas vezes presentes em alimentos, podem atuar na captura desses radicais livres. A espécie *Solanum melongena* L, conhecida popularmente como berinjela, possui alto teor de polifenóis, os quais estão diretamente relacionado com a sua atividade antioxidante. A avaliação da atividade antioxidante da berinjela nas formas comercializadas em cápsula, farinha e fruto *in natura* foi verificada através do teste do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH), calculando por regressão linear a concentração efetiva (CE50) que inibe 50% do radical. A cápsula apresentou atividade antioxidante de quase 100% na concentração 100 ppm, não sendo possível calcular seu valor de CE50, já a farinha apresentou valor de CE 50 de 493,21 ppm e o fruto *in natura* CE50 de 6,81ppm. De acordo com os resultados obtidos, a cápsula de berinjela apresentou maior ação sequestradora do 2,2-difenil-1-picril-hidrazila, seguida do fruto *in natura* e da farinha, mostrando ser a forma de maior atividade funcional.

PALAVRAS-CHAVE: Radicais livres. Atividade antioxidante. Berinjela.

ABSTRACT

The reactive species of oxygen (ROS), including free radicals and other oxidants, are an integral part of human metabolism. When founded in large quantities in the body they cause oxidative stress and thus the appearance of chronic degenerative diseases, such as diabetes, cancer, atherosclerosis, etc. The antioxidant compounds present in foods often, these can act to capture free radicals. The species *Solanum melongena* L., commonly known as eggplant, has a high polyphenol content, which is directly related to its antioxidant activity. The evaluation of antioxidant activity in the eggplant marketed as capsule forms, flour and fruit *in natura* was checked by the test free radical 2,2-diphenyl-1-picryl-hidrazila (DPPH), calculated by linear regression effective concentration (EC50) that inhibits 50% of the radical. The capsule showed antioxidant activity of almost 100% in the concentration 100 ppm, but it wasn't possible to calculate its EC50 value, since the flour showed EC50 value of 493.21 ppm and the fruit *in natura* EC50 6,81ppm. According to the results, the eggplant capsule showed greater scavenging action of 2,2-diphenyl-1-picryl-hidrazila, then the fruit *in natura* and flour, showing that the form of higher functional activity.

KEY-WORDS: Free radicals. Atioxidant activity. Eggplant

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico mostrando a porcentagem das respostas dos alunos quanto à pergunta: “O que são alimentos funcionais?” Sendo A- Qualquer alimento que satisfaz a fome; B- Alimentos que são ricos em ácidos graxos trans; C- Alimentos que só auxiliam na perda de peso e D- Alimentos que oferecem vários benefícios à saúde além do valor nutritivo inerente à sua composição química.	22
Figura 2 - Gráfico mostrando porcentagem das respostas dos alunos quanto à pergunta: “Você já ouviu falar em nutracêuticos?” Sendo A- Não nunca ouvi falar; B- Sim, são remédios utilizados antes da realização de atividade física; C- Sim, são vitaminas vendidas nas farmácias e D- Sim, são alimentos enriquecidos com nutrientes importantes na prevenção e/ou tratamento de doenças.....	22
Figura 3 - Imagem da planta <i>Solanum melongena</i> L.....	26
Figura 4 - Imagem da flor de <i>Solanum melongena</i> L.....	26
Figura 5 - Imagem do fruto da <i>Solanum melongena</i> L.....	27
Figura 6 - Estrutura química da antocianina	29
Figura 7 - Constituintes químicos derivados da antocianina, presentes na berinjela, associados a redução de gorduras no organismo	30
Figura 8 - Fluxograma da obtenção da farinha de berinjela.....	33
Figura 9 - Metais de transição estabilizando elétrons.	34
Figura 10 - Redução univalente do oxigênio a água	36
Figura 11 - Doenças associada às ROS	37
Figura 12 - Reações catalisadas pela SOD	38
Figura 13 - Decomposição do peróxido de hidrogênio	38
Figura 14 - Estabilização do radical livre DPPH.....	43
Figura 15 - Ensaio do teste de captura do radical DPPH	44
Figura 16 - Gráfico de regressão linear obtido para o fruto <i>in natura</i> da berinjela.....	45
Figura 17 - Gráfico de regressão linear obtido para a cápsula de berinjela	45
Figura 18 - Gráfico de regressão linear obtido para a farinha da berinjela	46

LISTA DE QUADROS

Quadros 1 - Componentes químicos envolvidos em alguns mecanismos de ações benéficas causadas pela ingestão de alimentos funcionais	20
Quadro 2 - Classes dos compostos funcionais e nutracêuticos	23
Quadro 3 - Compostos bioativos presentes na berinjela e suas respectivas ações	32
Quadro 4 - Classificação e nomenclatura das espécies reativas de oxigênio.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAO Atividade antioxidante

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATP Trifosfato de adenosina

CE50 Concentração efetiva inibitória

DNA Ácido desoxirribonucléico

DPPH 2,2-difenil-1-picril-hidrazila

GPx Glutathione peroxidase

GR Glutathione reductase

GSSH Glutathione α -dissulfeto

mL mililitro

NADH Dinucleótido de nicotinamida e adenina

NADPH Hidrogênio fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina

nm Nanômetros

ppm Partes por milhão

RDC Resolução da Diretoria Colegiada

ROS Espécies reativas de oxigênio

SOD Superóxido dismutase

μ M micromolar

LISTA DE SÍMBOLOS

C Concentração

Cu Cobre

°C Graus Celsius

e⁻ (·) Elétron

Fe Ferro

H₂O₂ Peróxido de hidrogênio

O Oxigênio

Se Selênio

V Volume

Zn Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa	15
1.2 Problema e hipótese	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo geral.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Alimentos funcionais, nutracêuticos e fitoterápicos	18
2.1.1 Alimentos funcionais	18
2.1.2 Nutracêuticos	20
2.1.3 Fitoterápicos.....	24
2.2 A berinjela	25
2.2.1 Espécie Vegetal	25
2.2.2 Estudos do efeito da berinjela	27
2.2.3 Berinjela como alimento funcional e sua composição	28
2.2.3.1 Polifenóis	28
2.2.3.2 Fibras	30
2.2.3.3 Glicoalcaloides	31
2.2.3.4 Saponinas.....	31
2.2.4 Formas de consumo da berinjela	32
2.2.4.1 Farinha de berinjela	33
2.2.4.2 Cápsula de berinjela.....	34
2.3 Radicais Livres.....	34
2.3.1 Estresse oxidativo	35
2.3.2 Patogenia relacionada com espécies reativas de oxigênio (ROS).....	36
2.3.3 Defesas do organismo contra os radicais livres	37
2.3.3.1 Antioxidante enzimáticos	37
2.3.3.2 Antioxidantes não enzimáticos	39
3 METODOLOGIA	40
3.1 Materiais.....	40
3.1.1 Amostras	40

3.1.2 Reagentes	40
3.1.3 Equipamentos e vidrarias	40
3.2 Métodos.....	40
3.2.1 Obtenção das amostras	40
3.2.2 Preparação das amostras	41
3.2.3 Preparação das soluções:	41
3.2.4 Solução de DPPH 60 μM (micromolar)	41
3.3 Avaliação da atividade sequestradora de radicais livres pelo teste do DPPH	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5 CONCLUSÃO.....	48

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, por ser bastante comentada na mídia e, conseqüentemente o seu uso ter aumentado consideravelmente, os consumidores utilizam a berinjela (*Solanum melongena* L.) como uma forte aliada na perda de peso

A berinjela é um vegetal classificado tanto como um alimento funcional, como um fitoterápico, ou ainda um nutracêutico, pois contém, além de um alto teor de água, muitas fibras e bastantes nutrientes, dentre eles: vitaminas, glicoalcaloides, saponinas, sais minerais e compostos fenólicos. Estes compostos fenólicos, mais precisamente as antocianinas, são os responsáveis por conferir à berinjela a cor púrpura e sua ação antioxidante. A atividade antioxidante presente em alimentos é um importante fator para a captura de radicais livres e outros oxidantes, ambos denominados espécies reativas de oxigênio(ROS).

Os radicais livres são átomos que contêm um ou mais elétrons desemparelhados. A maior parte é produzida nas mitocôndrias, podendo também ser oriundos de fatores ambientais diversos. A sua produção em proporções adequadas possibilita a geração de energia, e, ainda a participação de mecanismos de defesa em processos infecciosos, porém, em excesso, os radicais livres conduzem a danos oxidativos e desenvolvimento de mecanismo de defesa antioxidante.

Quando a produção de radicais livres é maior que a eliminação, ocorre, então, o estresse oxidativo, que está diretamente relacionado ao surgimento de doenças degenerativas, como por exemplo, o câncer, o diabetes, a catarata, dentre outras.

Apesar do próprio organismo produzir defesas antioxidantes para a eliminação desses radicais, uma alimentação adequada e rica em compostos antioxidantes é de extrema importância para prevenir essas patologias.

Diante disso, o presente trabalho buscou avaliar a atividade antioxidante da espécie *Solanum melongena* L., conhecida popularmente como berinjela, em suas várias formas encontradas no comércio local: cápsula, farinha e o fruto *in natura*.

1.1 Justificativa

Os antioxidantes desempenham um papel importante na prevenção de doenças crônicas e degenerativas, como por exemplo, câncer e doenças cardiovasculares (NISHA; NAZAR; JAYAMURTHY, 2009). Em função dos possíveis problemas provocados pelo

consumo de antioxidantes sintéticos, as pesquisas têm se voltado no sentido de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante. (SOUSA *et al.*, 2007).

De acordo com Souza *et al.*, (2007, p. 351), “dentre as diversas classes de substâncias antioxidantes de ocorrência natural, os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos”. Frutos de berinjela contêm compostos fenólicos que são antioxidantes poderosos (NISHA; NAZAR; JAYAMURTHY; 2009), sendo este um alimento funcional e que pode ser inserido naturalmente na dieta das pessoas.

Com isso, o presente trabalho, buscou avaliar a atividade antioxidante da espécie *Solanum melongena* L, conhecida popularmente como berinjela, através de um teste simples de captura do radical livre DPPH e comparar os valores obtidos com os descritos por Oliveira (2013) e, ainda, identificar qual a melhor forma para seu consumo.

1.2 Problema e hipótese

Na busca por hábitos de vida mais saudáveis, as pessoas têm optado por consumir alimentos naturais e que, de alguma forma, contribuem para a manutenção corporal. Porém, muitas vezes, elas optam pela praticidade, o que as levam a utilizar produtos processados (industrializados) que se intitulam “naturais” e, supostamente, substituem as propriedades do alimento *in natura*. Será mesmo que isto acontece?

A berinjela é um alimento encontrado na forma de cápsula e farinha e muitos consumidores optam por estes tipos de apresentações. Estima-se que esses produtos substituem, os frutos *in natura*, por possuírem maior quantidade/concentração de nutrientes em uma única dose.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a atividade antioxidante das variadas formas de apresentação da espécie *Solanum melongena* L., conhecida popularmente como berinjela através do ensaio de captura do radical livre DPPH.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar a concentração efetiva 50% para as diferentes formas comercializadas da berinjela;
- Comparar os resultados obtidos com os descritos e disponíveis literatura;
- Identificar a atividade antioxidante nas formas comercializadas da berinjela (cápsula, farinha e fruto *in natura*) constatando a melhor forma para o consumo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alimentos funcionais, nutracêuticos e fitoterápicos

2.1.1 Alimentos funcionais

Parte da população mesmo com a correria do dia a dia tem buscado levar uma vida mais saudável, praticando exercícios físicos e se alimentando de maneira correta. Os alimentos fornecem os elementos nutricionais e calóricos necessários para o funcionamento do organismo, como por exemplo, proteínas, lipídeos, fibra alimentar, carboidratos, minerais, entre outros, desempenhando assim, um papel na manutenção da vida do ser humano. (SANTOS *et al.*, 2002).

Segundo Carvalho e Lino (2014), a capacidade de atender ao desejo do consumidor contemporâneo, que anseia ter acesso a todos os benefícios que os alimentos podem proporcionar, é um dos grandes desafios apresentados às áreas da ciência de alimentos e nutrição ampliando, assim, estudos e publicações de alimentos funcionais e seus usos na alimentação.

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 18/1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o alimento funcional é todo “alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, e de produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1999, p. 2).

No que diz respeito a esses alimentos, é importante ressaltar que eles previnem o aparecimento de doenças e ajudam a combatê-las, mas não as curam, portanto estes devem ser incorporados numa dieta e consumidos diariamente, ajudando o organismo a se fortalecer e não devem ser utilizados como remédios. Uma melhor qualidade de vida, disposição, energia, e um maior bem estar do indivíduo é consequência de uma dieta rica em alimentos funcionais. (VIDAL *et al.*, 2012).

De acordo com Carvalho e Lino (2014, p. 132):

Os compostos funcionais variam extensamente em estrutura química e, conseqüentemente, na função biológica. Entretanto, eles apresentam algumas características em comum: pertencem a alimentos do reino vegetal; são substâncias orgânicas e geralmente de baixo peso molecular; não são indispensáveis nem sintetizados pelo organismo humano; promovem ação protetora na saúde humana quando presentes na dieta em quantidades significativas. Do ponto de vista

biológico, exercem várias ações como atividade antioxidante; modulação de enzimas de detoxificação; estimulação do sistema imune; redução da agregação plaquetária; controle do metabolismo hormonal; redução da pressão sanguínea; e atividade bacteriana e antiviral

Os alimentos funcionais possuem compostos bioativos, denominados também de fitoquímicos. A planta os sintetiza para se proteger de agentes agressores presentes no ambiente, ou seja, a produção destes compostos está diretamente ligada ao local onde a planta é cultivada e, quando cultivada naturalmente, estas apresentam maior teor de fitoquímicos. (VIZZOTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010).

Os benefícios desses alimentos são decorrentes de vários efeitos metabólicos e fisiológicos que contribuem para um melhor desempenho do organismo que os ingere. Ferrari e Torres (2010) apud VIDAL *et al.*,(2012, p. 47) explicam que isto acontece devido ao mecanismo de ação que pode ser definido como “[...] as vias bioquímicas e fisiológicas ou farmacológicas pelas quais uma determinada substância interage com os componentes celulares e/ou teciduais para realizar um consequente efeito biológico”.

No **Quadro 1**, retratam-se os benefícios causados pela ingestão de alimentos funcionais e os componentes químicos envolvidos em alguns mecanismos de ações.

Quadros 1 - Componentes químicos envolvidos em alguns mecanismos de ações benéficas causadas pela ingestão de alimentos funcionais

Mecanismo de ação	Componente químico
Atividades antioxidantes e proteção de órgãos vitais (fígado, cérebro, rins, sistema cardiovascular, etc.).	Vitaminas antioxidantes (A, C, E), ácido fólico, ubiquinona, flavonoides, isoflavonas, catequinas, antocianinas, carotenoides, licopeno e fenólicos
Modulação de enzimas de detoxificação de xenobióticos (compostos tóxicos)	Isoflavonas, flavonoides, isotiocianatos, indol-3-carbinol e compostos sulfurados.
Diminuição da agregação plaquetária e do risco de trombose e aterosclerose.	Compostos sulfurados e polifenólicos.
Alteração no metabolismo do colesterol e diminuição do risco de aterosclerose.	Antocianinas, polifenólicos, compostos sulfurados e curcumina.
Controle nas concentrações de hormônios esteroides e do metabolismo endócrino.	Isoflavonóides são uma alternativa para a terapia de reposição hormonal, tendo como efeitos benéficos a diminuição do risco de câncer, de doenças cardiovasculares e da osteoporose (inibem a atividade dos osteoclastos, células ósseas responsáveis pela reabsorção óssea).
Redução da pressão sanguínea	Compostos sulfurados, potássio e dietas ricas em minerais e fibras.
Efeitos antibacterianos e antivirais	Compostos sulfurados, especialmente a alicina (bactericida) e terpenóides.
Atividades anti-inflamatórias	Polifenólicos; inibem a produção de prostanóides, mediadores do processo inflamatório.
Efeitos anticancerígenos	Licopeno (câncer de próstata), resveratrol (potente indutor da morte de células tumorais), tocotrienóis (indutor da morte de células neoplásicas), fibras vegetais (diminuem a absorção de agentes indutores do câncer e aumentam a velocidade de digestão e excreção do bolo fecal).
Proteção da visão contra a ação dos radicais livres, catarata e degeneração macular	Luteína
Diminuição da absorção da glicose	Beta-D-glucanas (fibra alimentar)
Efeito antidepressivo e inibição do desejo de consumir álcool e drogas ilegais	Ácidos clorogênicos e melanoidinas.

Fonte: Vidal (2012, p. 47)

2.1.2 Nutracêuticos

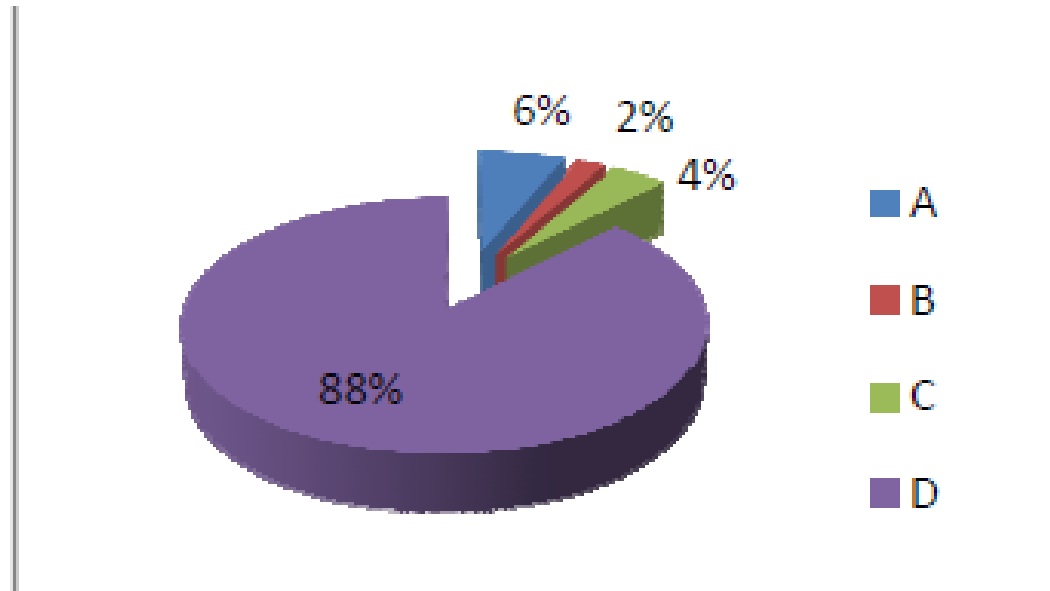
O termo nutracêutico foi criado em 1989 pela Fundação de Inovação em Medicina dos Estados Unidos, sendo um termo híbrido de “nutrientes” e “farmacêuticos”, definido como: “Uma substância que pode ser um alimento ou parte de um alimento que proporciona benefícios medicinais, incluindo prevenção ou tratamento de doenças”, sendo estes produtos comercializados nas formas de géis, soluções, cápsulas, granulados e pós (ESPÍN *et al.*, 2007 apud LIRA *et al.*, 2009).

Os nutracêuticos como qualquer outro produto farmacêutico, devem ser avaliados e submetidos a testes de controle de qualidade devido a sua capacidade de alterar funções metabólicas e fisiológicas do organismo (LIRA *et al.* 2009). Estes testes são uma das etapas

mais importantes em qualquer setor industrial, principalmente, na Indústria Farmacêutica, pois erros cometidos e não detectados em tempo hábil podem trazer graves danos aos consumidores de seus produtos (FERNANDES, 2011). Por este e outros motivos, o consumidor de nutracêuticos, deve utilizá-lo da melhor maneira possível, ficando atento às informações e seguindo corretamente as orientações dos rótulos (VIDAL, 2012).

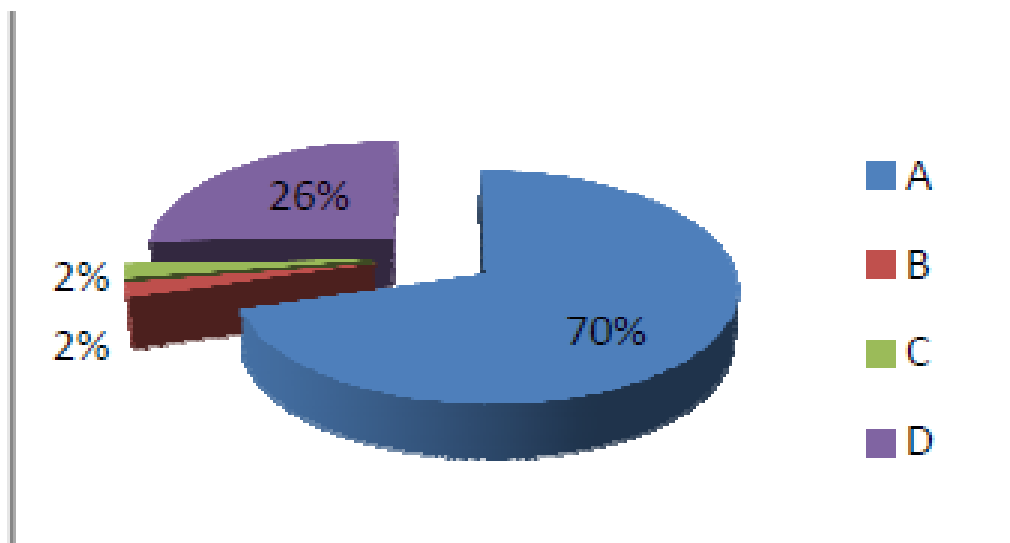
Foi realizado um estudo, no Colégio Estadual João Alfredo, localizado no bairro de Vila Isabel, na cidade do Rio de Janeiro, por Folino *et al.*, (2014), com o objetivo de construir conhecimentos científicos sobre alimentos funcionais e nutracêuticos e seus benefícios à saúde. Os alunos responderam um questionário fechado a fim de analisar o conhecimento e as experiências em relação ao tema “Alimentos Funcionais e Nutracêuticos”. Dentre as perguntas, duas eram: “O que são alimentos funcionais?” e “Você já ouviu falar em Nutracêuticos?”. Quanto à primeira pergunta, 88% dos estudantes (**Figura 1**) demonstraram certo entendimento sobre o tema, porém eles podem ter relacionado o termo funcional com funcionalidade benéfica para o organismo. Já, a segunda pergunta, 70% dos estudantes nunca tinham ouvido falar sobre os nutracêuticos (**Figura 2**), que pode ser pelo fato de ser um conceito ainda novo.

Figura 1 - Gráfico mostrando a porcentagem das respostas dos alunos quanto à pergunta: “O que são alimentos funcionais?” Sendo A- Qualquer alimento que satisfaz a fome; B- Alimentos que são ricos em ácidos graxos trans; C- Alimentos que só auxiliam na perda de peso e D- Alimentos que oferecem vários benefícios à saúde além do valor nutritivo inerente à sua composição química.



Fonte: Folino *et al.* (2014, p. 5)

Figura 2 - Gráfico mostrando porcentagem das respostas dos alunos quanto à pergunta: “Você já ouviu falar em nutracêuticos?” Sendo A- Não nunca ouvi falar; B- Sim, são remédios utilizados antes da realização de atividade física; C- Sim, são vitaminas vendidas nas farmácias e D- Sim, são alimentos enriquecidos com nutrientes importantes na prevenção e/ou tratamento de doenças.



Fonte: Folino *et al.* (2014, p.5)

Segundo Rebello *et al.*, (2014 p. 38), “as práticas alimentares são resultados de decisões, conscientes ou não, estreitamente relacionadas à cultura alimentar da região, à tradição alimentar do convívio social e às transformações decorridas do acesso à informação científica e popular”. O **Quadro 2** apresenta as classes de compostos funcionais e nutracêuticos, os alimentos que os contêm, e suas respectivas ações no organismo.

Quadro 2 - Classes dos compostos funcionais e nutracêuticos

Classes	Compostos	Alimentos	Ação no organismo
Alimentos sulfurados e nitrogenados	Glicosilatos	Repolho, brócolis, rabanete, alcaparra.	Proteção contra carcinogênese, e mutagênese.
	Isotiocianatos e indóis (antioxidantes)	Repolho, brócolis, couve, couve-flor.	Inibem a mutação do DNA que predispõe algumas formas de câncer
Vitaminas antioxidantes	Carotenoides (precursores da vitamina A)	Tomate, abóbora, pimentão, laranja.	Ação protetora contra o câncer, por intermédio do sequestro de radicais livres.
	Vitamina E	Encontrada em grande quantidade em lipídeos.	Reduz os riscos de doenças cardiovasculares, melhora a condição imune, previne o envelhecimento.
	Vitamina C		Proteção no desenvolvimento de tumores.
Compostos Fenólicos	Flavonoides (Antocininas, antoxantinas, taninos)	Berinjela,	Atividade Antioxidante (sequestradores de radicais livres), minimizam o desenvolvimento ou os sintomas de doenças crônicas, como por exemplo, aterosclerose, e distúrbios do metabolismo de lipídeos.
Ácidos graxos poli-insaturados	Ômega 3 e ômega 6	Peixes de água fria (salmão, atum, sardinha), sementes de linhaça, óleos vegetais, nozes.	Efeito favorável sobre os níveis de triglicerídeos, pressão sanguínea, mecanismo de coagulação e ritmo cardíaco, na prevenção do câncer (mama, próstata e cólon) e redução da incidência de arteriosclerose.
Fibras (Oligossacarídeos)	Polissacarídeos	Grãos (arroz, feijão, trigo), verduras (alface, couve, repolho), raízes (cenoura, rabanete)	Redução dos níveis de colesterol sanguíneo, diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer.

Fonte: Moraes e Colla (2006, p. 114- 119).

Para que os benefícios desses alimentos sejam alcançados de maneira eficaz, é preciso que o seu consumo seja de forma regular (VIDAL *et al.*, 2012). Estes compostos são de extrema importância, pois aumentam a expectativa de vida da população uma vez que tem aumentado o aparecimento de doenças crônicas tais como a hipertensão, obesidade, aterosclerose, diabetes, osteoporose e o câncer, ocasionando assim, uma preocupação maior, por parte da população e dos órgãos públicos, com a alimentação (MORAES; COLLA, 2006).

2.1.3 Fitoterápicos

O Brasil possui uma grande tradição no uso de plantas medicinais e também possui uma grande biodiversidade, estabelecendo, assim, um bom cenário para o desenvolvimento de pesquisas que visam a descoberta de novos fármacos a partir de espécies nativas (PIZZIOLO *et al.*, 2011).

De acordo com a ANVISA (2015):

As plantas medicinais são aquelas capazes de aliviar ou curar enfermidades e têm tradição de uso como remédio em uma população ou comunidade. Para usá-las, é preciso conhecer a planta e saber onde colher e como prepará-la. Quando a planta medicinal é industrializada para se obter um medicamento tem-se como resultado o fitoterápico. O processo de industrialização evita contaminações por microorganismos, agrotóxicos e substâncias estranhas, além de padronizar a quantidade e a forma certa que deve ser usada, permitindo maior segurança de uso.

A fitoterapia é muito utilizada como forma de tratamento de doenças como diabetes, câncer, aterosclerose, hipertensão, entre outras. Vem crescendo nos últimos anos, principalmente, em função do alto custo dos medicamentos industrializados, porém pesquisas científicas devem ser feitas a fim de avaliar a atividade farmacológica das plantas e os seus efeitos tóxicos. (SANTOS *et al.*, 2015).

A RDC 26/2014 define fitoterápico como:

Produto obtido de matéria-prima ativa vegetal, exceto substâncias isoladas com finalidade profilática, curativa ou paliativa, incluindo medicamento fitoterápico e produto tradicional fitoterápico, podendo ser simples, quando o ativo é proveniente de uma única espécie vegetal medicinal, ou composto, quando o ativo é proveniente de mais de uma espécie vegetal. (BRASIL, 2014).

A ANVISA (2015) estabelece ainda que como todos os medicamentos, os fitoterápicos devem oferecer segurança de uso para a população, tendo assim seus efeitos terapêuticos comprovados, a garantia de sua qualidade e a sua composição padronizada. Através de levantamentos etnofarmacológicos, estudos farmacológicos e toxicológicos pré-clínicos e clínicos e/ou documentações tecnocientíficas, a eficácia e a segurança dos medicamentos fitoterápicos devem ser validadas e a sua “qualidade deve ser alcançada mediante o controle das matérias-primas, do produto acabado, materiais de embalagem, formulação farmacêutica e estudos de estabilidade” (ANVISA, 2015)

Infelizmente, a maior parte dos fitoterápicos e plantas medicinais que são utilizadas atualmente por automedicação ou por prescrição médica não tem o perfil tóxico bem

conhecido. Por outro lado, a utilização inadequada do produto, mesmo de baixa toxicidade, pode induzir problemas graves desde que existam outros fatores de risco tais como contra-indicações ou uso concomitante de outros medicamentos. (SANTOS; NUNES; MARTINS, 2012), podendo comprometer a eficácia de tratamentos convencionais por reduzir ou potencializar seu efeito. (BALBINO; DIAS, 2010).

Revisões de literaturas e/ou estudos realizados por Manenti (2010), Santos; Nunes e Martins (2012), Santos *et al.*, (2015) e Pizziolo *et al.*, (2011) objetivaram levantar o uso de plantas medicinais no tratamento de obesidades, para tratamento de diabetes e dislipidemias, e com atividade hipolipidêmica, respectivamente.

Por conter em sua composição substâncias com supostas ações terapêuticas e, devido às suas várias formas de apresentação, a berinjela (*Solanum melongena* L.) tem sido citada como um vegetal que pode ser classificado como alimento funcional (CARVALHO; LINO, 2014), nutracêutico (MALLMANN, 2011) e fitoterápico (SANTOS *et al.*, 2015).

2.2 A berinjela

2.2.1 Espécie Vegetal

“A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma planta da família Solanaceae, originária da Índia e introduzida no Brasil no século XVI pelos portugueses [...]. É cultivada em maior escala nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná” (EMBRAPA, 1998, p. 1).

De acordo com a Embrapa (1998, p. 2):

“a planta tem porte arbustivo, com caule do tipo semilenhoso e ereto, podendo atingir 1,0 a 1,8 metros de altura, [...] as folhas são simples, com limbo foliar de formato ovado ou oblongo-ovado, e densa pilosidade (**Figura 3**). [...] As flores (**Figura 4**) são solitárias ou distribuídas em inflorescência do tipo cimeira, de tamanho que varia de 3 a 5 centímetros de diâmetro. O cálice com 5 a 7 sépalas frequentemente apresenta espinhos. A corola é do tipo gametopétala, com 5 a 6 pétalas de coloração lilás à violeta. Os 5 a 6 estames são livres, eretos, amarelos e com filamentos bem curtos. Os frutos (**Figura 5**) são grandes do tipo baga, de formato variável (oval, oblongo, redondo, oblongo-alongado, etc.), normalmente brilhantes, de coloração branca, rosada, zebrina, amarela, púrpura ou preta”.

Figura 3 - Imagem da planta *Solanum melongena* L.



Fonte: Meu Dedo Verde, 2013

Figura 4 - Imagem da flor de *Solanum melongena* L.



Fonte: Cozinha da Márcia, 2012

Figura 5 - Imagem do fruto da *Solanum melongena* L



Fonte: Revista Viva Saúde, 2014

2.2.2 Estudos do efeito da berinjela

Um estudo foi realizado por Silva *et al.*, (2004), do tipo duplo-cego randomizado, no qual um grupo com 21 voluntários, em que cada um recebeu duas cápsulas, contendo 450 gramas de extrato de berinjela e, outro grupo com 20 voluntários, em que cada um recebeu duas cápsulas com placebo. Nos dois grupos, a administração foi feita duas vezes ao dia durante três meses, sendo todos os voluntários hiperlipidêmicos. Após os três meses de tratamento, observou-se que não houve diferença significativa entre o grupo que recebeu o extrato de berinjela e o que recebeu placebo, não obtendo resposta quanto à diminuição das taxas de colesterol, suas frações e triglicérides. Concluíram que a cápsula de berinjela comercializada no Brasil, requer um maior volume de estudos clínicos antes de ser recomendada para tratar hiperlipidemia.

Colaborando com o estudo de Silva *et al.*, (2004), Praça, Thomáz e Caramelli (2004) avaliaram o efeito do suco de berinjela sobre os lipídeos plasmáticos em comparação à lovastatina (tratamento medicamentoso de elevado custo), então concluíram que o suco de berinjela com laranja não pode ser considerado uma alternativa às estatinas, na redução dos níveis séricos de colesterol.

Já o estudo de Guimarães *et al.*,(2000) demonstrou que a infusão de uma preparação do pó do fruto da berinjela reduziu significativamente os níveis do colesterol total, de LDL e de apolipoproteína B em um grupo de 38 indivíduos hipercolesterolêmicos que ingeriram o

chá. O colesterol total e suas frações, triglicérides e apolipoproteínas A e B foram medidos no sangue no início do experimento, entre três e, cinco semanas depois. Não sendo diferente os resultados obtidos com a dieta padrão para hipercolesterolemia e a prática da atividade física.

Estudo feito por Chiaradia (2008), em que 58 voluntários foram escolhidos para receber cápsulas contendo de 450 mg extrato seco de berinjela ou placebo, sendo administradas duas cápsulas, duas vezes ao dia, durante 14 dias. No último dia, após a administração das cápsulas, os voluntários foram submetidos a um teste de sobrecarga lipídica. O perfil lipídico foi aferido em jejum nos dias 0 e 14 e, no 14º dia, foi aferido em jejum e duas horas após a sobrecarga. Os resultados demonstraram que a utilização de cápsulas de extrato seco de berinjela por 14 dias não produziu nenhum efeito no perfil lipídico em jejum ou pós-prandial em indivíduos normais.

Em 2002, Derivi e colaboradores mostraram que dietas com casca de berinjela apresentaram acentuado efeito hipoglicêmico em ratos diabéticos. Também evidenciaram a presença de um componente termo estável na casca da berinjela, apontado como mecanismo de ação à hipótese de estimular a liberação de insulina e favorecer a captação de glicose pelas células insulino dependentes dos tecidos.

2.2.3 Berinjela como alimento funcional e sua composição

“A berinjela é um vegetal com alto teor de água, baixo de proteínas, rica em fibras, sais minerais (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e vitaminas (A, timina, riboflavina, niacina e C) saponinas, compostos fenólicos e glicoalcaloides”. (CARVALHO; LINO, 2014 p. 133).

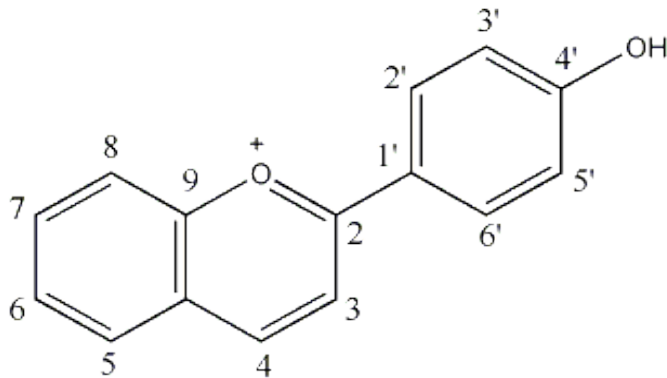
2.2.3.1 Polifenóis

Segundo González (2007) apud Carvalho e Lino (2014), os compostos responsáveis por conferir à casca da berinjela uma cor púrpura e pela propriedade antioxidante do fruto são as antocianinas (**Figura 6**), pertencentes ao grupo de metabólitos secundários vegetais conhecidos como flavonoides. As antocianinas possuem um espectro de cor que vai do vermelho ao azul, apresentando-se também como uma mistura de ambas as cores, resultando em tons de púrpura. Muitas hortaliças, frutas, flores e folhas devem sua atrativa coloração a esses pigmentos. São importantes corantes naturais, uso esse que cresce a cada dia mais na

indústria alimentícia e de bebidas por apresentarem ausência de toxicidade, oferecendo uma qualidade de vida melhor para o consumidor. (MALLMANN, 2011).

Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008), ao avaliarem o potencial de algumas fontes de antocianinas, identificaram que a casca de berinjela possui teor aproximado de 60 mg/100 gramas.

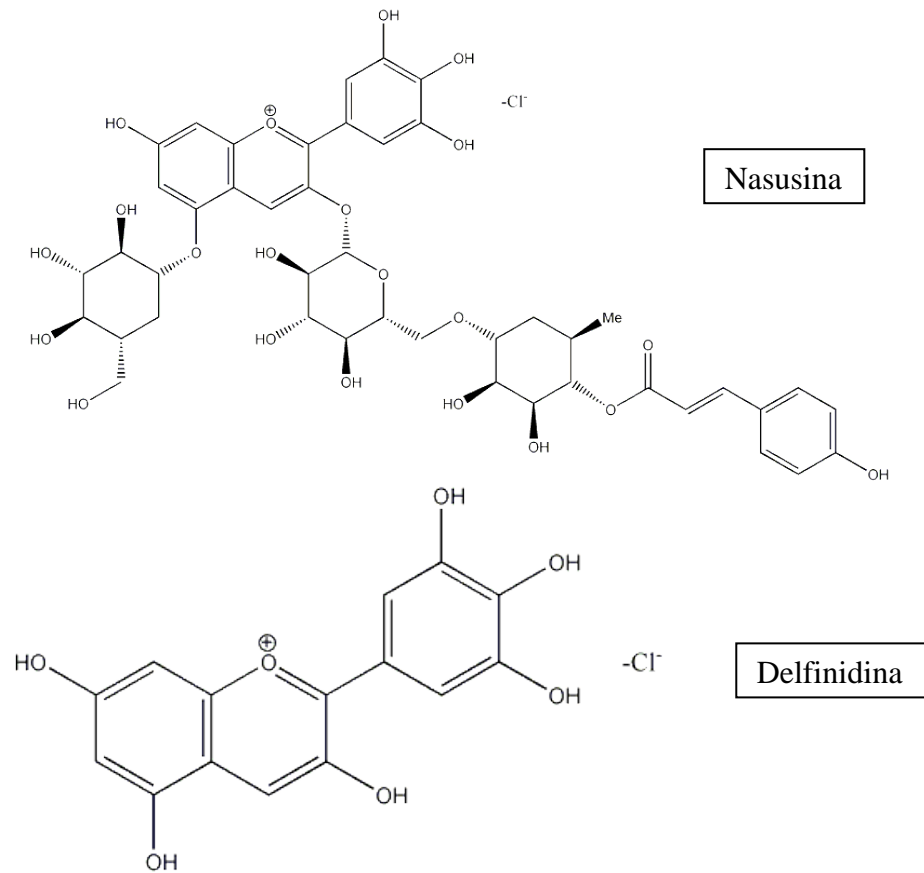
Figura 6 - Estrutura química da antocianina



Fonte: Cardoso, Leite, Peluzio (2011, p. 117).

A nasusina, uma antocianina extraída da berinjela e sua aglicona, delfinidina, (**Figura 7**) contribuem para a redução de dislipidemias, principalmente a hipercolesterolemia e elevação do colesterol HDL, o que se deve, em parte, à inibição da absorção intestinal de colesterol e ácidos biliares (GONÇALVES, 2006).

Figura 7 - Constituintes químicos derivados da antocianina, presentes na berinjela, associados a redução de gorduras no organismo



Fonte: Gonçalves, (2006, p. 252).

2.2.3.2 Fibras

De acordo com Perez e Germani (2004), o possível efeito hipolipemiante é o que tem despertado grande interesse pela berinjela, o que pode ser atribuído, dentre outros fatores, ao seu elevado teor de fibras totais (44,12% da base seca), sendo pouco mais da metade representado pela fibra alimentar solúvel. Já Cuppari (2005) apud Carvalho, Lino (2014) apontam que alguns estudos sugerem que os polifenóis, saponinas, esteroides e flavonoides presentes na berinjela também são os responsáveis por sua ação na redução do colesterol sérico.

Outros componentes, além das fibras, como as vitaminas B3 (niacina) e a vitamina C, também parecem exercer alterações benéficas sobre o metabolismo de lipídeos. (PEREZ, GERMANI, 2007).

2.2.3.3 Glicoalcaloides

Os glicoalcaloides são substâncias orgânicas tóxicas que podem estar envolvidas no mecanismo de defesa das plantas contra ações de micro-organismos e insetos (MACHADO; TOLEDO, 2004).

De acordo com Júnior (2004), a berinjela pertence a uma família botânica bastante extensa (Solanacea), com cerca de 94 gêneros e 2950 espécies, dentre as quais podemos citar: a batata (*Solanum tuberosum* L.) o pimentão (*Capsicum annuum* L.) o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Segundo Carvalho e Lino (2014, p. 136):

As folhas e frutos, sobretudo imaturos, de quase todas as espécies de solanáceas contêm glicoalcalóides (ou alcaloides glicosídicos), em especial os esteroides α -solanina e α -chaconina, com importância toxicológica atestada - atividades anticolinesterásica e hemolítica em especial. Por isso, essa família botânica deve suscitar precaução mesmo no uso culinário esporádico (a partir de 20 mg/100g já pode causar risco à saúde), assim como estudos que fundamentem seu uso sistemático diário na qualidade de alimentos funcionais. A menor quantidade de α -solanina é encontrada em frutos maduros, demonstrando que há concordância quanto a esse aspecto fisiológico (maturidade) influenciando o teor de glicoalcaloides dessas plantas. Fatores abióticos, a exemplo da radiação intensa e da temperatura elevada, também aumentam os níveis de glicoalcalóides das solanáceas.

Por este motivo, o fruto *in natura* da berinjela só deve ser consumido após passar por um tratamento térmico, pois este processo leva à decomposição dos possíveis alcaloides, compostos nocivos ao homem. O fruto natural cru pode causar problemas de estômago, dores de cabeça e enxaqueca. (CARVALHO, LINO, 2014).

2.2.3.4 Saponinas

Estudo feito por Dickel; Rates e Riter (2006) apud Manenti (2006), onde foram analisadas várias plantas utilizadas popularmente para fins de perda de peso no Sul do Brasi, somente a *Ilex Paraguariensis* apresentou resultado positivo, podendo ser devido ao fato da presença de saponinas, com comprovada ação sobre o metabolismo de colesterol, e na absorção intestinal de gordura, via inibição da atividade da lípase pancreática.

No **Quadro 3**, estão descritos os compostos bioativos presentes na berinjela e suas respectivas ações no organismo:

Quadro 3 - Compostos bioativos presentes na berinjela e suas respectivas ações

Princípio bioativo	Ação relacionada	Efeito terapêutico/tóxico
Polifenóis	Antioxidantes	Reagem com os radicais livres e restringem seus efeitos maléficos ao organismo: oxidação de LDL, danos ao DNA, adesão plaquetária e inflamação sistêmica
Glicoalcaloides	Agente hipocolesterolêmico Atividades anticolinesterásica e hemolítica	Inibem a conversão enzimática de di-idrolanosterol em colesterol. Acúmulo de acetilcolina e quadro de intoxicação: dor de garganta, cefaléia, diarreia, vômitos, desidratação, convulsões, êxito letal possível.
Saponinas	Ação hipocolesterolemiante	Aumentam a excreção fecal de sais biliares
Fibras	Prevenção da obesidade Diminuição do colesterol plasmático e de LDL Efeito hipoglicemiante	Aumentam o tempo de esvaziamento gástrico e estendem a sensação de saciedade. Aumentam a excreção de ácidos biliares e diminuem a absorção de lipídeos. Promovem alterações na estrutura da mucosa intestinal, com aparecimento de rarefação das criptas e vilosidades, levando à diminuição da absorção de glicose.

Fonte: Carvalho e Lino (2015, p. 138)

2.2.4 Formas de consumo da berinjela

A berinjela pode ser consumida por decocção, maceração, cápsula e o próprio fruto *in natura*, devendo esse ser cozido devido à presença de glicoalcaloides e as solaninas, (GONZALEZ-LAVAUT, MONTES DE OCA-ROJAS, DOMINGUEZ-MESA, 2007). Pode, também, ser consumida em forma de farinha (PEREZ, GERMANI, 2007).

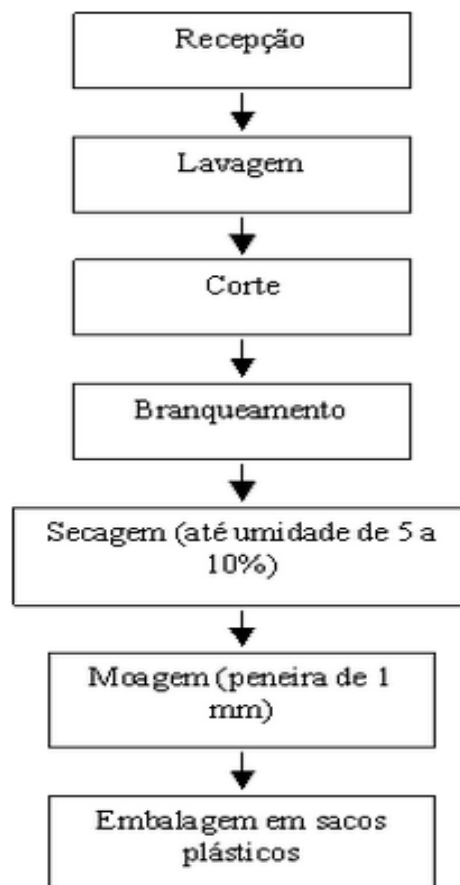
2.2.4.1 Farinha de berinjela

Por suas características nutricionais, a farinha de berinjela desponta como um ingrediente alimentar altamente desejável para enriquecer outros alimentos. O alto teor de fibra permite que a farinha de berinjela possa ser utilizada na elaboração de produtos de panificação (biscoitos e pães) e massas alimentícias. Sua longa vida na prateleira permite que sejam produzidos em grandes quantidades e largamente distribuídos. Um produto com tais características, aliadas a sua enorme diversidade, revela-se um bom veículo para o estudo de farinhas mistas, seja por razões econômicas e/ou nutricionais. (PEREZ, GERMANI, 2007).

De acordo com Pimentel (2014, p. 30), “a farinha de berinjela se destaca pelo seu elevado teor de fibras totais, aproximadamente 40%, além de possuir baixo conteúdo energético e ser isenta de glúten”.

As etapas para a obtenção da farinha de berinjela estão descritas na **Figura 8**.

Figura 8 - Fluxograma da obtenção da farinha de berinjela



Fonte: Reis *et al.*, (2007)

2.2.4.2 Cápsula de berinjela

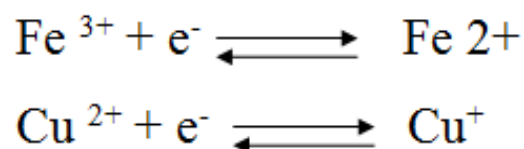
Sendo uma das formas comercializadas, a cápsula de berinjela contém o extrato seco da planta, sendo muito utilizada para a redução do colesterol sérico. (GONÇALVES *et al.*, 2006).

2.3 Radicais Livres

De acordo com Bianchi e Antunes (1999, p. 123), “as moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres”. Isto faz com que sejam moléculas altamente instáveis, quimicamente reativas e sua presença torna-se crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais. (BIANCHI, ANTUNES, 1999). ROS) é um termo mais utilizado, pois incluem outras espécies, além dos radicais livres, que embora não possuem elétrons desemparelhados, são também muito reativas e instáveis. (CEZANO; MOREIRA, 2014).

Para alcançar a estabilidade, os radicais livres reagem com o que encontram pela frente para roubar um elétron. (PEREIRA; PEREIRA, 2012). Metais de transição, como por exemplo, ferro e cobre, são responsáveis pelo fornecimento desses elétrons (**Figura 9**) (PEREIRA, 2009).

Figura 9 - Metais de transição estabilizando elétrons.



Fonte: Pereira (2009, p. 26)

Todavia, Pereira e Pereira (2012, p. 38) falam sobre o ferro que está carreando o oxigênio:

É um ferro altamente reativo. Pode também se transformar por afinidade e absorver o oxigênio que já está ligado em outra estação. Se ele se ligar, sobretudo a água oxigenada que é o peróxido de hidrogênio, se transformará em radical hidroxila que é o pior radical causador de danos diretamente na parte lipídica da membrana. Na

verdade, o oxigênio em forma de radicais livres geralmente está na via de reparação tecidual e não de degeneração, já o ferro reativo e/ou radical livre é responsável pela degeneração celular, tecidual, orgânica e disfunção multifatorial.

A produção de radicais livres em proporções adequadas possibilita a geração de energia e, ainda a participação de mecanismos de defesa em processos infecciosos. Porém, radicais livres em excesso podem conduzir a danos oxidativos e danos no desenvolvimento de mecanismos de defesa antioxidante. (BARBOSA *et al.*, 2010).

2.3.1 Estresse oxidativo

O estresse oxidativo pode ser definido como um desequilíbrio de radicais livres, ou seja, quando a formação destes, é maior que a sua eliminação no organismo. (BARBOSA *et al.*, 2008). Dentre os radicais formados (lista completa **Quadro 4**), são gerados os radicais superóxido, hidroxila, alcoxila, peroxila e o oxigênio. Já o peróxido de hidrogênio e oxigênio singleto são também gerados e considerados espécies muito reativas, apesar de não serem radicais. (PEREIRA, 2009).

Quadro 4 - Classificação e nomenclatura das espécies reativas de oxigênio

Espécies Reativas	
Radicais Livres	Não Radicais
Espécies Reativas de Oxigênio (ERO's)	
Superóxido (O_2^{\bullet})	Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)
Hidroxila (OH^{\bullet})	Ácido Hipobromoso (HOBr)
Hidroperoxila (HO_2^{\bullet})	Ácido hipocloroso (HOCl)
Peroxila (RO_2^{\bullet})	Ozônio (O_3)
Alcoxila (RO^{\bullet})	Oxigênio <i>Singlet</i> (1O_2)
Carbonato (CO_3^{\bullet})	Peróxidos Orgânicos (ROOH)
Dióxido de Carbono (CO_2^{\bullet})	Peroxinitrito (ONOO)
	Ácido Peroxinitroso (ONOOH)

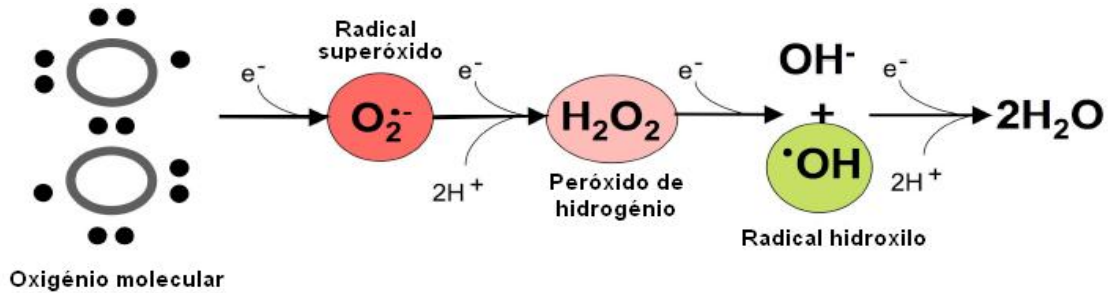
Fonte: Barbosa *et al.*, (2008, p. 113)

Segundo Pereira (2009, p.26-27), o oxigênio, devido a sua configuração eletrônica:

Tende a receber elétrons na sua redução à água ao nível da mitocôndria, formando compostos intermediários altamente reativos [...] A adição de um elétron à molécula de oxigênio no estado fundamental leva à produção do radical superóxido. Da adição de um segundo elétron a este radical resulta o peróxido de hidrogênio. Da adição de mais um elétron, forma-se o radical hidroxila. Assim, a redução do oxigênio molecular por adição de quatro elétrons dá origem a moléculas de água. (Figura 10).

Sendo assim, a mitocôndria, por meio da cadeia transportadora de elétrons, é considerada a principal fonte geradora de radicais livres (BARBOSA *et al.*, 2010).

Figura 10 - Redução univalente do oxigênio a água



Fonte: Pereira (2009, p. 26)

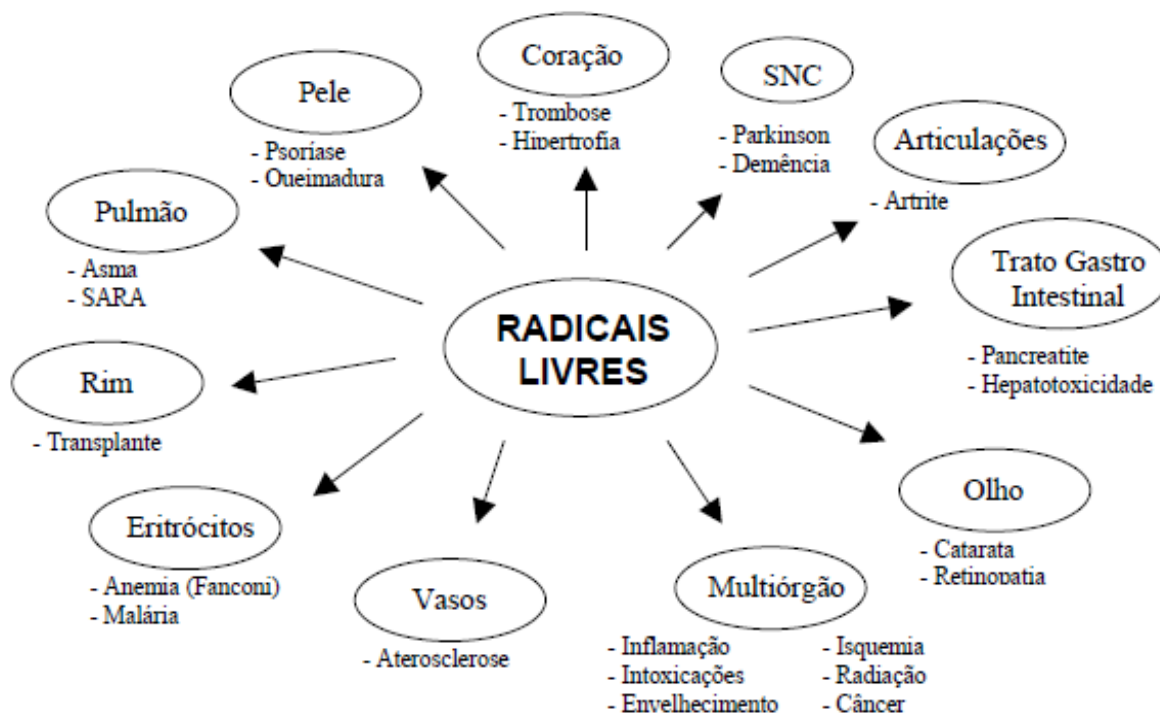
2.3.2 Patogenia relacionada com espécies reativas de oxigênio (ROS)

A produção de ROS é parte integrante do metabolismo humano e é observada em diversas condições fisiológicas. As ROS possuem importante função biológica, pois essas são produzidas para eliminar o agente agressor (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

Segundo Renz (2003, p.4), há muitas evidências das ROS em doenças degenerativas, como por exemplo:

Catarata, enfisema, artrite, doença de Parkinson, diabetes, mutações em geral, câncer e envelhecimento (**Figura 11**). A forma como ocorrem estas doenças pode ser assim classificada: 1) Estresse oxidativo mitocondrial, quando ocorre um desequilíbrio do estado redox sistêmico (balanço tiol/ dissulfeto) e uma depuração prejudicial de glicose, sugerindo que a mitocôndria do músculo esquelético seja o principal sítio de geração de ROS; 2) Condição oxidativa inflamatória, quando há uma estimulação excessiva da atividade da NADPH (hidrogênio fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina) oxidase por citoquinas e outros agentes.

Em termos moleculares, as ROS agem da seguinte forma: oxidação de componentes tiol vitais em dissulfetos, perda de glutathiona (GSH) tecidual, desregulação da geração de energia (Trifosfato de adenosina (ATP), Dinucleótido de nicotinamida e adenina (NADH), NADPH)), inibição do transporte do cálcio e homeostase eletrolítica, oxidação dos citocromos, clivagem de ácido desoxirribonucléico (DNA) em linha e promoção e, início de processos mutantes e carcinogênicos (RENZ, 2003).

Figura 11 - Doenças associada às ROS

Fonte: Renz (2003, p. 5)

2.3.3 Defesas do organismo contra os radicais livres

Os agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres são chamados de antioxidantes. A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

De acordo com Sies e Stahl, (1995) apud Bianchi e Antunes (1999, p. 124), antioxidantes são “qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz”. Esses antioxidantes que protegem as células contra os efeitos oxidativos podem ser classificados em antioxidantes enzimáticos ou não enzimáticos.

2.3.3.1 Antioxidante enzimáticos

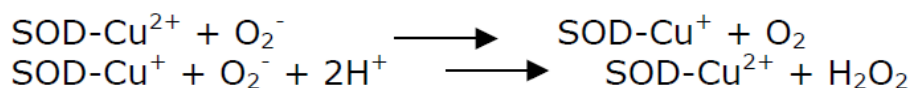
O sistema enzimático de defesa antioxidante, também chamado de sistema endógeno, é produzido pelo próprio organismo e age evitando o acúmulo do ânion radical superóxido e

do peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O sistema enzimático é formado por diversas enzimas, destacando a superóxido dismutase citoplasmática e mitocondrial, a glutatona peroxidase, a catalase e a glutatona redutase (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Segundo Souza (2014, p. 30), algumas enzimas antioxidantes agem da seguinte forma:

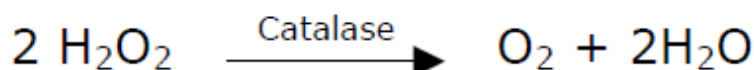
A superóxido dismutase - SOD age transformando dois ânions radicais superóxidos em um peróxido de hidrogênio, a qual é uma reação normal em pH fisiológico, porém muito acelerada através desta enzima. Possui meia vida curta (menos de 10 minutos) e não penetra nas células. A SOD pode modificar sua forma de atuação dependendo do metal associado a mesma (Cu e Zn no citoplasma de eucariontes, Mn na matriz mitocondrial e Fe em bactérias). A SOD-Mn é um homotetrâmero que é reduzido do estado de oxidação III para o II e depois é novamente oxidada a III. (**Figura 12**). Outro antioxidante enzimático é a catalase, a qual possui a capacidade de transformar o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio (**Figura 13**). Está localizada nos peroxissomas, tendo dessa forma, ação reduzida em órgãos como o coração, pulmão e o cérebro, que possuem poucos peroxissomas. Nestes órgãos, a ação antioxidante desta enzima ocorre quando os radicais livres atingem a circulação sanguínea, através da catalase eritrocitária.

Figura 12 - Reações catalisadas pela SOD



Fonte: Renz (2003, p. 7)

Figura 13 - Decomposição do peróxido de hidrogênio



Fonte: Marroni e Marroni (2012) apud Souza (2014, p. 30)

O H_2O_2 também pode ser neutralizado por outra enzima além da catalase, a glutatona peroxidase (GPx), localizada no citosol e na matriz mitocondrial. Sua ação se dá através da redução do peróxido de hidrogênio e de hidropeptídeos orgânicos através da utilização da glutatona (GSH), que é um tripeptídeo de ácido α -glutâmico, cisteína e glicina que atua como co-substrato da glutatona peroxidase, com propriedade de doador de elétrons, e poderá ser regenerado através da glutatona redutase (GR) com a transferência de hidrogênio do NADPH. Neste processo, são transferidos dois hidrogênios dos grupamentos sulfidrilas para os peróxidos, transformando-os em álcool e/ou água, resultando em glutatona α -dissulfeto (GSSH). A glutatona α -peroxidase geralmente ocorre associada ao Selênio (Se), mas pode

ocorrer independente do mesmo. Os principais locais de ação são o fígado e eritrócitos, podendo ocorrer também no coração, pulmões e músculo (RENZ, 2003).

2.3.3.2 Antioxidantes não enzimáticos

Os antioxidantes não enzimáticos podem ter origem endógena ou dietética (exógenos) (BARBOSA *et al.*, 2010). Os antioxidantes exógenos atuam como moléculas suicidas, neutralizando o radical livre. Sendo assim, a reposição deles deve ser contínua, mediante a ingestão de alimentos (ZIMMERMANN; KIRSTEN, 2008). Dentre os antioxidantes dietéticos, se destacam: as vitaminas, os minerais, os compostos fenólicos os compostos vitamínicos precursores das vitaminas A, C e E. Esses são compostos potencialmente antioxidantes. Licopeno, luteína, zeaxantina e os minerais zinco, cobre, selênio e magnésio também são compostos antioxidantes (BARBOSA *et al.*, 2010).

Em um estudo realizado por Kuskoski e colaboradores (2006), determinou-se a atividade antioxidante dos extratos das frutas estudadas (amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá) e o resultado apresentou relação positiva entre o teor antocianina e da atividade antioxidante. Já os frutos que apresentaram atividade antioxidante e não continham antocianina, foram os que continham vitamina C, mesmo apresentando menor influência na atividade que os compostos fenólicos. De acordo com Barbosa *et al.*, (2010, p. 634), “A vitamina C é por excelência um antioxidante em potencial. No entanto, a presença de metais de transição como o ferro possibilita sua ação oxidante, tornando-a capaz de produzir espécies radicais (OH^{\bullet}) e não radicais (H_2O_2)”.

Segundo Souza (2014, p. 31):

O ácido ascórbico (vitamina C) tem ação sequestradora e também regeneradora da vitamina E. Como é hidrossolúvel, a vitamina C possui maior ação observada no plasma sanguíneo, enquanto que a vitamina E tem maior ação em membranas celulares, por ser lipossolúvel. O ácido úrico também tem ação antioxidante pela capacidade dos uratos em sequestrar radicais livres. Os estrógenos também são considerados antioxidantes pela sua ação como sequestrante de radicais livres, inibindo a oxidação lipídica das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) iniciada pelas espécies reativas de oxigênio.

A alimentação adequada é a melhor alternativa para uma vida com qualidade, visto que o suprimento das necessidades diárias de antioxidantes pode prevenir ou tratar doenças crônicas (ZIMMERMANN; KIRSTEN, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

3.1.1 Amostras

- Cápsula de berinjela;
- Farinha de berinjela;
- Fruto *in natura* da berinjela.

3.1.2 Reagentes

- 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH);
- Etanol.

3.1.3 Equipamentos e vidrarias

- Espectrofotômetro (CELM E-225D);
- Balança analítica;
- Forno elétrico;
- Tubos de ensaio;
- Béqueres;
- Papel alumínio;
- Estantes para tubos de ensaio;
- Pipetas de 5 ml;
- Balões volumétricos de 50 mL e 100 mL;
- Provetas.

3.2 Métodos

3.2.1 Obtenção das amostras

As amostras de berinjela (cápsula, farinha e o fruto *in natura*) foram adquiridas nos comércios da cidade de Luz/MG.

O fruto *in natura* foi aquecido a 200°C em forno elétrico por 50 minutos e, em seguida triturado. As três amostras foram levadas ao forno elétrico, em temperatura abaixo de 60°C para dessecamento. Este procedimento foi repetido por três vezes.

3.2.2 Preparação das amostras

Pesou-se 0,4 gramas de cada amostra e solubilizou-as em 50 mL de etanol para a extração dos compostos antioxidantes.

3.2.3 Preparação das soluções:

A partir dos extratos obtidos no item anterior, prepararam-se em balões volumétricos, seis diluições seriadas, sendo de 2000 partes por milhão (ppm), 1000 ppm, 500 ppm, 100 ppm, 50 ppm e 10 ppm, em duplicata para cada amostra. O cálculo para a obtenção da quantidade a ser transferida de um balão volumétrico para a próxima diluição foi $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$, sendo o volume final completado com etanol até atingir 50 mL.

Observação: não foi feita a filtração das amostras diluídas em etanol. Para fazer a primeira diluição, pegou-se apenas o sobrenadante da amostra solubilizada em etanol.

3.2.4 Solução de DPPH 60 µM (micromolar)

Dissolveu-se 1,2 mg do reagente DPPH em etanol e completou até o volume final de 50 mL. (RUFINO *et al.*, 2007).

3.3 Avaliação da atividade sequestradora de radicais livres pelo teste do DPPH

A atividade sequestradora de radicais livres foi realizada segundo Oliveira (2013), com modificações.

Em tubos de ensaio, colocou-se 1mL da amostra a ser testada nas concentrações supracitadas e, em seguida, adicionou-se 1mL da solução em etanol do radical livre DPPH

A absorbância foi medida em um espectrofotômetro de UV- Vis no comprimento de onda 520 nanômetros (nm), após 30 minutos de reação da amostra.

A capacidade de eliminar o DPPH (% de atividade antioxidante – AAO) foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$\text{Atividade antioxidante (\%)} = [(A_{bs0} - A_{bs1})/A_{bs0}] \times 100$$

Sendo A_{bs0} a absorvância da solução de DPPH sem adição da amostra; A_{bs1} é a absorvância da amostra com o DPPH.

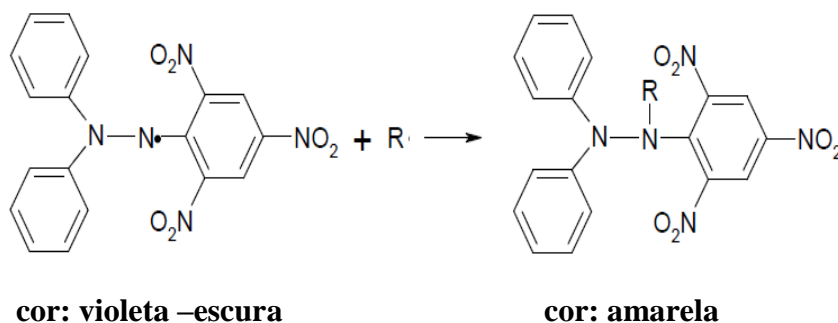
Os percentuais obtidos através da equação acima foram lançados em um gráfico atividade X concentração que foi conseguido por meio de regressão linear. A partir da equação da reta ($y = ax + b$), foi determinado o valor de CE50 substituindo o valor de y por 50.

Observação: Os tubos de ensaio que continham soluções de DPPH estavam envolvidos com papel alumínio para proteção contra claridade, por se tratar de um reagente fotossensível.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

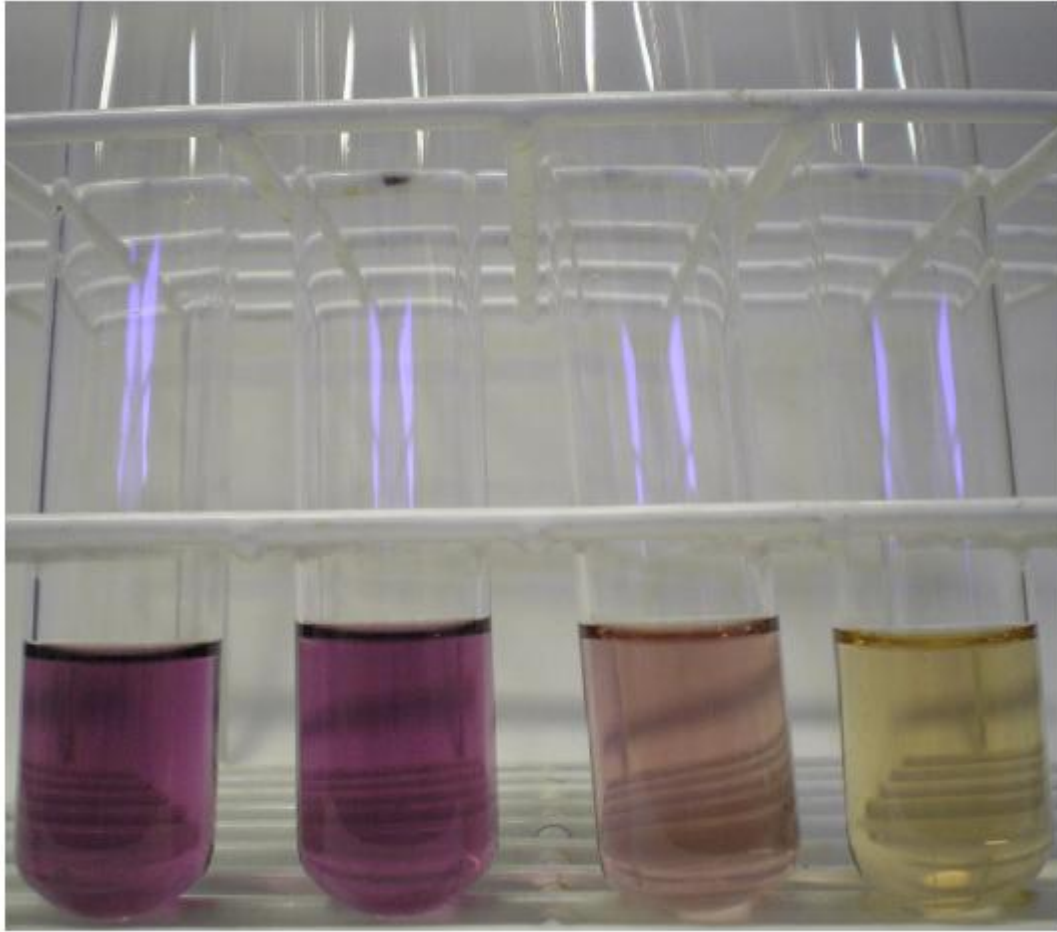
Os produtos obtidos através da diluição com etanol foram testados quanto a sua possível atividade antioxidante por meio do teste de captura do radical livre DPPH. De acordo com Souza, (2014, p. 34), “este teste é amplamente utilizado na predição da atividade antioxidante de compostos diversos, desde frutas e hortaliças até plantas medicinais.” O método baseia-se no descoloramento de uma solução composta por radicais livres estáveis DPPH •, transferindo elétrons de um composto antioxidante para um oxidante (ALMEIDA *et al.*, 2006). Tal mudança de coloração está condicionada a reação entre o polifenol antocianina (presente na casca da berinjela) com o radical DPPH. O DPPH, que possui cor púrpura é reduzido, formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela (**Figura 14 e 15**), com conseqüente desaparecimento da coloração, podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorvância (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Figura 14 - Estabilização do radical livre DPPH



Fonte: Rufino *et al.* (2007, p. 2)

Figura 15 - Ensaio do teste de captura do radical DPPH

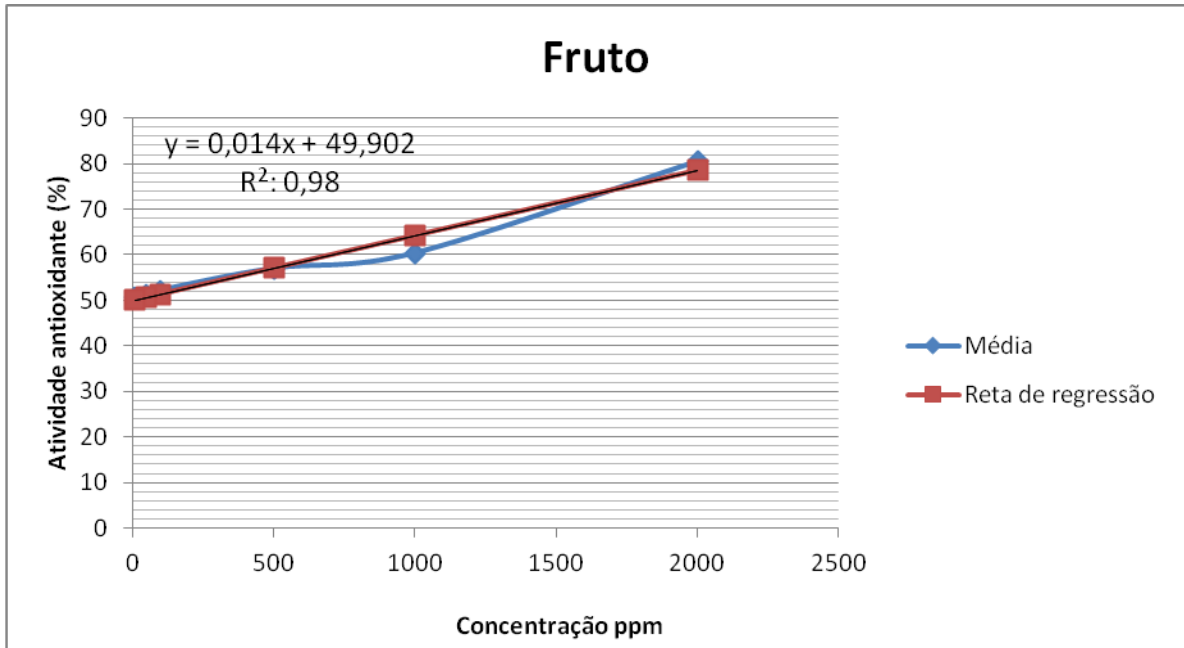


Fonte: Rufino *et al.*, 2007

A partir da equação da reta ($y = ax + b$), foi determinado o valor de CE50 substituindo o valor de y por 50

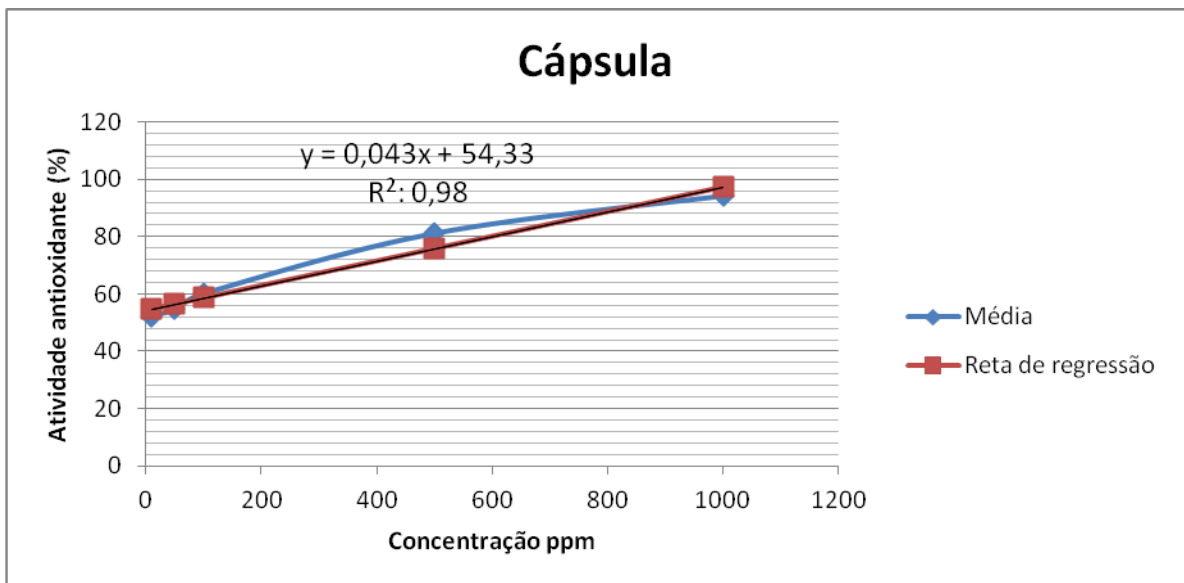
Seguem os gráficos obtidos por regressão linear das três amostras testadas com as respectivas equações da reta, para a substituição de y por 50 na equação $y = ax + b$, das três amostras testadas:

Figura 16 - Gráfico de regressão linear obtido para o fruto *in natura* da berinjela



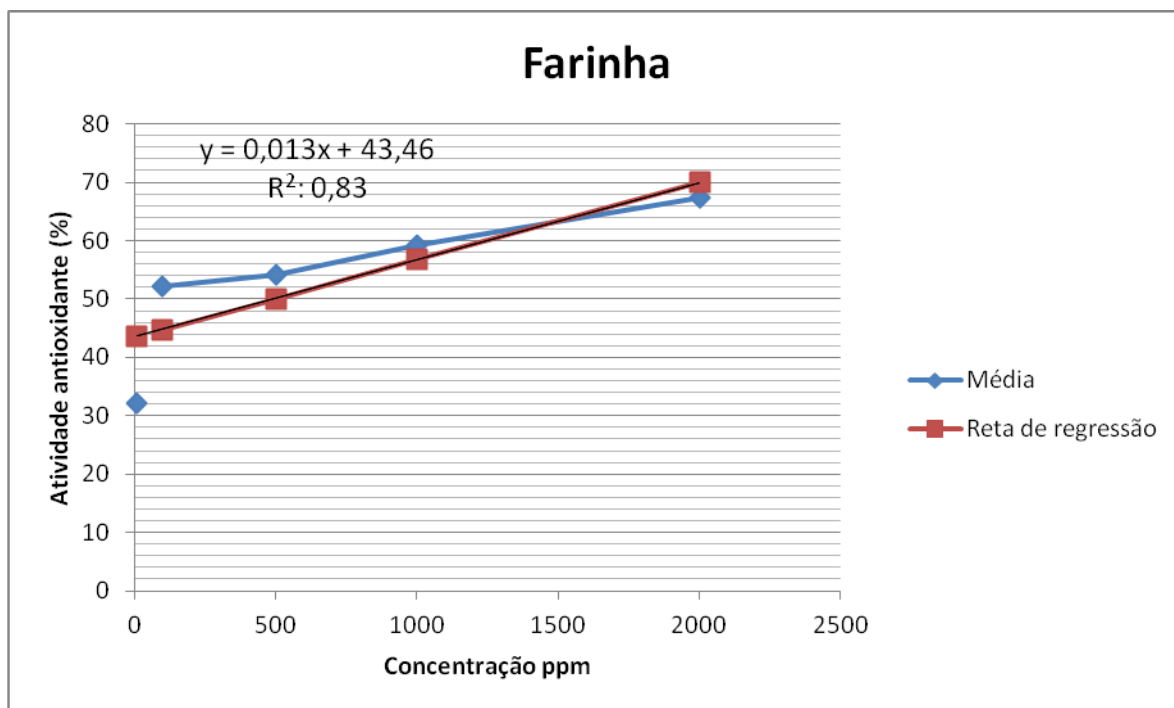
Fonte: Autoria própria

Figura 17 - Gráfico de regressão linear obtido para a cápsula de berinjela



Fonte: Autoria própria

Figura 18 - Gráfico de regressão linear obtido para a farinha da berinjela



Fonte: Autoria própria

Através de regressão linear, foi quantificada a CE50, correspondente à concentração calculada que inibe 50% do DPPH. Isto significa que, quanto menor o valor de CE50, mais elevada é a atividade antioxidante da amostra analisada.

O valor obtido para o fruto *in natura* foi de CE50 6,81 ppm. Portanto pode ser considerado um alimento com capacidade antioxidante. Esse valor não poderá ser comparado ao encontrado por Oliveira (2013) que foi de CE50 = 150 ppm, pois o teste foi feito a partir da extração do fruto em etanol e, o presente estudo foi realizado com a diluição do fruto em etanol após ser aquecido em forno elétrico a 200°C por 50 minutos e, posteriormente, triturado. O tratamento térmico da berinjela provoca a degradação dos polifenóis, sendo assim atividade antioxidante diminuída.

Quanto à cápsula, não foi possível calcular o valor de CE50, pois obteve-se uma inibição acima de 50% do DPPH com a concentração de 10 ppm, considerando assim a atividade antioxidante da cápsula alta, fato esse que pode ser evidenciado pelo valor obtido de quase 100% na concentração 1000 ppm. Nesse caso, uma nova análise deverá ser feita, diluindo mais a amostra para assim, conseguir chegar a um valor preciso de CE₅₀. É por essa e outras evidências, que a berinjela em forma de cápsula é considerada um fitoterápico.

No que diz respeito à farinha, essa obteve um valor de CE50 bem maior do que o fruto *in natura*, sendo de 493,21 ppm, e, portanto, possui pouquíssima atividade antioxidante em

relação às demais apresentações. Tal fato pode ser explicado devido à forma de produção da farinha, que segundo Reis *et al.*, (2007), passa por um processo de branqueamento. De acordo com Degáspari e Waszczyński (2004), o pré-processamento de branqueamento (rápido tratamento térmico realizado por dois métodos, vapor ou água quente, com o intuito principal de inativação de enzimas que normalmente causariam degradação de nutrientes e/ ou deterioração do alimento durante seu processo (DIAS; SOUZA; ROCHA, 2013) é um dos principais responsáveis pela perda das antocianinas nos alimentos, sendo esse componente, um dos principais responsáveis pela atividade antioxidante da berinjela, Outro fato é que, de acordo com Nascimento *et al.*(2011), condições climáticas, tipo e preparo do solo para cultivo, também interferem na concentração de antocianinas na berinjela, modificando assim sua atividade antioxidante.

O segundo objetivo específico proposto não foi alcançado na íntegra, porque não houve comparabilidade dos resultados obtidos com dados obtidos por outros trabalhos técnico científicos sobre o assunto.

Com isso, tem-se a necessidade de mais estudos acerca da avaliação da atividade antioxidante da berinjela e de suas formas comercializadas. Com base nos valores obtidos nas análises, acredita-se que a forma de comercialização da berinjela que mais convém para o consumo tendo-se em vista a atividade antioxidante, é a cápsula, pois está atingiu efeito máximo, seguida do fruto *in natura* e por último da farinha.

5 CONCLUSÃO

Ter uma alimentação equilibrada, rica em nutrientes é um fator importante para se ter uma vida saudável, evitando assim a ocorrência de doenças

Conclui-se que a *Solanum melongena* L. mais conhecida popularmente como berinjela, é uma espécie ativa no sequestro do radical livre DPPH, sendo, portanto, um alimento com alto poder antioxidante, combatendo oxidantes presentes no organismo e prevenindo o surgimento de doenças crônicas degenerativas, como por exemplo, câncer, diabetes e até o envelhecimento.

Todas as formas de apresentação da berinjela possuíram atividade antioxidante. Acredita-se que a cápsula é a mais indicada para consumo, pois foi a que teve maior inibição do DPPH, (mesmo não sendo possível determinar o seu valor de CE50 pelo fato da absorção do DPPH na concentração 10 ppm ter sido superior a 50%), seguido do fruto *in natura* e da farinha. Contudo, são necessários mais estudos a respeito da atividade antioxidante das formas comercializadas da berinjela uma vez que não foi possível a comparação dos valores obtidos no teste.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <<<http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/fitoterapicos/definicao.htm>>> Acesso em 6/set/2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Sistema de Perguntas e Respostas. Disponível em: <<<http://www.anvisa.gov.br/faqdinamica/index.asp?Secao=Usuario&userassunto=36>>>. Acesso em 7/set/2015.

ALMEIDA, J. M. D. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoleico e método de sequestro de radicais DPPH•. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, abr./jun., 2006.

BALBINO, E. E.; DIAS, M. F. Farmcovigilância: um passo em direção ao uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, n. 6, p. 992-1000, dez., 2010.

BARBOSA, K. B. F. *et al.* Estresse oxidativo: avaliação de marcadores. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 111-128, ago., 2008.

BARBOSA, K. B. F. *et al.* Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 629-643, jul./ago., 2010.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais Livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, mai/ago., 1999.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 18, de 30 de abril de 1999. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 03 de mai. 1999.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 26, de 13 de maio de 2014. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciencia - Químico Farmacêuticas**, vol. 40 (1), p. 116-138, 2011.

CARVALHO, M. M. S.; LINO, L. L. A. Avaliação dos fatores que caracterizam a berinjela (*Solanum melongena* L.) como um alimento funcional. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 130-143, abr., 2014.

CEZANO, T. T.; MOREIRA, A. P. B. **Antioxidantes da dieta e envelhecimento**. Juiz de Fora – UFJF, 2014.

CHIARADIA, V. **Efeito da administração oral de cápsulas de extrato de berinjela sobre o perfil lipídico em jejum e pós prandial: ensaio clínico, randomizado, duplo cego controlado por placebo**. Porto Alegre – UFRGS, dez., 2008.

Cozinha da Márcia: Disponível em: <<<http://cozinhadamarcia.uol.com.br/artigos/quem-quer-fazer-uma-horta-em-casa>>>. Acesso em: 22/ago/2015.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, jan./jun., 2004.

DERIVI, S. C. N. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena* L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 164-169, maio/ago., 2002.

DIAS, E. C. S.; SOUZA, N. P.; ROCHA, É. F. F. Branqueamento de alimentos: uma revisão bibliográfica. **IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN**, p. 292- 296, 2013.

FERNANDES, H. P. **Desenvolvimento do controle de qualidade de um produto nutracêutico na forma farmacêutica cápsula**. Criciúma- UNESC, nov., 2011.

FOLINO, C. H. *et al.* **Alimentos funcionais e nutracêuticos: uma proposta de atividade para o ensino médio**. Rio de Janeiro – CAp- UERJ, set., 2014.

GONÇALVES, M. C. R. *et al.* Modesto efeito hipolipemiante do extrato seco de berinjela (*Solanum melongena* L.) em mulheres com dislipidemias, sob controle nutricional. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 656-663, dez., 2006.

GUIMARÃES, P. R. *et al.* Eggplant (*Solanum melongena*) infusion has a modest and transitory effect on hypercholesterolemic subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, n. 9, p. 1027-1036, 2000.

INSTRUÇÕES TÉCNICAS DA EMBRAPA HORTALIÇAS. Cultivo da Berinjela (*Solanum melongena* L.). **EMBRAPA**, p. 1-24, dez. 1998.

JUNIOR, M. C. A. Berinjela: que antecedente familiar terrível! **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 48, n. 4, p. 572- 574, ago., 2004

KUSKOSKI, E. M. *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul./ago., 2006.

LIRA, C. R. G. *et al.* Nutracêuticos: aspectos sobre segurança, controle de qualidade e legislação. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 90, n.1, p. 45-49, 2009.

MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F. Determinação de glicoalcaloides em batatas *in natura* (*Solanum Tuberosum* L.) comercializadas na cidade de Campinas, estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 47-52, jan./mar., 2004.

MALLMANN, L. P. **Extração de antocianinas a partir de casca de berinjela (*Solanum melongena*)**. Porto Alegre – UFRGS, 2011/2.

MANENTI, A. V. **Plantas medicinais utilizadas no tratamento da obesidade: uma revisão**. Criciúma- UNESC, nov., 2010.

Meu Dedo Verde. Disponível em: <<<http://www.meudedoverde.com.br/cultivando-berinjela/>>>. Acesso em: 22/ago/2015

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, vol. 3, n. 2, p. 99- 112, 2006.

NASCIMENTO *et al.*, Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonoides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmácia**. V. 92, p. 327-332, 2011.

NISHA, P.; NAZAR, P. A.; JAYAMURTHY, P. A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, p. 2640–2644, 2009

OLIVEIRA, A. M. S. *et al.* Determinação do teor de fenóis e sua relação com a atividade antioxidante de *Solanum melongena* L.(Berinjela). **IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN**, p. 1011-1017, 2013.

PEREIRA, B. C.; PEREIRA, A. K. F. T. C. Radicais livres: uma nova abordagem. **Revista Saúde Quântica**, v. 1, n; 1, p. 35-42, jan./dez., 2012.

PEREIRA, O. C. F. **Rumex induratus: caracterização química e potencial antioxidante.** Porto – Universidade do Porto, set., 2009.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabolitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, nov.,2012.

PEREZ, P. M. P; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27(1), p. 186-192, jan.-mar., 2007.

PIMENTEL, A. C. **Efeito da dieta hipoenergética associada ao consumo de farinha de berinjela em obesas metabolicamente saudáveis e não saudáveis.** Rio de Janeiro – UFRJ, 2014.

PIZZIOLO, V.R. *et al.* Plantas com possível atividade hipolipidêmica: uma revisão bibliográfica de livros editados no Brasil entre 1998 e 2008. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**, v.13, n. 1, p. 98-109, 2011.

PRAÇA, J. M.; THOMAZ, A.; CARAMELLI, B. O suco de berinjela (*Solanum melongena* L). não modifica os níveis séricos de lípides. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 82, n. 3, p. 269- 272, 2004.

REBELLO, T. J. J. *et al.* Alimentos funcionais e nutracêuticos: uma proposta de educação nutricional a partir do ensino de bioquímica. **e-Mosaicos - Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP- UERJ)**, v. 3, n. 6, p. 30-45, dez., 2014.

REIS, A. *et al.* Berinjela (*Solanum melongena* L.) **Embrapa**, nov. 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/processamento.html>>. Acesso em 19/set/2015.

RENZ, S. V. **Oxidação e antioxidantes.** Seminário apresentado na disciplina de Bioquímica do Tecido Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, Rio Grande do Sul, 2003.

Revista Viva Saúde. Disponível em: <<<http://revistavivasaude.uol.com.br/guia/berinjela-para-reduzir-o-colesterol/2111/#>>>>>. Acesso em 22/ago/2015.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Metodologia Científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa**, Fortaleza, jul.,2007.

SANTOS, H. V. *et al.* Caracterização laboratorial das dislipidemias e o uso de fitoterápicos. **Revista Multitexto**, v. 3, n. 1, p. 21-28, 2015.

SANTOS, K. A. *et al.* Composição química da berinjela (*Solanum melongena* L.), **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 247-256, jul./dez., 2002.

SANTOS, M. M.; NUNES, M. G. S.; MARTINS, R. D. Uso empírico de plantas medicinais pra tratamento de diabetes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**, v.14, n. 2, p. 327-334, 2012.

SILVA, G. E. C. *et al.* Ausencia de efeito hipolipemiante da *Solanum melongena* L. (Berinjela) em pacientes hiperlipidêmicos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 48, n. 3, p. 368-373, jun., 2004

SOUZA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, mar./abr., 2007

SOUZA, M. A. M. **Avaliação da atividade antioxidante de *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville**. Luz: FASF, 2014.

TEIXEIRA, L. N.; STRIGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

VASCONCELOS, S. M. L. *et al.* Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, vol. 30, n. 5, p. 1323- 1338, 2007

VIDAL, A. M. *et al.* A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação- Ciências Biológicas e da Saúde**, Aracaju, v.1, n. 15, p. 43-52, out.,2012.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A. C., TEIXEIRA, F. C. A. Alimentos Funcionais: Conceitos Básicos. **Embrapa**, Pelotas, dez. 2010. Disponível em: <<
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44301/1/documento-312.pdf>>> Acesso em: 20/ago/2015.

ZIMMERMANN, A. M.; KRISTEN, V. R. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Disc. Scientia. Série: Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 51- 68, 2008.