

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
CAMPUS DE ARARAQUARA  
CURSO PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E NUTRICIONAL DA FOLHA  
DE MORINGA (*Moringa oleifera* Lam. )**

Estelamar Maria Borges Teixeira  
Economista Doméstica

**Araraquara  
2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
CAMPUS DE ARARAQUARA  
CURSO PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E NUTRICIONAL DA FOLHA DE  
MORINGA (*Moringa oleífera* Lam.)**

**Estelamar Maria Borges Teixeira**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência dos Alimentos.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Regina Barbieri de Carvalho**

**Coorientador: Prof. Dr. Valdir Augusto Neves**

**Araraquara - SP**

**2012**

### **Ficha Catalográfica**

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas  
UNESP – Campus de Araraquara

T266c Teixeira, Estelamar Maria Borges  
Caracterização química e nutricional da folha de Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) / Estelamar Maria Borges Teixeira. – Araraquara, 2012  
94 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Orientador: Maria Regina Barbieri de Carvalho

Coorientador: Valdir Augusto Neves

1. Digestibilidade *in vitro*. 2. Proteína. 3. Antioxidante. 4. Produto cárneo. I. Barbieri, Maria Regina, orient.. II. Título.

**CAPES: 50700006**

## **Dedicatória**

Dedico esta tese a minha família, amigos, colegas de trabalho e orientadores pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

## AGRADECIMENTOS

- A Deus, pela presença constante em minha vida, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades e permitir a realização desta tese.
- Aos meus pais Eduardo Borges de Oliveira (*in memoriam*) e Matildes Ambrosina Borges pela doação completa, amor incondicional, carinho, compreensão e principalmente por terem sempre se empenhado em me ensinar a ser melhor.
- Aos meus filhos Gustavo e Camila pelas horas suprimidas do convívio familiar, compreendendo minhas ausências e, mesmo assim, sempre se fizeram presentes em todos os momentos que precisei.
- Ao meu esposo Clarkson pela paciência, apoio, carinho e compreensão em alguns momentos.
- Aos meus orientadores e amigos professores Dr<sup>a</sup>. Maria Regina Barbieri de Carvalho e Dr. Valdir Augusto Neves, por acreditarem em mim, me mostrarem o caminho da ciência.
- Especialmente as minhas companheiras Maraíza e Késia, suas participações foram fundamental para a realização deste trabalho que se empenharam e participaram diretamente da primeira parte, sempre me ajudando e incentivando.
- À minha família, a qual amo muito, pelo carinho, paciência e incentivo.

- Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro-IFTM, por meio de seus gestores pela oportunidade concedida.
- A Faculdade de Ciências Farmacêuticas, pela oportunidade de realização deste trabalho.
- Ao Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal – SP, em especial aos professores Dr<sup>a</sup>. Hirasilva Borba e Dr. Pedro Alves de Souza pelo apoio.
- Aos meus Amigos IFTM, Prof<sup>a</sup>.Sueli Ciabotti e Lucas Arantes Pereira que participaram diretamente deste trabalho e me ajudaram bastante no laboratório de Bromatologia.
- As Funcionárias da seção de pós-graduação, pelo carinho e qualidade com que sempre me receberam.
- As minhas amigas Ozeni, Marlene, Dione e Fernanda por fazerem parte, sem dúvida alguma, dos melhores momentos desta jornada, por unirmos as nossas forças nos apoiando para seguirmos sempre em frente.
- A minha amiga Daniela Peres, não só pela amizade, carinho, mas, principalmente, pelo sorriso e bom humor constantes.
- A Tânia Mara Azevedo Lima, assistente acadêmica do Departamento de Tecnologia - FCAV/UNESP - Jaboticabal, por me receber tão bem, me ajudar e participar deste trabalho.
- A minha ex - aluna e amiga Tânia que me apresentou a *Moringa oleifera* e me colocou diante desse desafio. A todos os amigos do Departamento de Alimentos pelo carinho e apoio.

- A todos os colegas e professores do curso de pós-graduação em Alimentos e Nutrição pelo convívio e aprendizado.
- Ao Ederlan, agradeço pela amizade, apoio e boa disposição que sempre manifestou.
- Ao Walter Maldonado, pelo apoio estatístico indispensável na concretização deste trabalho.
- Por último, mas não menos importante agradeço aos meus amigos, colegas de curso e a todos os professores que comigo compartilharam do seu saber.

## **Banca Examinadora**

---

Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho (FCAV / UNESP)  
Orientadora

## **Membros**

---

Prof. Dr. José Paschoal Batistuti (FCFAR / UNESP)

---

Prof. Dr. João Bosco (FCFAR / UNESP)

---

Prof. Dr. Paulo Cezar Bastianello Campagnol (IFTM Uberaba – MG)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra Hirasilva Borba – (FCAV/UNESP – Jaboticabal)



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURA.....	xiii
RESUMO.....	xv
SUMMARY .....	xvi
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
1. INTRODUÇÃO .....	16
2. ASPECTOS NUTRICIONAIS .....	17
3. PROTEÍNAS VEGETAIS.....	20
4. COMPOSTOS BIOATIVOS.....	22
5. FIBRAS ALIMENTARES .....	25
6. HAMBÚRGUER E OXIDAÇÃO LIPÍDICA .....	26
7. ANTIOXIDANTE NATURAL .....	27
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICA QUÍMICA E PERFIL PROTEICO DA FOLHA DE <i>Moringa oleifera Lam.</i> .....	42
RESUMO.....	42
SUMMARY .....	43
1. INTRODUÇÃO .....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	45
2.1 Determinações analíticas na farinha da folha de moringa .....	45
2.1.1 Composição química.....	45
2.1.2 Fracionamento da proteína da farinha desengordurada .....	46
2.1.3 Digestibilidade in vitro da proteína .....	48
2.1.4 Carotenóides.....	48
2.1.5 Atividade dos inibidores de tripsina .....	48
2.1.6 Nitrato.....	48
2.1.7 Ácido oxálico .....	49
2.1.8 Glicosídeos cianogênicos.....	49
2.1.9 Taninos totais.....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49

3.1 Composição centesimal da farinha de folhas de Moringa oleifera .....	49
3.2 Fracionamento da proteína .....	51
3.3 Digestibilidade <i>in vitro</i> da proteína .....	53
3.4 Carotenóides em folhas de Moringa oleifera .....	55
3.5 Substâncias antinutricionais .....	56
4. CONCLUSÕES .....	57
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
CAPÍTULO 3. CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUER ELABORADO COM FOLHA DE Moringa oleifera COMO ANTIOXIDANTE NATURAL.....	66
RESUMO.....	66
SUMMARY .....	67
1. INTRODUÇÃO .....	67
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	69
2.1 Formulação e elaboração do hambúrguer .....	69
2.2 Determinações analíticas.....	70
2.2.1 Composição centesimal .....	70
2.2.2 Oxidação lipídica .....	71
2.2.3 Medidas de pH .....	71
2.2.4 Cor .....	71
2.3 Análise microbiológica .....	71
2.4 Análise sensorial.....	72
2.5 Análise estatística.....	72
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
3.1 Parâmetros químicos e físicos do hambúrguer.....	73
3.1.1 Composição centesimal .....	73
3.1.2 Medidas de pH e TBARS .....	74
3.1.3 Avaliação da cor.....	79
3.2 Análise microbiológica .....	81
3.3 Análise sensorial.....	83
4. CONCLUSÃO.....	85
Os resultados deste estudo permitem concluir que:.....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXO 1 – Modelo da ficha para avaliação sensorial .....	93

ANEXO 2 - Parecer Comitê de Ética ..... 94

## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo 1</b>		<b>Página</b>
<b>Tabela 1</b>	Conteúdo em aminoácidos ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) nas folhas frescas e secas de <i>Moringa oleifera</i> .....	19
<b>Tabela 2</b>	Composição nutricional de folhas frescas e secas de <i>Moringa oleifera</i> , valores expressos em 100 gramas de porção comestível .....	19
<b>Capítulo 2</b>		
<b>Tabela 1</b>	Valores para composição química e para minerais da farinha de folhas de <i>Moringa oleifera</i> .....	44
<b>Tabela 2</b>	Composição das frações protéicas da farinha de folhas <i>Moringa oleifera</i> .....	46
<b>Tabela 3</b>	Digestibilidade <i>in vitro</i> da farinha desengordurada de <i>Moringa oleifera</i> tratada com dodecil sulfato de sódio (SDS), 2-mercaptoetanol (Me) e aquecimento a $121^{\circ}\text{C}$ por 15 min.....	48
<b>Tabela 4</b>	Principais características dos carotenóides isolados de folhas de <i>Moringa oleifera</i> .....	49
<b>Tabela 5</b>	Substâncias antinutricionais presentes na farinha liofilizada de folhas de <i>Moringa oleifera</i> .....	50
<b>Capítulo 3</b>		
<b>Tabela 1</b>	Formulação básica do hambúrguer contendo farinha de folha de <i>Moringa oleifera</i> .....	60
<b>Tabela 2</b>	Composição química (%), valores de F e coeficiente de variação (CV) de hambúrgueres elaborados com farinha de folha de <i>Moringa oleifera</i> .....	63
<b>Tabela 3</b>	Análise de variância e valores médios para pH e TBARS ( $\text{mg MDA}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) de hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> , durante o armazenamento por 120 dias.....	64
<b>Tabela 4</b>	Desdobramento da interação entre formulações e períodos de armazenamento para as medidas de pH de hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> e armazenados por 120 dias.....	64

<b>Tabela 5</b>	Desdobramento da interação entre formulações e período de armazenamento para as médias obtidas para TBARS (mg MDA. kg <sup>-1</sup> ) de hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> e armazenados por 120 dias.....	65
<b>Tabela 6</b>	Análise de variância (teste F) e valores médios para cor instrumental de hambúrguer elaborado com farinha de <i>Moringa oleifera</i> durante o armazenamento por 120 dias.....	69
<b>Tabela 7</b>	Desdobramento da interação entre formulações e períodos de armazenamento para a intensidade de vermelho a* de hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> e armazenados por 120 dias.....	70
<b>Tabela 8</b>	Contagem de <i>Salmonella</i> ssp, estafilococcus (UFC.g <sup>-1</sup> ), CT (NMP.g-1) e CF (NMP.g-1) de hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> no início do armazenamento.....	70
<b>Tabela 9</b>	Contagem de <i>Salmonella</i> ssp, estafilococcus (UFC. g <sup>-1</sup> ), CT (NMP.g <sup>-1</sup> ) e CF (NMP.g <sup>-1</sup> ) de o hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> , aos 120 dias de armazenamento.....	71
<b>Tabela 10</b>	Avaliação sensorial dos hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> , no início do armazenamento.....	71
<b>Tabela 11</b>	Avaliação sensorial dos hambúrgueres elaborados com farinha de <i>Moringa oleifera</i> armazenados por 120 dias.....	72

## LISTA DE FIGURA

Capítulo 2		Página
<b>Figura 1</b>	Procedimento de extração e isolamento das frações proteicas da farinha de folhas de <i>Moringa oleifera</i> . 1 - ajuste de pH ~7,0; 2 – centrifugação a 15.000.rpm por 40 min. a 6-8 °C; 3 - diálise contra H2O destilada durante 24 a 36 horas a 6-8 °C.....	42



“Plantar e distribuir moringa representa um enfoque holístico da luta contra a insegurança alimentar”.

Ashley Green-Thompson.

## RESUMO

A *Moringa oleifera* Lam. (família *Moringaceae*) é uma leguminosa perene e arbórea originária do continente asiático, a qual vem sendo cultivada no Brasil por apresentar baixo custo de produção. Embora algumas populações têm empregado esta planta na alimentação, existem poucas informações sobre suas características químicas e nutricionais. O objetivo do trabalho foi caracterizar parcialmente a proteína da folha e verificar a potencialidade antioxidante em produto cárneo. Foram elaborados hambúrgueres adicionados de farinha de folha de moringa (0,0; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25%) e com antioxidante sintético propil galato (0,01%). A determinação de pH, medidas de cor e TBARS foram realizadas com 1, 30, 60, 90, 120 dias de armazenamento a -18 °C. O fracionamento das proteínas das folhas de moringa pelo critério de solubilidade em diferentes sistemas revelou teores de 3,13% de albuminas, 0,33% de globulinas, 2,16% de prolaminas, 3,45% de glutelinas e 70,1% de proteínas insolúveis. A hidrólise proteica da farinha da folha empregando-se dodecil sulfato de sódio (SDS) e 2-mercaptoetanol (Me) indicou valores de 39,45 % e 29,45%, respectivamente. A proteína total apresentou baixa digestibilidade *in vitro* (31,83%). As substâncias antinutricionais avaliadas foram fenóis totais (20,69 mg.g<sup>-1</sup>), inibidores de tripsina (1,45 UTI.mg<sup>-1</sup>), nitrato (17 mg.g<sup>-1</sup>) e ácido oxálico (10,5 mg.g<sup>-1</sup>) e não foi detectado glicosídeos cianogênicos. As medidas de pH dos hambúrgueres ficaram compreendidas entre 5,48 e 5,90 e a intensidade de amarelo foi maior com a adição de moringa. A adição de farinha de folhas de moringa não preveniu a oxidação com valor máximo de 0,571 mg.MDA.Kg<sup>-1</sup>, porém agregou quantidades de fibras nas formulações, o que pode ser considerado como fonte deste nutriente. As análises sensoriais demonstraram que houve boa aceitação dos hambúrgueres elaborados com moringa, com notas entre 6,83 (formulação com 0,25 %) a 7,51 (formulação com 0,1%). Não foi verificado efeito antioxidante das folhas durante o armazenamento de produto tipo hambúrguer, porém sua inclusão não prejudicou a aceitação do produto.

**Palavras-chave:** digestibilidade *in vitro*, proteína, antioxidante, produto cárneo, sensorial.



## SUMMARY

*Moringa oleifera* Lam (*Moringaceae* family) is a perennial leguminous tree from Asia, which has been cultivated in Brazil because of its low production cost. Although some people have used this plant as food, there is little information about its chemical and nutritional characteristics. The objective of this study was to partially characterize the leaf protein and verify the antioxidant potential in meat product. Hamburgers were prepared adding Moringa leaf meal (0.0, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.25%) and propyl gallate synthetic antioxidant (0.01%). Determination of pH, color measurements and TBARS were performed with 1, 30, 60, 90, 120 days storage at -18C. The fractionation of proteins from the leaves of Moringa by the criterion of solubility in different systems showed levels of albumin 3.13%, globulin 0.33%, 2.16% prolamin, 3.45% glutelin, and 70.1% insoluble protein. Protein hydrolysis of the leaf flour with dodecyl sodium sulfate (SDS) and 2-mercaptoethanol (Me) indicated values of 39.45% and 29.45% respectively. Total protein showed low in vitro digestibility (31.83%). Antinutritional substances evaluated were total phenol (20.69 mg.g<sup>-1</sup>), trypsin inhibitors (1.45 UTI.mg<sup>-1</sup>), nitrate (17 mg.g<sup>-1</sup>) and oxalic acid (10.5 mg.g<sup>-1</sup>). Cyanogenic glycosides were not detected. PH measurements of hamburgers were between 5.48 and 5.90 and the yellow intensity was higher with the addition of Moringa. The addition of Moringa leaves flour did not prevent oxidation maximum value of 0.571 mg.MDA.Kg<sup>-1</sup>, but the quantity of fiber added in the formulations, which can be considered as a source of this nutrient. Sensory analyzes showed that there was good acceptance of hamburgers made with Moringa, with grades between 6.83 (0.25% formulation) to 7.51 (0.1% formulation). There was no antioxidant effect in leaves during the product storage, and their inclusion did not hinder the product acceptance.

**Keywords:** *in vitro* digestibility, protein, antioxidants, meat product, sensory.

## CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

As deficiências nutricionais são um dos graves problemas mundial e representam grande desafio para a saúde pública no Brasil. A estratégia global tem como propósito modificar os padrões alimentares, dando enfoque ao resgate de práticas alimentares regionais, relacionadas ao consumo de alimento local de elevado valor nutritivo. Além disso, visa mudar padrões alimentares, desde os primeiros anos de vida até a idade adulta e a velhice, por meio de programas de prevenção de doenças crônicas não transmissíveis.

A *Moringa oleifera* Lamarck, da família *Moringaceae* é uma hortaliça perene e arbórea, e seu cultivo se deve à elevada capacidade de adaptação a condições climáticas e a solos áridos, aliada à possibilidade de aproveitamento das folhas, frutos verdes, flores e sementes torradas, com quantidades representativas de nutrientes (OKUDA et al., 2001). A farinha da folha tem sido utilizada como fonte de alimentação alternativa no combate a desnutrição, especialmente entre crianças e lactantes, e ainda para humanos e animais em curto prazo de quimioprofilaxia (ANWAR et al., 2007).

No Brasil há um esforço no sentido de difundir o cultivo e uso da *Moringa oleifera* como hortaliça rica em vitamina A, com teores que se sobressai entre as olerícolas consagradas como brócolis, cenoura, couve, espinafre e alface, e ainda, por apresentar baixo custo de produção e ser integralmente comestível. As sementes são utilizadas na região Nordeste como purificador de água para consumo humano, por possuir propriedade coagulante (RANGEL et al., 2007).

Devido ao uso na medicina popular, estudos têm sido conduzidos visando o isolamento de compostos bioativos com atividade hipotensiva e antioxidante. Porém, são escassas as informações sobre os efeitos da *Moringa oleifera* em sistema alimentar em seres humanos. Considerando seus benefícios é oportuna e necessária a avaliação científica do potencial da mesma, como fonte nutricional alternativa.

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar parcialmente a proteína da folha da *Moringa oleifera* e verificar o efeito antioxidante em hambúrguer. Mais especificamente quantificar as diferentes frações que constituem a proteína total da folha e determinar a digestibilidade *in vitro* da folha tratada termicamente e por agentes químicos (Capítulo 2). Elaborar hambúrguer com carne bovina acrescido de farinha de folha de Moringa oleifera como antioxidante natural, avaliar a estabilidade do hambúrguer durante o armazenamento por 120 dias a -18 °C, bem como as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais (Capítulo 3).

## 2. ASPECTOS NUTRICIONAIS

A *Moringa oleifera* é descrita como sendo constituída de apenas um gênero (*Moringa*) e são conhecidas quatorze espécies. É planta nativa do norte da Índia e atualmente é encontrada em vários países dos trópicos, com desenvolvimento em climas úmidos ou quentes podendo sobreviver em solos pouco férteis e secos. Seu crescimento é rápido e é considerado um arbusto ou árvore de pequeno porte (ANWAR et al., 2007). Quase todas as suas partes são utilizadas como alimentos, medicamentos e para fins industriais (KHALAFALLA et al., 2010), inclusive seu cultivo na Índia e na África se dá em áreas próximas a cozinha e quintais, o que possibilita o uso diário de suas folhas em sopas, molhos e salada. (RANGEL, 2007). O interesse pelo seu cultivo tem se estendido em países onde ela não é nativa (ODURO et al., 2008), devido às propriedades nutricionais, terapêuticas e profiláticas (FAHEY, 2005), além das alegações de aumento de produtividade animal.

A *Moringa oleifera* é ideal para muitas comunidades indígenas e rurais em regiões carentes, por proporcionar derivados de múltiplos usos. Têm alto teor protéico em sua folhagem e possui vagem semelhante às leguminosas, com formato triangular medindo 30 a 45 cm de comprimento, e as sementes são redondas e com formato de “asas” (HELVIOB, 2007). As folhas, flores e vagens frescas são usadas como legumes, e ainda como alimento para o gado (ANJORIN et al., 2010).

O extrato das folhas de *Moringa oleifera* tem aplicação como medicamento alternativo principalmente por fatores econômicos e sociais (LAPA et al., 2003), como: antiinflamatório, analgésico, antiasmático, anti-anêmico, ativador do metabolismo, purificador, protetor do fígado, hipotensivo, anti-espasmolítico, produtor de hormônios, promotor de crescimento de pêlo, hidratante, mobilizador de líquidos do corpo (homeostático), desintoxicante, fortalecedor de músculos e ossos, ativador do alerta mental, da memória e da capacidade de aprendizagem (ANWAR, 2007), inibidor do edema e da atividade diurética (CACERES et al., 1992) e ainda como agente hipocolesterolêmico em pacientes obesos (GHASI, 2000). Possui efeito terapêutico na fase aguda da doença de Chagas em camundongos, por reduzir a parasitemia (OLIVEIRA, 2000) e em ratos adultos regula o hipertireoidismo (TAHILIANI & KAR, 2000).

A *Moringa oleifera* possui propriedades nutricionais importantes. O conteúdo em proteínas, vitaminas e minerais são significativos e é considerado um dos melhores vegetais perenes. As folhas têm sabor agradável, podendo ser consumidas cozidas em sopas, guisados e pratos variados, sendo seu sabor ligeiramente picante. As folhas e hastes podem ser secas e usadas como condimento, polvilhando sobre os alimentos. A vagem pode ser usada verde e fresca, e tem sabor de ervilhas quando cozida. As sementes podem ser consumidas cozidas com sal, tendo um sabor parecido com grão de bico e também pode ser consumida torrada. As flores podem ser utilizadas em saladas, e é considerada importante fonte de néctar para as abelhas (HELVIOB, 2007).

Cem gramas das folhas frescas de *Moringa oleifera* podem suprir as necessidades requeridas diárias (RDA, 1989 e DRI, 2000) de cálcio, cerca de 80% das necessidades do ferro e metade das proteínas necessárias. Também são consideradas importantes como suplementos de potássio, vitamina do complexo B e possuem todos os aminoácidos essenciais. Vinte gramas de folhas frescas podem suprir a necessidade de uma criança em vitaminas A e C (MATHUR, 2005).

Crianças desnutridas podem se beneficiar com o consumo adicional das folhas de *Moringa oleifera* em sua dieta. As altas concentrações de ferro, proteína e cobre e várias vitaminas e aminoácidos essenciais presentes nas folhas de *Moringa oleifera*, fazem dela um suplemento nutricional ideal. Uma

colher (sopa) satisfaz em média 14% de proteínas, 40% de cálcio, 23% de ferro, e quase todas as vitaminas necessárias para uma criança com idade de 1- 4 anos. Seis colheres (sopa) de pó de folhas de *Moringa oleifera* satisfazem as necessidades de cálcio e ferro de mulheres grávidas ou lactantes (RANGEL, 2007).

Os conteúdos de aminoácidos (Tabela 1) e a composição nutricional (Tabela 2) de folhas de *Moringa oleifera* foram apresentados por Gopalan (1994).

**Tabela 1** - Conteúdo em aminoácidos (mg.100g<sup>-1</sup>) nas folhas frescas e secas de *Moringa oleifera* .

<b>Aminoácidos</b>	<b>Folhas Frescas</b>	<b>Folhas Secas</b>
Arginina	406,6 mg	1,325 mg
Histidina	149,8 mg	613 mg
Isoleucina	299,6 mg	825 mg
Leucina	492,2 mg	1,950 mg
Lisina	342,4 mg	1,325 mg
Metionina	117,7 mg	350 mg
Fenilalanina	310,3 mg	1,388 mg
Treonina	117,7 mg	1,188 mg
Triptofano	107,0 mg	425 mg
Valina	374,5 mg	1,063 mg

Fonte: Gopalan (1994)

**Tabela 2** - Composição nutricional de folhas frescas e secas de *Moringa oleifera*, valores expressos em 100 gramas de porção comestível.

<b>Nutrientes</b>	<b>Folhas Frescas</b>	<b>Folhas Secas</b>
Proteína	6,70 g	27,1g
Caroteno (Vit. A)	6,78 mg	18,9 mg
Vitamina C	220 mg	17,3 mg
Fibra	0,90 g	19,2 g
Cálcio	440 mg	2,00 mg
Cobre	0,07 mg	0,57 mg
Ferro	0,85 mg	28,2 mg
Magnésio	42 mg	368 mg
Fósforo	70 mg	204 mg
Potássio	259 mg	1,32 mg
Zinco	0,16 mg	3,29 mg

Fonte: Gopalan (1994)

De acordo com Ferreira et al. (2008) a *Moringa oleifera* apresenta-se como uma alternativa promissora ao consumo de leguminosas, como fonte de proteínas, de óleo e de compostos antioxidantes, além da baixa toxicidade de suas sementes e folhas.

### 3. PROTEÍNAS VEGETAIS

Segundo Fiorentini & Galoppini (1983) a proteína mais abundante no planeta é a de origem vegetal. Porém, a sua qualidade nutricional depende do conteúdo em aminoácidos essenciais (e da proporção dos mesmos) e da utilização fisiológica após a digestão e absorção. Essa qualidade varia de acordo com a fonte proteica, com os tratamentos utilizados no processamento do alimento e ainda interações com outros componentes presentes no alimento ou na alimentação do indivíduo (FRIEDMAN, 1996).

Do ponto de vista nutricional, alguns trabalhos demonstraram que as proteínas das folhas apresentam balanço de aminoácidos adequado com referência ao padrão da “Food Agriculture Organization” (FAO) (GOMEZ & NOMA, 1986). Essas proteínas apresentam altos teores de lisina, razão pela qual poderiam ser utilizadas como complemento de proteínas de cereais como trigo, milho e arroz (GUERROUÉ et al., 1996).

As folhas representam uma importante fonte de proteínas (ALETOR & ADEOGUN, 1995; FASUYI, 2007), mas poucos estudos com hortaliças folhosas foram feitos no Brasil. Alguns autores, no entanto, apontam como empecilho para o uso das proteínas foliares na alimentação humana o alto teor em fibras (DAYRELL & VIEIRA, 1997).

A capacidade de uma proteína ser utilizada pelo organismo dependerá inicialmente dos eventos no sistema digestório, e de fatores que afetam a digestibilidade, como a própria conformação química, inibidores de enzimas digestivas ou complexação e mudanças conformacionais em decorrência do processamento de alimentos proteicos.

Enfatiza-se também que, em relação às proteínas foliares, precisa ser considerada a existência de componentes tóxicos e/ou antinutricionais (ALETOR & ADEOGUN, 1995), bem como os meios para reduzi-los e/ou eliminá-los.

Neves et al. (2004) demonstraram que proteínas de origem vegetal são menos susceptíveis à digestão *in vivo* do que proteínas de origem animal. O baixo conteúdo em aminoácidos sulfurados, a estrutura compacta, a presença de componentes não proteicos (fibra dietética, taninos, fitatos) e/ou proteínas antifisiológicas (inibidores de proteases, lectinas) podem prejudicar a digestão e aumentar a excreção de nitrogênio endógeno.

Os métodos de determinação da digestibilidade *in vitro* de proteínas têm sido empregados para determinar o valor nutricional proteico, devido à utilização de pequenas quantidades de amostras nas análises, maior simplicidade e rapidez nos resultados em relação a outros métodos *in vivo* (MONSOOR & YUSUF, 2002; NEVES et al., 2004; PIRES et al., 2006; TAVANO & NEVES, 2008).

#### 4. COMPOSTOS BIOATIVOS

Nos alimentos vegetais são encontrados compostos considerados não nutrientes (fotoquímicos ou bioativos), porém apresentam benefícios à saúde o que está associado às suas atividades biológicas como antioxidantes, antiinflamatória e hipocolesterolêmica (CARRATU & SANZINI, 2005).

Os carotenóides são pigmentos naturais, responsáveis pela cor em muitos alimentos como frutas, vegetais, gema de ovo, pele e músculo de alguns peixes. São formados por oito unidades de isopreno ( $C_5H_8$ ) unidas por ligações do tipo “cabeça-cauda”, com exceção da posição central onde a ligação é do tipo “cauda-cauda”. O sistema de duplas ligações conjugadas é o responsável pela cor amarela ao vermelho que esses pigmentos apresentam. Podem ser classificados em dois grandes grupos: carotenos (hidrocarbonetos) e xantofilas (hidrocarbonetos oxigenados) (GODOY, 1993, SENTANIN & RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Os carotenóides são importantes para a saúde humana devido as suas diversas funções biológicas. Alguns carotenóides são capazes de serem convertidos em vitamina A e como tal desempenham um importante papel nutricional. Esta função adquire maior importância, nos países em desenvolvimento, onde os vegetais e frutos ricos em carotenóides constituem as principais fontes de vitamina A (SILVA & MERCADANTE, 2002).

O carotenóide pro vitamina A mais importante é o  $\beta$  caroteno, tanto em termos de bioatividade como de ampla ocorrência na natureza. Do total dos metabolizados pelo organismo, os carotenóides  $\beta$ -criptoxantina,  $\alpha$ -caroteno, licopeno, luteína e zeaxantina, representam 95% dos carotenóides no sangue. Estão associados com benefícios para saúde melhorando o sistema imune, redução de enfermidades degenerativas como câncer, cardiovasculares e degeneração da mácula (MAINI et al., 2008), o que é devido a sua ação antioxidante, dada pela capacidade de sequestrar o oxigênio singlete e reação com radicais livres (SENTANIN & RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

A composição dos carotenóides nos alimentos pode ser alterada por fatores como variedade, parte da planta consumida, estágio de maturação,



localidade geográfica ou climática de produção, manuseio da colheita e pós-colheita, processamento e estocagem. O cultivo em diferentes regiões leva a matizes de cores diversas, na polpa e na casca de uma mesma variedade (GAMA, 2003).

Segundo Ambrósio (2006), tanto os carotenóides precursores de vitamina A como os não precursores, parecem apresentar ação protetora contra o câncer, e os possíveis mecanismos de proteção são por intermédio do sequestro de radicais livres, modulação do metabolismo do carcinoma, inibição da proliferação celular, aumento da diferenciação celular via retinóides, estimulação da comunicação entre as células e aumento da resposta imune.

Além disso, há indícios de que os carotenóides, em associação com outros componentes de frutas e vegetais, apresentam efeito protetor contra algumas doenças crônicas (UENOJO et al., 2007).

Os alimentos de origem vegetal contêm, além dos carotenóides principais, pequenas quantidades de precursores e derivados, que tornam sua composição complexa e variável. Já os alimentos de origem animal não apresentam a mesma riqueza, pois são incapazes de biossintetizar carotenóides e, por isso, dependem da sua ingestão (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Os vegetais folhosos ou não folhosos de modo geral estudados por Rodriguez-Amaya et al. (2008) apresentaram um perfil qualitativo quanto aos teores de carotenoides, tais como a luteína, o  $\beta$ -caroteno, a violaxantina e a neoxantina os principais. Gopalakrishnan et al. (1980) encontraram nas folhas de *Moringa oleifera* teor de carotenoides de  $33,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ .

Marinho & Castro (2000) ao estudar a composição de carotenóides precursores de vitamina A nas polpas de frutas da região Amazônica, encontraram valores médios 16,5; 19,8; 92,0 e 98,7  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno  $\text{g}^{-1}$  para pajurá, piquiá, tucumã e umarí, respectivamente. Yuyama et al. (2008) encontraram valores médios de  $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g.100g}^{-1}$ ) para tucumã *in natura* e polpa desidratada de 102,86 e 120,63, respectivamente.

Murkovic et al. (2002) avaliando espécies de abóboras austríacas afirmaram que na *Cucurbita maxima* foram encontrados teores de 1,4 a 7,4  $\text{mg.100 g}^{-1}$  de  $\beta$ -caroteno e de 0,8 a 17  $\text{mg.100 g}^{-1}$  de luteína.

A determinação de luteína em várias hortaliças obtida por Nachtigall et al. (2007) indicou valores ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de 51,2 para rúcula; 35,1 para couve; 26,9 para almeirão; 26,6 para acelga e 7,6 para brócolis.

Em termos tecnológicos, a importância dos carotenóides se dá como agente corante usado na manufatura de comidas, bebidas e ração animal, tanto na forma de extrato natural quanto composto sintetizado quimicamente (BRITTON et al., 1995), podendo também contribuir para conservação natural dos alimentos contra a oxidação (SIDDHURAJU & BECKER, 2003).

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem um ou mais anéis aromáticos com um ou mais grupos hidroxilas. Variam desde moléculas simples como os ácidos fenólicos até compostos altamente polimerizados, como os taninos.

Os polifenóis são compostos naturais e biologicamente importantes, uma vez que possuem não só atividades biológicas e farmacológicas, mas também influenciam a qualidade sensorial de alimentos de origem vegetal e de algumas bebidas, sendo encontrados em plantas, frutas, sucos e vinhos. São agentes redutores e, em conjunto com outras substâncias redutoras, como a vitamina C, a vitamina E e os carotenóides, podem proteger os tecidos contra o estresse oxidativo, sendo comumente mencionados como antioxidantes (SCALBERT & WILLIAMSON, 2000). Por isso, estão associados à prevenção do câncer, de doenças cardiovasculares e inflamatórias e à inibição da oxidação do colesterol proveniente da lipoproteína de baixa densidade (LDL) (SCALBERT & WILLIAMSON, 2000; VAHER & KHOEL, 2003).

Os taninos condensados estão presentes na fração fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pouco digeríveis (BARTOLOMÉ et al., 1995).

Apesar da ação negativa do tanino no valor nutritivo de certos vegetais, em particular a redução de digestibilidade de proteínas, a inibição da ação de enzimas digestivas e interferência na absorção de ferro, os efeitos do tanino na saúde humana ainda são questionáveis devido à limitação de estudos nesta área. Apresentam habilidade para interagir e precipitar proteínas como a gelatina, e parecem ser responsáveis pela adstringência de muitas plantas (STRUMEYER & MALIN, 1975).

Em folhas de *Moringa oleifera* foi verificada por Ferreira et al. (2008) baixa quantidade de taninos ( $12 \text{ mg.g}^{-1}$  MS) e ausência dos compostos cianogênicos. Rios et al. (2001) obtiveram em folhas de taiobas, as quais são consideradas fonte não convencional de nutrientes, 1% de compostos fenólicos, enquanto que para extrato de ora-pro-nobis (*P. aculeata*) Almeida et al. (2011) verificaram valores de  $19,34 \text{ mg.100g}^{-1}$ .

## 5. FIBRAS ALIMENTARES

As fibras alimentares ou fibras dietéticas são partes dos alimentos vegetais consumidos que não são digeridas e absorvidas pelo organismo para produzir energia. São classificadas em fibra solúvel e insolúvel, e são importantes na alimentação porque aceleram a passagem dos produtos residuais do organismo, absorvem substâncias tóxicas e mantêm o tubo digestivo saudável (SILVA et al., 2006).

As fibras são constituídas por diferentes estruturas, com propriedades diversas, as quais são fermentadas por algumas das bactérias benéficas presentes na flora intestinal, propiciando sua proliferação com a finalidade de melhorar a função intestinal (GALLO & PUGLIA, 2011).

A fibra alimentar pode influenciar vários aspectos da digestão, absorção e metabolismo fazendo delas um adequado regulador intestinal, além da prevenção de doenças do trato gastrointestinal e cardiovasculares. Os efeitos fisiológicos associados às fibras é que são responsáveis pela redução na absorção de nutrientes, aumento da massa fecal, redução nos níveis de colesterol sanguíneo e redução na resposta glicêmica. Algumas enfermidades intestinais crônicas, como prisão de ventre, hemorróidas, diverticulite, câncer de cólon e de reto, tem sido relacionadas à ausência de fibras na dieta (LAJOLO et al., 2001).

A quantidade diária de fibra ingerida deve ser cerca de 30 g conforme os profissionais da nutrição, porém a maioria das pessoas não atinge esta quantidade com a alimentação (POURCHET-CAMPOS, 1998). Portanto, é recomendado o aumento no consumo de legumes, cereais, frutas e verduras (

MENEZES & GIUNTINI, 2008), e se necessário complementar a dieta com alimento enriquecido neste nutriente.

De acordo com Brito & Teixeira (2009) a folha da *Moringa oleifera* pode ser considerada uma importante fonte de fibra alimentar com teor de 7,48%, valor superior ao milho integral e cenoura, podendo apresentar-se como uma alternativa para suplementação deste nutriente em produtos alimentares.

## 6. HAMBÚRGUER E OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Romanelli et al. (2002) descreveram os produtos cárneos processados como aqueles obtidos de carne fresca submetida a tratamentos físico e/ou químicos promovendo alterações nas características originais, atribuindo qualidades sensoriais próprias. A elaboração de novos produtos visa prolongar a vida-de-prateleira da matéria prima original sem, no entanto, causar modificações significativas nas características nutricionais.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de hambúrguer do Ministério da Agricultura e Abastecimento, entende-se por hambúrguer industrializado, aquele, que obrigatoriamente, deve ser obtido de carne moída de diferentes animais de açougue, com adição ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a um processo tecnológico adequado. O produto pode ser produzido cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado. Em relação aos requisitos físico-químicos, os hambúrgueres devem atender as seguintes características: gordura (máxima) 23,0%; proteína (mínima) 15,0%; carboidratos totais 3,0%; teor de cálcio (máximo base seca) 0,1% em hambúrgueres crus e 0,45% em hambúrguer cozido. As características sensoriais envolvem textura, cor, sabor e odor próprios (BRASIL, 2000).

Devido à composição química, em especial a quantidade de gordura em produtos cárneos, estes estão sujeitos à oxidação lipídica, processo que altera a qualidade nutricional pela degradação de ácidos graxos, desenvolve odores e sabores desagradáveis, além de afetar a integridade e segurança dos alimentos pela liberação de compostos tóxicos (RONCALÉS, 2003; ARAÚJO, 2008). Ainda, a oxidação leva a problemas de saúde como aterosclerose e

cancerogenesis, entre outros. Assim, a presença de antioxidantes nos alimentos é essencial para a sua qualidade e segurança (PIZZALE et al., 2002; KOLEVA et al., 2003).

De acordo com Bailey (1996) na seleção de antioxidantes são desejáveis as seguintes propriedades: eficácia em baixa concentração (0,001% a 0,01%); ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e outras características dos alimentos.

A cor da carne bovina quando estocada sob refrigeração por muito tempo perde estabilidade, levando ao aparecimento de pigmentos escuros, comprometendo a aceitação (RENERRE & LABAS, 1987). Dessa forma, o processo de oxidação das gorduras e seus efeitos sobre o “flavor” e a cor da carne e produtos derivados constituem-se num desafio para a indústria, o qual por muito tempo tem sido controlado pelo uso de antioxidantes sintéticos. Mas, nos últimos anos, tem aumentado as exigências por parte dos consumidores para que a indústria adote o uso de aditivos naturais, em substituição aos sintéticos (HAYES et al., 2009).

Além das rejeições sofridas pelos consumidores aos antioxidantes sintéticos, aos problemas de solubilidade e aos danos que podem ocasionar ao organismo por sua toxicidade (SHAHIDI, 2000), os conservantes naturais apresentam-se mais vantajosos para os fabricantes devido à fácil aceitação e o fato de não haver um limite de uso estabelecido pela legislação. Diante desse novo quadro, a indústria vem investindo em pesquisa em busca de compostos naturais com propriedades antioxidantes, com potencial para substituir os sintéticos, na prevenção dos processos oxidativos em carnes e derivados (COTRIM, 2011).

## **7. ANTIOXIDANTE NATURAL**

Os vegetais são fontes ricas em antioxidantes naturais como tocoferóis, vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos. A maioria destes compostos antioxidantes possui uma base molecular semelhante, ou seja, pelo menos um anel aromático e um grupo hidroxila, incluindo os ácidos fenólicos, flavonóides e isoflavonas, ésteres de galato (taninos hidrolisáveis), ligninas, coumarinas,

estilbenos, flavononas e proantocianidinas oligoméricas. Juntos, estes compostos produzem um arranjo de antioxidantes que pode agir por diferentes mecanismos para conferir um sistema de defesa efetivo contra o ataque dos radicais livres (SHAHIDI, 1997).

Os carotenóides protegem os lipídeos dos danos peroxidativos inativando o oxigênio singleto, sem sofrer degradação, por meio da reação com os radicais peroxila, hidroxila e superóxido. De forma geral, denominam-se antioxidantes as substâncias que presentes em concentrações baixas, comparadas ao substrato oxidável, retardam significativamente ou inibem a oxidação do substrato. Os radicais formados a partir de antioxidantes não são reativos para propagar a reação em cadeia, sendo neutralizados por reação com outro radical, formando produtos estáveis ou podem ser reciclados por outro antioxidante (SOUSA et al., 2007).

Os compostos fenólicos têm despertado grande interesse devido ao seu alto teor nos vegetais e elevado poder antioxidante, capaz de remover radicais livres, quelar íons metálicos com atividade redox, modular a expressão gênica e interagir com mecanismos de sinalização celular; sendo atribuída grande parte de sua bioatividade a estas características. Porém os mecanismos de absorção, metabolismo e teores presentes na dieta podem afetar a eficiência da ação antioxidante (RHODES, 1996; SOOBRAATTEE et al., 2005).

Entre os antioxidantes naturais destacam-se os extratos vegetais de alecrim e orégano, extrato de tomate ricos em licopeno, pimenta doce e picante, pimenta branca e preta, extrato de chá verde. Todas estas substâncias exercem o seu efeito por meio de dois mecanismos diferentes, embora relacionados. Por um lado, inibem a oxidação da mioglobina, que protegem a cor vermelho brilhante de carne fresca, além de inibir a oxidação de ácidos graxos, retardando assim a deterioração do odor e sabor de carne fresca. Os antioxidantes naturais como pimentas, pimentões, orégano e alecrim, estabilizam a cor e do cheiro de carne fresca em até 200%, sendo estes últimos os mais adequados para o uso comercial (RONCALÉS, 2003).

Os condimentos podem ser adicionados aos alimentos de várias formas, como condimentos íntegros, condimentos moídos ou extratos isolados. Cada uma destas formas pode apresentar diferentes compostos, em quantidades

variadas e com diferentes atividades antioxidantes. Quando usados na forma de extratos, os compostos presentes dependem, principalmente, do método de extração e do solvente utilizado. Além disso, a concentração e a composição dos compostos presentes nos condimentos sofrem a influência de alguns fatores como o cultivar, a origem geográfica, a estação climática, as práticas agrícolas e a parte da planta que foi utilizada. Ainda, a ação antioxidante de cada condimento depende da metodologia analítica utilizada para sua determinação (MADSEN & BERTELSEN, 1995).

A consequência do processamento de alimentos e preservação e os procedimentos sobre a atividade antioxidante global dos alimentos são geralmente o resultado de eventos diferentes, daí a avaliação de fatores que influenciam a atividade antioxidante, que é primordial para aumentar ou manter a sua eficácia e biodisponibilidade (KAUR & KAPOOR, 2001)

Os extratos de alecrim, sálvia, orégano e tomilho mostraram-se eficientes na inibição das fases do processo peroxidativo neutralizando radicais livres, bloqueando a peroxidação catalizada por ferro e interrompendo as reações em cadeia (CERVATO et al., 2000; EXARCHOU et al., 2002; DORMAN et al., 2003; MATSUURA et al., 2004; SHAN et al., 2005).

Larosa et al. (2011) atribuíram aos compostos fenólicos a atividade antioxidante de extratos de orégano, alecrim, sálvia. Para a moringa, constataram o menor teor de compostos fenólicos, porém eficiência na inibição da oxidação acelerada em banha, o que pode estar associado à presença de outros compostos de ação antioxidante que não os fenólicos. Fato este também demonstrado por Gallão et al. (2006), ao observarem que o extrato metanólico das folhas de *Moringa oleifera* mostraram baixa atividade antioxidante frente ao radical DPPH comparada aos padrões ácido elágico, ácido gálico, BHT e rutina nas concentrações de 250, 200, 150, 100, 50 e 25  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ .

Estudo com carne bovina mostrou que concentrações a partir de 200  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  de luteína apresentaram potente ação preventiva no desenvolvimento do malonaldeído, composto indicador do processo oxidativo de lipídeos. Embora concentrações mais altas tenham apresentado tendência de aumento na proteção contra oxidação dos lipídeos, não foi possível afirmar que essa



tendência se manteria. Vale ressaltar que, amostras tratadas com luteína apresentaram redução nos níveis de malonaldeído da ordem de 45% após 24 h (HAYES et al., 2009). Ainda no mesmo estudo, não foi observada ação da luteína nos níveis de oximioglobina após 24 h em relação ao grupo controle. Apesar de potente ação antioxidante, a luteína parece não exercer efeito significativo na estabilidade da cor da carne bovina.

Trindade et al. (2010) verificaram que o extrato de alecrim, aplicado isoladamente em hambúrgueres irradiados ou em combinação com BHT/BHA ou extrato de orégano, foi eficaz na manutenção da baixa oxidação em comparação com as amostras de extrato de orégano usado individualmente ou em combinação com BHT/BHA.

A partir de um ponto de vista nutricional, o entendimento da consequência do processamento de alimentos é um dos passos mais importantes na correta interpretação e avaliação dos resultados do estudo relativos aos hábitos alimentares e saúde (KAUR & KAPOOR, 2001).



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALETOR, V.A.; ADEOGUN, O.A. Nutrient and antinutrients components of some tropical leafy vegetables. **Food Chem. J.**, v.53, p.375-379. 1995.

ALMEIDA, M.E.F.; JUNQUEIRA, A.M.B.S.; ANDERSON ASSAID. SILVA, A.A.; CORRÊA, J.S.; DUARTE, A. Antinutrientes em hortaliças não convencionais *Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*. Resumos. **XX Congresso de Pós-Graduação da UFLA**. 2011. Lavras, MG.

AMBRÓSIO, C.L.B.; CAMPOS, F.A.C.; FARO, Z.P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Rev. Nutr.**, v.19, n.2, p. 233-243. 2006.

ANJORIN, T.S.; IKOKOH, P., OKOLO, S. Mineral composition of *Moringa oleifera* leaves, pods and seeds from two regions in Abuja, Nigeria. **Int. J. Agric. Biol.**, v.12, p.431-434. 2010.

ANWAR, F.; SAJID, L.; MUHAMMAD, A.; ANWARUL, H.G. *Moringa oleifera* : A Food plant with multiple medicinal uses. **Phytother. Res.**, v. 21, p.17- 25. 2007.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos** - Teoria e Prática. 4 ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 2008. 596p.

BAILEY, A. E. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, 5<sup>a</sup> ed., John Wiley: New York, v.3, 1996.

BARTOLOMÉ, A.P.; FÚSTER, C.; RÚPEREZ, P. Pineapple Fruit:morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis

of *Red Spanish* and Smooth Cayenne cultivars. **Food Chem.**, v.53, n.1, p.75-79, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 20** (D.O.U de 31/07/2000). Anexo IV Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer.

BRITO, T.M.L.; TEIXEIRA, E.M.B. Teor de cálcio do pó de folhas secas da *Moringa oleifera* Lam. 2009. Disponível em:

[linux.alfamaweb.com.br/encontromoringa.../04-06-ENAM2009.pdf](http://linux.alfamaweb.com.br/encontromoringa.../04-06-ENAM2009.pdf).

Acesso em: 14 mai. 2012.

BRITTON, G.; LIAAEN-JENSEN, S.; PFANDER, H. Carotenoids: Isolation and analysis. **Birkhäuser Verlag Basel**, v.1A, p.265–272, 1995.

CACERES, A.; SARAIVA, A.; RIZZO, S.; et al. Pharmacologic properties of *Moringa oleifera* . 2. Screening for antispasmodic, antiinflammatory and diurectic activity. **J. Ethnopharm.**, v.36, n.3, p.233-237. 1992.

CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Ann. Ist. Super Sanità.**, v.41, n.1, p.7-16, 2005.

CERVATO, G.; CARABELLI, M.; GERVASIO, S.; et al. Antioxidant properties of oregano (*Origanum vulgare*) leaf extracts. **J. Food Biochem.**, v.24, p.453-465, 2000.

COTRIM, W.S. Antioxidantes naturais e seus efeitos sobre a cor e nível oxidativo de carne bovina. **Rev. ABCZ.**, n.60, p.52-55, 2011.

DAYRELL, M.S.; VIEIRA, E.C. Leaf protein concentrate of the cactacea *Pereskia aculeata* Mill. I. Extraction and composition. **Nutr. Reports Intern.**, v. 15, n.5, p.529-537, 1977.

DIETARY REFERENCE INTAKE (DRI) Washington, DC: The National Academy of Sciences, 2000.

DORMAN, H.J.D.; KOSAR, M.; KAHLOS, K.; HOLM, Y.; HILTUNEN, R. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from mentha species, hybrids, varieties and cultivars. **J. Agric. Food Chem.**, v.51, n.16, p. 4563-4569, 2003.

EXARCHOU, V., NENADIS, N., TSIMIDOU, M., et al. Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from Greek oregano, Greek sage and summer savory. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 5294-5299. 2002.

FAHEY, J.W. *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties. Part1. **Trees for Life J.**, 2005. <http://www.TFLjournal.org/article.php/20051201124931586>. Acesso em mai. 2012.

FASUYI, A.O. Bio-nutritional evaluations of three tropical leaf vegetables (*Telfairia occidentalis*, *Amaranthus cruentus* and *Talinum triangulare*) a sole dietary protein sources in rat assay. **Food Chem.**, v.103, n.3, p.757-765, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em jun. 2012.

FERREIRA, P.M.P.; FARIAS, D.F.; OLIVEIRA, J.T.A; CARVALHO, A.F.U. *Moringa oleifera* : compostos bioativos e potencialidade nutricional. **Rev. Nutr.**, v.21, n.4, p.431-437, 2008.

FIORENTINI, R.; GALOPPINI, C. The proteins from leaves. **Qual. Plant Foods Hum. Nutr.**, v.32, p.335-350, 1983.

FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources: A Review. **J. Agric. Food Chem.**, v.44, n.1, p.6-29, 1996.

GALLO, VC; PUGLIA, LC. Probióticos, Fibra Alimentar e Prebióticos. Disponível em: [http://nutrociencia.com.br/upload\\_files/arquivos/Artigo%20-](http://nutrociencia.com.br/upload_files/arquivos/Artigo%20-)

%20Probioticos,%20FA%20e%20Prebioticos.pdf. 2011. Acesso em: 03 ago. 2012.

GALLÃO, A.I.; DAMASCENO, L.F.; BRITO, E.S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Rev. Ciênc. Agron.**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

GAMA, J.J.T. **Principais carotenóides em suco de laranja: identificação, quantificação por CLAE e estudo do efeito da pasteurização e da concentração sobre a composição.** 2003. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara- SP.

GHASI, S.; NWOBODO, E.; OFILI, J.O. Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high fat diet fed wistar rats. **J. Ethnopharm.**, v.69, n.1, p.21-25, 2000.

GODOY, H.T. **Estudo de carotenóides e pró-vitamina A em alimentos.** 1993. 185f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP.

GOMEZ, G.; NOMA, A.T. The amino acid composition of cassava leaves, foliage, root tissues and whole-root chips. **Nut. Rep. Int.**, v.4, n.33, p.595-601, 1986.

GOPALAKRISHNAN, P.K. et. al. Drumstick (*Moringa oleifera*) A Multipurpose Indian Vegetable. **Econ. Botany**, V.34, N.3, p 276-283, 1980.

GOPALAN, C. Micronutrient malnutrition in SAARC, **Boletín del NFI.** India, 1994.

GUERROUÉ, J.L.L.; DOUILLARD, R.; CEREDA, M.P., CHIARELLO, M.A. As proteínas das folhas de mandioca: Aspectos fisiológicos, nutricionais e importância Tecnológica. **Bol. CEPPA**, v.14, n.2, p.133-148, 1996.

HAYES, J.E. et al. The effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems. **Meat Sci.**, v.83, p.201-208, 2009.

HELVIQB. *Moringa oleifera*, El Maná Verde del Trópico, cultivo, comercialización. 2007. Disponível em <http://helviqbh.googlepages.com/morigaoleifera>. Acesso em out. 2010.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables. The millennium's health. *Internat. J. Food Sci. Technol.*, v.36, p.703-725, 2001.

KHALAFALLA, M.M; ABDELLATEF, E.; DAFALLA, H.M.; et al. Active principle from *Moringa oleifera* Lam Leaves effective against two leukemias and a hepatocarcinoma. **Afr. J. Biotechnol.**, v.9, n.49, p.8467-8471, 2010.

KOLEVA, I.I; VAN BEEK, T.A; LINSSEN, J.P.H., et al. Farmacologia e toxicologia de produtos naturais. In: SIMÕES, C.M.O., SHENKEL, E.P.; GOSMANN, G., MELLO J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, p.247-262. 2003.

LAJOLO, F.M.; CALIXTO, F.S.; PENNA, E.W.; MENEZES, E.W. **Fibra dietética em Iberoamérica: Tecnología y salud**. São Paulo: Varela, 2001. 472p.

LAPA, A.J.S.C.; LIMA-LANDMAN, M.T.R.; GODINHO, R.O.; NOGUEIRA, T.C. M.L. Farmacologia e toxicologia de produtos naturais. In: SIMÕES, C. M. O.; SHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.) **Farmacognosia: da planta ao**

medicamento. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003. p.247-262.

LAROSA, G.; ROSSATO, A.S.; LOPES, G.A.Z.; et al. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante em Extratos de Plantas. 9º SLACA – **Simpósio Latino Americano de Ciências dos Alimentos**. Campinas - São Paulo, 2011.

MADSEN, H.L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends Food Sci. Tecn.**, v.6, n. 8, p.271-7. 1995.

MAINI, S. Diagnosi di esperti a confronto. Tempi difficili per le api? – **Riv. Fruttic. Ortofloric.**, v.70, p.66-67. 2008.

MARINHO, H.A.; CASTRO, J.S. Carotenóides e valor de pró-vitamina A em frutos da região Amazônica: pajurá, piquiá, tucumã e umari. 2000. Disponível em: <[http://www.ufpel.edu.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/tecnologia\\_de\\_alimentos/301.htm](http://www.ufpel.edu.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/tecnologia_de_alimentos/301.htm)>. Acesso em: 12 jun. 2012.

MATHUR, B. **Moringa book**. 2005. Disponível em: <[www.treesforlife.org](http://www.treesforlife.org)> Acessado: 09 nov. 2011.

MATSUURA, F.C.A.U.; COSTA, J.I.P.; FOLEGATTI, M.I.S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Rev. Brasil. Frutic.**, v.26, n.1, p.48-52, 2004.

MENEZES, E.W; GIUNTINI, E.B. Fibras alimentares. In: PHILIPPI, S.T, organizadora. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole; 2008. p.341-62.

MONSOOR, M.A.; YUSUF, H.K.M. In vitro protein digestibility of lathyrus pea (*Lathyrus sativus*), lentil (*Lens culinaris*), and chickpea (*Cicer arietinum*) **Intern. J. Food Sci. & Techn.**, v. 37, n. 1, p.97–99, 2002.

MURKOVIC, M.; MÜLLEDER, U.; NEUNTEUFL, H. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. **J. Food Comp. Analysis**, v.15, n.1, p. 633-638, 2002.

NACHTIGALL, A.M.; STRINGHETA, P.C.; FIDELIS, P.C.; NACHTIGALL, F.M. Determinação do teor de luteína em hortaliças. **Bol. CEPPA.**, v.25, n.2, p.181-192, 2007.

NEVES, V.A.; SILVA, M. A.; LOURENÇO, E.J. Caracterização e hidrólise in vitro da globulina principal de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), var. IAC-Marrocos. **Ciênc. Tecn. Alim.**, v.24, n.1, p.139-145, 2004.

ODURO, I.; Ellis, W.O, Owusu, D. Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and *Ipomoea batatas* leaves. **Sci. Res. Essays**, v.3, n.2, p.57-60, 2008.

OKUDA, T.B.; NISHIJIMA, A.U.W.; OKADA, M. **Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution.** Faculty of Engineering, Hiroshima University1-4-1 Kagamiyama, 2000.

OLIVEIRA, H.S. Efeito do extrato bruto liofilizado (EBL) de *Moringa oleifera* (Moringaceae) na parasitemia de camundongos infectados experimentalmente com *Trypanosoma cruzi* In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2000, Brasília-DF, Livro de resumos, 190p, p.100, resumo 4458-A10.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; CRUZ, G.A.D.R.; MENDES, F. Q.; COSTA, N.M.B. Digestibilidade in vitro e in vivo de proteínas de alimentos: estudo comparativo. **Alim. Nutr.**, v.17, n.1, p.13-23, 2006.

PIZZALE, L. et al. Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. indercedens*) extracts related

to their phenolic compound content. **J. Sci. Food Agric.**, v.82, n.14, p.1645-1651, 2002.

POURCHET-CAMPOS, M.A. Fibra dietética. In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E, MARCHINI, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier; 1998. p.209-15.

RANGEL, M.S. *Moringa oleifera*: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil. 2007. Disponível em: <http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm>. Acesso em: out. 2011.

RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES (RDA), 10<sup>th</sup> revised edition, National Academy of Science (NAS), Washington D.C., 1989.

RENERRE, M.; LABAS, R. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. **Meat Sci.**, v.19, p.151-165, 1987.

RHODES, M.J.C. Physiologically-active compounds in plant foods: an overview. **Proc. Nutri. Society**, v.55, p.371-397, 1996.

RIOS, A.O.; PINTO, N. A.D.; CORRÊA, A.D.; CARVALHO, V.D. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* SCHOOT). **Ciênc. Agrotec.**, v.25, n.3, p.601-604, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M.; GODOY, H.T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **J. Comp. and Analysis**. v.21.,p.445-463, 2008.



ROMANELLI, P.F.; CASERI, R.; LOPES FILHO, J.F. Processamento da carne de jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). **Ciê. Tecn. Alim.**, v.22, n. 1, p.70-75, 2002.

RONCALÉS, P.R. **Antioxidantes naturales para extender la vida útil de la carne**. 2003. Disponível em [www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2003/11/26/9574.php](http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2003/11/26/9574.php). Acesso em: 10 abr. 2012.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **J. Nutr.**, v.130, p.2073S-2085S, 2000.

SENTANIN, M.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.27, n.1, p.13-19, 2007.

SHAHIDI, F. Antioxidants in food and food antioxidants. **Nahrung**, v.44, p.158-63, 2000.

SHAHIDI, F. **Natural antioxidants: an overview**. In: Shahidi F, Natural antioxidants: Chemistry, health effects and applications. Champaign, IL: AOCS Press. p.1-7, 1997.

SHAN, B.; CAI, Y.Z.; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. **J. Agric. Food Chem.**,v.53, p.7749-7759, 2005.

SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam) leaves. **J. Agric. Food Chem.**,v.51, n.8, p.2144-55, 2003.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.22, n.3, p. 254-258, 2002.

SILVA, M.S et al. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciênc. Tecn. Alim.**, v.26,n.3, p.571-576, 2006.

SOBRATTEE, M.A.; NEERGHEEN, V.S.; LUXIMON-RAMMA, A.; ARUOMA, O. I., BAHORUN, T. Phenolics as potencial antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions Mutation. **Resarch**, v.579, p.200-213, 2005.

SOUSA, C.M; SILVA, H.R.E; VIEIRA-JR, G.M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Quim. Nova**, v.30, p.351-355, 2007.

STRUMEYER, D.H.; MALIN, M.J. Condensed tannins in grain sorghum: isolation, fractionation and characterization. **J. Agric. Food Chem.**, v.23, n.5, p.909-914, 1975.

TAHILIANI, P.; KAR, A. Role of *Moringa oleifera* leaf extract in the regulation of thyroid hormone status in adult male and female rats. **Pharmac. Research**, v.41, n.3, p.319-323, 2000.

TAVANO, O.L.; NEVES, V.A. Isolation, solubility and in vitro hydrolysis of chickpea vicilin-like protein LWT. **Food Sci. Techn.**, v.41, p.1244–1251, 2008.

TRINDADE ,R.A. MANCINI-FILHO , J. VILLAVICENCIO, A.L.C.H. Natural antioxidants protecting irradiated beef burgers from lipid oxidation. **Food Sci. Techn.**,v.43, p.98–104, 2010.

UENOJO, M.; JUNIOR, M.R.M.; PASTORE, G.M. Carotenóides: Propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, vol.30; n.3; p.616-622, 2007.

VAHER, M.; KOEL, M. Separation of polyphenolic compounds extracted from plant matrices using capillary electrophoresis. **J. Chromat. A**, v.990, p.225-230, 2003.

YUYAMA, L. K. O., PANTOJA, L.; MAEDA, R.N. et al. Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Ciên. Tecn. Alim.**, v.4, n.28, p.929-934, 2008.

## CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICA QUÍMICA E PERFIL PROTEICO DA FOLHA DE *Moringa oleifera* Lam.

### RESUMO

A *Moringa oleifera* possui uma elevada capacidade de adaptação a condições climáticas e a solos áridos, aliada à possibilidade de aproveitamento das folhas, frutos verdes, flores e sementes torradas, com quantidades representativas de nutrientes. O objetivo do trabalho foi caracterizar as folhas de *Moringa oleifera* pelas determinações da composição química, das substâncias antinutricionais e das frações proteicas por meio da solubilidade em diferentes sistemas. A composição química da farinha de folha integral indicou 28,65 % de proteína, 7,09 % de lipídeos, 10,9 % de cinzas, 10,99% de fibras e 33,37% de carboidratos, e os teores de 2,97 mg.100g<sup>-1</sup> de cálcio e 103,12 mg.100g<sup>-1</sup> de ferro. O perfil proteico revelou teores de 3,13% para albuminas, 0,33% para globulinas, 2,16% para prolaminas, 3,45% para glutelinas e 70,1% para proteínas insolúveis. A hidrólise proteica da farinha da folha empregando-se dodecil sulfato de sódio (SDS) e 2-mercaptoetanol (Me) apresentou valores de 39,45 % e 29,45%, respectivamente. A proteína total apresentou baixa digestibilidade *in vitro* (31,83%). As substâncias antinutricionais avaliadas foram taninos (20,69 mg.g<sup>-1</sup>), inibidores de tripsina (1,45 UTI.mg.g<sup>-1</sup>), nitrato (17 mg.g<sup>-1</sup>) e ácido oxálico (10,5 mg.g<sup>-1</sup>) e ausência de compostos cianogênicos. Os resultados deste estudo indicam que é provável que a proteína da folha não seja considerada de boa qualidade nutricional, devido à baixa hidrólise pelas enzimas digestivas. No entanto há necessidade de estudos *in vivo* para melhor avaliação de sua indicação como fonte proteica na alimentação.

**Palavras-chave:** antinutricionais, digestibilidade *in vitro*, fracionamento, proteína

## SUMMARY

*Moringa oleifera* has a high adaptability to climatic conditions and arid soils, coupled with the possibility of using leaves, green fruit, flowers and roasted seeds with representative quantities of nutrients. The objective of this study was to characterize the leaves of *Moringa oleifera* by the determinations of the chemical composition, antinutritional substances and protein fractions by solubility in different systems. The chemical composition on full leaf flour indicated 28.65% protein, 7.09% fat, 10.9% ash, 10.99% fiber and 33.37% carbohydrate, and levels of 2.97 mg 100g<sup>-1</sup> calcium, 103.12 mg 100g<sup>-1</sup> iron. The protein profile revealed levels of 3.13% albumin, 0.33% globulins, 2.16% prolamin, and 3.45% glutelin and 70.1% insoluble protein. The hydrolysis of the protein leaf flour employing sodium sulfate dodecyl (SDS) and 2-mercaptoethanol (ME) showed values of 39.45% and 29.45% respectively. The total protein was low *in vitro* digestibility (31.83%). The antinutritional substances tested were tannins (20.69 mg g<sup>-1</sup>), trypsin inhibitors (1.45 TIU.mg.g<sup>-1</sup>), nitrate (17 mg g<sup>-1</sup>) and oxalic acid (10, 5 mg. g<sup>-1</sup>). There was absence of cyanogen. These results indicate that leaf protein is likely not to be considered of good nutritional quality due to low hydrolysis by digestive enzymes. However there is need for *in vivo* studies to better assess the likely nomination as the protein source in feed.

**Keywords:** antinutritional, *in vitro* digestibility, fractionation, protein

## 1. INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* planta, originária do norte da Índia, é utilizada há séculos na antiga medicina hindu, a “ayuverda”, e lhe atribuem à capacidade de prevenir várias doenças. Além disso, tem usos práticos, terapêuticos e nutricionais, sendo extremamente efetiva “no combate à desnutrição”. A *Moringa oleifera* pode se converter em uma forma eficaz de prevenção da fome em todas as partes, segundo especialistas, pois pode crescer em regiões subtropicais, onde prevalece a seca e a desnutrição, como na maior parte da África, na América do Sul e Central, no Oriente Médio e sudeste da Ásia (PALITZA, 2012).

As folhas, com elevado conteúdo proteico, são consumidas frescas, cozidas e podem ser armazenadas em forma de farinha por vários meses, sem perder seu valor nutricional (BEZERRA et al., 2004), sendo utilizada como um importante complemento alimentar inclusive no nordeste brasileiro. O cultivo da *Moringa oleifera* em regiões secas é muito vantajoso, uma vez que suas folhas podem ser colhidas quando nenhum outro vegetal verde apresenta-se disponível (SOUZA et al., 2009).

A qualidade nutricional de uma proteína está relacionada à sua digestibilidade e capacidade de satisfazer as necessidades em aminoácidos essenciais para síntese proteica, na promoção de crescimento normal em crianças e na manutenção no adulto. E ainda, conforme Neves et al. (2004) está na dependência da presença de componentes não nutritivos, que podem prejudicam a sua digestão.

Paralelamente, o conhecimento das características físicas e químicas da proteína permite a sua aplicação em diversos produtos alimentícios, e a verificação do seu comportamento frente aos diversos tratamentos empregados no processamento é, certamente, um aspecto importante.

A *Moringa oleifera* é considerada fonte valiosa de carotenóides e de compostos bioativos, com atividade hipotensiva e antioxidante (FERREIRA et al., 2008). No entanto, observa-se falta de informações sobre as características das proteínas, e conseqüentemente, da viabilidade de sua utilização como alimento, além de seu cultivo.

Neste contexto este estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar as folhas de *Moringa oleifera* pelas determinações da composição química, das substâncias antinutricionais e das frações proteicas pela solubilidade em diferentes sistemas, além de avaliar a qualidade nutricional pela determinação da digestibilidade *in vitro*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de *Moringa oleifera*, provenientes de plantas da arborização da Escola Estadual Boa Vista de Uberaba – MG, foram colhidas aleatoriamente pela manhã, selecionadas, higienizadas com água e sabão e com solução de hipoclorito 200 ppm por 15 minutos no laboratório de Técnica Dietética e Bromatologia do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberaba – MG. O excesso de água foi removido por centrifugação manual, seguido de secagem em estufa com circulação e renovação de ar por aproximadamente 24 horas a 35 °C. Durante todo o processo, o material foi homogeneizado para garantir uniformidade da secagem. Em seguida o material foi triturado em moinho de faca, peneirado em tamis de 60 mesh, e a farinha obtida foi liofilizada e acondicionada em vidros com tampas herméticas.

### 2.1 Determinações analíticas na farinha da folha de moringa

#### 2.1.1 Composição química

As porcentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas foram determinadas, em triplicada, na farinha liofilizada conforme as normas da Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 2000).

- Umidade - o teor de umidade foi determinado pela secagem da amostra em estufa a 105 °C até peso constante (método n. 950.46B).
- Proteína - o teor de nitrogênio total foi determinado pelo método semi-micro Kjeldhal, utilizando-se o fator 6,25 para a obtenção do teor de proteína total (método n. 928.08).

- Extrato etéreo - a determinação foi realizada pela técnica de Soxhlet usando éter de petróleo como material extrator (método n. 960.39).
- Cinza - foi determinada pela incineração em mufla a 550 °C (método n. 920.153).
- Fibra - foi avaliada pelo método enzimático gravimétrico, segundo a AOAC (2000).

O teor de carboidrato foi obtido por diferença, subtraindo-se de 100 a somatória das porcentagens de umidade, proteína, cinzas e extrato etéreo. (TACO, 2006).

As amostras foram analisadas quanto ao teor de minerais em extratos obtidos mediante a digestão nitroperclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme método descrito por Sarruge & Haag (1979) e Malavolta et al. (1989).

O nitrogênio não-protéico foi determinado no sobrenadante obtido após a precipitação das proteínas com ácido tricloroacético (TCA) 5%, conforme método indicado por Campos et al. (2004).

### **2.1.2 Fracionamento da proteína da farinha desengordurada**

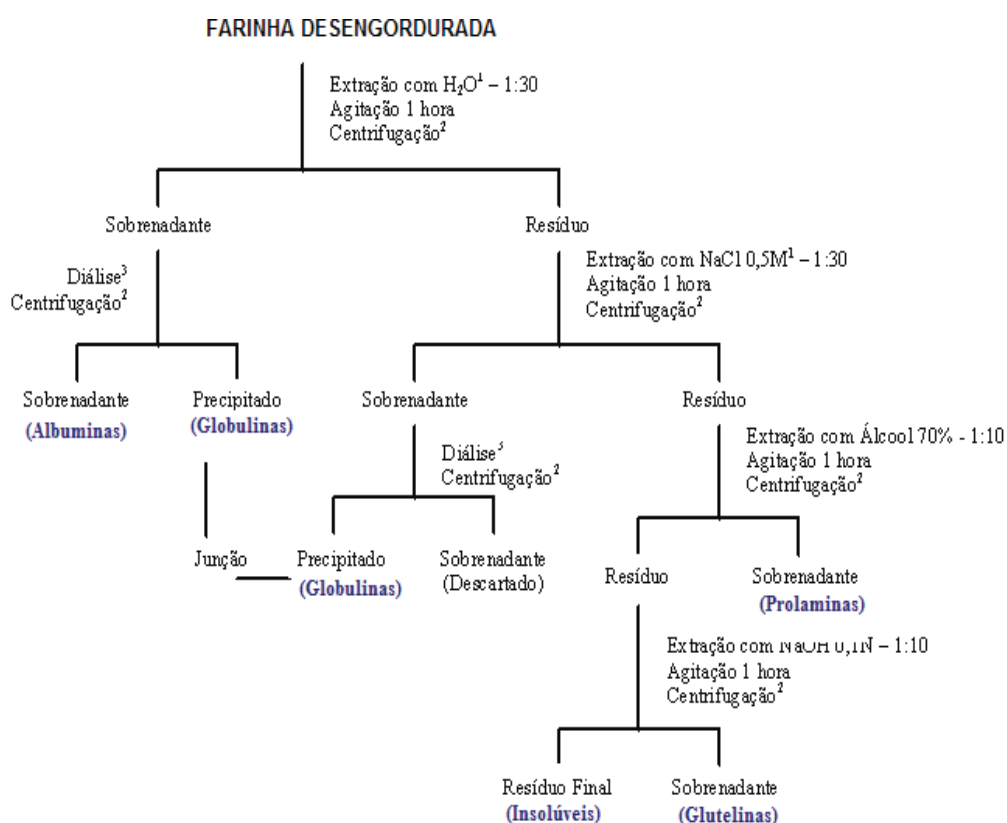
A farinha desengordurada foi obtida por meio de dupla extração lipídica com n-hexano na proporção 1:5 (m:v), sob agitação por período de 2 horas à temperatura ambiente, seguindo-se a secagem em estufa com circulação de ar à 35 °C para a retirada do solvente. A farinha obtida foi padronizada em tamis de 60 mesh e, então acondicionada em vidros com tampas herméticas.

A extração das frações foi realizada adotando-se o critério de solubilidade em diferentes sistemas extratores, baseado no procedimento de Osborne & Voogt (1978), com algumas modificações. A farinha desengordurada foi dispersa em água, com ajuste de pH em torno de 7,0, na proporção massa:volume 1:30, submetida à agitação mecânica durante uma hora e centrifugação à 15.000 rpm durante 40 minutos. O sobrenadante foi dialisado em membranas com poros de cerca de 10 kDa, por 24 a 36 horas, contra água destilada até visualização de precipitado, sendo observadas sete trocas de água destilada para manutenção da pressão osmótica. Após



centrifugação (15.000 rpm por 40 minutos) foram separadas as frações albuminas (sobrenadante) e globulinas (precipitado). O resíduo foi novamente extraído nas mesmas condições. Para aumentar o rendimento da extração de albuminas e globulinas, os procedimentos de agitação e de centrifugação foram repetidos duas vezes cada. O resíduo da extração salina foi disperso em solução alcoólica a 70%, submetido à agitação mecânica por uma hora e centrifugação, sendo então obtida no sobrenadante a fração prolamina. O resíduo foi disperso em solução de NaOH 0,1 N, submetido à agitação e centrifugação, obtendo-se assim a fração glutelina e o resíduo final, o qual contém proteínas insolúveis nos solventes utilizados.

Os percentuais de proteína extraídas em cada fase foram calculados tomando-se como base a proteína total da farinha e quantificados por meio da determinação nitrogênio total de cada fração pelo método de semi-micro Kjeldahl (AOAC, 2000) (método n. 928.08). O procedimento descrito está representado na Figura 1.



**Figura 1** - Procedimento de extração e isolamento das frações proteicas da farinha de folhas de *Moringa oleifera*. 1 - ajuste de pH ~7,0; 2 - centrifugação a 15.000.rpm por 40minutos, 6 a 8 °C; 3 - diálise contra H<sub>2</sub>O destilada, durante 24 a 36 horas, 6 e 8 °C.

### 2.1.3 Digestibilidade in vitro da proteína

A determinação do percentual de hidrólise enzimática da proteína de folhas de *Moringa oleifera* foi realizada após tratamento térmico a 121 °C por 15 min., com dodecil sulfato de sódio (SDS) e 2-mercaptoetanol (Me). As proteínas foram hidrolisadas com sequência de enzimas pepsina e pancreatina, como descrito por Akeson & Stahman (1964).

A porcentagem de hidrólise (%H) de cada amostra foi calculada como porcentagem do nitrogênio solúvel comparado ao nitrogênio total da amostra, pela fórmula:

$$\%H = \frac{Na - (Nba + Nbe)}{NT} \times 100$$

Onde: Na = Nitrogênio solúvel da amostra; Nba = Nitrogênio solúvel do branco; Nbe = Nitrogênio solúvel da enzima; NT = Nitrogênio total.

### 2.1.4 Carotenóides

As etapas de extração, saponificação, separação e identificação dos carotenóides foram realizadas conforme descrito por Rodriguez-Amaya (1999) com adequações às amostras de folhas de moringa. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Análises de Alimentos da FCFAR/UNESP – Araraquara.

### 2.1.5 Atividade dos inibidores de tripsina

Foi determinada conforme o procedimento de Kakade et al. (1969), utilizando-se N $\alpha$ -benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPNA) como substrato para tripsina. Uma Unidade de Tripsina (UT) foi definida como o aumento de 0,01 unidade de absorvância a 410 nm por 100 mL do meio de reação, e os resultados foram expressos como Unidades de Tripsina Inibida (UTI) por miligrama de amostra (UTI.mg de amostra<sup>-1</sup>).

### 2.1.6 Nitrato

A determinação do teor de nitrato foi realizada conforme método descrito por Mantovani et al. (2005).

### **2.1.7 Ácido oxálico**

O ácido oxálico da amostra seca foi extraído a quente, precipitado e quantificado por meio da titulação com permanganato de potássio seguindo o método descrito por Loures & Jokl (1990).

### **2.1.8 Glicosídeos cianogênicos**

O teor de glicosídeos cianogênicos foi determinado conforme o descrito Williams (1990).

### **2.1.9 Taninos totais**

A determinação do teor de taninos totais presentes em amostras de extrato metanólico da farinha da folha de *Moringa oleifera* foi feita por meio de espectroscopia na região do visível utilizando o método de Joslyn (1970), e os resultados expressos em equivalente de ácido tânico.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Composição centesimal da farinha de folhas de *Moringa oleifera***

Os resultados obtidos para a composição química e de minerais da farinha liofilizada de *Moringa oleifera* estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores para composição química e para minerais da farinha de folhas de *Moringa oleifera*

<b>Nutrientes</b>	<b>Quantidade (g.100g<sup>-1</sup>)</b>
Umidade	9,0 ± 0,17
Proteína	28,65 ± 0,04
Extrato etéreo	7,09 ± 0,43
Cinzas	10,9 ± 0,8
Fibra total	10,9 ± 0,37
Carboidratos	33,37
<b>Minerais</b>	<b>(mg.100g<sup>-1</sup>)</b>
Cálcio	2,97
Magnésio	1,9
Zinco	1,58
Potássio	4,16
Ferro	103,12
Cobre	3,38

O teor médio de proteína bruta (nitrogênio) presente na farinha foi de 28,65%, e aproximou-se dos valores citados por Gopalan (1994) (27,2%) e Moyo et al. (2011) (30,3%). O conteúdo proteico das folhas pode variar de acordo com a idade fisiológica e a origem botânica, com teores entre 20 a 25 % da matéria seca (MOURA et al., 2010). Os estudos realizados na Nicarágua, Bangladesh e Índia indicaram teores de proteínas (base seca) para as folhas de moringa, respectivamente, de 25,1 %, 29,0 % e 26,4 % (MOURA et al, 2009).

Entretanto, os valores apresentaram-se superiores, quando comparados aos teores proteicos de folhas não-convencionais. Silva et al. (2001) obtiveram 17,92 % para taioba, 18,46 %, para a serralha, 24,73 % para ora-pró-nobis e, em folhas de cenoura Pereira et al. (2003) obteve 15,2 % e Modesti (2006) encontrou para folhas de mandioca 14,55 % de proteína.

Quanto ao teor de extrato etéreo o valor obtido aproximou-se do encontrado (6,50%) por Moyo et al. (2011), e apresentou-se superior quando

comparados com as folhas de couve (3,55%), cenoura (3,55%), mandioca (2,01%) e brócolis (0,42%) avaliados Rocha et al. (2008).

A porcentagem de fibra nas folhas da *Moringa oleifera* (10,99%) aproximou-se do teor de 11,4% obtido por Moyo et al. (2011), e superior ao 7,48 % obtido por Brito & Teixeira (2009). Considerando outras fontes alimentares usualmente consumidas, como acelga, agrião, brócolis e alface com teores aproximados a 3% (TACO, 2006), a moringa pode ser considerada uma importante fonte deste nutriente.

A composição em Ca, Mg, Zn e Cu se assemelhou a obtida por Moyo et al. (2011), com destaque para o ferro, uma vez que este é fundamental para o combate da anemia. Em comparação a outros vegetais os teores de minerais das folhas de moringa apresentaram-se superiores aos encontrados para os brócolis (0,5 %) e couve (0,3%) (TACO, 2006).

O alto teor em carboidrato é indicativo de vegetal potencialmente energético (MOURA et al., 2009), e os resultados obtidos para a composição podem ser comparados aos encontrados por Silva et al. (2011) em folhas de *Moringa oleifera* (base seca) com teores de 11,1 % de umidade, 5,0 % para extrato etéreo, 8,0 % para cinzas e 48,3 % para carboidratos.

### 3.2 Fracionamento da proteína

Os valores obtidos para extração e fracionamento sequencial da proteína das folhas de *Moringa oleifera* estão descritos na Tabela 2. A extratibilidade das proteínas foi 9,2 %, representando a albumina 3,13 % e a globulina 0,45 % da proteína total da farinha. A glutelina correspondeu 3,45 % e a prolamina 2,16 %.

Considerando o teor de 14,28% para o nitrogênio não proteico, o valor real de nitrogênio proteico na farinha desengordurada foi de 276,76 mg proteína.g<sup>-1</sup>. Após o fracionamento das proteínas observou-se que no resíduo final permaneceram insolúveis 70,1 % das proteínas totais (194,01 mg proteína.g<sup>-1</sup>). Assim, neste estudo apesar da folha de *Moringa oleifera* conter quantidade considerável de proteína bruta, esta se apresentou majoritariamente insolúvel.

**Tabela 2** - Composição das frações protéicas da farinha de folhas *Moringa oleifera*.

Frações	Proporções de proteína	
	mg.g <sup>-1</sup> de farinha <sup>1</sup>	(%)
Farinha desengordurada	322,40±1,51	100
Globulina	1,44±0,32	0,45±0,10
Albumina	10,08±1,19	3,13±0,37
Glutelina	11,11± 0,27	3,45±0,08
Prolamina	6,95±0,16	2,16±0,05
Proteína insolúvel	226,01±3,17	70,1±0,98

<sup>1</sup>Resultados representam média ± desvio padrão de três determinações.

É importante destacar que se trata de uma folha, com percentual de proteína maior do que alguns alimentos como feijão caupi (24,5 %), milho (10,3 %), e ainda com porcentagem superior a 25 % quando comparada ao ovo e leite (CHIARELLO et al., 1996).

No fracionamento da proteína é importante ser consideradas as variáveis que interferem na extração do nitrogênio total em virtude da espécie vegetal, dos métodos e das condições de extração. De acordo com Sgarbieri (1979), as porcentagens de extração são dependentes da temperatura, tipo e pH do solvente, dada a influência dos mesmos na solubilidade das proteínas. E ainda, a extração das proteínas foliares depende em grande parte do grau de desintegração celular para liberar as proteínas contidas nos diferentes compartimentos celulares. O rompimento celular se dá por três maneiras: impacto, corte e aplicação de pressão diferencial ou pela combinação dos princípios, dependendo do equipamento a ser desenhado para essa finalidade (SGARBIERI, 1996). Neste contexto, Moura et al. (2010) estudaram a eficiência de métodos para a obtenção de concentrados proteicos a partir de folhas de *Moringa oleifera*. O rendimento de extração proteica obtido por precipitação isoelétrica foi de 73 %, enquanto que o obtido por fermentação foi de 78,40 %, e em ambas as metodologias a quantidade de proteína extraída foi muito superior ao procedimento adotado no presente trabalho. Os autores concluíram que os dois métodos avaliados apresentaram resultados

satisfatórios, podendo ser eficazmente utilizados na produção de concentrados proteicos de folhas de *Moringa oleifera*.

Considerando outra fonte vegetal, Ferri (2006) obteve valores de 73,71 % e 67,40 % para proteínas extraídas de folhas de mandioca frescas, utilizando a precipitação isoelétrica e fermentação, respectivamente.

### **3.3 Digestibilidade *in vitro* da proteína**

Os percentuais de hidrólise da proteína da farinha desengordurada da *Moringa oleifera* aquecidas e os percentuais de digestibilidade em relação à caseína estão descritos na Tabela 3.

A porcentagem de hidrólise da proteína da farinha das folhas (31,83 %) apresentou-se inferior ao da caseína (95,61 %). O valor nutricional destas folhas, bem abaixo ao de outras proteínas alimentícias pode estar relacionado à resistência intrínseca das mesmas à hidrólise enzimática e à presença de compostos termo resistentes como os taninos, os quais têm habilidade para se complexarem com proteínas tornando-as indisponíveis à hidrólise, conforme citado por Carvalho (1996) ao relacionar o baixo valor nutricional das proteínas do feijão. Corrêa et al. (2004) verificaram que a remoção de polifenóis da farinha da folha de mandioca com água, etanol e hidróxido de amônio, proporcionou aumento na digestibilidade de 22,93 para 74,37 %.

**Tabela 3** - Digestibilidade *in vitro* da farinha desengordurada de *Moringa oleifera* tratada com dodecil sulfato de sódio (SDS), 2-mercaptoetanol (Me) e aquecimento a 121 °C por 15 min.

<b>Proteína</b>	<b>% Hidrolise</b>	<b>Digestibilidade (%)<sup>1</sup></b>
Caseína (Padrão)	95,61± 0,14	100
Farinha desengordurada	31,83 ± 0,12	33,29±0,31
Dodecil sulfato de sódio (SDS)	39,45±0,28	41,40±0,19
2-mercaptoetanol (Me)	29,45±0,31	30,90±0,12
Aquecimento (121 °C/15min.)	54,99±0,62	56,33±0,31

<sup>1</sup>Em relação à caseína. Valores representam médias ± desvio padrão de ensaios em triplicata.

O aquecimento elevou em 69,21 % o valor da digestibilidade em relação à farinha crua, e em 57,51 % considerando a proteína padrão. O aumento na susceptibilidade à proteólise, após o tratamento térmico, tem sido atribuído às alterações estruturais, induzindo ao rompimento das estruturas terciárias e quaternárias das proteínas, favorecendo a ação enzimática.

A adição de dodecil sulfato de sódio (SDS) teve pequena influência na hidrólise com melhora em 8,11 % na digestibilidade, enquanto que o Me não melhorou as porcentagens de hidrólise. A adição de SDS teve o intuito de provocar desnaturação e/ou interação proteína com outros componentes que seriam responsáveis pela insolubilidade proteica. Assim, é provável que a proteína da folha não seja considerada de boa qualidade nutricional, como observado nos estudos de digestibilidade, onde se verificou baixa hidrólise pelas enzimas do trato digestório. Entretanto, há necessidade de estudos *in vivo* para melhor avaliação de uma possível indicação como fonte proteica na alimentação.

Os resultados deste trabalho encontram-se em desacordo com os de Becker (1995) e Sánchez (2004), que ao avaliarem folhas frescas de *Moringa oleifera* observaram valor para a digestibilidade *in vitro* da proteína de 79 %.

Para a farinha (MELO et al., 2005) e para concentrado proteico (MODESTI, 2006) obtidos de folhas de mandioca a digestibilidade *in vitro* foi



avaliada em 28 %, enquanto que Ferreira et al. (2009) encontraram variação de 43 a 55 %, dependendo das cultivares de mandioca analisadas.

### 3.4 Carotenóides em folhas de *Moringa oleifera*

Na Tabela 4 estão relacionados os carotenóides isolados e suas principais características.

Dentre os carotenóides identificados o  $\beta$ -caroteno e luteína se destacaram como os principais, apresentando concentrações, respectivamente de 161,0 e 47,0  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de folha, com seus equivalentes valores de vitamina A expressos em ER/100g ( $\mu\text{g}$  de retinol. $100^{-1}$ ) de matéria seca de 2683 e 391,67. De acordo com Foild et al. (2001) as xantinas (neoxantinas 219  $\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ , vioxantina 76,5  $\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) também estão entre os carotenóides presentes em folhas de *Moringa oleifera*. O valor de  $\beta$ -caroteno encontrado por Lako et al. (2007) em folhas de *Moringa oleifera* cozida a vapor foi 340  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  e para folhas ferventadas foi de 280 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

**Tabela 4** - Principais características dos carotenóides isolados de folhas de *Moringa oleifera*.

Carotenóide	$\lambda$ max (nm)	%III/II	Rf CCD
Neoxantina	447 474 546	28,57	0,98
Violaxantina	469 534 537	46,15	-
$\beta$ -criptoxantina,	415 442 470	59,00	-
Epóxido de $\beta$ -caroteno	417 440 469	80,50	-
$\beta$ -caroteno	420 442 471	60,00	-
Luteína	469 530 533	44,40	-

Os resultados obtidos, particularmente o de  $\beta$ -caroteno nas folhas de *Moringa oleifera*, apresentaram-se bastante elevados, quando comparados com resultados de outras fontes alimentares de origem vegetal. Entre os carotenoides avaliados em vegetais folhosos ou não folhosos por Rodriguez-Amaya et al. (2008), de modo geral, a luteína, o  $\beta$ -caroteno, a violaxantina e a

neoxantina foram os principais. Em polpas de frutas da região Amazônica a composição em carotenóides variou de 16,5 a 98,7  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno. $\text{g}^{-1}$  (MARINHO & CASTRO, 1999), e em tucumã *in natura* e polpa desidratada Yuyama et al. (2008) obtiveram valores médios de  $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) de 102,86 e 120,63, respectivamente. Murkovic et al. (2002) avaliando espécies de abóboras austríacas afirmaram que na *Cucurbita maxima* foram encontrados valores de 1,4 a 7,4  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  de  $\beta$ -caroteno e de 0,8 a 17  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  de luteína.

Os resultados da determinação de luteína nas folhas de *Moringa oleifera* foram maiores do que os encontrados por Nachtigall et al. (2007) em hortaliças, as quais apresentaram valores de 35,1; 26,9; 26,6 e 7,6  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  para couve, almeirão, acelga e brócolis, respectivamente. Neste mesmo estudo, a rúcula foi a única dentre as hortaliças estudadas, que apresentou teor de luteína (51,2  $\mu\text{g}/\text{g}$ ) superior ao valor encontrado nas folhas de *Moringa oleifera*.

Os carotenóides presentes na folha de *Moringa oleifera* podem contribuir para a conservação natural dos alimentos, a exemplo do que ocorre na Índia e Filipinas, onde as folhas frescas são usadas para preservar alimentos contra a oxidação (SIDDHURAJU & BECKER, 2003).

### 3.5 Substâncias antinutricionais

Os resultados obtidos (Tabela 5) demonstraram que a farinha de folhas de *Moringa oleifera* possui baixos teores das substâncias antinutricionais analisadas.

**Tabela 5** - Substâncias antinutricionais presentes na farinha liofilizada de folhas de *Moringa oleifera*.

<b>Substâncias antinutricionais</b>	<b>Quantidade</b>
Taninos totais	20,60 mg.g <sup>-1</sup>
Inibidores de tripsina	1,45 UTI.g <sup>-1</sup>
Nitrato	17,0 mg.g <sup>-1</sup>
Ácido oxálico	10,5 mg.g <sup>-1</sup>
Glicosídeos cianogênicos	ausência

UTI – Unidades de tripsina inibida

Os valores aproximaram-se dos obtidos por Ferreira et al. (2008) que verificaram baixas quantidades de taninos (12 mg.g<sup>-1</sup> MS) e ausência dos glicosídeos cianogênicos nas folhas da *Moringa oleifera*. O teor de ácido oxálico apresentou-se inferior ao espinafre (822 mg) citado por Franco (1986), e os inibidores de tripsina foram bem menos ativos do que os da soja (107,22 UTI.mg<sup>-1</sup>) avaliados por Silva et al. (1999).

Quando comparados com folhas de taiobas, as quais são consideradas fontes não convencional de nutrientes, onde foram verificados os valores: 85,67 mg.100 g<sup>-1</sup> de ácido oxálico, 613,36 mg.100 g<sup>-1</sup> de nitrato, 2,14 UTI.mg<sup>-1</sup> de inibidores de tripsina e 1% de fenólicos (RIOS et al. , 2001), pode-se constatar a baixa atividade destas substâncias presentes nas folhas da *Moringa oleifera*.

#### 4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado e pelos resultados obtidos é possível concluir que:

- a folha de *Moringa oleifera* contém alto teor em lipídeos, entre os minerais tem destaque o ferro e como os principais carotenóides identificados o β-caroteno e luteína, além de apresentar baixos teores das substâncias antinutricionais, o que pode ser ingerida sem prejuízo nutricional,

- a farinha da folha de *Moringa oleifera* pode ser indicada como fonte de fibra, sendo uma alternativa para suplementação deste nutriente em produtos alimentícios,

- apesar da folha de *Moringa oleifera* conter quantidade considerável de proteína bruta, esta se apresenta majoritariamente insolúvel e com baixa digestibilidade *in vitro*, mesmo após o tratamento térmico e a ação de agentes químicos,

- são necessários estudos *in vivo* para melhor avaliação da provável indicação como fonte proteica na alimentação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKESON, W.R.; STAHPMAN, M.A. A pepsin-pancreatin digest index of protein quality evaluation. **J. Nutr.**, v.83, p.257-261, 1964.

AOAC – ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17ed. Arlington: AOAC Inc., v.1 e v.2, 2000.

BECKER, K. Studies on utilization of *Moringa oleifera* leaves as animal feed. Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics (480). University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 1995. 15p.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S.; Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Hortic. Brasil.**, v.22, n.2, p.295-299, 2004.

BRITO, T.M.L.; TEIXEIRA, E.M.B. Teor de cálcio do pó de folhas secas da *Moringa oleifera* Lam. Resumos. **ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA**. 2009. Aracaju – Sergipe.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CARVALHO, M.R.B. **Caracterização físico-química parcial e avaliação de propriedades antinutricionais dos inibidores de tripsina-quimotripsina do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L) IAC-Carioca 80 SH**. 1996. 148p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP.

CHIARELLO et al. As proteínas de folhas de mandioca: aspectos fisiológicos, nutricionais e importância tecnológica. **Bol. CEPPA.**, v.14, n.2, p.133-148, 1996.

CORRÊA, A., SANTOS, S., ABREU, C.M.P., JOKL, L.; SANTOS, C. Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciên. Tecn. Alim.**, v.24, n.2, p. 159-164, 2004.

FERREIRA, A.L.; SILVA, A.A.F.; PEREIRA, L.G.R.; et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

FERREIRA, P.M.P.; FARIAS D.F.; OLIVEIRA, J.T.A; CARVALHO, A.F.U. *Moringa oleifera* : compostos bioativos e potencialidade nutricional. **Rev. Nutr.**, v.21, n.4, p.431-437, 2008.

FERRI, P. **Extração de proteínas de folha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para obtenção de concentrado protéico.** 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Cascavel, PR.

FOILD, N, MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. **The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses.** Proceedings of the 1th Workshop What Development Potential for Moringa Products 2001 Oct; Dar es Salaam, Tanzania; 2001.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 7. ed. Rio de Janeiro: Atheneu. 1986.

GOPALAN, C. Micronutrient malnutrition in SAARC, **Boletín del NFI.** India, 1994.

JOSLYN, M.A. **Methods in food analysis: physical, chemistry and instrumental methods of analysis.** 2ª Ed. New York, Academic Press, 1970 . 845p.

KAKADE, M.L.; SIMONS, N.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs synthetic substrates for measuring the antitryptic active of soybean samples. **Cereal Chem.**, v. 46, p.518-526, 1969.

LAKO, J.; TRENERRY, V.C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. **Food Chem.**, v.101, p.1727-1741, 2007.

LOURES, A.; JOKL, L. Microtécnica para determinação de ácido oxálico em folhas e derivados. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS**, 6, Curitiba, 1990. Resumos. Curitiba. 1990. p.59.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação de estado nutricional de plantas.** Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.

MANTOVANI, J.R.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARBOSA, J.C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesq. Agrop. Brasil.**, v.40, n.1, p.53-9, 2005.

MARINHO, H.A. CASTRO, J.S. Carotenóides e valor de pró-vitamina A em frutos da região Amazônica: pajurá, piquiá, tucumã e umari. 1999. Disponível em:

<[http://www.ufpel.edu.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/tecnologia\\_de\\_alimentos/301.htm](http://www.ufpel.edu.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/tecnologia_de_alimentos/301.htm)>. Acesso em: 15 jun. 2012.

MELO, E.A.; MANCINI-FILHO, J.; GUERRA, N.B.; MACIEL, G.R. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciên. Tecn. Alim.**, v.23, p.195-199, 2005. Suplemento.

MODESTI, C. F. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos.** 2006. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração Agroquímica e Agrobioquímica) .Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

MOURA, A.S.; SOUZA, A.L.G.; OLIVEIRA JUNIOR, A.M.; SILVA, M. L. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da *Moringa oleifera* Lamarck. **Resumos. ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA.** 2009. Aracaju – Sergipe.

MOURA, A.S.; FARIAS, V.; SOUZA, A.L.G.; OLIVEIRA JUNIOR. A.M.; SILVA G.F. Estudo da eficiência de métodos de obtenção de concentrados protéicos a partir de Moringa (*Moringa oleifera* Lamarck). **Resumos. ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA.** 2010. Aracaju – Sergipe.

MOYO, B., MASIKA, P.J., HUGO, A.; MUCHENJE, V. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. **African J. Biotechn.**, v.10, n.60, p.12925-12933, 2011.

MURKOVIC, M.; MÜLLEDER, U.; NEUNTEUFL, H. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. **J. Food Comp. Anal.**, v.15, n.1, p.633-638, 2002.

NACHTIGALL, A.M.; STRINGHETA, P.C.; FIDELIS, P.C.; NACHTIGALL, F.M. Determinação do teor de luteína em hortaliças. **Bol. CEPPA**, v.25, n.2, p.181-192, 2007.

NEVES, V.A.; SILVA, M.A.; LOURENÇO, E.J. Caracterização e hidrólise *in vitro* da globulina principal de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), var. IAC-Marrocos. **Ciênc. Tecn. Alim.**, v.24, n.1, p.139-145, 2004.



OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. p.47/156-158.

PALITZA, K. Árvore milagrosa como um supermercado ao ar livre. 2012. Disponível em <http://envolverde.com.br/noticias/arvore-milagrosa-como-um-supermercado-ao-ar-livre/>. Acesso em: 09 mar. 2012.

PEREIRA, G.I.S.; PEREIRA, R.G.F.A.; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS A.R. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciênc. Agrotec.**, v.27, n.4, p.852-857, 2003.

RIOS, A.O.; PINTO, N.A.D.; CORRÊA, A.D.; CARVALHO, V.D. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schoot). **Ciênc. Agrotec.**, v.25, n.3, p.601-604, 2001.

ROCHA, S.A.; LIMA G.P.P.; LOPES, A.M.; et al. Fibras e lipídios em alimentos vegetais oriundos do cultivo orgânico e convencional. **Rev. Simbio-Logias**, v.1, n.2, p.1-9, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods**. Washington: ILSI Press. 1999. 64p

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M.; GODOY, H.T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoids composition. **J. Food Compos. Anal.**, v.2, p.445-463, 2008.

SANCHÉZ, N.R. Marango: cultivo y utilización en la alimentación animal; Guía Técnica no. 5; diep – Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. 2004.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 27p.

SGARBIERI, V.C. Propriedades físico-químicas e nutricionais de proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris*,L.) var. Rosinha G2. Campinas, 1979. 207p. **Tese (Livre-Docência)** - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos:** propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Editora-Livraria Varela, 1996. 517p.

SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam) leaves. **J. Agric. Food Chem.**, v.51, n.8, p.2144-55, 2003

SILVA, A.R.; KERR, W.E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil.** Uberlândia: UFU/DIRIU, 1999, 95 p.

SILVA, M.C.; ROCHA, C.R.; SILVA, T.M.; SILVA, M.R.; PINTO, N.; ANDRADE, V.D. **Teores de proteínas e fibras das folhas de taioba, ora-pro-nobis, serralha e mostarda coletadas no município de Diamantina.** CNPq/UFVJM, 2001.

SILVA, M.J.M.; PATERNIANI, J.; EUCLIDES, S; FRANCISCO, A.R.; Aplicação de sementes de *Moringa oleifera* como auxiliar de pré-filtração em sistemas de filtração em múltiplas etapas. Resumos. **ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA.** 2011. Aracaju – Sergipe.

SOUZA, A.A.; MENEZES, P.B.S.; XAVIER-FILHO, L. RODRIGUES, S.A. Atividade antimicrobiana da resina e do extrato do mesocarpo dos frutos de *Moringa oleifera* Lam. Resumos. **ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA.** 2009. Aracaju – Sergipe.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA-UNICAMP.** – Versão II. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 105p.

YUYAMA, L. K. O. et al. Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Ciênc. Tecn. Alim.** n.28, v.4, p.929-934, 2008.

WILLIAMS, S. (Ed.). **Hydrocyanic acid in beans, alkaline titration method.** In: Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington: AOAC,1990. 1213p.

### CAPÍTULO 3. CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUER ELABORADO COM FOLHA DE *Moringa oleifera* COMO ANTIOXIDANTE NATURAL

#### RESUMO

Os compostos naturais apresentam-se com potencial para substituir os sintéticos na prevenção dos processos oxidativos em carnes e derivados, devido à fácil aceitação pelos consumidores. O objetivo deste trabalho foi verificar a ação antioxidante das folhas de *Moringa oleifera* em hambúrguer. Foram processadas seis formulações de hambúrguer adicionadas de farinha de folha de *Moringa oleifera* (0,0; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25%) e uma com antioxidante sintético propil galato (0,01%). Os produtos foram analisados quanto à composição química com determinações de umidade, proteína, fibra alimentar, lipídeos, cinzas, carboidratos e calorias. As análises microbiológicas e teste de aceitação foram realizados no início (um dia) e aos 120 dias de armazenamento a -18 °C. A determinação de pH, medidas de cor e TBARS foram realizadas com: 1, 30, 60, 90, 120 dias. Todas as amostras apresentaram características físicas, químicas e microbiológicas de acordo com a legislação nacional vigente, tendo destaque o teor em fibras nos produtos elaborados com as maiores concentrações de folhas (3,45% 3,57% e 3,61%). As medidas de pH ficaram compreendidas entre 5,48 e 5,90 e a intensidade de amarelo foi maior nos produtos elaborados com a moringa. A adição de farinha de folhas de *Moringa oleifera* não preveniu a oxidação com valor máximo de 0,571mg.MDA.Kg<sup>-1</sup>. As análises sensoriais demonstraram que houve boa aceitação dos hambúrgueres, com médias entre 6,83 (formulação com 0,25 %) a 7,51(formulação com 0,1%). Conclui-se que o produto elaborado pode ser considerado rico em fibras, e embora não tenha sido verificado efeito antioxidante da farinha das folhas durante o armazenamento, a sua inclusão não prejudicou a aceitação do hambúrguer.

**Palavras-chave:** análise sensorial, armazenamento, fibra, oxidação lipídica

## **SUMMARY**

The natural compounds present potential to replace synthetics in the prevention of oxidative processes in meat and meat products due to the easy acceptance by consumers. The objective of this study was to evaluate the antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves in hamburgers. Six hamburger formulations were processed added with *Moringa oleifera* leaf flour (0.0, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.25%) being one with a synthetic antioxidant and propyl gallate (0.01%). Products were analyzed for chemical composition with determinations of moisture, protein, dietary fiber, fat, ash, carbohydrates and calories. Microbiological and acceptance testing were performed at baseline (one day) and 120 days of storage at -18C. PH determination, color measurements and TBARS were carried out at 1, 30, 60, 90, 120 days. All samples showed physical, chemical, and microbiological composition in accordance with the existing national law, especially the fiber content in products made with the highest concentrations of leaves (3.45%, 3.57% and 3.61%). PH measurements were between 5.48 and 5.90 and the yellow intensity increased in the products elaborated with Moringa. The addition of Moringa leaf flour did not prevent oxidation being maximum 0.571 mg.MDA.Kg<sup>-1</sup>. The sensory analysis showed that there was good acceptance of hamburgers made with Moringa, with averages between 6.83 (0.25%) and 7.51 (0.1%). We concluded that the product produced can be considered rich in fiber, and although antioxidant effect of flour leaves has not been verified during storage, its inclusion did not hinder acceptance of hamburgers.

**Keywords:** sensory analysis, storage, fiber, lipid oxidation

## 1. INTRODUÇÃO

Considerando a demanda cada vez maior por produtos alimentícios, principalmente para aqueles com proteína de alto valor biológico e valor tecnológico agregado e de baixo custo, a inserção de produtos vegetais constitui-se numa alternativa promissora. O potencial da folha de *Moringa oleifera* ainda é pouco explorado no Brasil, e o desenvolvimento de novos produtos com boa apresentação e palatabilidade favorecerá a divulgação e o consumo desse vegetal pela população.

Quanto aos aspectos de saúde, as inúmeras alterações nos hábitos alimentares proporcionaram o consumo de produtos industrializados, dentre eles os hambúrgueres produzidos pelas redes de restaurantes “fast food”. Porém, os consumidores estão cada vez mais atentos aos alimentos com qualidade, livres de conservantes e aditivos químicos. Nesta perspectiva, os alimentos vegetais, como as especiarias, recebem grande ênfase em um possível uso racional na linha de produção de indústrias alimentícias, por conferir sabores agradáveis e por apresentarem compostos antioxidantes como os carotenóides, tocoferóis, polifenóis, vitamina C, catequinas entre outros (KAUR & KAPOOR, 2001; CASTENMILLER et al., 2002; JAVANMARDI et al., 2003).

A ação antioxidante de vários vegetais foi avaliada em sistemas alimentares como o extrato de alecrim comercial em carne bovina (WONG et al., 1995) e peixes (BOYD et al., 1993), comparando a eficiência contra a oxidação com os respectivos antioxidantes comerciais, BHA,  $\alpha$ -tocoferol e TBHQ. O orégano preservou a composição em ácidos graxos e valores de TBARS (ácido tiobarbitúrico) em filés de sardinha (PIEADADE et al., 2007) e em “hambúrguer” de carne mecanicamente separada de tilápia (ROSSATO, 2011). A adição de 0,1 % de sálvia à carne de peito de frango é comprovadamente um método eficaz para minimizar e retardar a oxidação dos lipídeos e do colesterol (MARIUTTI, 2009). O extrato de folhas de oliveira manteve a estabilidade da cor da carne bovina e a cor vermelha brilhante, características da carne fresca e impediu a oxidação lipídica (KHAYYAL et al., 2002; BOUAZIZ et al., 2008). O

extrato etanólico de folhas de *Moringa oleifera* possui atividade antioxidante (IQBAL & BHANGER, 2006; LAKO et al., 2007) e são ricas em polifenóis totais, quercetina, campferol e  $\beta$ -caroteno (LAKO et al., 2007).

Assim, existe interesse tanto da população quanto da área científica, em buscar alimentos mais saudáveis, não perdendo o padrão de qualidade nem as características sensoriais do produto que o consumidor está buscando. Em função do exposto esta pesquisa estudou a viabilidade da adição de farinha de folhas de *Moringa oleifera* como antioxidante natural em hambúrguer, com avaliações das características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, e com o acompanhamento das alterações na oxidação lipídica, na cor e pH, durante o armazenamento por 120 dias a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Formulação e elaboração do hambúrguer

Os hambúrgueres foram elaborados na seção de salsicharia do abatedouro experimental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberaba – MG.

As folhas utilizadas no preparo da farinha foram lavadas com água e sabão, higienizada com hipoclorito a 200 ppm por 15 minutos e secas em estufa com circulação e renovação de ar por aproximadamente 24 horas a  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O material foi triturado em moinho de faca, peneirado em tamis de 60 mesh, e a farinha obtida foi acondicionada em vidros com tampas herméticas.

As formulações dos hambúrgueres foram compostas de carne bovina moída (paleta) adicionada de farinha de folha de *Moringa oleifera* (0,0; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25%) e uma com antioxidante sintético propil galato (0,01%), totalizando seis formulações. Os demais ingredientes foram: sal, proteína texturizada de soja, fécula de mandioca, alho e cebola desidratados, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Formulação básica do hambúrguer contendo farinha de folha de *Moringa oleifera*.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Carne bovina (paleta)	92
Proteína texturizada de soja	4
Fécula de mandioca	2
Alho desidratado	0,5
Cebola desidratada	0,5
Sal	1
Farinha de moringa	0 a 0,25

Para o preparo dos hambúrgueres a carne bovina foi moída em disco de 10 mm e homogeneizada com os demais ingredientes em um misturador de carnes marca Jamar, seguindo-se as boas práticas de manipulação (BRASIL, 1997). Seis porções iguais de 1 kg foram reservadas e em quatro delas foram acrescentadas da farinha de folha de *Moringa oleifera*. Uma porção foi considerada formulação controle (sem adição de farinha de folha) e uma foi adicionada de propil galato. A massa pronta foi formatada manualmente em moldador de hambúrguer em 98 unidades de aproximadamente 50 g cada. Após embalagem individual em filmes de polietileno, os produtos foram mantidos congelados a -18 °C por até 120 dias.

## **2.2 Determinações analíticas**

### **2.2.1 Composição centesimal**

As porcentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas foram determinadas, em triplicada, conforme as normas da Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 2000). O teor de carboidrato foi obtido por diferença. A determinação de fibra alimentar total foi realizada pelo método descrito pela AOAC (2000). O valor energético total dos hambúrgueres foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal.g<sup>-1</sup> para proteína, 4 kcal.g<sup>-1</sup> para carboidrato e 9 kcal.g<sup>-1</sup> para lipídeo (TACO, 2006).



### **2.2.2 Oxidação lipídica**

A oxidação lipídica (TBARS) foi avaliada no hambúrguer durante o armazenamento por 1, 30, 60, 90 e 120 dias a -18 °C, pelo método de Vyncke (1970) e os resultados foram expressos em mg malonaldeído.Kg<sup>-1</sup> amostra.

### **2.2.3 Medidas de pH**

Os valores das medidas de pH foram obtidos dos hambúrgueres durante o armazenamento, utilizando-se potenciômetro digital Testo® modelo 230, com o eletrodo inserido diretamente na amostra.

### **2.2.4 Cor**

A avaliação da cor foi realizada utilizando-se o colorímetro Minolta Chroma Meter CR - 300, para as determinações dos parâmetros L\* (luminosidade), a\* (vermelho) e b\* (amarelo), nos hambúrgueres armazenados por até 120 dias.

## **2.3 Análise microbiológica**

A avaliação microbiológica dos hambúrgueres armazenados por 1 e 120 dias foram realizadas no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da FCAV/UNESP – Jaboticabal e compreendeu as seguintes análises:

- *Salmonella*: utilizando-se Agar verde brilhante/Agar bismuto sulfito seguindo as recomendações descritas no LANARA (1981);
- Estafilococcus coagulase positiva: pelo plaqueamento em Agar Baird Parker (BPA) seguido de incubação a 35 - 37 °C por 24 horas (APHA, 1992);
- Determinação do número mais provável de coliformes totais e fecais ou termotolerantes seguindo-se o descrito pela APHA (1992).

## **2.4 Análise sensorial**

A análise sensorial dos hambúrgueres armazenados por 1 e 120 dias foram realizadas no laboratório de Alimentação e Nutrição do IFTM - Campus Uberaba – MG, utilizando-se o teste de aceitação. Os hambúrgueres congelados foram grelhados em chapa antiaderente previamente aquecida e untada com fio de óleo de girassol, e com exposição ao calor por 4 minutos de cada lado. Foram, então, cortados em oito pedaços, envolvidos em papel alumínio e mantidos em caixa térmica até o momento da análise. Foi utilizado a escala hedônica estruturada com nove pontos (1 - "desgostei muitíssimo" a 9- "gostei muitíssimo") (Anexo 1), e uma equipe de 80 julgadores (STONE & SIDEL, 1993), com idade entre 14 e 60 anos.

As amostras foram apresentadas em forma monádica, codificadas em três dígitos, em cabines individuais, e os atributos avaliados foram aparência, cor, sabor, textura e impressão global.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas/UNESP – Araraquara - Parecer Nº 32/2011 (Anexo 2).

## **2.5 Análise estatística**

Os resultados obtidos nas análises de TBARS, medidas de pH, cor e teste de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos resultados de TBARS e cor foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas considerando-se os efeitos principais dos tratamentos (concentrações de antioxidantes) e secundários os períodos de armazenamento, bem como a interação entre os efeitos principais versus período. As análises estatísticas foram executadas por meio do software AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (BARBOSA & MALDONADO, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros químicos e físicos do hambúrguer

##### 3.1.1 Composição centesimal

A composição centesimal dos hambúrgueres encontra-se na Tabela 2. Não houve diferença significativa entre os produtos quanto aos teores de proteína e cinza. O teor de fibra dos hambúrgueres elaborados com 0,15 a 0,25% de folhas de *Moringa oleifera* foram superiores aos demais, apresentando-se como um produto em potencial para aumentar a ingestão de fibra alimentar. O maior teor em lipídeos foi verificado para a formulação com 0,10% (7,3%) de farinha de folhas o que refletiu em um produto mais calórico. A adição de *Moringa oleifera* nas proporções de 0,15 a 0,25% consiste em uma alternativa para elaboração de produtos com menor valor calórico, o que está associado aos teores de carboidrato e fibra alimentar destas formulações.

De acordo com Dreher (1995) um alimento com teor de 2 a 3% de fibras pode ser considerado uma boa fonte deste nutriente. A portaria nº27 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, (BRASIL, 1998) estabelece no regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, que um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando apresentar no produto pronto 3 g.100g<sup>-1</sup>.

**Tabela 2** - Composição química (%), valores de F e coeficiente de variação (CV) de hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera*.

Formulações	Umidade	Proteína	Fibras	Lipídeo	Cinza	Carboid.	Calorias
Controle	68,62 <sup>a</sup>	20,43	2,26 <sup>b</sup>	6,64 <sup>c</sup>	0,67	1,38 <sup>ab</sup>	146,99 <sup>bc</sup>
Propil galato	66,91 <sup>c</sup>	21,74	2,28 <sup>b</sup>	6,90 <sup>bc</sup>	0,64	1,50 <sup>a</sup>	155,10 <sup>a</sup>
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	67,30 <sup>bc</sup>	21,12	2,20 <sup>b</sup>	7,30 <sup>a</sup>	0,62	1,44 <sup>ab</sup>	156,01 <sup>a</sup>
Moringa 0,15	66,91 <sup>c</sup>	20,68	3,45 <sup>a</sup>	6,73 <sup>bc</sup>	0,67	1,53 <sup>a</sup>	149,48 <sup>b</sup>
Moringa 0,20	67,80 <sup>abc</sup>	20,34	3,61 <sup>a</sup>	7,06 <sup>ab</sup>	0,64	0,53 <sup>b</sup>	147,10 <sup>bc</sup>
Moringa 0,25	68,34 <sup>ab</sup>	20,20	3,57 <sup>a</sup>	6,68 <sup>c</sup>	0,58	0,61 <sup>ab</sup>	143,44 <sup>c</sup>
F	10,13 <sup>**</sup>	2,87 <sup>NS</sup>	131,84 <sup>1</sup>	12,37 <sup>**</sup>	0,85	5,62 <sup>**</sup>	24,40 <sup>**</sup>
CV (%)	0,58	2,87	3,71	1,84	9,62	29,25	1,16

Média seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de *Moringa oleifera* adicionada às formulações

O regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000) preconiza como características do produto, máximo de 23% de gordura e mínimo de 15% de proteína, estando assim todas as amostras em acordo com a legislação.

### 3.1.2 Medidas de pH e TBARS

A análise de variância dos valores obtidos para pH e TBARS dos hambúrgueres, elaborados com carne bovina adicionada de farinha de *Moringa oleifera* ou propil galato e armazenados por 4 meses, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Análise de variância e valores médios para pH e TBARS (mg MDA.Kg<sup>-1</sup>) de hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera*, durante o armazenamento por 120 dias.

Fatores	Valores de F	
	pH	TBARS
Formulações (F)	4,72**	23405,89**
Período armazenamento (P)	24,24**	68493,26**
Interação F x P	1,83*	6709,55**

\*significativo a 5%, \*\* significativo a 1%

Observaram-se interações significativas entre os fatores formulações e período de armazenamento para os parâmetros analisados. O desdobramento da interação para valores de pH está apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4** - Desdobramento da interação entre formulações e períodos de armazenamento para as medidas de pH de hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera* e armazenados por 120 dias.

Formulações	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Controle	5,85 <sup>Aa</sup>	5,68 <sup>Aab</sup>	5,48 <sup>Ab</sup>	5,54 <sup>Cb</sup>	5,56 <sup>Cb</sup>
Propil galato	5,85 <sup>Aa</sup>	5,67 <sup>Aab</sup>	5,50 <sup>Ab</sup>	5,62 <sup>BCb</sup>	5,62 <sup>BCb</sup>
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	5,84 <sup>Aa</sup>	5,72 <sup>Aab</sup>	5,54 <sup>Ab</sup>	5,62 <sup>BCb</sup>	5,90 <sup>Aa</sup>
Moringa 0,15	5,83 <sup>Aa</sup>	5,71 <sup>Aab</sup>	5,59 <sup>Ab</sup>	5,84 <sup>Aa</sup>	5,80 <sup>Aba</sup>
Moringa 0,20	5,83 <sup>Aa</sup>	5,72 <sup>Aab</sup>	5,60 <sup>Ab</sup>	5,81 <sup>ABa</sup>	5,80 <sup>ABa</sup>
Moringa 0,25	5,82 <sup>Aa</sup>	5,73 <sup>Aab</sup>	5,56 <sup>Ab</sup>	5,60 <sup>BCb</sup>	5,74 <sup>ABCab</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup> Porcentagem de farinha de folhas de *Moringa oleifera* adicionada às formulações.

Os valores de pH não foram alterados até os 60 dias de armazenamento, e aos 90 dias o maior valor foi observado para o produto contendo 0,15% de farinha de *Moringa oleifera* quando comparado com as demais formulações, excetuando-se a elaborada com 0,20%. Aos 120 dias o pH mais ácido foi observado para o produto controle em relação ao contendo 0,10; 0,15 e 0,20 % de farinha de moringa, cujos valores indicaram produtos com maiores valores para o pH.

Para todas as formulações os valores de pH diminuíram aos 60 dias, e para o produto controle e para o que continham propil galato permaneceram constantes até o final do armazenamento. Não foram observadas variações significativas entre o início e final do armazenamento nos valores de pH para os produtos elaborados com farinha de moringa.

As medidas de pH ficaram compreendidas entre 5,48 e 5,90, aproximando-se do valor (5,63) obtido por Hautrive et al. (2008) e do intervalo de 5,1 a 6,2 encontrado por Franco & Landgraf (1996) para hambúrguer bovino. Os produtos apresentaram-se aceitáveis para o consumo, pois conforme Terra & Brum (1998), carne com medidas de pH 6,4 é recomendada apenas para o consumo imediato (limite crítico para consumo) e, pH acima deste valor indica que a carne está em início de decomposição. As alterações

no pH são decorrentes da degradação da proteína com liberação aminas, dentre outras substâncias, que resultam no aumento do seu valor.

Os valores de TBARS são utilizados como indicadores do grau de oxidação lipídica, sendo quantificados em miligramas de malonaldeído (MDA), que é a principal substância formada durante a oxidação. Os valores demonstraram que as formulações influenciaram a oxidação ao longo do armazenamento e o desdobramento da interação está mostrado na Tabela 5.

**Tabela 5** - Desdobramento da interação entre formulações e período de armazenamento para as médias obtidas para TBARS (mg MDA. kg<sup>-1</sup>) de hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera* e armazenados por 120 dias.

Formulações	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Controle	0,088 <sup>ABd</sup>	0,101 <sup>Cc</sup>	0,099 <sup>Ec</sup>	0,107 <sup>Eb</sup>	0,155 <sup>Da</sup>
Propil galato	0,061 <sup>Dd</sup>	0,090 <sup>Ec</sup>	0,089 <sup>Fc</sup>	0,110 <sup>Eb</sup>	0,146 <sup>Ea</sup>
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	0,080 <sup>Ce</sup>	0,095 <sup>Dd</sup>	0,131 <sup>Dc</sup>	0,188 <sup>Db</sup>	0,523 <sup>Ba</sup>
Moringa 0,15	0,083 <sup>BCe</sup>	0,103 <sup>BCd</sup>	0,141 <sup>Cc</sup>	0,201 <sup>Cb</sup>	0,514 <sup>Ca</sup>
Moringa 0,20	0,088 <sup>ABe</sup>	0,107 <sup>Bd</sup>	0,287 <sup>Bc</sup>	0,312 <sup>Bb</sup>	0,571 <sup>Aa</sup>
Moringa 0,25	0,093 <sup>Ae</sup>	0,117 <sup>Ad</sup>	0,462 <sup>Ac</sup>	0,479 <sup>Ab</sup>	0,527 <sup>Ba</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de folhas de *Moringa oleifera* adicionada às formulações

Os hambúrgueres apresentaram diferenças significativas nos valores de malonaldeído entre as formulações, durante todo período de armazenamento. Os elaborados com 0,25 % de *Moringa oleifera* apresentaram os maiores valores entre os períodos de 30 a 90 dias, e os produtos menos oxidados foram os elaborados com propil galato, em qualquer período analisado, com exceção aos 90 dias que se assemelharam ao produto controle, indicando a efetividade do antioxidante sintético no impedimento da oxidação. A adição de farinha de folhas de *Moringa oleifera* não preveniu a oxidação o que, aliás, ocorreu aumento nos valores de malonaldeído com o aumento da sua inclusão. Fato

este também demonstrado por Gallão et al. (2006), ao observarem que o extrato metanólico das folhas de *Moringa oleifera* mostraram baixa atividade antioxidante frente ao radical DPPH, comparada aos padrões ácido elágico, ácido gálico, BHT e rutina nas concentrações de 250, 200, 150, 100, 50 e 25  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ .

O potencial antioxidante e antibacteriano de alimentos vegetais tem sido explorado como conservante natural em hambúrguer, fazendo-se uso do orégano, alecrim, sálvia, tomilho, farelo de arroz entre outros, para este fim. São adicionados íntegros desidratados e moídos ou extratos isolados (aquosos ou oleosos), apresentando variações na composição e atividade dos compostos bioativos presentes (MADSEN & BERTELSEN, 1995). Ferrão et al. (2011) observaram que a utilização de diferentes concentrações do extrato de farelo de arroz como antioxidante natural em hambúrguer, que os valores de TBARS foram significativamente menores aos do tratamento controle durante todo o período de armazenamento, evidenciando maior proteção oxidativa por parte dos tratamentos adicionados de extrato em relação ao controle.

A ação antioxidante do extrato metanólico das folhas da *Moringa oleifera* determinada por Larosa et al. (2011) não foi atribuída aos compostos fenólicos, podendo estar associada aos carotenóides. Entretanto, a concentração dessa substância presente na folha utilizada neste trabalho, pode não ter sido suficiente para impedir a oxidação lipídica dos hambúrgueres, associada à quantidade da farinha da folha utilizada nas formulações.

A baixa efetividade da *Moringa oleifera* como antioxidante natural também foi verificada por Larosa (2011) ao armazenar carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia adicionada de antioxidantes naturais. Observou que a maior oxidação aos 60 dias foi obtida para a que continha alecrim (0,216 mg MDA.  $\text{kg}^{-1}$ ) e *Moringa oleifera* (0,196 mg MDA.  $\text{kg}^{-1}$ ), sendo estes também os menos efetivos aos 120 dias, em relação à sálvia e ao propil galato usado como controle. Coppin (2008) também verificou que a *Moringa oleifera* tem capacidade antioxidante relativamente baixa (5 a 6,24%) quando comparada ao chá verde (*Camellia sinensis*) (35 a 45%). Entretanto, Das et al (2012) observaram potente atividade antioxidante do extrato de folhas maduras de *Moringa oleifera*, quando adicionado (0,1%) em hambúrguer de carne cozida



de caprinos, sendo mais efetivos que o BHT para a manutenção dos valores de TBARS durante o armazenamento refrigerado.

De acordo com Gazzani et al. (1998) vários fatores influenciam fortemente a atividade antioxidante dos vegetais entre eles a concentração e temperatura, o pH, o armazenamento e processamento. E ainda, a idade da planta, as condições agroclimáticas locais, estação do ano e práticas culturais têm efeito sobre a atividade antioxidante das folhas de moringa (*Moringa oleifera*) conforme verificado por Shahid & Bhangar (2006). Em regiões frias a atividade antioxidante dos extratos de folhas foi relativamente mais elevada que as amostras das regiões temperadas.

Considerando a concentração dos compostos bioativos nos vegetais, na revisão feita por Porte & Godoy (2001) consta que as concentrações de alecrim, para exercerem os efeitos antibacterianos desejados, são maiores que as utilizadas costumeiramente em alimentos com propósitos flavorizantes. Contudo, associados a outros agentes, podem contribuir para o controle do crescimento bacteriano e impedir a rancificação de alimentos. Assim, Morais et al. (2008), Yerlikaya & Gokoglu (2009), dentre outros autores, propõem o uso de produtos vegetais em substituição os antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos.

A carne crua não apresenta altas taxas de oxidação e a degradação em condições de refrigeração é devida, principalmente à ação bacteriana ou enzimática. O armazenamento a 0 °C mantém a carne em boas condições por período de três a seis semanas e, sob congelamento à temperatura entre -18 °C e -20 °C, por 9 a 15 meses. Porém, a desintegração (carne moída) e aquecimento expõem os fosfolipídeos lábeis não apenas ao oxigênio, mas também a outros componentes catalíticos como enzimas, pigmentos heme e íons metálicos, iniciando a oxidação mesmo em condições de resfriamento (TORRES et al., 1998; ARAÚJO, 2008).

De acordo com Torres et al. (1998), ao compilar informações de vários autores, citaram que a adição de sal durante a fabricação de produtos cárneos aumenta o número de TBARS e diminui a cor dos produtos, devido a sua ação como catalisador da oxidação, diminuindo a estabilidade lipídica e a vida de prateleira. No presente estudo a quantidade de sal iodado nas formulações foi



a metade da normalmente utilizada, o que produziu hambúrguer com baixo teor deste componente. Porém, ainda assim, pode ter colaborado com a oxidação uma vez que é considerado pró-oxidante (TORRES et al., 1988).

Todas as formulações analisadas e em qualquer dos períodos, apresentaram índice de oxidação menor do que 0,576 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>, e de acordo com Ke et al. (1984) para carne de pescado valores inferiores a este são considerados baixos e os superiores a 1,51 são classificados como produtos rançosos e inaceitáveis para consumo humano. Para Smith (2001) carnes bovinas e suínas são consideradas rançosas quando apresentarem valor de TBARS igual ou superior a 1 mg MA.kg<sup>-1</sup>. Por outro lado, para Williams (2000 apud SMITH, 2001), este limite seria de apenas 0,5 mg MA.kg<sup>-1</sup>.

No presente estudo, os hambúrguer elaborados com 0,20 % de farinha de *Moringa oleifera* aos 120 dias apresentaram índice máximo de 0,571 mg de MDA.kg<sup>-1</sup>, valor que se aproxima aos limites recomendados pelos autores.

### 3.1.3 Avaliação da cor

A análise de variância dos valores obtidos para cor instrumental, avaliada pela luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*) e intensidade de amarelo (b\*) dos hambúrgueres adicionados de farinha de *Moringa oleifera* ou propil galato e armazenados por quatro meses, estão apresentados na Tabela 6. Foram observadas variações significativas entre as formulações e os períodos de armazenamento para todos os parâmetros. A interação entre os fatores foi significativa somente para a intensidade de amarelo (a\*).

Com relação à luminosidade o menor valor foi obtido para a formulação contendo 0,25 % de farinha de folha de moringa, a qual foi acompanhada pela com 0,10 %, indicando produtos mais escuros. Em relação ao período de armazenamento foi observado aumento na luminosidade e, aos 120 dias foi obtido o maior valor. O escurecimento pode também, estar relacionado à oxidação lipídica da carne e da oximioglobina a metamioglobina.

**Tabela 6** - Análise de variância (teste F) e valores médios para cor instrumental de hambúrguer elaborado com farinha de *Moringa oleifera* durante o armazenamento por 120 dias.

Fatores	Valores de F		
	L*	a*	b*
Formulações (F)	8,16**	33,02**	11,86**
Período Armazen. (P)	136,73**	15,69**	51,53**
Interação F x P	1,69NS	4,12**	1,62NS
<b>Médias para formulações (F)</b>			
Controle	42,51a	8,28	11,69bc
Propil galato	42,69a	7,01	10,93c
Moringa 0,101	40,66ab	4,61	12,94ab
Moringa 0,15	42,41a	3,78	13,38 <sup>a</sup>
Moringa 0,20	40,83a	2,07	13,22 <sup>a</sup>
Moringa 0,25	39,66b	1,41	13,07 <sup>a</sup>
<b>Médias para período de armazenamento (P)</b>			
0	34,41d	5,02	8,95c
30	41,20c	6,38	12,58b
60	42,84b	3,64	13,03b
90	43,76ab	4,13	14,62 <sup>a</sup>
120	45,10a	4,67	13,52ab

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

F=formulação do hamburguer; P=períodos de armazenamento.

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de *Moringa oleifera* adicionada às formulações. ns não significativo, \*\* significativo a 1%

Os produtos elaborados com folha de *Moringa oleifera* apresentaram maiores intensidades de amarelo (b\*) em relação ao com antioxidante sintético, devido à presença de carotenóides neste ingrediente. Porém, as concentrações da farinha não interferiram neste parâmetro. Com o armazenamento houve aumento nos valores, com maior intensidade desta tonalidade aos 90 e 120 dias.

O desdobramento da interação para a intensidade de vermelho (a\*) está apresentado na Tabela 7. Os valores para os produtos elaborados com propil

galato e 0,25 % de farinha de folhas de *Moringa oleifera* não apresentaram alterações durante o armazenamento. Os produtos que continham folhas de moringa apresentaram as menores intensidades em qualquer período analisado. As quantidades de farinha de folha adicionada também interferiram neste parâmetro, sendo as menores intensidades de vermelho foram obtidas com as maiores concentrações. A descoloração da carne pode ser decorrente da autoxidação que leva à transformação da oximioglobina à metamioglobina e, estando atribuída aos antioxidantes a sua preservação.

**Tabela 7** - Desdobramento da interação entre formulações e períodos de armazenamento para a intensidade de vermelho a\* de hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera* e armazenados por 120 dias.

Formulações	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Controle	9,65 <sup>Aa</sup>	6,28 <sup>ABb</sup>	10,12 <sup>Aa</sup>	9,53 <sup>Aa</sup>	5,83 <sup>Ab</sup>
Propil galato	7,15 <sup>ABa</sup>	8,89 <sup>Aa</sup>	6,44 <sup>Ba</sup>	6,26 <sup>ABa</sup>	6,30 <sup>Aa</sup>
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	5,51 <sup>Bab</sup>	7,74 <sup>ABa</sup>	2,42 <sup>Cc</sup>	3,63 <sup>BCbc</sup>	3,76 <sup>ABbc</sup>
Moringa 0,15	4,95 <sup>Bab</sup>	7,62 <sup>ABa</sup>	1,44 <sup>Cc</sup>	2,90 <sup>Bc</sup>	2,01 <sup>Bbc</sup>
Moringa 0,20	1,53 <sup>Cb</sup>	5,34 <sup>BCa</sup>	0,91 <sup>Cb</sup>	1,38 <sup>Cb</sup>	1,70 <sup>Bc</sup>
Moringa 0,25	1,36 <sup>Ca</sup>	2,41 <sup>Ca</sup>	0,47 <sup>Ca</sup>	1,09 <sup>Ca</sup>	1,18 <sup>Ba</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). 1 Porcentagem de farinha de moringa adicionada às formulações

### 3.2 Análise microbiológica

Os hambúrgueres recém-processados e os armazenados por 120 dias, elaborados com a adição de farinha de folhas de *Moringa oleifera* ou propil galato, foram submetidos à análise microbiológica antes da avaliação sensorial, para a segurança dos provadores participantes. Os produtos foram analisados de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001), quanto à presença de *Salmonella*, coliformes totais e termotolerantes e estafilococcus coagulase positiva. Os resultados das avaliações encontram-se na Tabela 8 e 9.

**Tabela 8** - Contagem de *Salmonella* spp, estafilococcus (UFC/ g-1), CT (NMP.g-1) e CF (NMP.g-1) de hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera* , no início do armazenamento.

<b>Formulações</b>	<b><i>Salmonella</i> spp. (em 25 g)</b>	<b>Estafilococcus (UFC.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>CT (NMP.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>CF (NMP. g<sup>-1</sup>)</b>
Controle	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	23,0	< 3,0
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	93,0	< 3,0
Moringa 0,15	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	2,4x10 <sup>2</sup>	4,0
Moringa 0,20	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	4,6x10 <sup>2</sup>	< 3,0
Moringa 0,25	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	1,6x10 <sup>2</sup>	4,0
Propil galato	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	43,0	4,0

CT – coliformes totais. CF – Coliformes Fecais ou termotolerantes. UFC/ g<sup>-1</sup> - Unidades formadoras de colônias por grama de amostra. NMP/g<sup>-1</sup> – Número mais provável por grama de amostra

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de moringa adicionada às formulações

O regulamento técnico sobre padrões microbiológicos estabelecido pela Resolução RDC n. 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001) para hambúrgueres bovino, determina ausência em 25 g de *Salmonella* spp., 5x10<sup>2</sup> UFC.g-1 a tolerância máxima para estafilococcus coagulase positiva e coliformes a 45 °C de 5x10<sup>3</sup> NNP.g<sup>-1</sup>.

Com base nos resultados observou-se que os hambúrgueres apresentaram contagem microbiológica bem abaixo do tolerável. Nos períodos analisados não foram detectadas as presenças de bactérias patogênicas revelando condições sanitárias satisfatórias do produto para consumo humano.

**Tabela 9** - Contagem de *Salmonella* ssp, estafilococcus (UFC. g<sup>-1</sup>), CT (NMP.g<sup>-1</sup>) e CF (NMP.g<sup>-1</sup>) de o hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera* , aos 120 dias de armazenamento.

Formulações	<i>Salmonella</i> ssp (em 25 g)	Estafilococcus (UFC/g <sup>-1</sup> )	CT (NMP/ g <sup>-1</sup> )	CF (NMP/ g <sup>-1</sup> )
Controle	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	< 3,0	< 3,0
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	< 3,0	< 3,0
Moringa 0,15	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	4,0	< 3,0
Moringa 0,20	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	< 3,0	< 3,0
Moringa 0,25	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	< 3,0	< 3,0
Propil galato	Ausência	<1,0x10 <sup>2</sup>	< 3,0	< 3,0

CT – coliformes totais. CF – Coliformes Fecais ou termotolerantes. UFC/ g<sup>-1</sup> - Unidades formadoras de colônias por grama de amostra. NMP/g<sup>-1</sup> – Número mais provável por grama de amostra

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de moringa adicionada às formulações.

### 3.3 Análise sensorial

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos para a análise sensorial do hambúrguer bovino recém-elaborado com farinha de folha de moringa e com propil galato. Os atributos sensoriais aparência, cor, sabor, textura, aroma e impressão global não sofreram variações significativas (p<0,05) com os ingredientes e nem com as proporções utilizadas.

**Tabela 10** - Avaliação sensorial dos hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera*, no início do armazenamento.

Formulações	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Aroma	Impressão Global
Controle	7,30	7,30	7,20	7,09	7,42	7,35
Propil galato	7,20	7,26	6,90	6,94	7,30	6,98
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	7,29	7,18	7,26	7,40	7,26	7,36
Moringa 0,15	7,22	7,92	7,07	7,07	7,28	7,20
Moringa 0,20	7,00	7,01	6,91	6,74	7,24	6,92
Moringa 0,25	6,85	6,85	6,75	6,70	6,99	6,83
Teste F	1,20 <sup>NS</sup>	1,30 <sup>NS</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	2,14 <sup>NS</sup>	0,99 <sup>NS</sup>	2,29 <sup>NS</sup>
CV (%)	19,44	20,64	23,17	22,65	17,76	18,95

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de moringa adicionada às formulações. ns não significativo.

Os resultados obtidos na análise sensorial dos hambúrgueres armazenados por 120 dias estão apresentados na Tabela 11. Os atributos sensoriais sabor, textura, aroma e impressão global não sofreram variações significativas ( $p > 0,05$ ) com os ingredientes utilizados, mas os demais atributos sensoriais foram influenciados pela adição da farinha de folhas e pelas concentrações utilizadas. A formulação que menos agradou os provadores foi a com a maior concentração deste ingrediente (0,25 %).

**Tabela 11** - Avaliação sensorial dos hambúrgueres elaborados com farinha de *Moringa oleifera* armazenados por 120 dias.

Formulações	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Aroma	Impressão Global
Natural	7,56 <sup>a</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	7,17	7,20	7,30	7,28
Propil galato	7,18 <sup>ab</sup>	7,24 <sup>ab</sup>	7,12	7,35	7,08	7,30
Moringa 0,10 <sup>1</sup>	7,55 <sup>a</sup>	7,44 <sup>a</sup>	7,37	7,23	7,41	7,51
Moringa 0,15	7,06 <sup>ab</sup>	7,85 <sup>ab</sup>	7,19	7,13	7,26	7,16
Moringa 0,20	7,26 <sup>ab</sup>	6,96 <sup>ab</sup>	7,23	7,01	7,18	7,28
Moringa 0,25	6,85 <sup>b</sup>	6,72 <sup>b</sup>	6,83	6,9	6,93	6,92
Teste F	2,88 <sup>**</sup>	2,81 <sup>*</sup>	1,43 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	1,08 <sup>NS</sup>	1,72 <sup>NS</sup>
CV (%)	20,22	20,42	22,34	19,48	20,10	18,43

<sup>1</sup> Porcentagem de farinha de moringa adicionada às formulações ns não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1%.

Alguns estudos verificaram que a adição de extratos vegetais em produtos cárneos não interferiu nos atributos sensoriais, o que vem coincidir com dados obtidos neste experimento. Larosa (2011) verificou que a modificação da formulação de um produto cárneo elaborado com carne mecanicamente separada de tilápia pela adição de antioxidantes naturais, entre extrato de folha de *Moringa oleifera* não afetou as características sensoriais do produto que apresentou aparência, cor e textura similar ao produto controle. Nassu et al. (2003) observaram que as formulações de linguiça de cabra contendo 0,05% de antioxidante natural do alecrim (*Rosmarinus officinalis*) apresentaram maior média para a aceitação sensorial geral. Em hambúrguer bovino não foram observadas alterações significativas nas características sensoriais com o uso de extratos de chá verde e de semente de uva (BAÑÓN et al., 2007) e de extratos de caqui e oleoso de alecrim (MILANI et al., 2012). Ciriano et al. (2009) verificaram que o uso de *Melissa officinalis* como antioxidante natural na formulação de salame não influenciou nos atributos sensoriais: impressão global, odor e sabor.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitem concluir que:

- é viável a elaboração de hambúrguer com adição de farinha de folhas de *Moringa oleifera*, com teor reduzido de sal, rico em fibra e sem alterações nas características sensoriais,

- a adição de farinha de folhas de moringa aumentou a oxidação dos hambúrgueres durante o armazenamento, porém os indicativos estiveram abaixo de índices considerados como produto rançoso,

- a inclusão da farinha da folha de moringa (0,25%) prejudicou a aparência e cor dos hambúrgueres aos 120 dias, mas não interferiu na aceitação pelos provadores,

- a concentração de substância com ação antioxidante presente na folha de moringa (*Moringa oleifera*), pode não ter sido suficiente para impedir a oxidação lipídica dos hambúrgueres, associada à quantidade da farinha da folha utilizada nas formulações. Assim, deve-se dar continuidade aos estudos com as folhas da moringa para o melhor aproveitamento deste vegetal em sistemas alimentares.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17ed. Arlington: AOAC Inc., v.1 e v.2, 2000.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. 3 ed. Washington, 1992.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos - teoria e prática**. 4 ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 2008. 596p.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO, J.R.W. **AgroEstat** - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos. Versão 1.1.0.695, 2011. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista.

BAÑÓN, S.; DÍAZ, P.; RODRIGUEZ, M.; GARRIDO, M. D.; PRICE, A. Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. **Meat Sci.**, v. 77, n. 4, p. 626-633, 2007.

BOUAZIZ, M.; FKI, I.; JEMAI, H.; AYADI, M.; SAYADI, S. Effect of storage on refined and husk olive oils composition: stabilization by addition of natural antioxidants from Chemlali olive leaves. **Food Chem.**, v.108, n.1, p.253-262, 2008.

BOYD, L.C.; GREEN, D.P.; GIESBRECHT, F.B. et al. Inhibition of oxidative rancidity in frozen cooked flakes by tert-butylhydroquinone and rosemary extract. **J. Sci. Food Agric.**, v.61, p.87-93, 1993.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 326** (D.O.U de 30/07/1997). Aprova o Regulamento Técnico sobre "Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos".

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.27. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. 1998. Disponível em: <http://anvisa.gov.br>. Acesso em 12/07/2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 20** (D.O.U de 31/07/2000). Anexo IV Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 12**, de 02/01/2001.Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 02/01/2001, p. 1-54.

CASTENMILLER, J.J.M.; LINSSEN, J.P.H.; HEINONEN, I.M.; et al. Antioxidant properties of differently processed spinach products. **Nahrung/Food**, v.46, p.290–293. 2002.

CIRIANO, M.S.; GARCÍA-HERREROS, C.; VALENCIA, E.L.I.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Use of natural antioxidants from lyophilized water extracts of *Borago officinalis* in dry fermented sausages enriched in  $\omega$ -3 PUFA. **Meat Sci.**, v.83, n.2, p.271-277, 2009.

COPPIN, J. A study of the nutritional and medicinal values of *Moringa oleifera* leaves from sub-saharan AFRICA: GHANA, RWANDA SENEGAL AND ZAMBIA. Graduate School-New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey. 2008.

DAS, A.K.; RAJKUMAR, V.; VERMA, A.K.; SWARUP, D.. *Moringa oleifera* leaves extract: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in cooked goat meat patties. **J. Sci. Techn.**, v. 47, p.585–591, 2012.

Dreher, M.L. **Food industry perspective**: functional properties and food uses of dietary fiber. In: Kritchevsky, D, Bonfield, C, Editores. Dietary fiber in health & disease. Minnesota: Eagan Press; 1995. p.467-74.

FERRÃO, T.S.; MACAGNAN, F.T.; BRUM, F.B., SILVA, L.P. Aplicação de extrato de Farelo de arroz como antioxidante em hambúrguer bovino. [http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/3.2.11\\_Aplic.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/3.2.11_Aplic.pdf) . Acesso em: 22 ago 2012.

FRANCO, B.G.M.F; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

GALLÃO, A. I.; DAMASCENO, L.F.; BRITO, E.S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Rev. Ciênc. Agr.**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

GAZZANI G, PAPETI A, MASSOLINI G & DAGLIA M. Anti- and pro-oxidant activity of water soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment. **J. Agric Food Chem.** 46: 4118 - 4122. 1998.

HAUTRIVE. T.P.; OLIVEIRA. V.R.; SILVA, R.D.; TERRA, N.N., CAMPAGNOL, P.C.B. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciênc. Tecn. Alim.**, v.28(Supl.), p.95-10, 2008.

IQBAL, S.; BHANGER, M.I. Effect of season and production location on antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves grown in Pakistan. **J. Food Comp. Anal.**, v.19, p.544–551, 2006.

JAVANMARDI, J.; STUSHNOFF, C.; LOCKE, E. ; VIVANCO, J.M. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. **Food Chem.**, v.83, p.547–550. 2003.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **Intern. J. Food Sci. Techn.**, v.36, p.703–725. 2001.

KE, P.J.; CERVANTES, E.; ROBLEMARTINEZ, C. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (tbars) in fish tissue by an improved distillationspectrophotometric method. **J. Sc Food Agric.**, v.35, p.1248-1254, 1984.

KHAYYAL, M.T.; EL-GHAZALY, M.A.; ABDALLAH, D.M.; et al. Blood pressure lowering effect of an olive leaf extract (*Olea europaea*) in L-NAME induced hypertension in rats. **Arzneimittelforschung**, v.52, n.11, p.797-802, 2002.

LAKO, J.; TRENERRY, V. C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; Premier, R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. **Food Chem.**, v.101, p.1727-1741, 2007.

LANARA - Laboratório Nacional de Referencia Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II** - métodos físicos e químicos. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

LAROSA, G. **Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais**. 2011. 93P. Tese (Doutorado EM Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, SP.

LAROSA, G.; ROSSATO, A.S.; LOPES, G.A.Z.; et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante em extratos de plantas. 9º SLACA – **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS**. Campinas São Paulo, 2011.

MADSEN, H.L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends Food Sci. Techn.**, v.6, n.8, p.271-277. 1995.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: Antioxidantes naturais da Família Lamiaceae – Aplicação em produtos alimentícios. **Braz. J. Food Techn.**, v.10, n.2, p.96-103, 2007.

MILANI, L.I.G.; TERRA, N.N.; FRIES, L.L.M.; REZER, A.P.S.; FERREIRA, S. F.; CICHOSKI, A.J.; VALENTE, C.R.F. Oxidação lipídica, características

sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico. **Braz. J. Food Techn.**, v.13, n.4, p. 242-250, 2010.

MILANI, L.I.G. et al. Efeito de extratos de caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Rama Forte e do extrato oleoso de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) nas características sensoriais e na estabilidade da cor de hambúrguer de carne bovina congelado. **Semina: Ciên. Agra.**, v.33, n.3, p. 1085-1094, 2012.

MORAIS, S.M. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Rev. Bras. Fárm.**, v. 19, n.1b, 2008.

NASSU, R.T.; GONÇALVES, L.A.G.; DA SILVA, M.A.A P.; BESERRA, F. J. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. **Meat Sci.**, v.63, n.1, p.43-49, 2003.

PIEIDADE, K.R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados.** 2007. 159p. Tese (Mestre em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, SP.

PORTE, A.; GODOY, R.L.O. Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): propriedades antimicrobianas e químicas do óleo essencial. **Bol. Centro Pesq. Proces. Alim.**, v.19, n.2, p.193-210, 2001.

ROSSATO, A.S. **Uso de antioxidantes naturais em hambúrgueres preparados com carne mecanicamente separada de tilápia.** 2010. 88p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Araraquara-SP.

SHAHID, I.; BHANGER, M.I. Effect of season and production location on antioxidant activity of Moringa oleifera leaves grown in Pakistan. **J Food Comp. Anal.**, v.19, p.544–551, 2006.

SMITH, C.D. et al. Effects of activated ozone, on lipid peroxidation, when applied to carcasses and to ground beef during blending. 2001. Disponível em: <<http://ansci.colostate.edu/dp/msfs/cdso12.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2<sup>nd</sup> ed. London Academic Press. 1993. 337 p.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA-UNICAMP**. – Versão II. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 105p.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados. Técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988, p. 21-23.

TORRES, E.A.F.S.; PEARSON, A.M.; GRAY, I.J.; BOOREN, A.M.; SHIMOKOMAKI, M. Effect of salt on oxidative changes in pre-and-post-rigor ground beef. **Meat Sci.**, v.23, n.3, p.151-156, 1988.

TORRES, E.A.F.S et al. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. **Cien. Tecn. Alim.**, v.18, n.1, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000100011>. Acesso em: 22 ago. 2012.

VYNCKE, B.W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Eur. J. Lipid Sci. Techn.**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WONG, J.W.; HASHIMOTO, K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant activities of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model meat system. **J. Agric. Food Chem.**, v 43, n.10, p.2707-2712, 1995.

YERLIKAYA, P.; GOKOGLU, N.; TOPUZ, O.K. Use of natural plant extracts in batter coating of shrimp and their effects on the quality of shrimp during frozen storage. **J. Food Proc. Preserv.**, v.34, n.1, p.127–138, 2009.

## ANEXO 1 – Modelo da ficha para avaliação sensorial

Nome do Provedor: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/2010      Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: Feminino ( ) Masculino ( )

Por favor, leia atentamente as instruções:

Você está recebendo amostras de "Hambúrgueres". Avalie cuidadosamente cada um dos atributos sensoriais, tomando água entre uma amostra e outra e assinale na escala correspondente, o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU DE CADA AMOSTRA:

9	Gostei extremamente
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Indiferente
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei extremamente

Amostra nº							
Aparência							
Aroma							
Cor							
Sabor							
Textura							
Aspecto Global							

Qual amostra você compraria?

Comente livremente sobre qualquer uma das características do produto, se achar necessário.

**ANEXO 2 - Parecer Comitê de Ética**