

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI

**DÊNIA PATRÍCIA MEIRA**

PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE BOVINA E  
MANDIOCA

**DIAMANTINA - MG  
2013**

DÊNIA PATRÍCIA MEIRA

**PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE BOVINA E  
MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Cleube Andrade Boari

DIAMANTINA - MG  
2013

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

M514p  
2013      Meira, Dênia Patrícia  
            Produto tipo hambúrguer formulado com carne bovina e mandioca. / Dênia  
            Patrícia Meira. – Diamantina: UFVJM, 2013.  
            42p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Cleube Andrade Boari

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e  
Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, 2013

1. Croma 2. Força de cisalhamento 3. *Manihot esculenta* Crantz
4. Reestruturado cárneo I. Boari, Cleube Andrade. II. Título

**CDD 641.3**

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DÊNIA PATRÍCIA MEIRA

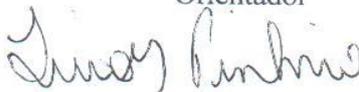
**PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE BOVINA E  
MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

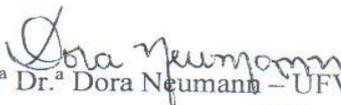
APROVADA em 22/05/2013



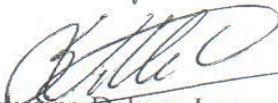
Prof. Dr. Cleube Andrade Boari – UFVJM  
Orientador



Dr. Lucas Augusto Soeiro Pinheiro –SECTES-MG/Inovales



Prof.ª Dr.ª Dora Neumann – UFVJM



Prof. Dr. Severino Delmar Junqueira Villela – UFVJM

DIAMANTINA – MG  
2013

Dedico a meus pais, em especial, minha mãe Fátima, irmãos, cunhadas e sobrinhos;  
verdadeiros autores, orientadores e colaboradores da minha vida.

*“Mãos que fazem são mais divinas que bocas que falam”*

*(Madre Teresa de Calcutá)*

A Deus, pela vida e pela Sua presença constante no meu dia-a-dia;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cleube Andrade Boari, pelo ensinamento, orientação e incentivo a mim dispensados ao longo dessa trajetória;

Ao Professor Aldrin Vieira Pires e a Talita Andrade Ferreira, pelo auxílio, disponibilidade e colaboração na análise estatística deste projeto;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, laboratórios e professores, que forneceram suporte técnico-científico para a realização desta dissertação;

À Mariana Dumont, técnica do laboratório de Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, pela disposição, colaboração e convivência saudável;

À aluna da pós-graduação, Luisa Silvestre Freitas Fernandes, e aos alunos da graduação, Rúbio Madureira, Bruno Orsetti Dias e Raul Ribeiro pelo envolvimento e colaboração nas análises e processamentos. Sem vocês não teria sido possível;

Às amigas, Bruna Nogueira Herculano, Josilane Pinto e Kênia Maria Oliveira, sempre apoiando e incentivando em todos os momentos. Obrigada pelas boas risadas compartilhadas. Agradeço pela amizade e cumplicidade;

À grande amiga, Luisa Silvestre Freitas Fernandes, pelos momentos de alegria, pela expectativa e ansiedade divididas durante todo esse tempo, o que nos fez ficar ainda mais próximas. Você fez essa jornada ser mais agradável;

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/UFVJM, Elizângela Aparecida Saraiva, pela disponibilidade e atenção dadas a mim em vários momentos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de mestrado.

## RESUMO

MEIRA, Dênia Patrícia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, maio de 2013. 42p. **Produto tipo hambúrguer formulado com carne bovina e mandioca.** Orientador: Cleube Andrade Boari. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Na formulação do hambúrguer, pode-se utilizar matérias-primas não cárneas, desde que preservado o quantitativo mínimo proteico. Entende-se, portanto, este produto como potencial veiculador de outros ingredientes, os quais poderiam melhorar a sua composição e estrutura e, até mesmo, valorizar produtos de outras cadeias produtivas, como a mandioca. Esta se trata de uma cultura economicamente importante, a qual acumula amido em suas raízes tuberosas, sendo de grande importância à nutrição humana e ao processamento agroindustrial. O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver e caracterizar produto tipo hambúrguer, elaborado com carne bovina e pasta de mandioca. Foram desenvolvidos hambúrgueres com adição de pasta de mandioca em quatro concentrações: 5%; 10%; 15% e 20% (p/p). O controle consistiu em hambúrguer obtido exclusivamente com carne bovina. Foram realizadas análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteína, índice de iodo, perda de peso por cocção, pH, força de cisalhamento,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$ ,  $H^\circ$  e  $C^*$  dos hambúrgueres. As análises foram conduzidas nos tempos de 0, 15, 30, 45 e 60 dias pós-processamento. Os parâmetros, índice de iodo e teor de vermelho ( $a^*$ ), não foram significativamente ( $P>0,05$ ) influenciados pelas proporções de pasta de mandioca adicionadas e nem pelo período de armazenamento. Umidade, resíduo mineral fixo, pH e croma ( $C^*$ ) foram significativamente ( $P<0,05$ ) menores ao longo do tempo de armazenamento. A luminosidade do produto, o teor de amarelo ( $b^*$ ) e a tonalidade ( $H^\circ$ ) foram maiores ( $P>0,05$ ) à medida que se adicionou maiores quantidades de pasta de mandioca. Já a perda de peso por cozimento, a força de cisalhamento e o teor de proteína diminuíram significativamente ( $P<0,05$ ) com a adição da pasta de mandioca. Recomenda-se a formulação de hambúrguer com carne bovina, adicionado de 20% de pasta de mandioca, na qual foi observada menor perda de peso por cozimento e menor firmeza, implicando em melhor textura, maior suculência, na preservação de atributos sensoriais e valor nutricional, sendo, também, importante no ponto de vista de rendimento ao preparo para o consumo.

**Palavras-chave:** croma, força de cisalhamento, *Manihot esculenta* Crantz, reestruturado cárneo.

## ABSTRACT

MEIRA, Dênia Patrícia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, may 2013. 42p. **Product type burger made with beef and cassava.** Adviser: Cleube Andrade Boari. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

In formulation of hamburger, we can use raw material besides meat, since the minimum quantitative protein is preserved. It is understood this product as a potential disseminator of other ingredients, which could improve their composition and structure and even enhance products from other supply chains as manioc. This is an important economic crop which accumulates starch in its roots. It has great importance for human nutrition and agroindustrial process. The objective of this research was to develop and characterize a product type hamburger with beef and manioc pulp. Burgers were developed with addition of manioc at four concentrations: 5%, 10%, 15% and 20% (w/w). The control consisted of hamburger obtained exclusively with beef. Analysis of moisture, fixed mineral residue, protein, iodine, weight loss by cooking, pH, shear force,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$ ,  $H^\circ$  and  $C^*$  of burgers. The analyzes were conducted at times of 0, 15, 30, 45 and 60 days post processing. The iodine parameters and red content ( $a^*$ ) were not significantly ( $P > 0,05$ ) influenced by the proportions of pulp or manioc added and the period of storage. Moisture, fixed mineral residue, pH and chroma ( $C^*$ ) were significantly lower over the storage time. The brightness of the product, the yellow content ( $b^*$ ), and hue ( $H^\circ$ ) have been higher ( $P < 0,05$ ) as larger amounts of manioc pulp. As for weight loss by cooking, shear force and protein content were significantly decreased ( $P < 0,05$ ) with the addition of manioc pulp. It is recommended the formulation of beef burger by adding 20% of manioc pulp, which was observed in less weight loss during cooking and less firmness, resulting in better texture, higher juiciness, preservation of sensory attributes and nutritional value, is also important in view of income to prepare for consumption.

Keywords: Chroma, shealing force, *Manihot esculenta* Crantz, restructured meat.

## SUMÁRIO

	Página
1.INTRODUÇÃO GERAL .....	11
2.REVISÃO DA LITERATURA .....	12
2.1.Carne bovina .....	12
2.1.1.Hambúrguer .....	13
2.2.Mandioca .....	15
2.3.Referências Bibliográficas .....	18
3. TRABALHOS .....	21
3.1 – PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM MANDIOCA E CARNE BOVINA .....	21
Resumo .....	21
Abstract .....	22
Introdução .....	23
Material e Métodos .....	24
Resultados e Discussão .....	28
Conclusão .....	34
Referências Bibliográficas .....	35
Anexos .....	39

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de carne bovina garante, principalmente, a ingestão de alguns dos nutrientes exigidos na dieta humana. Esta tem sido considerada alimento essencial na composição de dietas nutritivas e equilibradas e sua alta densidade energética facilita o balanceamento destas dietas. Além de ser uma fonte de proteína com alto valor biológico, minerais e vitaminas, a carne é muito versátil para formulação de vários produtos. Dentre os produtos cárneos, pode-se destacar o hambúrguer, que já é considerado um produto popular em diversos países e faz parte da rotina alimentar dos brasileiros. Possivelmente, essa procura se dê em virtude de sua facilidade de preparo e suas características sensoriais.

O consumidor da atualidade busca produtos que se encaixem no seu novo modo de vida, sendo influenciado pela industrialização e profissionalização, afetando diretamente o tempo disponível para preparo de alimentos e até mesmo para seu consumo. A população, então, vem mudando seus hábitos alimentares, favorecendo o consumo de produtos industrializados, semiprontos, de fácil preparo ou preparados fora de casa. Isso tem motivado a agroindústria brasileira a inovar, pesquisando e atendendo esses consumidores que desejam uma alimentação mais prática e saudável.

Cultivada em todo Brasil, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um dos alimentos mais presentes na mesa do brasileiro. É cultura de grande importância social e econômica, sendo renda para milhares de pequenos agricultores.

A mandioca é de fundamental importância em países em desenvolvimento, nos quais milhares de pessoas dependem dela como fonte de alimento vital. Além de uma rica fonte de carboidratos, possui fácil desenvolvimento em solos sob pobres condições ambientais, baixa necessidade de nutrientes e forte tolerância à seca. Para alguns países, possui, ainda, uma importância econômica maior, pois além do amido da mandioca possui grande variedade de aplicações industriais, ainda é vendido para alimentação animal.

Vale ressaltar, também, que a mandioca possui uma grande aceitação pelo consumidor brasileiro, assim, o desenvolvimento de um hambúrguer com características de mandioca, seria mais uma diversificação desse produto, combinando dois produtos de grande aceitação pelo consumidor.

Considerando o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de desenvolver e caracterizar um produto tipo hambúrguer, elaborado com carne bovina e adicionado de diferentes concentrações de mandioca.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Carne Bovina

Os produtos de origem animal são alimentos bastante consumidos, em especial a carne bovina. De acordo com o *Food and Agriculture Organization* (FAO), um quinto da população mundial alimenta-se de carne (MOURA et al., 2006).

Denominam-se carnes, as partes musculares comestíveis das diferentes espécies de animais de açougue, manipuladas em condições higiênicas e provenientes de animais que, ao abate, se apresentam em boas condições de saúde, certificados por um médico veterinário responsável pelo serviço de inspeção. As carnes frescas ou *in natura* devem ser entregues ao consumo, conservadas sob refrigeração, sendo avaliada quanto à sua segurança higiênico-sanitária, classificação, presença de conservadores, características físico-químicas, microscópicas, microbiológicas e sensoriais (BRASIL, 2005).

Segundo Lawrie (2005), a carne é definida como a musculatura dos animais usada como alimento. Esta definição, na prática, está restrita a poucas dúzias das 3.000 espécies de mamíferos, mas, frequentemente, incluem, além da musculatura, fígado, rins, cérebro e outros tecidos comestíveis.

Dados da ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes) mostram que o consumo interno *per capita* da carne bovina no Brasil no ano de 2012 foi de 40,0 Kg/hab/ano (ABIEC, 2013). Em 2012, o Brasil possuía um rebanho efetivo de 212 milhões de cabeças, sendo um grande exportador de carne bovina. Em dezembro de 2012, exportou algo em torno de 83.688,99 toneladas de carne *in natura* e 9.138,66 toneladas de carne industrializada. Já em janeiro de 2013, exportou 89.453,88 toneladas e 8.282,74 toneladas de carne *in natura* e carne industrializada, respectivamente (ABIEC, 2013).

Uma pequena quantidade de carne bovina fornece boa quantidade de alguns dos principais nutrientes exigidos diariamente na dieta humana, tornando-se importante a ingestão diária da mesma (SIGARINI, 2004), sendo a carne um alimento complexo, com composição nutricional bem estruturada (RODRIGUEZ-ESTRADA, 1997). Em geral, as carnes, em particular a bovina, constituem excelentes fontes de proteínas, lipídios (com valor energético da gordura de ordem 8,5 cal/g); vitaminas (vitamina A, biologicamente ativa e vitaminas do complexo B, com função indispensável ao crescimento e a manutenção do corpo humano), minerais (destacando-se a presença de ferro, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco) e água (constituindo cerca de 70% a 75% do músculo) (LAWRIE, 2005).

O uso de carne bovina, como fonte de proteína animal, é um hábito tão consolidado no Brasil que, de 1994 a 2006, o consumo *per capita* desse alimento cresceu cerca de 13,5%, segundo a ABIEC (2013).

No sistema de comercialização predominante no Brasil, os quartos da carcaça são separados em, aproximadamente, 20 cortes comerciais. Segundo o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), a carne bovina considerada popularmente como “carne de segunda”, é a mais consumida, principalmente pelas classes com uma renda salarial menor (TAVARES e SERAFINI, 2006). Entre elas temos o acém, que é considerado como o corte constituído das massas musculares inseridas nas cinco primeiras vértebras dorsais e porção dorsal das costelas correspondentes (ABIEC, 2006).

Devido sua conveniência, praticidade e facilidade no preparo, a procura por alimentos semiprontos cresceu rapidamente nos últimos anos. Entre estes alimentos, os produtos derivados da carne bovina são os mais populares, tais como os hambúrgueres, respondendo por cerca de 40% destes produtos (NASCIMENTO et al., 2005).

### **2.1.1 Hambúrguer**

Mediante a popularidade do consumo de carnes, a transformação destas em produtos industrializados é de grande importância para praticidade, variedade e diversificação do cardápio. (COSTA, 2004).

A industrialização de carnes consiste na sua transformação em produtos cárneos. Produtos cárneos processados ou preparados são aqueles cujas características originais da carne fresca foram alteradas através de tratamentos físicos e/ou químicos. O processamento da carne fresca visa à elaboração de novos produtos, e, por sua ação sobre enzimas de microorganismos de caráter degradativo, prolongamento da vida de prateleira. Ele não modifica, de forma significativa, as características nutricionais, mas atribui características sensoriais como cor e sabor, próprias de cada processo (ROMANELLI et al., 2002).

Entre os produtos industrializados da carne, o hambúrguer é uma alternativa para o aproveitamento das carnes menos nobres, o que vem aumentar o lucro dos abatedouros. É definido como produto cárneo obtido da carne moída, de animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e outros ingredientes, moldado e submetido a processos tecnológicos adequados (BRASIL, 2000).

Conforme a legislação específica, o hambúrguer tem como ingrediente obrigatório a carne e como ingredientes opcionais gordura animal ou vegetal, água, sal, proteínas de origem

animal e/ou vegetal, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, vegetais, queijos e outros recheios. O limite máximo de adição de carne mecanicamente separada é 30%, exclusivamente em hambúrguer cozido, e de, no máximo, 4% de proteína não cárnica na forma agregada. É considerado um produto reestruturado, pois a peça cárnea é parcialmente ou completamente cominuída em trituração grosseira, condimentados e novamente reconstituídos e moldados (BRASIL, 2000).

Atualmente, a necessidade de buscar refeições fora de casa, prontas para o consumo, produzidas em grande escala e que fossem rápidas e baratas como os hambúrgueres de carne bovina, tornou-se uma opção entre a população, as sanduicherias ou lanchonetes do tipo *trailers*, assim como as redes de restaurantes *fast food* (TAVARES; SERAFINI, 2006; FATTORI et al., 2005).

Os hambúrgueres podem ser fabricados com carne moída de bovino, de frango, de suíno ou de peru e podem ser classificados como produtos crus, semifrios, cozidos, fritos, congelados ou resfriados. Os requisitos das características sensoriais do hambúrguer envolvem textura, cor, sabor e odor característico. Atendendo às características físico-químicas, devem conter um teor máximo de gordura de 23%, um mínimo de 15% de proteína, 3% de carboidratos totais e teor de cálcio (máximo base seca) 0,1% em hambúrguer cru e 0,45% em hambúrguer cozido, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer (BRASIL, 2000), de acordo com a tabela abaixo.

**Tabela 1:** Características químicas do hambúrguer cru e cozido

Componentes	Hambúrguer cru (%)	Hambúrguer cozido (%)
Gordura (máxima)	23,0	23,0
Proteína (mínima)	15,0	15,0
Carboidratos totais	3,0	3,0
Cálcio (máximo base seca)	0,1	0,45

Fonte: Brasil, 2000.

De acordo com o Código de Regulamentação Federal dos Estados Unidos (ROMANS et al., 1985), o hambúrguer é definido como: “bife de carne moída, fresco ou congelado, com ou sem adição de gordura e/ou condimentos, que não deve apresentar mais de 30% de gordura e não deve conter adição de água”. Já o regulamento brasileiro permite a adição de água como ingrediente opcional na composição de hambúrguer (BRASIL, 2000).

Para se adequar as condições de armazenamento, o acondicionamento prevê embalagens com materiais adequados e que confirmam proteção apropriada ao hambúrguer (BRASIL, 2000). Os produtos devem ser mantidos sob congelamento na exposição à venda.

Nos dias de hoje, devido à sua praticidade, e por ser um alimento nutritivo e de fácil acesso, o hambúrguer é considerado um produto popular, considerando que o *marketing* que existe sobre o mesmo ajuda a atrair novos consumidores, de todas as faixas etárias.

## **2.2 Mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz)

A mandioca é uma cultura de alta importância social, amplamente cultivada em áreas tropicais e subtropicais, considerada como principal fonte de carboidratos para mais de 700 milhões de pessoas. Um crescente interesse do setor industrial tem acontecido, devido ao emprego do amido em vários processos e uso na alimentação animal. Esse fato, juntamente com o aumento da demanda mundial de alimentos, tem contribuído para a expansão de áreas de cultivo de mandioca em todo o mundo (SILVA et al., 2011).

A mandioca de mesa, um dos alimentos de grande aceitação do brasileiro, principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, também é conhecida como mandioca mansa, mandioca doce, aipim ou macaxeira (BORGES et al., 2002), apresentando alto valor energético, com excelente fonte de carboidratos, utilizada na alimentação humana e animal. O grupo de variedades de mandioca mansa caracteriza-se, principalmente, por apresentar baixos teores de cianeto (abaixo de 100 mg/kg de polpa) nas raízes frescas (BORGES et al., 2002). É cultivada em diversas regiões do Brasil e sua produção tem sido direcionada, tanto para consumo direto, como para indústria de transformação (DIAS; LEONEL, 2006).

De acordo com Oliveira & Moraes (2009), devido ao seu alto valor energético, a mandioca desempenha um importante papel na dieta alimentar dos brasileiros. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mandioca, com produção de 26,52 milhões de toneladas de raízes, sendo superado apenas pela Nigéria (o maior produtor mundial, com uma produção aproximada de 34 milhões de toneladas) e Tailândia (FAOSTAT, 2009).

De acordo com o IBGE (2012), em todo o território nacional cultiva-se a mandioca, e a região Nordeste apresenta-se como a responsável por, aproximadamente, 50% da área plantada e quase 40% de toda a produção brasileira, sendo a Bahia o maior estado produtor da região. Em seguida, vem a região Norte, destacando o estado do Pará em relação à quantidade da produção de raízes. Porém, os estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul detêm

as maiores produtividades em toneladas de raízes/ha. A produção nacional desta cultura, em 2011, foi de 25,3 milhões de toneladas de raízes, com um rendimento médio de 14,52 t/ha. Dentre os principais estados produtores no ano de 2011, destacaram-se: Pará (4.644.492 ton.), Paraná (4.179.245 ton.), Bahia (2.977.190 ton.), Maranhão (1.780.279 ton.), Rio Grande do Sul (1.305.009 ton.), São Paulo (1.212.406 ton.) e Amazonas (1.058.642 ton.).

A mandioca ainda é uma espécie cultivada, principalmente, por agricultores familiares, na maioria das vezes, como produto de subsistência. Nesta questão, é o alimento básico de quase um bilhão de pessoas em 105 países, proporcionando até um terço das calorias diárias. (SILVA et al., 2011). Dados da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) mostram que a mandioca tem forte presença na África Tropical, América Latina e Ásia, e é o quarto cultivo mundial mais importante nos países em desenvolvimento. Além disso, tem um enorme potencial, já que atualmente o rendimento médio da mandioca é de apenas 20% do que pode ser obtido em condições ótimas.

Segundo Feniman (2004), em média, a composição química encontrada na raiz de mandioca é de 68,2% de umidade, 30% de amido, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídios, 0,3% de fibras e 2% de cinzas. Alguns estudos têm mostrado que essa composição química na cultura da mandioca varia de acordo com diversos fatores: condições edafoclimáticas da região em que a planta se desenvolve, variedade, teor de nitrogênio no solo, clima, idade da planta, altura e frequência de poda.

Apesar de todo potencial alimentício, a mandioca se deteriora mais rapidamente do que outras hortaliças de raiz em condições de temperatura ambiente e umidades elevadas, (GRIZOTTO; MENEZES, 2003). Portanto, o seu aproveitamento depende do emprego de tecnologias apropriadas de conservação, principalmente, daquelas que reduzem a umidade, pois, a redução do teor de água limita o desenvolvimento microbiano, e, conseqüentemente, evita a deterioração do produto (DIAS; LEONEL, 2006).

Dependendo da variedade, o ciclo de produção da mandioca dura cerca de 6 a 36 meses. Comercialmente, ela é cultivada durante o período de 12 a 18 meses. Normalmente a mandioca de mesa é colhida com 8 a 10 meses. A faixa de temperatura ideal para o cultivo encontra-se entre 20°C e 27°C, podendo crescer bem entre 16°C e 38°C. A faixa adequada de precipitação pluviométrica está compreendida entre 1.000 a 1.500 mm/ano. Porém, a mandioca pode ser produzida em locais com índices de até 4.000 mm/ano e também em regiões semiáridas, com 500 a 700 mm/ano (FUKUDA et al., 2006).

A característica dessa planta de acumular amido em suas raízes tuberosas lhe confere a capacidade de tolerar a seca e lhe dá uma grande flexibilidade quanto à época de colheita. Isto

permite aos agricultores colher quando os preços são mais compensadores, e, ainda, estocar alimento para si e para os animais nas épocas mais difíceis, como os períodos de seca no Nordeste e de geadas, no Sul do Brasil (SILVA et al., 2011).

Apesar de ser uma planta que extrai grandes quantidades de nutrientes, a mandioca possui, também, a capacidade de ser produzida nos solos pobres em nutrientes, o que permite que a mesma seja cultivada em condições nas quais poucas espécies de importância econômica conseguem produzir. Essas características tornam a mandioca uma espécie de grande importância para a sobrevivência, tanto do homem quanto dos animais, principalmente nas regiões semiáridas, áreas de baixos recursos financeiros (BANDYOPADHYAY et al., 2006).

### 2.3 Referências Bibliográficas

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Estatísticas**. 2013. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=6> Acesso em: 20 abr. 2013.

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Cortes de Carnes**. 2006. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 15 de fev. 2013.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & comércio, 369 p. 2006.

BANDYOPADHYAY, R.; MWANGI, M.; AIGBE, S. O.; LESLIE, J. F. Fusarium species from the cassava root rot complex in west Africa. **Phytopathology**, v.96, n.6, p.673-676, 2006.

BORGES, M. F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.37, n.11, p. 1559-1565, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análises e de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz**, 4ª ed., 2005. Disponível em: [http://www.gipescado.com.br/arquivos/met\\_fis-quim\\_ial/cap13.pdf](http://www.gipescado.com.br/arquivos/met_fis-quim_ial/cap13.pdf).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20. (DOU de 31/7/2000) Anexo IV. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>

COSTA, L. O. **Processamento e diminuição do reprocesso do hambúrguer bovino (HBV)**. Trabalho de conclusão de curso. Curso de engenharia de alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.30, n.4, p.692-700, jul./ago., 2006.

FATTORI, F. F. A.; SOUZA, L.C.; BRAOIOS, A.; RAMOS, A.P.D.; TASHIMA, N.T.; NEVES, T. R. M.; BARBOSA, R. L. Aspectos sanitários em “trailers” de lanche no município de Presidente Prudente, SP. **Revista Higiene Alimentar** v.19 p.54-62, 2005.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à Coccão, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. Piracicaba, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C.; FUKUDA, C.; CALDAS, R. C. Melhoramento Participativo. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p.751-780, 2006.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de chips de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 23, p. 79-86, dez, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?z=t&o=26&i=P> Acesso em: 19 set. 2012

LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6ª ed. Porto Alegre. Ed. Artmed, 2005.

MOURA, A.P.B.L.; ACIOLI, R.; DUARTE, D.A.M.; PINHEIRO JUNIOR, J.W.; ALCÂNTARA, R.A. Caracterização e perfil de sensibilidade de *Staphylococcus spp.* Isolados de amostras de carne caprina comercializadas em mercados e supermercados em Recife, PE. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.1, p.7-15, jan./mar., 2006.

NASCIMENTO, M. da G. F. do.; OLIVEIRA, C. Z. F. de.; NASCIMENTO, E. R. do. Hambúrguer: evolução comercial e padrões microbiológicos. **Boletim CEPPA**, v.23, n.1, p. 59-74, 2005.

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.33, n.3, p.837-843, maio/jun., 2009.

RODRIGUEZ-ESTRADA, M.T., PENAZZI, G., CABONI, M. F., BERTACCO, G., LERCKER, G. Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. **Meat Science**. v.45 n.3 p.365-375, 1997.

ROMANELLI, P. F.; CASERI, R.; LOPES FILHO, J. F. Processamento da Carne de Jacaré do Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p. 70-5, 2002.

ROMANS JÚNIOR; COSTELLO, W.J.; JONES, K.W. et al. **The Meat we eat**. Illinois: The Inter-State Printers and Publishers. ed.12, p.850, 1985.

SIGARINI, C. O. **Avaliação bacteriológica da carne bovina desossada em estabelecimentos comerciais do município de Cuiabá–MT/Brasil**, Niterói/RJ. [On line] Rio de Janeiro: 2004. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Disponível em <http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde-arquivos/16/tde-2005-05-23T14:2525z-91/Publico/trabalho>.

SILVA, H. S. A.; OLIVEIRA, S. A. S.; HADDAD, F. Uso de imagens digitalizadas em metodologias de seleção para resistência à podridão radicular de mandioca. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. - (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura**, ISSN 1809-5003; 54). Modo de acesso: [http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/boletins/boletimpesquisa\\_54.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/boletins/boletimpesquisa_54.pdf) Acesso em: 29 ago. 2012.

TAVARES, T. M.; SERAFINI, A. B.; Carnes de hambúrgueres prontas para consumo: Aspectos legais e riscos bacterianos. **Revista de Patologia Tropical**. UFG. v. 35 n.1 p. 1-21, jan./abr. 2006.

## PRODUTO TIPO HAMBÚRGUER FORMULADO COM CARNE BOVINA E MANDIOCA

**Resumo** – Objetivou-se, com essa pesquisa, caracterizar hambúrguer adicionado de pasta de mandioca. Foram desenvolvidos hambúrgueres, com adição desta em quatro concentrações (5%; 10%; 15% e 20%), sendo o grupo controle exclusivamente de carne bovina. Foram realizadas análises físico-químicas de umidade, resíduo mineral fixo, proteína, índice de iodo, perda de peso por cozimento, pH, força de cisalhamento,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$   $H^\circ$  e  $C^*$  dos hambúrgueres. As análises foram conduzidas nos tempos de 0, 15, 30, 45 e 60 dias pós-processamento. Os parâmetros índice de iodo e teor de vermelho ( $a^*$ ), não foram significativamente ( $P>0,05$ ) influenciados pelas proporções de pasta de mandioca adicionadas e nem pelo período de armazenamento. Umidade, resíduo mineral fixo, pH e croma ( $C^*$ ) foram significativamente ( $P<0,05$ ) menores ao longo do tempo de armazenamento. A luminosidade do produto ( $L^*$ ), o teor de amarelo ( $b^*$ ) e a tonalidade ( $H^\circ$ ) foram maiores, ( $P<0,05$ ) à medida que se adicionou maiores quantidades de pasta de mandioca. Já a perda de peso por cozimento, a força de cisalhamento e o teor de proteína diminuíram significativamente ( $P<0,05$ ) com a adição da pasta de mandioca. Recomenda-se a formulação de hambúrguer com carne bovina, adicionado de 20% de pasta de mandioca, na qual foi observada menor perda de peso por cozimento e menor firmeza, implicando em melhor textura, maior suculência, na preservação de atributos sensoriais e valor nutricional, sendo, também, importante no ponto de vista de rendimento ao preparo para o consumo.

**Palavras-chave:** croma, força de cisalhamento, *Manihot esculenta* Crantz, reestruturado cárneo.

## PRODUCT TYPE BURGER MADE WITH BEEF AND CASSAVA

**Abstract** – The objective of this research characterize burger added cassava pulp. Burgers were developed with the addition of this in four concentrations (5%, 10%, 15% and 20%) and the control group only beef. Analyses physicochemical moisture, fixed mineral residue, protein, iodine, weight loss by cooking, pH, shearing strength,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$ ,  $H^\circ$  and  $C^*$  the burgers. The analyzes were conducted at times 0, 15, 30, 45 and 60 days post processing. The parameters iodine and red content ( $a^*$ ), were not significantly ( $P>0,05$ ) influenced by the proportions of pulp cassava added to and or by the period of storage. Moisture, fixed mineral residue, pH and chroma ( $C^*$ ) were significantly ( $P<0,05$ ) lower over the storage time. The brightness of the product ( $L^*$ ), a the yellow content ( $b^*$ ) and hue ( $H^\circ$ ) have been higher ( $P<0,05$ ) was added as larger amounts of cassava pulp. Already the weight loss by cooking, shear strength and protein content significantly decreased ( $P <0,05$ ) with the addition of cassava pulp. It is recommended the formulation of beef burger with added 20% cassava pulp, which was observed in less weight loss during cooking and less firmness, resulting in better texture, higher juiciness, preservation of sensory attributes and nutritional value, is also important in point of view of the yield preparation for consumption.

**Key words:** chroma, *Manihot esculenta* Crantz, restructured meat, shearing strength.

## INTRODUÇÃO

O hambúrguer é definido como produto cárneo reestruturado, elaborado com carne moída, adicionado ou não por tecido adiposo e ingredientes não cárneos, moldado e submetido a processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000). Em sua formulação se pode, portanto, utilizar matérias-primas não cárneas, desde que preservado o quantitativo mínimo proteico de 15g. 100g<sup>-1</sup>. Por esta definição, entende-se este produto como potencial veiculador de outros ingredientes, os quais poderiam melhorar a sua composição e estrutura, e, até mesmo, valorizar produtos de outras cadeias produtivas, como a mandioca.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), cultura economicamente importante em regiões tropicais, como América Latina, África e Ásia, acumula amido em suas raízes tuberosas, sendo de grande importância à nutrição humana e ao processamento agroindustrial (TANGPHATSORNRUANG, 2005; STUPAK et al., 2006; OLUWOLE et al., 2007; BLAGBROUGH et al., 2010). Apesar de sua importância, seu processamento é bastante restrito, sendo através dela, principalmente, obtida a farinha, a qual é pouco valorizada em decorrência da grande variabilidade na produção e nas características deste produto (CHISTÉ et al., 2006; SOUZA et al., 2008).

Considera-se, portanto, a necessidade de se desenvolver alternativas para a utilização da mandioca, as quais poderiam agregar valor a este importante item da produção agrícola brasileira. Além disto, pode-se estender a vida útil de seus constituintes, uma vez que seriam conservados, em congelamento, na matriz de produtos como o hambúrguer. A exportação da mandioca poderia, também, ser beneficiada, haja vista as restrições para o comércio internacional de alimentos 'in natura', devido a barreiras fitossanitárias.

Em outro aspecto, a utilização da mandioca para a elaboração de hambúrguer poderia agregar a este produto o amido isento de glúten, interessante a indivíduos celíacos (ONYANGO et al., 2008).

Além disto, por suas propriedades de gelatinização, haveria melhorias em sua textura e redução na perda de peso por cozimento, importantes atributos a esta categoria de cárneo reestruturado.

Considerando-se o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se caracterizar um produto tipo hambúrguer, formulado com carne bovina e adicionado de diferentes proporções de pasta de mandioca.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Processamento da Pasta de Mandioca

Em média, a composição química encontrada na raiz tuberosa, utilizada na formulação da pasta, foi de 67,39% de umidade; 31,25% de amido; 0,64% de proteínas; 0,2% de lipídios; 0,75% de fibras e 0,52% de resíduo mineral fixo. Alguns estudos têm mostrado que essa composição química na cultura da mandioca pode variar de acordo com diversos fatores: condições edafoclimáticas da região em que a planta se desenvolve, variedade, teor de nitrogênio no solo, clima, idade da planta, altura e frequência de poda.

Quantidades suficientes de mandioca, de mesma safra, provenientes das Centrais de Abastecimento de Minas Gerais S/A (CEASAMINAS, Contagem, Minas Gerais), foram submetidas a procedimentos gerais para o processamento mínimo, conforme descrito por Alves et al. (2005) e Lund et al. (2005), os quais foram: lavagem em água corrente; seleção (eliminação de raízes tuberosas com sinais de podridão); descasque; lavagem em água clorada; corte transversal em aproximadamente 5 centímetros; sanitização por imersão em água clorada 200 mg.L<sup>-1</sup> (cloro residual) por 15 minutos; enxágue em água clorada 3 mg.L<sup>-1</sup> (cloro residual) por 1 minuto; estocagem sob resfriamento à 4°C até o momento da cocção.

Após processamento mínimo, procedeu-se a cocção da mandioca, sob pressão (1,5 atm a 121°C por 30 minutos). Posteriormente, o cozido foi drenado para remoção do excesso de água e resfriado à temperatura ambiente, momento no qual foi processado em pasta, através de processador industrial tipo cutter. A pasta de mandioca obtida foi acondicionada em recipientes de polietileno higienizados, e estocada em câmara fria (4°C) até momento de sua utilização.

### Preparo do Hambúrguer

Quantidades suficientes de acém bovino (pH 5,6) foram adquiridas de um frigorífico inspecionado pelo Sistema de Inspeção Federal (SIF), do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Foram formulados quatro tipos de hambúrguer, com adição de 5%, 10%, 15% e 20% (p/p) da pasta de mandioca previamente obtida. O controle consistiu em hambúrguer obtido, exclusivamente, com carne bovina. Em todas as formulações, incluindo o controle, foi

adicionado cloreto de sódio (1,5%), açúcar cristal (0,2%), glutamato monossódico (0,07%), pimenta do reino (0,07%) e ácido acético (0,06%), semelhante ao proposto por Terra (1998).

Para a elaboração dos hambúrgueres, as peças de acém foram submetidas ao toailete, para remoção de tecidos adiposos e conectivos em excesso, lavadas com água clorada 3 mg.L<sup>-1</sup> (cloro residual) e resfriada a 4°C. A carne resfriada foi fracionada em cubos com aresta de aproximadamente 5 cm, moída por uma vez em moedor de carne industrial, com disco de orifícios de 9mm, sendo, posteriormente, adicionados os aditivos e a pasta de mandioca, nas concentrações de interesse, sendo esta mistura homogeneizada por 15 minutos e resfriada por 24h à 4°C.

Os produtos tipo hambúrguer, com peso de, aproximadamente 90 gramas, foram elaborados, empregando-se formadora de hambúrguer *Jamar* modelo FHJ-500. Os itens foram individualmente embalados em filmes plásticos de polietileno, congelados por 24 horas em ultrafreezer a -40°C e estocados em congelador a -18°C para posteriores etapas experimentais.

Análises físico-químicas e instrumentais foram conduzidas no tempo inicial e nos tempos 15, 30, 45 e 60 dias pós-processamento.

### **Análise do pH**

Valores de pH foram determinados, pesando 10g da amostra e diluindo-a em 100 mL de água destilada, fervida e resfriada à temperatura ambiente. O pH foi obtido por uso de pHmetro, acoplado por eletrodo de imersão (*Hanna Instruments*), sendo a média calculada após duas leituras.

### **Umidade**

A umidade (g.100g<sup>-1</sup>) foi obtida pesando 5g da amostra e submetendo-a ao aquecimento em estufa a 105°C até peso constante (BRASIL, 2008; AOAC, 2005).

### **Resíduo Mineral Fixo**

O resíduo mineral fixo (g.100g<sup>-1</sup>) foi obtido por calcinação de 5 g de amostra em forno tipo mufla a 550°C até peso constante (BRASIL, 2008; AOAC, 2005).

### **Proteína**

Proteína ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) foi determinada pelo método de semi-micro *Kjeldahl*, compreendendo as etapas de digestão, destilação e titulação com solução padrão de ácido clorídrico  $0,1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (BRASIL, 2008; AOAC, 2005).

### **Índice de iodo**

O índice de iodo, o qual quantifica gorduras insaturadas, foi obtido conforme o método de Wijs. Foram obtidos 0,5g de amostra, aos quais adicionados 20mL de tetracloreto de carbono PA e 25mL de solução de Wijs e mantidos, por 30 minutos, em ambiente escuro. Posteriormente, adicionou-se 20mL de solução de iodeto de potássio 15% (p/v) e 100mL de água fervida e resfriada. A mistura foi titulada com solução de tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 0,1M até a formação de coloração ligeiramente amarela. Neste momento, foi adicionada a solução indicadora de amido 0,5%, continuando-se a titulação até que a solução, neste momento ligeiramente azul, tornar-se incolor. Os resultados foram expressos em g I<sub>2</sub>/100g (BRASIL, 2008).

### **Perda de peso por cozimento**

A perda de peso por cozimento (PPC) foi determinada por aquecimento, em chapa metálica com dupla face (regulada a  $150^\circ\text{C}$ ), de porção unitária embalada em folha metalizada por tempo suficiente para assegurar temperatura interna, dentre  $82$  a  $85^\circ\text{C}$ . A perda foi calculada em função da diferença entre o peso inicial e final, sendo expressa em percentagem.

### **Força de cisalhamento**

A maciez objetiva foi determinada por texturômetro TA.XT2 *plus*<sup>®</sup> *Stable Micro Systems* (Stable Micro Systems, Haslemere, Reino Unido), acoplado com lâmina de cisalhamento padrão Warner-Bratzler, com espessura de 1,016mm e com lâmina de 3,05mm. Os dados (picos positivos máximos) foram obtidos, empregando-se o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable Micro Systems). O equipamento foi calibrado com peso-padrão de 5 kg e a velocidade de descida e corte do dispositivo foi de 200 mm/minuto. Para as análises, foram usadas as amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, das quais foram retiradas subamostras em forma de paralelepípedos 1x1x2cm (altura, largura e comprimento, respectivamente), sendo dispostas no equipamento com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina. Os valores de cada repetição foram calculados a partir da média de duas leituras. Os resultados foram expressos em  $\text{Kgf}/\text{cm}^2$  (AMSA, 1995).

### **Análise de Cor**

Foi realizada, utilizando colorímetro *Chroma Meter CR-400* (Konica Minolta, Japão), empregando iluminante D65 e geometria 45/0, e os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB. Os valores de  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente vermelho-verde) e  $b^*$  (componente amarelo-azul) foram obtidos diretamente do colorímetro e utilizados para cálculo da tonalidade cromática  $H^\circ$  ( $H^\circ = \arctan b^*/a^*$ ) e croma ( $C^* = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ ).  $L^*$  varia de 0 a 100, em que o valor 0 indica o preto (ou cor escura) e o 100, o branco (cor clara). Para  $H^\circ$ ; o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro; e o 270, o azul puro. Valores de  $H^\circ$  próximos de 90, indicam tonalidade amarela, e, quanto mais próximos de 0, a tonalidade vermelha. Com relação ao croma, quanto mais altos os valores de  $C^*$ ; mais viva a cor observada (LAWLESS; HEYMANN, 1998). Os valores de cada repetição foram calculados a partir da média de duas leituras feitas no hambúrguer cozido.

### **Análise estatística**

O experimento foi conduzido, em delineamento inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 5x5x4 (adição de pasta de mandioca; tempo; repetição). Os dados gerados pelas análises foram submetidos a análises de variância e regressão. Houve a definição das variáveis independentes, tempo (0, 15, 30, 45 e 60 dias) e o tratamento (0%, 5%, 10%, 15% e 20% de pasta de mandioca adicionada) e as variáveis dependentes (resposta) foram aquelas que obtiveram diferença significativa. Foi utilizado o programa estatístico *Statsoft*<sup>®</sup> (STATSOFT, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores como umidade, resíduo mineral fixo e pH não foram, significativamente, ( $P>0,05$ ) influenciados pela proporção de pasta mandioca (controle; 5%; 10%; 15% e 20% p/p), adicionada na elaboração do hambúrguer (Tabela 1). Entretanto, foram significativamente ( $P<0,05$ ) menores ao longo do período de armazenamento (0; 15; 30; 45 e 60 dias).

**Tabela 1.** Umidade, resíduo mineral fixo, proteína, pH e índice de iodo em formulações de hambúrguer elaborado com carne bovina e pasta de mandioca, armazenados pelo período de 0, 15, 30, 45 e 60 dias

Parâmetro	Mandioca	Tempo (dias)					CV	R <sup>2</sup>	Equação
		0	15	30	45	60			
Umidade (%)	C	69,00	67,69	68,25	68,77	65,30	2,20	83,90	$y = - 0,0017T^2 + 0,0659T + 68,8471$
	5%	68,98	68,45	68,74	69,38	65,81			
	10%	70,18	69,33	70,52	70,38	69,91			
	15%	69,27	69,17	69,32	69,51	63,91			
	20%	69,12	68,06	68,83	68,38	64,85			
RMF (%)	C	2,46	2,42	2,63	2,43	2,37	7,63	34,90	$y = - 0,0020T + 2,5278$
	5%	2,47	2,45	2,63	2,46	2,36			
	10%	2,48	2,44	2,70	2,42	2,33			
	15%	2,41	2,62	2,57	2,30	2,48			
	20%	2,41	2,61	2,49	2,40	2,20			
Proteína (%)	C	20,82	21,27	20,63	20,46	20,29	4,10	81,89	$y = - 0,0055M^2 - 0,0570M + 20,5961$
	5%	19,45	20,15	20,09	19,30	20,14			
	10%	19,26	19,75	20,08	20,91	19,48			
	15%	18,78	18,00	18,33	18,31	17,97			
	20%	17,53	15,78	17,29	17,78	17,06			
pH	C	6,14	6,01	6,02	5,90	6,00	1,21	89,37	$y = - 0,0014T + 6,0845$
	5%	6,13	6,01	6,18	5,98	6,04			
	10%	6,10	6,08	6,13	6,00	6,04			
	15%	6,03	6,00	6,03	5,97	6,00			
	20%	6,14	5,92	6,14	5,92	6,05			
Índice de iodo (g.100g <sup>-1</sup> )	C	0,83	0,83	0,78	0,62	0,87	20,69		n/s
	5%	0,38	0,72	0,72	0,80	0,84			
	10%	0,44	0,82	0,78	0,57	0,93			
	15%	0,46	0,75	0,54	0,45	0,83			
	20%	0,48	0,52	0,72	0,65	0,74			

RMF: resíduo mineral fixo. C: grupo controle. CV: coeficiente de variação

Os valores de umidade obtidos nesta pesquisa são semelhantes aos relatados na literatura para produtos tipo hambúrguer (DAWKINS et al., 1999; SEABRA et al., 2002; SILVA et al., 2011). Conforme Lima (2008), estes valores, considerados altos, reforçam a necessidade de se conservar este tipo de alimento sob congelamento.

O quantitativo de proteínas foi significativamente ( $P<0,01$ ) menor, quanto maior a

quantidade de mandioca adicionada à formulação. De acordo com Hall et al. (2013), o acém bovino, apresenta, em média,  $19\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de proteína, valor este próximo ao observado no controle. A mandioca, no entanto, dispõe de quantitativo proteico inferior ao da carne, sendo descritos na literatura valores dentre o intervalo de 1 a  $5\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , em massa seca (CEBALLOS et al., 2006; STUPAK et al., 2006). Admite-se, por esta razão, uma parcial substituição percentual da proteína da carne por constituintes não proteicos da mandioca, principalmente, carboidratos. Dawkins et al. (1999), também constataram redução no teor de proteína, em formulações de hambúrguer com carne caprina, decorrentes da maior adição de farelo de aveia.

O parâmetro índice de iodo (gordura insaturada) não foi, significativamente, ( $P>0,05$ ) influenciado pelas proporções de pasta de mandioca utilizadas na formulação de hambúrguer. Também não foi, significativamente, ( $P>0,05$ ) influenciado pelo período de armazenamento.

A perda de peso por cozimento foi influenciada ( $P<0,05$ ) tanto pela quantidade de pasta de mandioca adicionada, assim como pelo período em que foi armazenado, sendo menores as médias, quanto maior o tempo armazenamento (Tabela 2).

**Tabela 2.** Perda de peso por cozimento e força de cisalhamento em formulações de hambúrguer elaborado com carne bovina e pasta de mandioca, armazenados pelo período de 0, 15, 30, 45 e 60 dias

Parâmetro	Mandioca	Tempo (dias)					CV	R <sup>2</sup>	Equação
		0	15	30	45	60			
PPC (%)	C	31,20	33,64	31,70	29,05	30,37	7,93	91,52	$y = - 0,4892M + 31,3109$
	5%	25,53	28,12	26,37	26,21	25,35			
	10%	27,13	23,80	22,42	22,80	24,32			
	15%	25,50	20,07	23,60	21,85	21,35			
	20%	23,06	19,97	20,91	20,44	20,02			
FC ( $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	C	5,63	5,28	5,59	5,24	4,77	38,34	70,92	$y = 0,0095M^2 - 0,3891M + 5,3727$
	5%	3,64	5,27	3,47	3,95	3,12			
	10%	2,27	1,57	2,25	2,60	1,97			
	15%	1,93	1,11	2,18	2,33	1,61			
	20%	1,70	1,24	1,39	1,14	1,31			

PPC: perda de peso por cozimento. FC: força de cisalhamento. C: grupo controle. CV: coeficiente de variação

A adição de pasta de mandioca contribuiu para diminuir, significativamente, a perda de peso por cozimento dos hambúrgueres. Reduzir essa perda em derivados cárneos implica em melhor textura, maior suculência, na preservação de atributos sensoriais e valor nutricional, sendo, também, importante do ponto de vista de rendimento ao preparo para o consumo (PEDROSO; DEMIATE, 2008; CALDARA et al., 2012).

A perda de peso por cozimento ocasiona o desprendimento de fluídos da matriz, os

quais carregam água, nutrientes hidrossolúveis e compostos responsáveis pelo sabor e aroma, assim como pigmentos formadores de cor. Além disto, a redução no teor de umidade ocasiona a concentração de sólidos, o que torna o produto mais denso e firme. Haverá, por esta razão, a necessidade de aplicação de maior força para que haja o cisalhamento do produto. Tal fato foi constatado nesta pesquisa, sendo que, quanto menor a perda de peso por cozimento, menor a força de cisalhamento requerida. Ressalta-se, neste momento, que houve, então, efeito significativo ( $P < 0,05$ ) das proporções de pasta de mandioca adicionadas às formulações sobre a força de cisalhamento, sendo esta menor, quanto maior as proporções utilizadas (Tabela 2).

Efeito semelhante foi verificado por Seabra et al. (2002) e Dawkins et al. (1999), os quais observaram que, a adição de fécula de mandioca para a produção de hambúrguer com carne ovina e farinha de aveia, em formulações de hambúrguer com carne caprina, respectivamente, reduziram a perda de peso por cozimento e a força de cisalhamento dos produtos.

De acordo com García-Garcia e Totosaus (2008), o amido, após gelatinização, age preenchendo espaços intersticiais na matriz do alimento, interagindo com a rede proteica, elevando a capacidade de retenção de água, o que reduz a sua perda de peso por cozimento e melhora a sua textura. Estes autores tratam deste como sendo uma interação sinérgica, promovida pela estrutura química destes componentes, assim como de outros íons presentes.

O amido presente na mandioca apresenta a propriedade de gelatinização, quando submetido ao cozimento em temperaturas de 60 a 70°C (MUNHOZ et al., 2004; PAES et al., 2008; CHAROENKUL et al., 2011). Neste processo, acontece a absorção de água e o entumescimento do grânulo de amido, o qual passa a ter tamanho maior. Pressupõe-se, por esta razão, que este fenômeno, ao acontecer no hambúrguer, durante sua cocção, permitiu que o fluido liberado pela carne fosse absorvido pelo amido presente na pasta de mandioca, formando hidrocolóide, reduzindo-se a perda de peso por cozimento e a força de cisalhamento.

O parâmetro teor de vermelho ( $a^*$ ) não foi significativamente ( $P > 0,05$ ) influenciado pelas proporções de pasta de mandioca, utilizadas na formulação do hambúrguer, conforme apresentado na Tabela 3. Este parâmetro também não foi significativamente ( $P > 0,05$ ) influenciado pelo período de armazenamento.

**Tabela 3.** Parâmetros de cor L\*, a\*, b\*, C\* e H° em formulações de hambúrguer elaborado com carne bovina e pasta de mandioca, armazenados pelo período de 0, 15, 30, 45 e 60 dias

Parâmetro	Mandioca	Tempo (dias)					CV	R <sup>2</sup>	Equação
		0	15	30	45	60			
L*	C	40,24	43,85	44,05	42,60	42,94	3,09	63,68	$y = 0,1623M + 42,7938$
	5%	42,95	44,32	44,18	43,37	44,62			
	10%	44,27	44,16	44,45	43,95	44,09			
	15%	43,74	45,33	46,61	44,97	44,53			
	20%	45,87	46,36	46,39	46,74	45,76			
a*	C	12,40	12,13	12,19	12,26	10,86	8,25		n/s
	5%	11,84	11,55	11,15	11,66	11,04			
	10%	11,18	12,04	11,20	12,47	11,01			
	15%	11,26	12,11	11,39	11,34	11,40			
	20%	12,01	13,23	12,19	11,96	11,50			
b*	C	0,83	0,82	0,88	0,78	0,85	28,57	82,78	$y = 0,1041M + 1,0313$
	5%	1,92	0,97	1,11	1,11	0,81			
	10%	2,61	1,19	2,62	1,55	2,21			
	15%	2,03	1,73	2,56	2,07	2,33			
	20%	3,53	2,61	3,02	2,62	3,01			$y = 0,0003xT^2 - 0,0232T + 1,0313$
C*	C	12,43	12,16	12,22	12,29	10,89	8,29	33,03	$y = - 0,0100T + 12,2140$
	5%	12,01	11,59	11,20	11,72	11,07			
	10%	11,49	12,10	11,45	12,57	11,26			
	15%	11,45	12,26	11,67	11,54	11,64			
	20%	12,52	13,50	12,56	12,25	11,90			
H°	C	3,88	3,95	4,11	3,66	4,47	30,12	82,58	$y = 0,4845M + 3,9578$
	5%	9,07	4,79	5,71	5,35	4,23			
	10%	13,11	5,65	11,61	7,11	11,30			
	15%	10,38	8,23	12,68	10,45	11,65			
	20%	16,41	11,10	13,90	12,35	14,77			

L\*: teor de luminosidade. a\*: teor de vermelho. b\*: teor de amarelo. C\*: croma (intensidade da cor). H°: ângulo Hue (tonalidade da cor). C: curo controle. CV: coeficiente de variação

A tonalidade de vermelho é majoritariamente proporcionada em derivados cárneos pela mioglobina e citocromo C, pigmentos heme naturalmente presentes na carne (BERIAIN et al., 2009). Espera-se que, quanto maior a sua quantidade, maior o teor de vermelho (KARAMUCKI et al., 2013). Embora tenha havido adição de mandioca, a qual não proporcionaria estes pigmentos, e, ao contrário, poderia promover a sua redução percentual, ainda assim não houve diferença do hambúrguer formulado com 20% (maior proporção) e o controle.

A intensidade da cor, o croma (C\*), não foi significativamente ( $P > 0,05$ ) influenciada pela proporção da pasta de mandioca, adicionada na elaboração do hambúrguer. Entretanto, foi significativamente ( $P < 0,05$ ) menor ao longo do período de armazenamento.

A tonalidade de amarelo (b\*) foi influenciada ( $P < 0,05$ ), tanto pela quantidade de pasta de mandioca adicionada, assim como pelo período de armazenamento, sendo menores as

médias, quanto maior o tempo de armazenamento.

Alterações na composição química de derivados cárneos, ao longo de seu período de armazenamento, ocorrem, naturalmente, em função de suas próprias características biológicas. De acordo com Limbo et al. (2010), em se tratando da carne submetida à moagem, a qual é utilizada para o processamento de hambúrguer, sua vida útil é limitada pela maior exposição de seus constituintes a fatores deteriorantes. Dentre os principais processos que afetam a vida útil de derivados cárneos reconstituídos estão incluídos a perda de umidade, alterações em sua acidez, oxidação e desnaturação de pigmentos responsáveis pela cor (THOMAS et al., 2006; GEORGANTELIS et al., 2007; FRIEDRICH et al., 2008; HAYES et al., 2010).

O teor de amarelo foi significativamente ( $P < 0,05$ ) maior, quanto maior a adição de pasta de mandioca, ressaltando-se, no entanto, não ter havido efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre o teor de vermelho. A tonalidade da cor ( $H^\circ$ ) foi, significativamente, ( $P < 0,01$ ) mais distante de  $0^\circ$  (vermelho puro), quanto maior a proporção adicionada de pasta de mandioca, efeito ocasionado pelo aumento na quantidade de pigmentos de tonalidade amarela. Entretanto, os valores médios de  $H^\circ$  estiveram mais próximos de  $0^\circ$  (vermelho puro) do que de  $90^\circ$  (amarelo puro). Sendo assim, a cor predominante nas formulações mantém-se à tonalidade de vermelho.

O croma ( $C^*$ ) não foi significativamente ( $P > 0,05$ ) influenciado pelo aumento na tonalidade de amarelo. Porém, houve redução significativa ( $P < 0,05$ ) da intensidade da cor (croma) ao longo do período de armazenamento, o que sugere a possível degradação de compostos formadores de cor. De acordo com López-Rubio; Lagaron (2011), valores de  $b^*$ , os quais se reduziram com o tempo, são bons indicadores da degradação do  $\beta$ -caroteno.

A coloração amarela em alimentos pode ser conferida pela presença e quantidade de carotenoides. A mandioca é relatada como sendo fonte apreciável destes constituintes (RODRIGUES-AMAYA et al., 2011; CEBALLOS et al., 2012). Kimura et al. (2007) descrevem, dentre eles, a presença de luteína, zeaxantina, licopeno,  $\beta$ -criptoxantina e  $\beta$ -caroteno. Estes compostos são considerados como bioativos, alguns dos quais funcionais, podendo apresentar atividade pro-vitáminica A e antioxidante (SIQUEIRA et al., 2007).

A luminosidade foi maior ( $P < 0,01$ ), na medida em que foram adicionadas maiores quantidades de pasta de mandioca. A umidade é um dos principais parâmetros que influenciam na luminosidade de matrizes alimentares (LORENZO et al., 2012). Microlâminas de água, quando presente na superfície, elevam a reflexão da luz incidente, como se fossem microespelhos, sendo, quanto maior a reflexão, maior a luminosidade. Entretanto, nesta pesquisa não se verificou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das proporções de pasta de mandioca

adicionadas sobre a umidade dos hambúrgueres. Sugere-se, portanto, que a luminosidade tenha sido afetada por outros componentes, que não a umidade. García-García e Totosaus (2008) consideram que o amido de batata, quando utilizado na elaboração de salsichas, proporcionou a formação de hidrocolóides, os quais influenciaram na quantidade de luz refletida. Segundo os mencionados autores, formulações contendo maiores proporções de grânulos de amido de batata apresentaram maior estrutura cristalina, a qual influenciou na reflexão da luz.

A utilização da pasta de mandioca, para a elaboração de hambúrguer com carne bovina, pode representar benefícios, tanto a este derivado cárneo reestruturado, quanto à cadeia produtiva desta raiz tuberosa. Para o produto, foram observadas, principalmente, menores perdas de peso por cozimento e menor firmeza, parâmetros importantes à aceitação de alimentos desta natureza pelo consumidor. Para a cadeia produtiva da mandioca, oferece-se mais uma alternativa de utilização desta importante matéria-prima, sendo possível estender a vida útil de seus constituintes, uma vez que serão mantidos congelados na matriz do reestruturado. Além disto, apresenta-se como alternativa à exportação dos constituintes da mandioca, haja vista a impossibilidade de comercialização internacional da raiz bruta, em decorrência de barreiras fitossanitárias.

## CONCLUSÃO

Recomenda-se a formulação de hambúrguer com carne bovina, adicionado de 20% de pasta de mandioca, sendo esta a que apresentou menor perda de peso por cozimento e menor firmeza, comparada às demais. Todas as amostras do produto apresentaram-se de acordo com a legislação vigente em termos de teor proteico. Foi preservada, ainda, a expressão da coloração vermelha, típica de produto tipo hambúrguer. Houve aumento da luminosidade e tonalidade das cores do produto.

A utilização de mandioca não influencia no teor de umidade, resíduo mineral fixo, pH e intensidade da cor, os quais foram influenciados pelo tempo de armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.; CANSIAN, R. L.; STUART, G.; VALDUGA, E. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p. 330-337, 2005.
- AMSA. AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 1995. 48p.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 16 ed. Arlington, 2005.
- BERIAIN, M. J.; GOÑI, M. V.; INDURAIN, G.; SARRIÉS, M. V.; INSAUSTI, K. Predicting *Longissimus dorsi* myoglobin oxidation in aged beef based on early *post-mortem* colour measurements on the carcass as a colour stability index. **Meat Science**, v.81, ed.3, p.439-445, 2009. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.09.009>]
- BLAGBROUGH, I. S.; BAYOUMI, S. A. L.; ROWAN, M. G.; BEECHING, J. R. Cassava: An appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects. **Phytochemistry**, v.71, ed.17-18, p.1940-1951, 2010. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.09.001>]
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20. (DOU de 31/7/2000) Anexo IV. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>
- BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed. 1ª edição digital. São Paulo: IMESP, 2008.
- CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SANTIAGO, J. C.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; GARCIA, R. G.; VARGAS JÚNIOR, F. M.; SANTOS, L. S.; NÄÄS, I. A. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.815-824, 2012. [<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000300019>].
- CEBALLOS, H.; LUNA, J.; ESCOBAR, A. F.; ORTIZ, D.; PÉREZ, J. C.; SÁNCHEZ, T.; PACHÓN, H.; DUFOUR, D. Spatial distribution of dry matter in yellow fleshed cassava roots and its influence on carotenoid retention upon boiling. **Food Research International**, v.45, ed.1, p.52-59. 2012. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.10.001>]
- CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; CHÁVEZ, A. L.; IGLESIAS, C.; DEBOUCK, D.; MAFLA, G.; TOHME, J. Variation in crude protein content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, ed.6-7, p.589-593, 2006. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2005.11.001>]
- CHAROENKUL, N.; UTTAPAP, ; PATHIPANAWAT, W.; TAKEDA, Y. Physicochemical characteristics of starches and flours from cassava varieties having different cooked root textures. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, ed.8, p.1774-1781, 2011. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.03.009>].

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26 n.4 p.861-864, 2006.

DAWKINS, N. L., PHELPS, O., McMILLIN, K. W., FORRESTER, I. T. Composition and physicochemical properties of chevon patties containing oat bran. **Journal of Food Science**, v.64, n.4, p. 597-600, 1999.

FRIEDRICH, L.; SIRÓ, I.; DALMADI, I.; HORVÁTH, K.; ÁGOSTON, R.; BALLA, Cs. Influence of various preservatives on the quality of minced beef under modified atmosphere at chilled storage. **Meat Science**, v.79, ed.2, p.332-343, 2008. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.012>].

GARCÍA-GARCÍA, E.; TOTOSAUS, A. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and  $\kappa$ -carrageenan by a mixture design approach. **Meat Science**, v.78, ed.4, p.406-413, 2008. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.003>].

GEORGANTELIS, D.; BLEKAS, G.; KATIKOU, P.; AMBROSIADIS, I.; FLETOURIS, D. J. Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. **Meat Science**, v.75, ed.2, p.256-264, 2007. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.018>].

HALL, N. G.; SCHÖNFELDT, H. C. Total nitrogen vs. amino-acid profile as indicator of protein content of beef. **Food Chemistry**, v.140, ed.3-1, p.608–612, 2013. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.046>].

HAYES, J. E.; STEPANYAN, V.; ALLEN, P.; O'GRADY, M. N.; KERRY, J. P. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. **Meat Science**, v.84, ed.4, p.613–620, 2010. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.020>].

KARAMUCKI, T.; JAKUBOWSKA, M.; RYBARCZYK, A.; GARDZIELEWSKA, J. The influence of myoglobin on the colour of minced pork loin. **Meat Science**, v.94, ed.2, p.234-238, 2013. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.014>].

KIMURA, M.; KOBORI, C. N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; NESTEL, P. Screening and HPLC methods for carotenoids in sweetpotato, cassava and maize for plant breeding trials. **Food Chemistry**, v.100, ed.4, p.1734-1746, 2007. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.020>].

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LIMBO, S.; TORRI, L.; SINELLI, N.; FRANZETTI, L.; CASIRAGHI, E. Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. **Meat Science**, v.84, ed.1, p.129-136, 2010. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.035>].

LIMA, J. R.. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju; Physical chemical and sensory characterization of vegetal hamburger elaborated from cashew apple. **Ciência e Agrotecnologia**, (Impr.), v.32, n.1, p.191-195, 2008.

LÓPEZ-RUBIO, A.; LAGARON, J. M. Improved incorporation and stabilisation of  $\beta$ -carotene in hydrocolloids using glycerol. **Food Chemistry**, v.125, ed.3, p.997-1004, 2011. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.106>].

LORENZO, J. M.; TEMPERÁN, S.; BERMÚDEZ, R.; COBAS, N.; PURRIÑOS, L. Changes in physico-chemical, microbiological, textural and sensory attributes during ripening of dry-cured foal salchichón. **Meat Science**, v.90, ed.1, p.194-198, 2012. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.025>].

LUND, D. G.; PETRINI, L. A.; ALEIXO, J. A. G.; ROMBALDI, C. V. Uso de sanitizantes na redução da carga microbiana de mandioca minimamente processada. **Ciência Rural**, v.35 p.1431-1435, 2005. [<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000600032>].

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, T. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.24, n.3, p.403-406, 2004.

OLUWOLE, O. S. A.; ONABOLU, A. O.; MTUNDA, K.; MLINGI, N. Characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties in Nigeria and Tanzania, and farmers' perception of toxicity of cassava. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, ed.7, p.559-567, 2007. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2007.04.004>].

ONYANGO, C.; UNBEHEND, G.; LINDHAUER, M.G. Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch. **Food Research International**, v.42, p. 949-955, 2008. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.011>].

PAES, S. S.; YAKIMETS, I.; MITCHELL, J. R. Influence of gelatinization process on functional properties of cassava starch films. **Food Hydrocolloids**, v.22, ed.5, p.788-797, 2008. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.03.008>].

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, p.24-31, 2008. [<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100005>].

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; **Carotenoids of Sweet Potato, Cassava, and Maize and Their Use in Bread and Flour Fortification**. Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. p.301-311. 2011. [<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-380886-8.10028-5>].

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrgueres com carne ovina. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.244-248, 2002.

SILVA, J. A. D.; NÓBREGA, E. D. S.; COSTA, M. J. D. C.; BARBOSA, M. Q.; CARVALHO FILHO, E. V. D. Efeito do consumo de hambúrguer de carne de avestruz e

hambúrguer bovino comercial em ratos jovens, pela análise de teores de colesterol total e frações lipoproteicas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.70, n.3, p. 324-331, 2011.

SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F.; VARGAS, R. M.; SOUZA, E. M. T.  **$\beta$ -Carotene from cassava (*Manihot esculenta Crantz*) leaves improves vitamin A status in rats.** *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. v.146, ed.1-2, p.235-240, 2007. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpc.2006.12.006>].

SOUZA, J. M. L.; NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; LEITE, F. M. N.; SOUZA, M. L.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Food Science and Technology**, Campinas, v.28, n.4, p.907-912, 2008. [<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000400022>].

STATSOFT. **Statistics**. Data Analysis Software System. Version 8.0, Tulsa: Statsoft. 2007.

STUPAK, M.; VANDERSCHUREN, H.; GRUISSEM, W.; ZHANG P. Biotechnological approaches to cassava protein improvement, **Trends in Food Science & Technology** v.17 p.634-641, 2006. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2006.06.004>].

TANGPHATSORNRUANG, S.; NACONSIE, M.; THAMMARONGTHAM, C.; NARANGAJAVANA, J. Isolation and characterization of an alpha-amylase gene in cassava (*Manihot esculenta*). **Plant Physiology Biochemistry** v.43, p.821-827, 2005.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 119 p.

THOMAS, R.; ANJANEYULU, A. S. R.; KONDAIAH, N. Quality and shelf life evaluation of emulsion and restructured buffalo meat nuggets at cold storage ( $4 \pm 1$  °C). **Meat Science**, v.72, ed.3, p.373-379, 2006. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.022>].

## ANEXOS

As figuras abaixo apresentam a evolução dos valores  $b^*$ ,  $L^*$ ,  $H^*$ ,  $C^*$ , PPC,  $A_w$ , força de cisalhamento, umidade, resíduo mineral fixo, pH e proteína, durante o período de armazenagem (0, 15, 30, 45, 60 dias) ou porcentagem de pasta mandioca adicionada (0%, 5%, 10%, 15% e 20%).

