

**CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE
VALOR AOS FRUTOS DO CERRADO:
ARAÇÁ (*Psidium guineensis* Sw.) E MAROLO
(*Annona crassiflora* Mart.)**

CLARISSA DAMIANI

2009

CLARISSA DAMIANI

**CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALOR AOS FRUTOS DO
CERRADO: ARAÇÁ (*Psidium guineensis* Sw.) E MAROLO (*Annona
crassiflora* Mart.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Doutorado em
Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de
“Doutor”.

Orientador
Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Damiani, Clarissa.

Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá
(*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.) /
Clarissa Damiani. – Lavras : UFLA,
2009.

171 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Frutos do cerrado. 2. Araçá. 3. Marolo. 4. Geléias. 5.
Desenvolvimentos de novos produtos. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD – 664.804

CLARISSA DAMIANI

**CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALOR AOS FRUTOS DO
CERRADO: ARAÇÁ (*Psidium guineensis* Sw.) E MAROLO (*Annona
crassiflora* Mart.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Doutorado em
Ciência dos Alimentos, a para obtenção do título de
“Doutor”.

APROVADA em 16 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri – UFG

Prof. Dr. Moacir Evandro Lage – UFG

Profa. Dra Juliana Audi Giannoni – UFLA

Profa Dra Rosângela Vera – UFG

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

AGRADECIMENTOS

A meu Deus, por ter me concedido sabedoria, capacidade, inteligência e força suficiente para chegar até aqui e por sempre falar: “Filho meu, sê forte e corajoso, porque Eu estou contigo por onde quer que andares”.

Ao meu amado esposo, pela presença contínua, pelo incentivo nos momentos desanimadores, pela paciência nos períodos de estresse e, também, pela imensa ajuda com as análises microbiológicas e debates científicos que me ajudaram a raciocinar, valeu!!!.

A meus queridos pais, irmãos e avó, por me ajudarem, mesmo que distantes, a enfrentar mais essa luta, com carinho e dedicação.

A Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciência dos Alimentos) e à Universidade Federal de Goiás (Departamento de Química e Bioquímica de Alimentos, Departamento de Química e Centro de Pesquisa em Alimentos), por proporcionarem a infra-estrutura adequada para a realização dos experimentos.

A IFB (Instituto de Fosfatos Biológicos) por ter concedido a realização das análises microbiológicas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo custeio financeiro nos últimos 30 meses.

Ao Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela orientação, pelos conhecimentos transmitidos, pelo apoio e pela confiança depositada na minha pessoa.

Ao Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquiere pela co-orientação, pelo amor, pela paciência e acima de tudo bom humor, que transformaram os momentos exaustivos de análises em diversão e prazer.

Ao Prof. Dr. Moacir Evandro Lage e Prof. Dr. Antonio Nonato Oliveira, por terem me recebido carinhosamente e aberto as portas do Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA/UFG) para a realização das análises de ácidos orgânicos e minerais.

Ao Prof. Dr. Pedro Henrique Ferri, por ter me acolhido de forma tão amável em seu laboratório e orientado nas análises de voláteis.

Aos amigos e irmãos Daniella Moreira Pinto e Laurinha, Luiz Jose Rodrigues, Edson Pablo da Silva e Nélio Ranieli Ferreira de Paula pela agradável companhia nas coletas dos frutos e análises (Que dias!!!!).

Ao Sr Zilmo e Dona Maria por ter aberto as portas de sua casa e me oferecido muito mais que um abrigo, ofertando-se momentos agradáveis e também alguns quilos de araçá!!!

A grande amiga Maria do Livramento de Paula (LILI) pela imensa ajuda no processamento das geléias e à Universidade Católica de Goiás por ter permitido a execução das mesmas em seu interior.

Ao Rodrigo Almeida de Oliveira, Ruver Rodrigues Feitosa Ramalho e José Daniel Silva pela dedicação e ajuda na execução das análises durante os 12 meses.

Aos professores Dr. Marcio Caliari, Dr. Manoel Soares Soares Junior, Dra. Rosângela Vera, Dra Raquel de Andrade Cardoso Santiago, Dr. Robson Maia Geraldine, Dra Joelma Pereira, Dra Adriana Régia Marques de Souza e Dra Katiuchia Pereira Takeuchi que, por meio dos conhecimentos passados em sala de aula ou, simplesmente, por um simples 'bate papo' no corredor, fizeram parte da composição e execução do presente trabalho.

A Juliana Audi Giannoni, pela amizade, pelas palavras de encorajamento e, principalmente, pelas orações.

A toda família DCA/UFLA que me acolheu de forma tão carinhosa e sincera, fazendo dos meus “dois longos anos’ fora de casa, momentos efêmeros, no entanto marcantes.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram nesta jornada rumo ao título de doutora.

A vocês, meus sinceros agradecimentos e que Deus abençoe a cada um ricamente.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1: Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá, marolo e fabricação de geléias	3
1 Introdução geral	4
2 Referencial teórico.....	6
2.1 Cerrado	6
2.2 Os frutos do cerrado.....	7
2.2.1 Araçá: Descrição botânica e principais características	7
2.2.2 Marolo: Descrição botânica e principais características	9
2.3 Métodos de conservação de alimentos.....	11
2.3.1 Conservação de alimentos pelo uso do calor.....	12
2.4 Geléias.....	14
2.4.1 A química da geléia.....	16
2.4.1.1 Açúcar.....	17
2.4.1.2 Pectina e compostos afins.....	18
2.5 A importância da caracterização centesimal, química, microbiológica e sensorial para o desenvolvimento de novos produtos.....	23
2.5.1 Caracterização centesimal.....	23
2.5.1.1 Fibras.....	24
2.5.2 Caracterização química.....	26
2.5.2.1 Potencial antioxidante.....	26
2.5.2.2 Compostos fenólicos.....	30
2.5.2.3 Sólidos solúveis, acidez total titulável e pH.....	31
2.5.2.4 Minerais.....	33
2.6 Segurança alimentar e caracterização microbiológica.....	34
2.7 Caracterização sensorial.....	36
3 Referências Bibliográficas.....	38
CAPÍTULO 2: Características físicas e químicas dos frutos do cerrado: araçá e marolo	45
1 Resumo	46
2 Abstract.....	47
3 Introdução	48
4 Material e Métodos	50
5 Resultados e Discussão	54
6 Conclusão	64
7 Referências Bibliográficas	65

CAPITULO 3: Estudo dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento de geléias de araçá (<i>Psidium guinnensis</i> Sw.).....	69
1 Resumo	70
2 Abstract.....	71
3 Introdução	72
4 Material e Métodos	74
5 Resultados e Discussão.....	80
6 Conclusões.....	98
7 Referências Bibliográficas.....	99
CAPITULO 4: Estudo dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento de geléias de marolo (<i>Annona crassiflora</i> Mart.).....	104
1 Resumo	105
2 Abstract.....	106
3 Introdução	107
4 Material e Métodos	109
5 Resultados e Discussão.....	115
6 Conclusões.....	132
7 Referências bibliográficas.....	133
CAPITULO 5: Estudo dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento de geléias mistas de araçá (<i>Psidium guinnensis</i> Sw.) e de marolo (<i>Annona crassiflora</i> Mart.).....	138
1 Resumo	139
2 Abstract.....	140
3 Introdução	141
4 Material e Métodos	143
5 Resultados e Discussão.....	149
6 Conclusões.....	165
7 Referências bibliográficas.....	166
ANEXO	170

RESUMO

DAMIANI, CLARISSA. **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado:** araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart. 2009. 171p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e o marolo (*Annona crassiflora* Mart.) são frutos típicos do cerrado brasileiro, porém pouco estudados e pouco utilizados na tecnologia de alimentos. O objetivo desse trabalho foi caracterizar física e quimicamente os frutos; desenvolver formulações para a fabricação de geléias de araçá, de marolo e mista (araçá e marolo) e, ainda, avaliar as mudanças físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, ocorridas durante 12 meses de armazenamento. As análises realizadas foram: composição centesimal, açúcares solúveis totais, redutores e sacarose, sólidos solúveis, acidez titulável, ácidos orgânicos, pectinas total e solúvel, potencial antioxidante, compostos fenólicos, minerais, coloração e consistência, presença de fungos filamentosos e leveduras, *Salmonella sp* e coliformes (35°C e 45°C), assim como, avaliação dos atributos aparência, cor, sabor e aroma. O araçá demonstrou ser um fruto rico em cálcio, magnésio e fósforo, com substâncias antioxidantes, presentes tanto na casca como na polpa; o marolo possui alto teor de lipídios, de calorías, de fibras, de magnésio e de fósforo, como também de substâncias antioxidantes; as geléias de araçá, de marolo e a mista tiveram suas características físicas, químicas e microbiológicas mudadas, contudo ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. No geral, a umidade, a sacarose, a pectina total, a pectina solúvel e os compostos fenólicos reduziram seus teores, contudo as proteínas, os carboidratos, as calorías, o açúcar solúvel total e o açúcar redutor tiveram uma ascensão durante o armazenamento. A capacidade antioxidante elevou no período de estocagem nas geléias de araçá e na mista e os atributos sensoriais avaliados obtiveram nota 8, em todas as formulações. Os frutos araçá e marolo devem ser mais explorados, pois são ricos nutricionalmente, aptos para a utilização na fabricação de geléias e estas possuem vida útil de, no mínimo, 12 meses.

*Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (orientador), Eduardo Ramirez Asquieri– UFG.

ABSTRACT

DAMIANI, Clarissa. **Characterization and added value to the fruits of the cerrado:** araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart. 2009. 171p. Thesis (Ph.D. in Food Science))-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) fruits are typical of the Brazilian savannah, but poorly studied and little used in the art of food. The objective of this work was physically and chemically characterize the fruits; develop formulations for the manufacture of jams of araçá of marolo and mixed (araçá and marolo) and, further, to evaluate the physical changes, chemical, microbiological and sensory, during 12 months of storage. The tests conducted were: proximate composition, total soluble sugars, reducing and sucrose, soluble solids, titratable acidity, organic acids, total pectin and soluble, antioxidant potential, phenolic compounds, minerals, color and consistency, presence of filamentous fungi and yeasts, *Salmonella sp* and coliforms (35° C and 45° C), as well as assessment of the attributes appearance, color, flavor and aroma. The araçá proved to be a fruit rich in calcium, magnesium and phosphorus, with antioxidant substances, present in both the peel and in the pulp, the marolo has high levels of lipids, of calories, fiber, magnesium and phosphorus, as well as substances antioxidants; the jams of araçá of marolo and mixed had their physical, chemical and microbiological changed, however were into the standards established by law. Overall, the humidity, the sucrose, the total pectin, a soluble pectin and phenolic compounds reduced its content, however the protein, carbohydrates, the calories, the total soluble sugar and reducing sugar had a rise during storage. The antioxidant capacity increased in the period of storage in the jams of araçá and mixed and sensory attributes were evaluated obtained value 8, in all formulations. The fruits araçá and marolo should be explored more, because they are nutritionally rich, suitable for use in the manufacture of jams and they have useful lives of at least 12 months.

*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA
(Adviser), Eduardo Ramirez Asquiere – UFG

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALOR AOS FRUTOS DO CERRADO: ARAÇÁ, MAROLO E FABRICAÇÃO DE GELÉIAS

1 INTRODUÇÃO GERAL

As frutas oferecem grande variedade de sabores e aromas e são compostas, basicamente, de água, de açúcares, de vitaminas e de sais minerais, possuindo propriedades medicinais, estimulantes de funções gástricas e desintoxicantes do organismo. Neste contexto, a fruticultura do Cerrado constitui uma atividade econômica promissora dada à diversidade e a potencialidade de suas espécies serem utilizadas não só como alimento nutritivo, mas, principalmente, como matéria-prima para o processamento industrial. Dentre as espécies do cerrado mineiro, pouco estudadas, encontram-se o araçá (*Psidium guineensis* Sw.) e o marolo (*Annona crassiflora* Mart.).

O araçá, também conhecido como araçá-do-campo, araçá-mirim, goiaba-da-guiné ou araçá-azedo, é um fruto esférico, branco-amarelado, quando o fruto está maduro, apresenta polpa doce, levemente ácida e com numerosas sementes.

O marolo, também conhecido como araticum ou cabeça-de-negro, é de coloração verde, quando o fruto está em desenvolvimento e marrom quando maduro. A polpa é levemente adocicada e de aroma agradável, podendo variar sua cor de branco ao amarelo, sendo este último com sabor e aroma mais acentuado, portanto mais bem aceito no mercado consumidor.

Estas frutas nativas são consumidas tanto ao natural quanto na forma de doces, mingaus, bolos, pães, biscoitos, geléias e licores. No entanto, são poucas as pessoas que tem acesso a elas, uma vez que são encontradas somente em algumas regiões do país e em poucos meses do ano. Para solucionar esse problema, a tecnologia de alimentos, com a fabricação de geléias, agrega valor a esses frutos, além de proporcionar o seu consumo, ao longo de todo ano, e disponibilizar, também, para todo o país.

As geléias são fabricadas a partir da cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou sucos de frutas, com adição de pectina, açúcar e ácido até a consistência gelatinosa. É um produto alternativo para a industrialização de frutos muito maduros, que antes seriam descartados, para a transformação em produtos mais sofisticados, com agregação de valor.

O primeiro capítulo deste trabalho apresenta uma revisão de literatura referente às características dos frutos araçá e marolo, assim como um relato sobre a fabricação de geléias e a importância das análises físicas, químicas, microbiológicas e sensorial no desenvolvimento de um novo produto, como as geléias de araçá, de marolo e a geléia mista.

O segundo capítulo aborda as características físicas e químicas dos frutos araçá e marolo, por meio de análises como composição centesimal, ácidos orgânicos, perfil mineral e potencial antioxidante, com o intuito de conhecer e divulgar o potencial nutricional e tecnológico destes frutos, tão consumidos regionalmente, mas tão pobres em estudos desta categoria.

O terceiro, quarto e quinto capítulo, apresentam o desenvolvimento de um novo produto, agregando, assim, valor a esses frutos do cerrado, como geléia de araçá, geléia de marolo e geléia mista (araçá e marolo), mostrando as mudanças nas características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, avaliadas durante um ano de armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerrado

O Brasil é o país que possui a maior diversidade biológica do planeta, abrigando ricas fauna e flora, distribuídas no espaço geográfico brasileiro em seis grandes biomas: Cerrado, Campos e Florestas Meridionais, Floresta Atlântica, Caatinga, Floresta Amazônica e Pantanal (Ribeiro & Walter, 1998; Vieira & Martins, 1998).

O Cerrado está localizado, basicamente, no Planalto Central do Brasil e constitui o segundo maior bioma do país em área, sendo apenas superado pela Floresta Amazônica. Abrangem como área contínua, os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte do estado da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo. Também ocorre em áreas disjuntas ao norte dos estados do Amapá, Amazônia e Pará (Ribeiro & Walter, 1998). Como consequência de sua extensão, apresenta grande variabilidade de clima e de solo, e, certamente, grande diversidade de fauna e flora (Silva et al., 1994; Ribeiro & Walter, 1998).

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em sentido fisionômico, *florestas* representa áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo, as quais compreendem a Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. O termo *savana* refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo e compreendem o Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda. Já o termo *campo*, designa áreas com predomínio de espécies herbáceas a algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem, o qual

consiste em Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (Sano & Almeida, 1998).

As espécies nativas do cerrado possuem grande potencial para utilização, relacionado com suas múltiplas utilidades e com sua adaptação ao ambiente. Essas espécies são reproduzidas, principalmente, via sementes, o que garante, de forma essencial, a manutenção da variabilidade genética (Dignart, 1998).

Segundo Barbosa (1996), a região do cerrado apresenta grande número de espécies frutíferas com frutos comestíveis que são utilizados por populações humanas há muito tempo, como o araçá e o marolo.

2.2 Os frutos do cerrado

2.2.1 Araçá: Descrição botânica e principais características

O araçazeiro (Figura 1) é uma frutífera nativa do Brasil, pertencente à família *Myrtaceae*, que pode ser encontrada desde o estado do Rio Grande do Sul, passando por Minas Gerais e chegando à região da Amazônia, locais onde muitas espécies nativas e cultivadas apresentam excelente produção.



FIGURA 1 Frutos do araçazeiro (*Psidium guineensis* Sw.)
Fonte: Geocities, 2009

O *Psidium guineensis* Sw. também conhecido como araçai, araçá-do-campo, araçá-mirim, goiaba-da-guiné ou araçá-azedo, é um arbusto pequeno, de até 70cm de altura ou grande de 2 a 3m de altura. As folhas são compridas e tem de 7,5 a 14,8cm de comprimento por 3,7 a 7,2cm de largura, grossas, opostas, verde-escuras e lustrosas, com forma elíptica e peciolada. As inflorescências apresentam as flores solteiras, isoladas, com pétalas livres, em forma de concha, medindo 2,5cm de diâmetro, com 196 a 204 estames, florescendo de junho a dezembro com frutificação de outubro a março. O fruto é uma baga globosa, esférica, medindo de 1,5 a 4,5cm de diâmetro, de cor branco-amarelada, verde-amarelada, amarelo-pálida ou amarela, quando o fruto está maduro. A polpa é carnosa, branca, mucilaginosa, doce, levemente ácida, perfumada, com numerosas sementes pequenas, de 2 a 3mm, comestível, saborosa, podendo ser consumida crua ou em forma de doces, refrescos, sorvetes e licores.

O fruto contém 89,91% de água, 0,80% de cinzas, 1,54% de ácido málico, 5,54% de açúcares, 2,55% de celulose e 0,20% de gordura (Manica, 2000). Franco (1999) encontrou em 100g do fruto araçá 48µg de retinol, 60µg de tiamina, 40µg de riboflavina, 1,3mg de niacina, 326mg de ácido ascórbico, 8g de glicídios, 1g de proteína, 0,2g de lipídios, 14mg de cálcio, 30mg de fósforo, 1,05mg de ferro e 37,8kcal. Andrade et al. (1993) encontraram no fruto de *Psidium acutangulum* D.C., 85 a 86% de umidade, pH 3,0, 1,87% de ácido cítrico, 11°Brix, 5,05% de açúcares, 0,103mg de carotenóides e 389,34mg de vitamina C, contudo, a composição química pode variar em função dos índices pluviométricos, altitude, clima e solo das regiões de colheita (Caldeira et al., 2004), assim como a origem do material genético, a época de produção e o estágio de maturação do fruto, os quais também exercem influência na composição e valor nutricional do araçá (Bezerra et al., 2006).

O clima adequado, de uma maneira geral, é o tropical, contudo pode produzir boa produção no subtropical. A maior produção, por planta e por hectare, ocorre em locais de clima com umidade relativa baixa ou média, com solo argiloso.

A colheita do araçá é realizada logo que os frutos começam a adquirir a coloração amarela. São consumidos ao natural, mas é considerada ótima fruta para fabricação de doces como geléias e doce em pasta (araçazada). A raiz é diurética e anti-diarréica; a casca serve para curtir couro; as folhas novas são adstringentes e a madeira é muito forte, resistente ao esmagamento, compacta, elástica e de grande duração (Manica, 2000).

2.2.2 Marolo: Descrição botânica e principais características

A *Annona crassiflora* Mart. é uma espécie frutífera característica e exclusiva do cerrado brasileiro. A espécie ocorre desde o estado de São Paulo

até o Tocantins, passando por Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Bahia em áreas de cerrados e cerradões (Figura 2).



FIGURA 2 Fruto do maroleiro (*Annona crassiflora* Mart.) no estágio de maturação verde e maduro

Fonte: Geocities, 2009; Melo, 2006.

A planta é arbórea, pertencente à família Annonaceae, com altura de 4 a 8m e diâmetro de até 4m. O tronco é tortuoso, revestido por uma casca áspera, resistente ao fogo. Floresce, geralmente, entre os meses de outubro a novembro; as flores são solitárias ou agrupadas, com pétalas engrossadas e carnosas de coloração verde-amarelada e sedosa (Silva, 1991).

O fruto, popularmente conhecido como marolo, araticum e cabeça-de-negro, é do tipo baga subglobosa, de superfície tomentosa, tuberculada, de cor verde, quando a fruta está em desenvolvimento e marrom quando maduro (Lorenzi, 1998). A polpa é levemente adocicada e de aroma agradável, podendo

variar sua cor de branco ao amarelo, sendo esta última de sabor e aroma mais acentuado, portanto mais bem aceita no mercado consumidor. O fruto pesa de 0,5 a 5kg, contendo de 60 a 190 gomos, em forma de cone, que normalmente envolvem uma semente. A frutificação tem início em novembro, no entanto o amadurecimento pleno ocorre entre janeiro e abril. A produção é sazonal, ou seja, produz muito em um ano e pouco no outro. Em média, a produção é de 5 a 20 frutos por planta, podendo alcançar até 40 frutos, que despulpados rendem de 50 a 60% de polpa. Essa pode ser consumida *in natura*, mas inúmeras são as receitas de doces e bebidas que levam o sabor forte e perfumado de sua polpa (Carvalho, 2002).

Segundo Franco (1999), em 100g de marolo encontram-se 453µg de tiamina, 100µg de riboflavina, 2,675mg de niacina, 10,3g de glicídios, 0,4g de proteínas, 1,6g de lipídios, 52mg de cálcio, 24mg de fósforo, 2,3mg de ferro e 52kcal. Contudo, essa espécie (*A. crassiflora*) corre risco de extinção, devido ao desmatamento do cerrado brasileiro (Melo, 2005).

2.3 Métodos de Conservação de Alimentos

Nos alimentos, tanto na forma *in natura* como processado industrialmente, a multiplicação microbiana ocorre em função do tipo de alimento e das condições ambientais. Os processos de conservação baseiam-se na destruição total ou parcial dos microrganismos, capazes de alterar o alimento, ou na modificação/eliminação de um ou mais fatores que são essenciais para a sua multiplicação, de modo que o alimento não se torne propício ao desenvolvimento microbiano, além de inativar ou bloquear a ação de reações químicas enzimáticas e não enzimáticas. Para tanto, fatores como temperatura, umidade, pH (acidez) e presença de substâncias inibidoras devem ser controlados (Siqueira et al., 1997).

Logo, as principais causas de deterioração dos alimentos são de origem microbiana, química e enzimática. Estas reações ocorrem de acordo com certas condições próprias do alimento (composição do alimento e atividade de água) e em decorrência de fatores externos ao alimento (temperatura, presença ou ausência de oxigênio e luz). Os processos de preservação dos alimentos baseiam-se, justamente, na combinação adequada de certas condições, de forma a tornar e/ou manter as condições intrínsecas e extrínsecas desfavoráveis à degradação dos alimentos (Araújo et al., 2005).

O ponto de partida, então, para um processo de conservação ideal, é o recebimento de matérias-primas de boa qualidade. Por exemplo, para produtos de origem vegetal, a qualidade física depende, principalmente, dos estágios finais do processo produtivo (a colheita e o transporte), além de suas condições de armazenamento antes e depois da ação das etapas conservativas.

O fator econômico é muito importante quando se escolhe o método de conservação a ser empregado, pois existem processos que são muito caros para determinados tipos de alimentos, como por exemplo, a refrigeração, que tem alto custo, devido à necessidade de se manter a cadeia do frio (Camargo, 2007).

2.3.1 Conservação de Alimentos pelo uso do açúcar

Como as frutas constituem matéria-prima altamente perecível, devem ser processadas o mais rapidamente possível após a colheita. As frutas e hortaliças conservadas pela adição de açúcar estão entre os produtos mais produzidos no país, tanto industrial, como artesanalmente (Mendonça et al., 2000).

O uso do açúcar como agente de conservação de produtos alimentícios tem sido largamente utilizado, principalmente, quando combinado com o calor. O açúcar usado em concentração em torno de 70%, ou mais, vem garantir a

conservação do alimento de forma segura, além de conferir características sensoriais apreciadas pelos consumidores (Barcelos & Ferrua, 2003).

O açúcar é o componente essencial à fabricação de doces, sendo, normalmente, utilizada a sacarose, na forma de cristal branco refinado. Entretanto, na obtenção desse açúcar, especialmente durante as etapas de extração e refino, são acrescentados alguns aditivos, tais como clarificantes, antiulectantes, precipitadores e conservantes que permanecem, pelo menos em parte, nos produtos aos quais são adicionados (Mendonça et al., 2000).

A presença do açúcar promove o aumento da pressão osmótica do meio, criando, assim, condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria dos microrganismos, ocorrendo uma diminuição da Atividade de Água (Aa). Aa é a medida da disponibilidade de água num alimento e é o fator importante da influência no crescimento de microrganismos.

Os principais alimentos conservados pelo uso do açúcar são geléias, doces, frutas cristalizadas, frutas glaceadas e frutas em conservas. Esses produtos poderão ser conservados sem a hermeticidade do recipiente (facultativamente apertizados), no entanto, o fechamento é sempre aconselhado.

Devido à existência dos microrganismos que conseguem sobreviver mesmo em condições de baixo teor de umidade (osmofílicos), todo alimento conservado pelo uso do açúcar deve receber um tratamento complementar para sua conservação (Barcelos & Ferrua, 2003).

2.4 Geléias:

De acordo com a Resolução Normativa nº 15, de 1978 – D.O de 24/07/1978 (Brasil, 1978), geléia é o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa.

O produto deve ser preparado de frutas sãs, limpas, isentas de matéria terrosa, de parasitos, de detritos, de animais ou vegetal, e de fermentação. Poderá ser adicionado de glicose ou açúcar invertido, mas não deve conter substâncias estranhas à sua composição normal. Deve estar isento de pedúnculos e de cascas, mas pode conter fragmentos da fruta, dependendo da espécie empregada no preparo do produto. Não pode ser colorido e nem aromatizado artificialmente. É tolerada a adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta (Lima, 1998).

Para se obter boa geléia, é preciso combinar bem os seguintes elementos: fruta, pectina, açúcar e ácido (Figura 3).

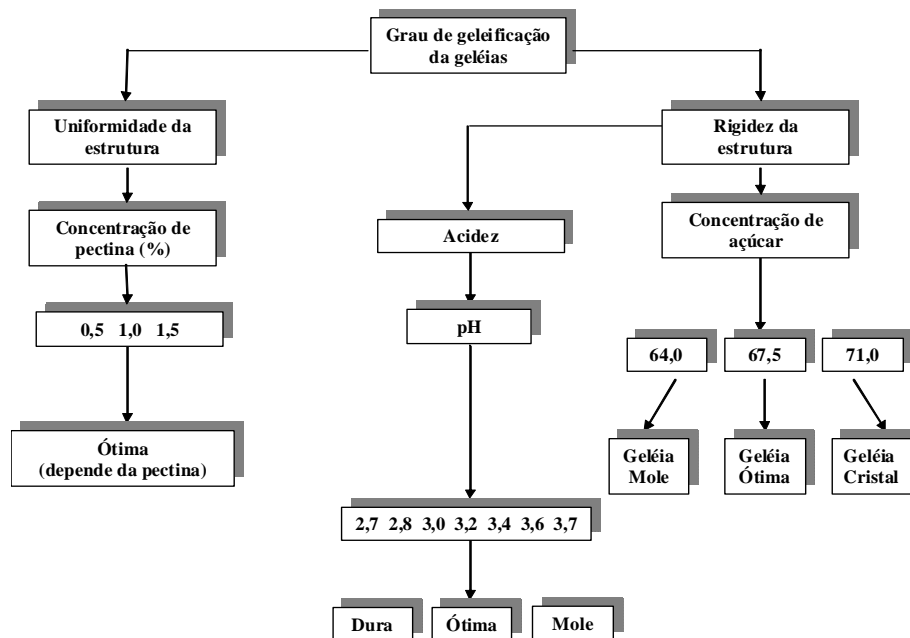


FIGURA 3 Formação de geléia de frutas em função da combinação de seus componentes básicos-esquema de Rauch. (Rauch, 1978)

As frutas contribuem com o sabor, aroma e cor. A pectina é a substância que confere a consistência gelatinosa. O açúcar, além do poder adoçante, contribui para a formação do gel e atua, também, como agente conservante. O ácido tem por finalidade promover o nível de acidez necessária para que ocorra a geleificação, realçando o sabor natural da fruta (Torrezan, 1997).

As frutas destinadas à fabricação de geléias devem encontrar-se em seu estágio de maturação ótimo, quando apresenta seu melhor sabor, cor, aroma e são ricas em açúcar e pectina. As frutas muito verdes, além de apresentarem deficiência nas qualidades anteriores, podem desenvolver cor castanha no

produto final e as demasiadamente maduras, além de sofrerem perdas de pectinas por ação de enzimas pécticas, são susceptíveis de maior contaminação de fungos e leveduras.

As geléias devem apresentar-se sob o aspecto de base gelatinosa, de consistência tal, que quando extraídas de seus recipientes, sejam capazes de se manterem no estado semi-sólido. As geléias devem ser transparentes, apresentar elasticidade ao toque, retornando à sua forma primitiva após ligeira pressão. A cor e o cheiro devem ser próprios da fruta de origem, assim como o sabor deve ser doce e semi-ácido; devem ter, no máximo, 38% p/p de umidade, mínimo de 62% p/p de sólidos solúveis totais e o máximo de 2% p/p de pectina adicionada, de acordo com a Resolução Normativa, n. 15 de 1978 (Brasil, 1978).

Quanto às características microbiológicas, de acordo com a RDC n° 12 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001), as geléias de frutas devem obedecer ao seguinte padrão: coliformes a 45°C máximo de $10^2 \cdot g^{-1}$ para amostra indicativa; *Salmonella* sp: ausência em 25g; fungos e leveduras: máximo, $10^4 \cdot g^{-1}$. Devem, ainda, apresentar ausência de sujidades, parasitos e larvas.

Portanto, os fundamentos e princípios da conservação de geléias de frutas são basicamente concentrações elevada de açúcar, baixo pH e o tratamento térmico (Fernandes & Souza, 2001).

2.4.1 A Química da geléia

A formação do gel ou a geleificação é um fenômeno coloidal, dependente da concentração e tipo de pectina, do teor do íon-hidrogênio (pH) e da quantidade de açúcar. A geleificação pode ser explicada de forma simplificada como sendo uma precipitação da pectina, pela adição de açúcar, que altera o equilíbrio existente entre esta e a água. A pectina se precipita como um colóide hidratado, formando uma rede de fibrilas, não solúveis, com

capacidade de reter líquido e aglutinar o açúcar sob a forma de um gel. A rigidez do gel ou a continuidade e a densidade da suas fibras depende da concentração da pectina (Lopes, 1985).

A firmeza da estrutura do gel é, também, influenciada pela concentração de açúcar e pela acidez. Quanto mais concentrada for a solução de açúcar, menos água existe para ser mantida pela geléia e, portanto, a textura será mais rígida. Os ácidos fazem a geléia ficar mais firme, provavelmente, pelo enrijecimento das fibrilas. Quando a acidez é baixa demais, as fibrilas ficam demasiadamente fracas e não conseguem reter o xarope interfibrilar; em consequência, a geléia é fraca. Por outro lado, quando a acidez é muito alta, a geléia “transpira” e pode se tornar açucarada. A textura da pectina, também, é afetada fortemente por certos sais (Cruess, 1973; Lopes, 1985).

2.4.1.1 Açúcar

A sacarose é um dissacarídeo utilizado desde 200 anos a.C, mais conhecido como açúcar de mesa. Em sua constituição, possui 98,5% de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) pura e é produzido a partir da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) que contém 20% de sacarose ou da beterraba (*Beta Alba* L.), que contém 17% de sacarose. A sua importância deve-se a fatores como aceitabilidade universal, palatabilidade, alta disponibilidade, baixo custo de produção, alta solubilidade em água ($2g \cdot g^{-1}$ de H_2O a $20^\circ C$) e alta pressão osmótica em solução aquosa. Possui alta qualidade adoçante e, por isso, é adotada como padrão de doçura relativa (poder edulcorante igual a 1) e de perfil de sabor (Martim, 2006).

2.4.1.2 Pectina e compostos afins

A pectina foi descoberta no século 19 por um cientista francês chamado Braconnot (Braconnot, 1825 apud Haminiuk, 2007). Ele descobriu este “ácido” em tantas plantas que estudou a molécula e enfatizou suas propriedades geleificantes. Ele chamou de “ácido péctico”, o qual é a tradução de coágulo em latim. Esta molécula tem inúmeras propriedades funcionais (geleificante, espessante e emulsificante) e é amplamente utilizada na indústria de alimentos e em produtos farmacêuticos pelos efeitos na saúde.

Uma comissão da Sociedade Americana de Química (American Chemical Society), em 1927, definiu as substâncias pécticas como se segue: “A pectina abrange as substâncias metiladas, úteis à confecção de geléia. A protopectina é a substância matriz, da qual se deriva a pectina, e os ácidos pécticos são as substâncias formadas na demetilação e na carboxilação total ou parcial da pectina”.

O termo geral “pectina” (ou pectinas) designa os ácidos pectínicos solúveis em água que, com teor de metil éster e grau de neutralização variável, são capazes de formar géis com açúcar e ácido, sob condições favoráveis (Cruess, 1973). Segundo o CCRC (2009), a pectina é um grupo de polissacarídeos complexos, formado por ligações α -1,4 de ácido D-galacturônico. Até 20% dos carboidratos da molécula de pectina são açúcares neutros, como D-glucose, L-arabinose e L-ramnose, sendo que o esqueleto principal da molécula péctica é formado por cadeias lineares de ácido D-galacturônico (Figura 4) e isto corresponde a um peso molecular de, aproximadamente, 50.000 a 150.000. Esses polissacarídeos funcionam em combinação com celulose e hemicelulose, como material de cimentação intercelular e é muito abundante no reino vegetal, como componente natural das frutas cítricas e, em geral, tem grande importância na produção de muitos alimentos, assim como na saúde (Barbosa, 1999).

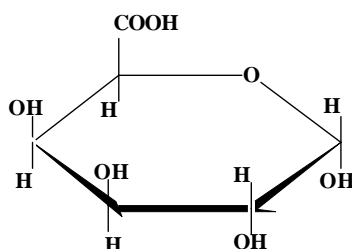


FIGURA 4. Estrutura química do ácido galacturônico.

A protopectina é abundante em frutas verdes que já tenham atingido o pleno desenvolvimento. Durante o subsequente amadurecimento, ela é hidrolisada para pectina por ação de enzima e, durante o apodrecimento ou o amadurecimento demasiado, muita pectina pode ser decomposta e formar o álcool metílico e o ácido péctico. Desde que a protopectina é a substância de ligamento entre as células, sua conversão à pectina solúvel resulta na perda do elo entre as células, provindo daí o amolecimento dos tecidos da fruta. A mudança de protopectina para pectina, que ocorre nos tecidos das plantas, pode ser seguida, microscopicamente, com o emprego de corantes, particularmente o vermelho-rutênio (Cruess, 1973).

Na prática, a molécula de pectina (Figura 5) consiste de uma cadeia principal de ácidos galacturônicos (COOH), unidos por ligações α 1-4, parcialmente metilados (CH₃) interrompidos a intervalos regulares por unidades de ramnose, onde ocorrem dobras na cadeia, com perda de linearidade da molécula (Chitarra, 1998).

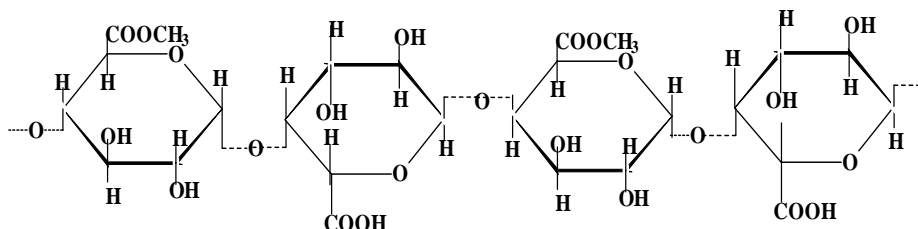


FIGURA 5. Estrutura química da pectina.

O amaciamento dos tecidos é uma das principais transformações no amadurecimento de frutos carnosos, tendo influência acentuada, tanto na qualidade como no período de conservação. Tem relação direta com os componentes químicos das paredes celulares, notadamente com as pectinas presentes na lamela média, que atuam como material cimentante, mantendo a coesão entre as células.

A protopectina é a forma insolúvel das substâncias pécticas. Liga-se a outras cadeias poliméricas adjacentes, por meio de pontes de cálcio, para formar um polímero de alto peso molecular, parcialmente metilado. Durante a maturação, a protopectina é desesterificada e gradualmente hidrolisada a frações com menor peso molecular, solúveis em água (Wills et al., 1998).

A protopectina predomina nos tecidos vegetais imaturos. Com a evolução da maturação dos frutos, ocorre liberação do cálcio e solubilização da protopectina, pela ação de duas enzimas específicas, designadas, respectivamente, como pectinametilesterase (PME), responsável pelo rompimento das ligações metil-éster e a poligalacturonase (PG), que transforma os polímeros de ácido galacturônico em ácidos pécticos (Figura 6), solúveis em água (Chitarra, 1998).

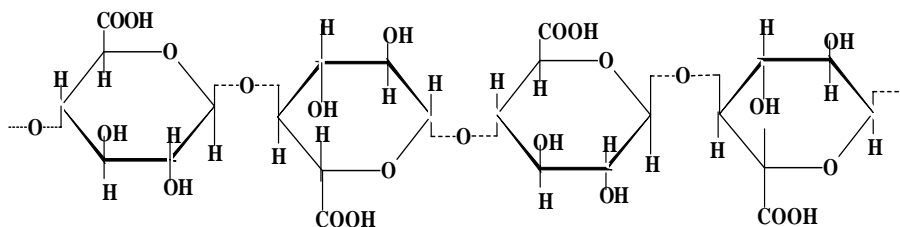


FIGURA 6. Estrutura química do ácido péctico.

Um aumento no teor de pectina solúvel é um sinal indicador do amaciamento do fruto e as enzimas pectolíticas são consideradas como fator controlador desse processo (King & O' Donoghue, 1995).

Quando se definiu a pectina, referiu-se àqueles corpos nos sucos de fruta que passam à solução coloidal em água e são derivados da pectose (protopectina) pelo processo de amadurecimento ou por outras formas de hidrólise. Sob certas condições, na presença de quantidades adequadas de açúcar e ácido, formarão geléia.

É possível haver uma grande variedade de combinações dos constituintes da pectina e é razoável admitir-se que há um bom número de pectinas na natureza, pois a pectina de vários frutos e hortaliças varia, consideravelmente, não somente em seu teor de CH_3OH , mas, também, em suas propriedades físicas, grau de polimerização, esterificação e comportamento, quando usada para a fabricação de geléias.

A substância à qual a pectina deve sua propriedade ácida é o ácido galacturônico, um isômero de ácido glucurônico e um produto de meia oxidação entre a galactose e o ácido mícico. Sua fórmula é $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_7$ ou $\text{COH}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$.

As enzimas presentes nos frutos, em forma insolúvel e, em certas raízes, na forma solúvel, têm a propriedade de hidrolisar a pectina em ácido péctico e álcool (Barbosa, 1999).

As pectinas têm grande importância para a indústria de alimentos, visto a sua grande facilidade de formar géis, sendo usada na fabricação de geléias, marmeladas, sorvetes, estabilização de bebidas (emulsificação de azeites) e doces. Também é usada em produtos dietéticos como leite geleificado, pudins, sopas gelatinosas, sucos de frutas e hortaliças, molhos, purês e revestimentos para certos produtos de carnes (Barbosa, 1999).

A pectina é um componente importante dos resíduos de dois tipos industrialmente importantes de frutas, as maçãs e os cítricos em geral. Nos produtos de despejo da indústria elaboradora de sucos cítricos, a pectina representa em torno de 4% do peso fresco e, especificamente na elaboração de sucos de maçãs, a pectina representa até 2%.

O desenvolvimento de uma tecnologia apropriada para extrair dissoluções de pectina purificada, que permita seu uso em muitos produtos alimentícios, tem convertido a pectina em um subproduto muito valioso da indústria de sucos de frutas. A pectina é um componente natural dos vegetais, que se usa tanto em produtos alimentícios como para fins médicos, o que é legalmente correto. Nas últimas décadas, devido à crescente ênfase sobre os efeitos favoráveis que a pectina tem feito no metabolismo humano, sua importância econômica tem sido consideravelmente aumentada (Arthey & Ashurst, 1997).

As soluções de pectina, aquecidas durante pouco tempo com álcali e depois acidificadas, formam géis, devido à separação do ácido péctico hidratado.

A pectina é um colóide reversível, isto é, pode ser dissolvida em água, precipitada, secada, e redissolvida sem alteração de sua propriedade física.

Adicionando-se água à pectina seca, formam-se, primeiramente, grumos com aparência de grude. Estes, finalmente, dissolvem-se, e esta solução é bastante acelerada pelo aquecimento da mistura e pela adição do açúcar. Obtém-se uma solução límpida à luz, transmitida diretamente e turva sob luz refletida.

Além do álcool, muitos sais metálicos têm o poder de precipitar a pectina e, os precipitados de pectinas com sais minerais, já foram considerados compostos químicos definidos. As análises dos precipitados fornecem diversos índices de sal em relação à pectina e a atual concepção de precipitação é que ela é uma coagulação eletrolítica semelhante à que ocorre com muitos outros colóides, quando são adicionados eletrólitos apropriados (Cruess, 1973).

A estabilidade da pectina é máxima a pH 3-4. Formam géis termorreversíveis a pH maiores que 3 e em presença de íons Ca^{2+} , como também em pH mais alto. A capacidade de formação de géis é diretamente proporcional ao peso molecular e ao grau de esterificação.

As pectinas menos esterificadas necessitam, para formar géis, valores muito baixos de pH e íons de cálcio; mas geleificam, sem dúvida, em presença de menores concentrações de açúcar. As mais esterificadas, pelo contrário, necessitam concentrações crescentes de açúcar com o incremento do grau de esterificação (Barbosa, 1999).

2.5 A importância da caracterização centesimal, química, microbiológica e sensorial para o desenvolvimento de novos produtos

2.5.1 Caracterização centesimal

A composição centesimal de um alimento exprime, de forma básica, o valor nutritivo ou valor calórico, bem como a proporção de componentes em que aparecem, em 100g do produto considerado, os grupos homogêneos de substâncias do alimento. São conhecidas por meio de análises químicas de

determinação de: umidade ou voláteis a 105°C; cinza ou resíduo mineral fixo; lipídios (extrato etéreo); protídeos (N x Fator de correção); glicídios e fibra (Moretto et al., 2002).

Os glicídios são a principal fonte de energia da dieta humana. Embora os lipídios e proteínas possam substituir os glicídios como fonte de energia, para a maioria das células do organismo, os glicídios são essenciais para os humanos. As fibras, apesar de fazerem parte do grupo dos carboidratos, não devem ser analiticamente consideradas neste grupo, pois elas não contribuem com a produção de energia, principal característica nutricional dos glicídios (Marsiglia, 2000).

2.5.1.1 Fibras

Considera-se fibra alimentar o conjunto dos componentes dos alimentos vegetais que resistem à hidrólise pelas enzimas endógenas do tubo digestivo. Tais resíduos alimentares, como não são digeridos, não possuem valor calórico, passam para as fezes, e são degradados no intestino grosso (Botelho et al., 2002).

A fibra alimentar não tem valor nutritivo, mas fornece a ferramenta necessária para os movimentos peristálticos do intestino e podem ser encontrados na parede celular das células de tecido vegetal, no cimento intercelular, na secreção produzida por plantas como resposta a uma agressão e na cobertura de sementes para evitar a desidratação (Cecchi, 1999).

As fibras atuam na redução da absorção de glicose sérica pós-prandial e nas dietas ricas em carboidratos. Assim, os produtos ricos em fibras têm merecido destaque na área de alimentos por estudar novas fontes de fibras e a desenvolver produtos funcionais (Córdova et al., 2005).

A composição e as propriedades físico-químicas da fibra alimentar podem explicar a sua função nos alimentos. Essas informações podem ser aplicadas para a compreensão dos efeitos fisiológicos das fibras (Córdova, et al., 2005).

As fibras alimentares têm, cada qual, efeitos fisiológicos diferentes. Em geral, as fibras solúveis em água (pectinas, gomas, mucilagens e certas hemiceluloses) retardam a passagem intestinal, o esvaziamento gástrico e a absorção da glicose, ajudando a reduzir o colesterol no soro sanguíneo. As fibras insolúveis em água (lignina, celulose e algumas hemiceluloses) aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, desaceleram a hidrólise do amido e retardam a absorção da glicose, contribuindo para a redução do risco de alguns males do cólon (Leonel et al., 1999).

Profissionais de saúde têm recomendado maior ingestão de fibras alimentares, incentivando o consumo de frutas e hortaliças como forma de reduzir a incidência de doenças crônico-degenerativas. Já se podem afirmar, com razoável segurança, os benefícios das fibras alimentares sobre o metabolismo dos lipídeos e carboidratos, bem como sobre o trato gastrointestinal (Torres et al., 2006).

Sob o ponto de vista analítico, as fibras alimentares são constituídas por polissacarídeos não-amido (celulose, hemicelulose, gomas e pectinas) e lignina. Entretanto, outros carboidratos (como inulina, amido resistente e β -glucanas) não são hidrolisados pelas enzimas digestivas, podendo ser considerados, também, como fibras alimentares (Torres et al., 2006).

A propriedade mais apreciada das fibras alimentares é a CRA (Capacidade de Retenção de Água). Do ponto de vista fisiológico, uma maior CRA potencia um maior volume do bolo alimentício e, portanto, uma maior sensação de saciedade, maior volume e peso das fezes.

Nos últimos anos, as fibras alimentares vêm sendo indicadas para a prevenção de doenças cardiovasculares e do trato gastrointestinal. Produtos ricos em fibras solúveis têm sido apontados como eficazes no controle da hipercolesterolemia.

A hemicelulose é conhecida como uma reserva de carboidratos e uma fonte potencial de açúcares e outras substâncias durante a maturação de frutos.

A lignina, em virtude de sua estrutura química tridimensional, presença de grupos fenólicos e propriedade hidrofóbica, pode atuar como resina de troca iônica, ligando-se aos ácidos biliares, podendo, dessa forma, concorrer para a redução da formação de metabólitos carcinógenos (Botelho, 2002).

A estrutura de fibra alimentar solúvel mais divulgada nos alimentos é a pectina, um ácido poligalacturônico encontrado em frutas e verduras. A protopectina é uma substância insolúvel em água e precursor da pectina solúvel, sendo convertido por processamento ou, enzimaticamente pela protopectinase, durante o amadurecimento.

A pectina é encontrada no mercado como aditivo de alimento por que suas propriedades de gel podem ser controladas pelo processador de alimentos, através da temperatura, nível de umidade, nível de açúcar (como soluto) e conteúdo de cálcio do produto (Corrêa, 2002).

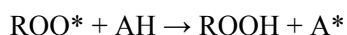
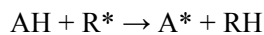
2.5.2 Caracterização química

2.5.2.1 Potencial antioxidante

Outro fator importante em algumas frutas é o seu poder antioxidante. Os antioxidantes são compostos químicos com capacidade de reagir com os radicais livres e, assim, restringir os efeitos maléficos ao organismo. O corpo humano tem a capacidade de produzir alguns antioxidantes endógenos, mas a maioria vem pela ingestão dos alimentos.

Os radicais livres são formados, naturalmente, no metabolismo celular e, também, durante os exercícios físicos e exposição da pele aos raios solares. A superprodução destes radicais pode ocorrer em pessoas fumantes ou com inflamações crônicas, expostas a poluição ambiental. As moléculas que formam os radicais livres são instáveis e reativas e para se estabilizarem seqüestram elétrons de outras moléculas, levando a danos biológicos potenciais como a oxidação do LDL, o que pode aumentar o risco de aterosclerose; promoção de adesão plaquetária, o que pode acarretar trombose, aumentando o risco de AVC (acidente cardiovascular) e enfarte; dano ao DNA, proteínas e outros componentes da membrana celular, originando aberrações cromossômicas e neoplasias e potencialização da inflamação e desequilíbrio da função imune (Pimentel et al., 2005).

O antioxidante (AH) funciona removendo os radicais livres (R^* ou ROO^*) tão logo estes sejam formados. A reação direta do antioxidante com o substrato R^* parece ser menos importante que a reação com o radical peróxil (ROO^*).



Onde:

R^* = radical livre;

ROO^* = peróxido

$ROOH$ = hidroperóxido

O antioxidante transfere átomos de hidrogênio para o radical peróxil e, cumprindo esta função, radicais livres oriundos das moléculas de antioxidantes são formados, mas sua estrutura é tal que esses radicais são, relativamente, estáveis e não possuem energia suficiente para reagir novamente (Araújo, 1995).

As características químicas dos antioxidantes incluem sua solubilidade, habilidade regenerativa, relação estrutura/atividade e biodisponibilidade, que são fatores importantes quando se considera o papel destes compostos na saúde humana (Kaur & Kapoor, 2001).

A oxidação é um processo metabólico que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células. Entretanto, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também leva à produção de radicais. Oxidantes são compostos produzidos pelo metabolismo normal do corpo e, se não controlados, podem provocar danos extensivos. O *stress* oxidativo tem sido associado ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, *Alzheimer*, bem como o envelhecimento. O balanço entre o *stress* oxidativo e as funções antioxidantes dos organismos vivos parece ter um papel na carcinogênese. Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes fenólicos de cereais, frutas e hortaliças são os principais fatores que contribuem para a baixa e significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações, cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos. Desta forma, a importância da pesquisa por antioxidantes naturais tem aumentado muito nos últimos anos (Roesler et al., 2007).

Antioxidantes sintéticos têm sido utilizados para preservação de alimentos. São comumente utilizados: BHA (butil-hidroxianisol), BHT (butil-hidroxi-tolueno) e TBHQ (terci-butil-hidroxiquinona), os quais são aplicados em óleos e alimentos gordurosos para prevenir a deterioração oxidativa. No entanto, a partir do início dos anos 80, o interesse em encontrar antioxidantes naturais para o emprego em produtos alimentícios ou para uso farmacêutico, aumentou consideravelmente, com o intuito de substituir antioxidantes sintéticos, os quais têm sido restringidos, devido ao seu potencial de toxicidade (Bora et al., 2005).

Nos últimos anos, as substâncias antioxidantes naturais têm sido amplamente utilizadas em alguns setores da indústria e da medicina. Com frequência, as vantagens terapêuticas de frutas, vegetais e de fitoterápicos são associadas a sua capacidade antioxidante. O consumo profilático de vinhos, chás, assim como substâncias associadas à fitoantioxidantes, são recomendados por nutricionistas para a prevenção de câncer, enfermidades cardiovasculares, assim como de outras enfermidades crônicas sérias. São exemplos de compostos fenólicos, com alta atividade antioxidante, os flavanoides, os taninos, os catecóis, o ácido caféico e o ácido clorogênico, que assim como o ácido ascórbico, são abundantes em vegetais (Lúcio & Gil, 2007).

A busca por substitutos naturais para os antioxidantes sintéticos tem elevado o número de pesquisas, envolvendo os alimentos de origem vegetal, que são potenciais fontes destas substâncias. Frutas e hortaliças contêm diversos compostos com propriedade antioxidante. Entre estes estão o ácido ascórbico, α -tocoferol, carotenóides e uma ampla variedade de compostos fenólicos.

Os frutos são considerados como boas fontes de antioxidantes, os quais podem ser mais eficientes e menos custosos que os suplementos sintéticos para proteger o corpo contra danos oxidativos sob diferentes condições. No entanto, a capacidade antioxidante de um fruto difere, consideravelmente, de outro.

Vários métodos analíticos têm sido propostos para determinar a atividade antioxidante total de extratos biológicos, com o objetivo de avaliar a capacidade antioxidante total das amostras. O método do DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) utiliza o radical livre disponível, comercialmente DPPH, que é solúvel em metanol. O grau de descoloração do radical DPPH a 517 nm, pela ação dos antioxidantes, é medido, espectrofotometricamente, em uma solução metanólica, até a absorbância permanecer constante e indicar a eficiência do antioxidante adicionado para remover o radical (Brand-Willians et al., 1995).

O método de seqüestro do radical estável DPPH é um método amplamente utilizado para avaliar atividade antioxidante em um intervalo de tempo relativamente curto, quando comparado a outros métodos. O efeito dos antioxidantes sobre o seqüestro do radical DPPH é atribuído à habilidade destes compostos de doar hidrogênio. Este método foi reconhecido por Leong & Shui (2002) como uma ferramenta útil para avaliar a capacidade antioxidante total de frutos.

2.5.2.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos de plantas enquadram-se em diversas categorias, como fenóis simples, ácidos fenólicos (derivados de ácidos benzóico e cinâmico), cumarinas, fovanoides, estilbenos, taninos condensados e hidrolisáveis, lignanas e ligninas (Naczki & Shahidi, 2004). Dentre as diversas classes de substâncias antioxidantes de ocorrência natural, os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos, sobretudo por inibirem a peroxidação lipídica e a lipooxigenase *in vitro*.

A atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se, principalmente, às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou seqüestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (Chun et al., 2005).

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

os que apresentam a estrutura química descrita como C6-C3-C6. Já os denominados de não flavanoides são classificados como os derivados das estruturas químicas C6-C1 específicas dos ácidos hidróxi- benzóico, gálico e elágico; os derivados das estruturas químicas C6-C3 específicas dos ácidos caféico e p-cumárico hidróxi cinamatos e os derivados das estruturas químicas C6-C2-C6 específicas do trans-resveratrol, cis-resveratrol e trans-resveratrol-glucosídeo (Melo & Guerra, 2002).

A distribuição dos flavanoides nos vegetais depende de diversos fatores, de acordo com a fila/ordem/família do vegetal, bem como da variação das espécies. Os flavanoides são formados da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético. Os padrões de distribuição dependem do grau de acesso à luminosidade, especialmente raios ultravioleta, pois a formação dos flavanoides é acelerada pela luz (Aherne & O'Brien, 2002).

O grupo dos flavanoides é também conhecido como polifenólicos e, geralmente, ocorre em plantas na forma de glucosídios, sendo uma das substâncias responsáveis pela atribuição do perfil sensorial de frutas, atribuindo-lhes o corpo característico. Mais de 6.000 diferentes estruturas já foram identificadas e este número pode aumentar (Aherne & O'Brien, 2002).

2.5.2.3 Sólidos solúveis, acidez total titulável e pH

O teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (Silva et al., 2002).

Os sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela conseqüente aceitação por parte dos consumidores. Os mais importantes são os açúcares e os ácidos orgânicos.

Indicadores químicos, como o teor de sólidos solúveis, os ácidos orgânicos podem ser mais precisos para a caracterização dos estádios de maturação e, posterior, definição do ponto de colheita (Lima, 2007). Normalmente, o seu teor é reduzido durante o amadurecimento à medida que são metabolizados ou convertidos em açúcares, entretanto existem exceções como é o caso da banana e abacaxi, onde os mais altos níveis são obtidos no estágio pleno de amadurecimento, embora os níveis nestes frutos sejam altos quando comparados com outros produtos (Vilas Boas, 2002).

Os ácidos orgânicos influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção da qualidade. A acidez titulável de frutas varia de 0,2 a 0,3%, em frutas de baixa acidez, até 2,0 – 6,0% em frutas com alta acidez como o limão. O ácido cítrico pode constituir até 60% dos sólidos solúveis.

A análise mais comum para determinação de acidez é por titulação, embora não seja eficiente em amostras coloridas, pois dificulta a visualização do ponto de viragem. A acidez total titulável é a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida.

Outra análise que vem colaborar com a acidez é a medição do pH. Este é importante para as seguintes determinações: deterioração do alimento com crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor-odor de produtos de frutas, estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas e escolha da embalagem (Cecchi, 1999).

2.5.2.4 Minerais

Os sais minerais nos alimentos correspondem à fração cinza ou resíduo mineral fixo. Com exceção dos elementos que se unem para formar moléculas orgânicas (C, O, H e N), todos os demais são considerados componentes minerais das células vivas. Os componentes minerais de tecidos organizados, animais ou vegetais, podem encontrar-se ionizados, em solução nos líquidos intra ou extra celulares; ou não ionizados, no estado sólido; ou ainda integrando moléculas orgânicas.

As proporções dos diferentes minerais, ou mesmo a sua concentração total são variáveis dentro de uma gama de alimentos e até mesmo dentro de um mesmo alimento. Elas variam em função do solo (pH, fertilidade, estrutura, microbiologia), das espécies, das variedades e do processamento do alimento. O indivíduo adulto apresenta 4% de seus compostos minerais em permanente equilíbrio dinâmico.

Esses elementos essenciais podem ser agrupados em macronutrientes, minerais principais ou minerais maiores, quando presentes em quantidades relativamente grandes no tecido animal e a ingestão exigida está acima de 100 mg/dia e, ainda, microminerais, elementos traços ou elementos menores, quando presentes em quantidades diminutas como 0,005% (50ppm) de peso corporal e a ingestão exigida está abaixo de 100mg/dia (Mahan & Escott-Stump, 2002).

Os minerais acham-se inter-relacionados e em mútuo equilíbrio na fisiologia do organismo animal e vegetal e as principais funções por eles desempenhadas resumem-se na função plástica ou estrutural (Ca, P, Mg) e reguladores do metabolismo, que subdividem-se em reguladores do equilíbrio ácido-básico dos fluidos orgânicos (Na e K); equilíbrio da pressão osmótica (K, Na); ativadores de enzimas (Mg, Ca, Zn, Mn, Mo) e componentes de substâncias importantes ao organismo (Vilas Boas, 1999a) como fosfoproteínas,

fosfolípidios, metaloenzimas, metaloproteínas (hemoglobina) (Mahan & Escott-Stump, 2002).

Quase todo o cálcio e 70% do fósforo (juntos correspondem 75% dos minerais), existindo como fosfato, encontra-se nos ossos e dentes. Os outros cinco macrominerais essenciais (magnésio, sódio, potássio, cloro e enxofre) e os onze microminerais apurados (ferro, zinco, iodo, selênio, manganês, flúor, molibdênio, cobre, cromo, cobalto e bromo) constituem os 25% restantes. Os elementos ultratraços (arsênio, alumínio, estanho, níquel, vanádio e silício) fornecem uma quantidade insignificante.

A disponibilidade biológica dos minerais depende, principalmente, da natureza química do composto mineral; da complexação com outras substâncias contidas nos alimentos; da natureza química do composto formado e da competição de dois ou mais elementos pelo mesmo sítio ou mecanismo de absorção.

2.6 Segurança alimentar e caracterização microbiológica

A segurança é um dos atributos de qualidade mais desejável nos produtos alimentícios nos dias atuais, os quais devem ser isentos de toda e qualquer substância química que possa causar dano à saúde do consumidor.

A segurança alimentar é imprescindível para a qualidade do produto e corresponde, por definição, ao estudo das estimativas de ocorrência de perigos no material alimentar e as medidas que fazem necessárias para reduzir a probabilidade de ocorrência desses perigos. O perigo corresponde a qualquer agente presente no alimento, capaz de provocar alterações fisiológicas prejudiciais, numa parcela significativa dos consumidores, imediatamente ou não após o consumo (Chitarra & Chitarra, 2005).

Dentre esses perigos, encontram-se os biológicos. Segundo Carvalho (2001), as bactérias são responsáveis por 70% dos surtos alimentares e 90% dos casos, sendo 5% em alimentos industrializados.

Os perigos biológicos são aqueles resultantes da contaminação, multiplicação e sobrevivência de microrganismos patogênicos, da presença de toxinas de microrganismos e da contaminação por parasitos nos alimentos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os microrganismos patogênicos são aqueles que, sob determinadas condições, produzem substâncias tóxicas (toxinas), oferecendo um risco direto e grave à saúde como é o caso da *Salmonella*. Este grupo são bastonetes, gram negativo, anaeróbicos facultativos, pertencentes à família *Enterobacteriaceae*. São móveis ou imóveis, não formam esporos, possuem mecanismos oxidativos e fermentativos, produzindo ácido e gás, a partir da glicose e de outros carboidratos. A temperatura ótima de crescimento se encontra entre 35 e 37°C, no entanto, podem multiplicar-se desde 5°C até a 45-47°C. A pasteurização a 72°C por 15 segundos assegura sua destruição. Suportam uma faixa de pH entre 4,5 e 9,0 com um ótimo de 6,5 a 7,5.

No entanto, existem outros microrganismos denominados indicadores, que são grupos ou espécies que, quando presentes no alimento, não traduzem em perigo ao consumidor, mas sua avaliação irá fornecer informações sobre as condições higiênico-sanitárias do processamento e armazenamento, possível presença de microrganismos patogênicos e indicação da potencial deterioração do alimento.

Dentre esses microrganismos, encontram-se os que não oferecem risco direto à saúde como os fungos filamentosos e leveduras e aqueles que oferecem um risco baixo e indireto à saúde como os coliformes totais e *Escherichia coli*.

A contagem de fungos filamentosos e leveduras é aplicável, principalmente, na análise de alimentos ácidos, com pH abaixo de 4,5, nos quais

a presença elevada é indicativa de falhas ao longo do processamento, comprometendo a vida útil do produto.

O grupo coliformes totais compreende todas as bactérias anaeróbicas facultativas, gram negativas, não formadoras de esporos, com capacidade para fermentar a lactose com produção de ácido e gás à 32-35°C dentro de 48 horas. Números elevados de coliformes indicam falhas higiênicas ao longo do processamento e armazenamento ou, ainda, deficiência do tratamento térmico, como a pasteurização, já que não são organismos esporulados.

Os coliformes termotolerantes são bactérias com forma de bastonetes, gram negativas, não esporuladas, anaeróbicas facultativas, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas, à 45°C. Dentro deste grupo está a *Escherichia coli*, a qual pode ser introduzida no alimento a partir de outras fontes não fecais, contudo é o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até hoje (Hajdenwurcel, 2004).

2.7 Caracterização sensorial

A análise sensorial é importante no processamento de alimentos, pois contribui, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade, reformulação de produtos, relações entre condições de processo, ingredientes, aspectos analíticos e sensoriais. No teste sensorial é fundamental a padronização das amostras. Muitas vezes, o atributo que se pretende avaliar é influenciado por outros fatores, como a quantidade de amostra e a cor do produto (Konkel et al., 2004).

Os testes sensoriais que utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos” devem ser incluídos como garantia de qualidade, por ser uma medida multidimensional integrada, que possui vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores. O uso dos

testes sensoriais é rotineiro para produtos alimentícios processados ou industrializados antes de serem lançados no mercado.

Muitos instrumentos podem detectar o surgimento de problemas durante a produção e o armazenamento de alimentos, mas podem ser incapazes de medir alterações de sabor que afetam a aceitação de um produto. A aceitação de certos produtos, por parte dos consumidores, é afetada por uma variedade de características, entre elas, destacam-se a funcionalidade, as características nutricionais, a conveniência, a segurança, o custo e, especialmente, as características sensoriais (Martim, 2006).

Os testes afetivos são utilizados quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao(s) produto(s) e, para isso, são utilizadas escalas hedônicas. Dos valores relativos de aceitabilidade, pode-se inferir a preferência, ou seja, as amostras mais aceitas são as mais preferidas e vice-versa (Konkel et al., 2004).

O método pela escala hedônica é um método de graduação da preferência, em níveis de qualidade para alimentos, podendo ser usado como teste de qualidade para outros produtos não alimentícios, em que há necessidade de avaliação subjetiva ou sensorial. O método consiste, basicamente, em apresentar as amostras dos produtos, de maneira inteiramente ao acaso, aos provadores. Sua grande vantagem é que pode ser usada para provadores não treinados, amostras de consumidores e, também, para provadores treinados (Chaves, 1980).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHERNE, S.A.; O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, New York, v.18, n.1, p.75-81, 2002.
- ALMEIDA, S.P. de. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1998. 169p.
- ANDRADE, J.S.; ARAGÃO, C.G.; FERREIRA, S.A. Caracterização física e química dos frutos de araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C). **Revista Acta Amazônica**, Manaus, v.23, n.2/3, p.213-217, 1993.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa, MG: UFV, 1995. p.65-86.
- ARTHEY, D. ASHURST, P.R. **Procesado de frutas**. Zaragoza: Acribia, 1997.
- BARBOSA, A.S. **Sistema biogeográfico do cerrado: alguns elementos para a sua caracterização**. Goiânia: UCG, 1996. 44p.
- BARBOSA, E.A. **Curso técnico com habilitação em agroindústria: módulo de processamento de frutas e vegetais**. Uberaba: Escola Agrotécnica Federal de Uberaba, 1999.
- BARCELOS, M.F.P.; FERRUA, F.Q. **Frutos e hortaliças processados: métodos de conservação e efeitos no valor nutritivo**. 2003. Pós-graduação Lato Sensu (Especialização Lato Sensu em Tecnologia e Qualidade de Alimentos Vegetais)-Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Exensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BRACONNOT, H. Nouvelles observations sur l'acide pectique. **Annales de Chimie et Dephysique**, v.30, p.96-102, 1825.
- BORA, K.; MIGUEL, O.G.; ANDRADE, C.A.; OLIVEIRA, A.O.T. de. Determinação da concentração de polifenóis e do potencial antioxidante das diferentes frações do extrato de folhas de *Dicksonia sellowiana*, (Presl.) Hook, Dickson Iaceae. **Revista Visão Acadêmica**, Curitiba, v.6, n.2, p.32-37, 2005.
- BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A. da; CARVALHO, V.D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi 'Smooth Cayenne'.

Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.26, n.2, p.362-367, mar./abr. 2002.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. U-Technology**, v.28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução Normativa n.º 12, de 1978**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 17 maio 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC ANVISA/MS n.º 12, de 02 de janeiro de 2001**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov>>. Acesso em: 04 set. 2008.

CALDEIRA, S.D.; HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado do Mato Grosso do Sul. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.1, p.144-154, 2004.

CAMARGO, A.C. **Divulgação da tecnologia da irradiação de alimentos e outros materiais**. São Paulo: USP-CENA/PCLQ, 2007. Disponível em: <<http://www.cena.usp.br/irradiacao/index.asp>>. Acesso em: 20 maio 2008.

CARVALHO, E.P. **Controle e avaliação da qualidade de serviços de alimentação**. 2001. Pós-graduação Lato Sensu-Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Exensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras. Pós-graduação Lato Sensu.

CARVALHO, J.A. **Marolo**: o doce sabor do cerrado; sugestões de cultivo. Machado: Folha Machadense, 2002.

COMPLEX CARBOHIDRATE REASERCH CENTER. **Plant cell walls**. Disponível em: <<http://www.cerc.uga.edu/~mao/intro/outline.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Unicamp, 1999. 212p.

CHITARRA, M.I.F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA:

armazenamento e processamento de produtos agrícolas, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p.35.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e amp. Lavras: UFLA, 2005. p.249.

CHUN, S.-S.; VATEM, D. A.; LIN, Y.-T.; SHETTY, K. **Process Biochemistry**, v.40, p.809, 2005

CÓRDOVA, K.R.V. GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; KASKANTZIS NETO, G.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora Edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **CEPPA, Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.23, n.2, p.221-230, jan./jun. 2005.

CORRÊA, A.D. **Fibras na prevenção de doenças**. 2002. Pós-graduação Lato Sensu (Especialização Lato Sensu em Nutrição e Saúde)-Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Exensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CRUESS, W.V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1973. (Programa de Publicações Didáticas).

DIGNART, S. **Análise de sementes de Jatobá do Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* (Hayne) Mart.) e Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov.)**. 1998. 58p. Dissertação (Mestrado em Fertilidade de solos)-Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Cuiabá.

FERNANDES, P.H.S.; SOUZA, S.D.O. **Tecnologia de produtos de origem vegetal: processamento de frutas e hortaliças**. Uberlândia: UFU, 2001. p.89-99.

FERRI, M.G. Os cerrados de Minas Gerais. **Ciência e Cultura**, v.27, n.11, p.1217-1220, 1975.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.

HAJDENWURCEL, J.R. **Atlas de microbiologia alimentar**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2004. v.1.

HAMINIUK, C.W.I. **Estudo do comportamento reológico e colorimétrico de misturas ternárias e sistemas pécticos de polpas de morango, amora-preta e**

framboesa. 2007. 147p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millenniums health. **Journal Food Science Technology**, v.37, p.153-161, 2002.

KING, G.A.; O'DONOGHUE, E.M. Unraveling senescence: New opportunities for delaying the inevitable in harvested fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, New York, v.6, p.385-389, 1995.

KONKEL, F.E.; OLIVEIRA, S.M. R. de; SIMOES, D.R.S.; DEMIATE, I.M. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.249-254, 2004.

LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietética. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.78-85, 1999.

LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, v.76, p.69-75, 2002.

LIMA, A.B. **Qualidade de manga Tommy Atkins orgânica colhida sob boas práticas agrícolas, tratada com extrato de erva-doce e fécula de mandioca.** 2007. Dissertação (Mestrado em Concentração em Agricultura Tropical – Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças Tropicais)-Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.

LIMA, U.A. **Agroindustrialização de frutas.** Piracicaba: FEALQ, 1998. 151p.

LOPES, R.L.T. **Manual para fabricação de geléias.** Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1985. (Série de Publicações Técnicas).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia.** 10.ed. São Paulo: Roca, 2002.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1. Técnicas de produção e mercado:** abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p. 91 – 128.

MARSIGLIA, D.A.P. **Análise físico-química de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2000. 87p.

MARDLAW, G.M. **Perspectives in nutrition.** St Louis: Times Mirror, 1990.

MARTIM, N.S.P.P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L.) variedade *Tommy Atkins* desidratada.** 2006. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia, Curitiba, PR.

MELO, D.L.B. **Dormência em sementes de *Annona crassiflora* Mart.** 2005. 50p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MELO, J.T. Araticum. In: VIEIRA, R.F, COSTA, T.S.A.; SILVA, D.B.FERREIRA, R.;SANO, S.M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p.42-63.

MELO, E.A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim SBCTA**, Campinas, v.36, n.1, p.1-11, 2002.

MENDONÇA, C.R.; RODRIGUES, R.S.; ZAMBIAZI, R.C. Açúcar mascavo em geleadas de maçã. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, Nov./dez, p.67-73. 2000.

MORETTO, E; FETT, R.; GONZAGA,L.V.; KUSHOSHI, E.M. **Introdução a ciência dos alimentos.** Florianópolis: UFSC, 2002. 254p.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. **Journal Chromatography**, v. 95, p.1054-1061. 2004.

PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M.; GOLLUCHE, A.P.B. **Alimentos funcionais:** introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Varela, 2005. p.31- 42.

RAUCH, G.H. **Fabricación de mermeladas.** Zaragoza: Acribia, 1978. 199p.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, 1998. p.87-166.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1.p. 25-29. 2007.

SANO, S.M; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

SGABIERI, W.C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. São Paulo: UNICAMP/Almed, 1997.

SILVA, J.A. ANDRADE, L.M.R. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1992. 23p. (Boletim de Pesquisa, 44).

SILVA, J.A.ANDRADE, L.M.R. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1994. 166p.

SILVA, J.; SILVA, E. S.; E SILVA, P. S. L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*annona squamosa* l.). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.562-564, ago. 2002.

SILVA, S. **Frutas Brasil frutas**. São Paulo: Varela, 1991. p.134

SIQUEIRA, M.I.D.; GERALDINE, R.M.; QUEIROZ, K.S.; TORRES, M.C.L.; SILVEIRA, M.F.A. **Processamento de geleia, doce de corte e pastoso e néctar de cagaita**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1997. 28p. (Manual Técnico, 3).

TORRES, G.F.; SALGADO, S.M.; LIVEIRA, A.V.S.; GUERRA, N.B. Efeito do processo hidrotérmico sobre o teor de fibra alimentar em hortaliças. **CEPPA, Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.24, n.2, p.337-346, jul./dez. 2006.

TORREZAN, R. **Preparo caseiro de geleias**. Rio de Janeiro: Embrapa. CTAA, 1997. 15p.

VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. **Estudos etnobotânicos de espécies medicinais de uso popular no cerrado.** In: Proc Int Savana Simposium. Brasília. 1998 p.169-171.

VILAS BOAS, E.V. **Alimentos e nutrição.** 1999a. Pós-graduação Lato Sensu (Especialização Lato Sensu em Pós Colheita)-Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Exensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VILAS BOAS, E.V. **Avaliação nutricional dos alimentos.** 1999b. Pós-graduação Lato Sensu (Especialização Lato Sensu em Pós-colheita)-Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Exensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VILAS BOAS, E.V.B. **Qualidade de alimentos vegetais.** 2002. Pós-graduação Lato Sensu-Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Exensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulacion poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales.** 2.ed. Zaragoza, Acribia, 1998. p.53.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS FRUTOS DO CERRADO: ARAÇÁ E MAROLO

1 RESUMO

DAMIANI, Clarissa. Características físicas e químicas dos frutos do cerrado: araçá e marolo. In: _____. **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* SW.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**. 2009. Cap. 2, p.45-68. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O araçá e o marolo são frutos consumidos nas regiões do cerrado, muito apreciados, porém pouco estudados. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar física e quimicamente esses frutos, por meio das análises: composição centesimal, açúcares solúveis totais, redutores e sacarose, sólidos solúveis, acidez titulável, ácidos orgânicos, pectinas total e solúvel, potencial antioxidante, compostos fenólicos, minerais, coloração e firmeza. Os resultados obtidos para casca do araçá, para a polpa do araçá e para a polpa do marolo foram: umidade (77,03%, 80,41% e 70,56%); cinzas (0,65%, 0,44% e 0,54%); proteínas (1,39%, 1,87% e 1,99%); lipídios (0,32%, 0,33% e 2,36%); carboidratos totais (90,88%, 78,25% e 24,55%); açúcares solúveis totais (8,45%, 9,99% e 127,4%); pectina total (0,82%, 0,72% e 1,3%); pH (3,76, 3,99 e 4,49); acidez titulável (0,74%, 0,52% e 0,50%); sólidos solúveis (11°Brix, 8,8°Brix e 21,4°Brix); potencial antioxidante (16,33%, 12,75% e 34,29%) e firmeza (0,43N araçá inteiro e 0,29N polpa de marolo). O mineral predominante no araçá é o cálcio (490mg.kg⁻¹ casca e 485mg.kg⁻¹ polpa), seguido pelo magnésio (282mg.kg⁻¹ casca e 292mg.kg⁻¹ polpa) e fósforo (66mg.kg⁻¹ casca e 97,5mg.kg⁻¹ polpa) e o ácido orgânico predominante é o cítrico (250µg.g⁻¹ casca e 70,5µg.g⁻¹ polpa), seguido pelo málico (101,2µg.g⁻¹ casca e 60,9µg.g⁻¹ polpa). Com relação ao marolo, o mineral predominante é o magnésio (350mg.kg⁻¹), seguido pelo fósforo (220mg.kg⁻¹) e o ácido orgânico predominante é o málico (76,68µg.g⁻¹) e cítrico (23,52µg.g⁻¹). Logo, o consumo destes dois frutos, oriundos do cerrado mineiro, deve ser incentivado, pois fornece apreciáveis substâncias nutritivas.

* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (orientador), Eduardo Ramirez Asquiere – UFG.

2 ABSTRACT

DAMIANI, Clarissa. Physical and chemical characterization of fruits of the savanas: araçá and marolo. In: _____. **Characterization and added value to the fruits of the cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**. 2009. Chap.2, p.45-68. Thesis (Ph.D. in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, MG*

The araçá and marolo fruits are consumed in areas of cerrado. They are very appreciated but little studied. This work aims to characterize physically and chemically those fruits throughout the analysis: proximate composition, total soluble sugars, reducing sugars and sucrose, soluble solids, titratable acidity, organic acids, total and soluble pectin, antioxidant potential, phenolic compounds, minerals, color and firmness. The results obtained from the araçá peel, the araçá pulp and the marolo pulp were: moisture (77.03%, 80.41% and 70.56%), ash (0.65%, 0.44% and 0.54%), protein (1.39%, 1.87% and 1.99%), lipids (0.32%, 0.33% and 2.36%), total carbohydrates (90.88% , 78.25% and 24.55%), total soluble sugars (8.45%, 9.99% and 127.4%), total pectin (0.82%, 0.72% and 1.3%) , pH (3.76, 3.99 and 4.49), titratable acidity (14.8%, 10.4% and 10.1%), soluble solids (11° Brix, 8.8°Brix and 21,4°Brix), antioxidant potential (16.33%, 12.75% and 34.29%) and firmness (0.43 N whole araçá and 0.29 N marolo pulp). The mineral predominant in araçá is calcium (490mg.kg⁻¹ peel and 485mg.kg⁻¹ pulp) followed by magnesium (282mg.kg⁻¹ peel and 292mg.kg⁻¹ pulp) and phosphorus (66mg.kg⁻¹ peel and 97.5mg.kg⁻¹pulp) and the predominant organic acid is acid citric (250µg.g⁻¹ peel and 70.5µg.g⁻¹ pulp), followed by malic acid (101.2µg.g⁻¹ peel and 60,9µg.g⁻¹ pulp). Regarding marolo, the preponderant mineral is magnesium (350mg.kg⁻¹), followed by phosphorus (220mg.kg⁻¹) and the predominant organic acid is malic acid (76.68 µg.g⁻¹) and citric (23.52µg.g⁻¹). Therefore, the consumption of those fruits, with origin in savana, should be quietly encouraged by providing appreciable nutrients.

* Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFPA (Adviser), Eduardo Ramirez Asquiere – UFG.

3 INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a saúde tem levado os consumidores a ingerirem alimentos cada vez mais saudáveis, com baixos teores de calorias, porém sem abrir mão de características como sabor, aroma e diversidade.

Os frutos do cerrado tornam-se uma ótima opção para tais exigências, pois a maioria deles é rica em pigmentos e possuem aromas bem peculiares. O cerrado é um importante ecossistema brasileiro, o qual apresenta grande número de espécies frutíferas, muitas delas produzindo frutos comestíveis, que são ingeridos por populações humanas há muito tempo, como é o caso do araçá e o marolo. No entanto, pouco se sabe sobre suas características físicas, químicas e bioquímicas como composição nutricional, poder antioxidante e perfil de mineral.

A caracterização dos frutos do cerrado torna-se, então, necessária, uma vez que essas espécies já são consumidas e outras poderão vir a ser, à medida que esses frutos vão sendo estudados.

O *Psidium guineensis* Sw. é um arbusto pequeno e seus frutos são conhecidos como araçáí, araçá-do-campo, araçá-mirim, goiaba-da-guiné ou araçá-azedo. O fruto, que pode ser consumido cru ou em forma de doces, refrescos, sorvetes e licores, é uma baga globosa, de cor branca-amarelada, verde-amarelada, amarela-pálida ou amarela, quando o fruto está maduro; a polpa é carnosa, branca, mucilaginosa, doce, levemente ácida, perfumada, com numerosas sementes pequenas, (Manica, 2000).

O fruto, popularmente conhecido como marolo, araticum e cabeça-de-negro, é do tipo baga subglobosa, de cor verde, quando a fruta está em desenvolvimento e marrom quando maduro (Lorenzi, 1998). A polpa é levemente adocicada e de aroma agradável, podendo variar sua cor de branco ao

amarelo. Os frutos de polpa amarela apresentam sabor e aroma mais acentuados, sendo, portanto, mais bem aceitos no mercado consumidor. A polpa pode ser consumida *in natura*, mas inúmeras são as receitas de doces e bebidas que levam o sabor forte e perfumado do fruto (Carvalho, 2002).

Ciente da importância das frutas na dieta humana e dos poucos estudos realizados sobre os frutos do cerrado mineiro, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os frutos do araçazeiro (*Psidium guineensis* Sw.) e maroleiro (*Annona crassiflora* Mart.), por meio de análises centesimais, físicas e químicas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos da safra de 2007, cujo período de colheita foi compreendido entre fevereiro à abril para o araçá e março à abril para o marolo, provenientes de Ingaí, MG e Contagem, MG (Ceasa), respectivamente. Os frutos foram selecionados quanto à aparência, ausência de injúrias, podridões e cheiro característico de deterioração. Em seguida, foram levados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras.

No laboratório, os frutos foram novamente selecionados, procurando tornar o lote ainda mais uniforme quanto ao grau de maturação, ou seja, frutos levemente macios ao toque.

Os frutos foram lavados para remoção de impurezas superficiais, enxaguados em água corrente e submersos em solução de hipoclorito de sódio a $100 \mu\text{l.L}^{-1}$, para o araçá, e $300 \mu\text{l.L}^{-1}$, para o marolo, por 20 minutos cada.

Em seguida, uma parcela dos frutos foi reservada para a caracterização, tanto da casca quanto da polpa para o araçá e somente da polpa para o marolo, por meio de análises centesimal, pH, sólidos solúveis, açúcares totais, redutores e teor de sacarose, fibras alimentares, minerais (Ca, Mg, Zn, Fe, Cu e P), acidez titulável, ácidos orgânicos (cítrico, málico, acético, tartárico e ascórbico), potencial antioxidante (extrato etéreo, etanólico e aquoso), pectinas total e solúvel, compostos fenólicos (extrato etanólico e aquoso), firmeza e cor (L^* , a^* e b^*), com 15 repetições.

As análises físicas e químicas foram realizadas, parte no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia) e no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA (Escola de Veterinária), ambos na Universidade Federal de Goiás-UFG e parte no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e

Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

- Coloração: determinado com a ajuda do colorímetro Minolta CR-400, no modo CIE L*, a* e b*. A coordenada L* representa quão mais claro ou mais escuro está o fruto, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco); a coordenada a* pode assumir valores entre - 80 a + 100, no qual os extremos correspondem, respectivamente, ao verde e vermelho; a coordenada b* pode variar de - 50 a + 70, com intensidade do azul ao amarelo. As leituras foram feitas em três pontos distintos de cada fruto.

- Firmeza: determinada com o auxílio do texturômetro Stable Micro System e os resultados expressos em Newton (N).

- Pectina total e solúvel: determinado pelo método colorimétrico, baseado na formação de produto, por meio da condensação colorida por reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazol (Bitter & Muir, 1962) e os resultados expressos em porcentagem.

- Umidade: determinado pela perda de peso do produto, submetido ao aquecimento de 105°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.

- Proteínas: determinado pelo método de Kjeldahl, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.

- Lipídios: determinado pelo processo gravimétrico, baseado na perda de peso do material, submetido à extração com éter ou na quantidade de material solubilizada pelo solvente, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.

- Carboidratos totais e valor calórico: segundo Dubois et al. (1956) – fenolssulfúrico - e o valor calórico total foi estimado conforme os valores de conversão de Atwater, descritos em Wilson et al. (1982) e os resultados expressos em porcentagem e kcal respectivamente.

- Açúcares solúveis totais, redutores e sacarose: determinados pelo método redutométrico de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944) e os resultados expressos em porcentagem.
- Sólidos Solúveis Totais – determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital ATAGO PR 100. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1995).
- Fibras: determinado pelo método gravimétrico, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Cinzas: determinado pela perda de peso do material, submetido à queima em mufla à temperatura de 550°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Minerais: determinado através do espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110, Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção das curvas de calibração foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente diluídas com água deionizada. Os resultados foram expressos em mg.kg⁻¹.
- Acidez Total Titulável – determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador fenolftaleína, segundo Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- pH – determinado com o auxílio do potenciômetro, segundo AOAC (1995).
- Ácidos orgânicos: extração segundo Bazimarajenga et al. (1995), modificado por Silva et al. (2001) e identificação e quantificação por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), por meio de um cromatógrafo da marca Gilson com bombas 306 e injetor automático ASTED XL e software 712, com detector UV/VIS 118 Gilson, no comprimento de onda de 230nm, utilizando coluna C-18 de fase reversa (150 x 4,6mm). O volume injetado da amostra foi, aproximadamente, de 20µL, utilizando como fase móvel água com 0,1% de

ácido fosfórico, com fluxo de 1mL/min. Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção e co-cromatografia, utilizando-se como comparação os tempos de retenção de padrões. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$.

- Potencial antioxidante: determinado pelo método do DPPH, segundo Brand-Williams et al (1995) com modificações segundo Borguini (2006). O grau de descoloração do radical DPPH a 517 nm pela ação dos antioxidantes foi medido espectrofotometricamente nos extratos etéreo, alcoólico e aquoso, com concentração de $0,2 \text{ mg.ml}^{-1}$ e os resultados expressos em % de descoloração do DPPH.

- Compostos fenólicos: a extração dos compostos etanólico e aquoso foi realizada segundo Genovese et al. (2003) para determinação dos fenóis totais com o reagente de Folin-Ciocalteu. A determinação desses fenóis foi segundo Zieliski & Kozowaska (2000) e os resultados expressos em mgEAG.100g^{-1} .

Para avaliação dos resultados das análises químicas e físicas das polpas (araçá e marolo) e somente da casca, para o araçá, calcularam-se as médias, os desvios-padrão e os coeficientes de variação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na caracterização do fruto araçá (*Psidium guineensis* Sw.) estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização física e química do fruto do araçazeiro (*Psidium guineensis* Sw.), oriundo da região do sul de Minas Gerais, com seus respectivos desvio padrão (coeficiente de variação), em base úmida. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Análises	Média		Análises	Média	
	Polpa	Casca		Polpa	Casca
Massa média por fruto	10,70 ± 0,89 (1,78)		Mg (mg.Kg ⁻¹)	292,0±0,02 (0,78)	282,0±0,01 (0,99)
Valor L*	52,58±1,54 (1,88)		Zn (mg.kg ⁻¹)	2,72±0,02 (0,88)	11,2±0,01 (0,69)
Valor a*	10,70±0,99 (1,35)		Fe (mg.kg ⁻¹)	5,48±0,01 (0,71)	4,95±0,03 (0,56)
Valor b*	28,64±1,22 (1,64)		Cu (mg.kg ⁻¹)	3,2±0,03 (0,69)	3,4±0,01 (0,99)
Firmeza (N*)	0,43 ± 0,57 (1,45)		P (mg.kg ⁻¹)	97,5±0,02 (0,69)	66,0±0,01 (0,72)
Pec sol (%)	0,50 ±0,06 (1,45)	0,44± 0,07 (1,76)	Ac. Titul. (%)	0,52± 0,01 (0,11)	0,74± 0,03 (0,2)
Pec Tot (%)	0,72±0,03 (1,1)	0,82±0,08 (1,35)	pH	3,99±0,01 (0,17)	3,76 ± 0,02 (0,23)
Umid. (%)	80,41±0,35 (0,43)	77,03±0,25 (0,56)	Ac Asc (µg.g ⁻¹)	142,5±0,0 (0,0)	377,5±0,0 (0,0)
Proteín (%)	1,87 ±0,65 (1,02)	1,39±0,76 (1,11)	Ac Cítrico (µg.g ⁻¹)	881,25±0,0 (0,0)	3125±0,0 (0,0)
Lipídios (%)	0,33± 0,11 (1,35)	0,32±0,17 (1,45)	Ac Málico (µg.g ⁻¹)	761,3±0,0 (0,0)	1265±0,0 (0,0)
Carb Tot (%)	16,95±0,15 (0,67)	20,61±0,25 (1,02)	Ac Tartárico (µg.g ⁻¹)	296,3±0,0 (0,0)	156,4±0,0 (0,0)
Calorias (kcal)	78,25±0,08 (0,78)	90,88±0,1 (0,890)	Ac Acético (µg.g ⁻¹)	0,0	0,0
Ac. Sol. Totais (%)	9,99±0,08 (0,48)	8,45±0,05 (0,56)	P A** Total	12,75±0,54 (1,77)	16,33±0,45 (1,75)
Aç. Red (%)	5,91±0,26 (1,14)	5,07±0,17 (1,23)	P A** (EE)	6,52±0,66 (1,21)	7,45±0,78 (1,98)

TABELA 1: Caracterização física e química do fruto do araçazeiro (*Psidium guineensis* Sw.), oriundo da região do sul de Minas Gerais, com seus respectivos desvio padrão (coeficiente de variação), em base úmida. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Análises	Média		Análises	Média	
	Polpa	Casca		Polpa	Casca
Sacar. (%)	3,87±0,07 (0,58)	3,20±0,03 (0,44)	P A** (EOH)	0,30±0,76 (1,56)	2,95±0,69 (1,45)
Sol Solúveis (°Brix)	10,7±0,12 (0,85)	11±0,09 (0,88)	P A** (EA)	5,93±0,88 (1,87)	5,93±0,67 (1,88)
Fibras (%)	4,82±0,04 (0,23)	6,13±0,89 (0,31)	F T*** (EOH)	0,0	14,14±0,23 (1,44)
Cinzas (%)	0,44±0,02 (0,98)	0,65±0,04 (0,78)	FT*** (EA)	113±0,77 (1,65)	150±0,54 (1,33)
Ca (mg.kg ⁻¹)	485,0±0,01 (0,89)	490,0±0,02 (0,77)			

*N: Newton; **P.A: potencial antioxidante expresso em % de descoloração do radical DPPH (EE- extrato etéreo, EOH- extrato etanólico, EA- extrato aquoso); ***F.T: fenólicos totais expressos em mg EAG (equivalente de ácido gálico). 100g⁻¹ (EOH- extrato etanólico, EA- extrato aquoso). Padrão BHT 0,05 mg.mL⁻¹ = 96,27% e 0,1 mg.mL⁻¹ = 100%

De acordo com os resultados obtidos, a massa média dos frutos do araçazeiro foi de 10,7g, valor esse semelhante ao encontrado por Caldeira et al. (2004) quando analisou araçás provenientes do Mato Grosso do Sul (9,28g).

A espécie araçá aqui estudada enquadra-se dentro das características médias avaliadas em 40 diferentes araçazeiros, identificados em 35 eco-regiões brasileiras (Santos et al., 2008), a saber, fruto pequeno (53%), com coloração verde escura da casca (44%) e cor de polpa creme (80%). Isso pode ser comprovado pelos parâmetros de cor valor L* (52,58±1,54), valor a* (10,70±0,99) e valor b* (28,64±1,22), encontrados nas cascas dos frutos oriundos do sul de Minas Gerais e estudo deste trabalho.

A firmeza dos frutos maduros foi de 0,43N (Newton), concordando com elevado teor de pectina solúvel, tanto na polpa (0,50%) quanto na casca (0,44%).

No processo de amadurecimento do fruto, enzimas como PG (poligalacturonase) e PME (pectinametilesterase) atuam, degradando a pectina total, tornando-a solúvel e, conseqüentemente, amaciando o fruto. A quantidade de pectina total encontrada foi de 0,72% na polpa e 0,82% na casca de araçá, logo 69,4% e 53,65% de solubilidade, resultando em baixa firmeza.

Com relação à composição centesimal, a umidade encontrada na polpa foi de 80,41% e na casca foi de 77,03%, valores próximos ao encontrado por Caldeira et al. (2004) no fruto íntegro (85%). A alta concentração de umidade faz com que esse fruto torna-se mais susceptível a deterioração, sendo necessário, portanto, um rápido consumo, após maduro, ou rápido processamento tecnológico, como a fabricação de doces (massa ou corte), geléias, sucos, néctares, etc.

Os teores de proteínas e lipídios encontrados foram de 1,87% (polpa) e 1,39% (casca) e de 0,33% (polpa) e 0,32% (casca), respectivamente. Esses valores são distintos dos encontrados por Caldeira et al. (2004) – 10% de proteínas e 1,02% de lipídios, porém semelhantes aos encontrados por Franco (1999) ao analisar o teor de proteínas de goiabas brancas (1,09%) e o teor de lipídios do araçá (0,2%). Essa variação pode ser em decorrência da variação nas condições de cultura (solo, clima, precipitação pluviométrica) e estágio de maturação (Santos, 2003).

O teor de carboidratos totais foi de 16,95% na polpa e de 20,61% na casca, determinando, assim, o valor calórico de 78,25 kcal na polpa e de 90,88 kcal na casca de araçá. Inseridos na classe dos carboidratos encontram-se os açúcares solúveis totais e as fibras. Com relação ao primeiro, os teores encontrados foram de 9,99% na polpa e de 8,45% na casca. Destes açúcares, 5,91% são redutores (glicose e frutose) e 3,87% são de sacarose (polpa), e para a casca, os valores encontrados foram de 5,07% em redutores e 3,2% em sacarose.

Os teores de sólidos solúveis foram de 10,7 °Brix para a polpa e de 11 °Brix para a casca.

Em se tratando de fibras totais bruta, os teores encontrados foram de 4,82% na polpa e de 6,13% na casca. Segundo a Portaria n° 27 (Brasil, 1998), para um produto ser considerado como fonte de fibras alimentares, este deve conter um mínimo de 3% em alimentos sólidos, logo, o consumo de araçá é uma excelente fonte de fibras alimentares.

O teor de cinzas foi de 0,44% na polpa e de 0,65% na casca, assemelhando-se aos encontrados no fruto inteiro do araçá (0,85%) por Bezerra et al. (2006) e em goiabas da variedade “Paluma” (0,54%), quando pesquisados por Pereira et al. (2003). As cinzas representam os teores de minerais incorporados na amostra. A quantidade de minerais encontrados na polpa e na casca foram as seguintes respectivamente: cálcio 485mg.kg⁻¹ e 490mg.kg⁻¹; magnésio 292mg.kg⁻¹ e 282mg.kg⁻¹; zinco 2,72mg.kg⁻¹ e 11,2mg.kg⁻¹; ferro 5,48mg.kg⁻¹ e 4,85mg.kg⁻¹; cobre 3,2mg.kg⁻¹ e 3,4mg.kg⁻¹; fósforo 97,5mg.kg⁻¹ e 66mg.kg⁻¹. Nota-se que o araçá provindo do sul de Minas Gerais é um fruto rico em cálcio, magnésio e fósforo e com teores baixos de zinco, ferro e cobre. A ingestão dietética recomendada (IDR), segundo IOM (1997 e 2001) é de 1000mg.dia⁻¹ de cálcio; de 350mg.dia⁻¹ de magnésio, de 10mg.dia⁻¹ de zinco, de 8mg.dia⁻¹ de ferro, de 800mg.dia⁻¹ de cobre e de 700mg.dia⁻¹ de fósforo. Logo, o araçá pode contribuir efetivamente para a satisfação das necessidades desses minerais. Em comparação com outras frutas, a laranja apresenta 380mg.kg⁻¹ de Ca; a banana 288mg.kg⁻¹ de Mg, o morango 3,94mg.kg⁻¹ de Fe, o abacate 2,7mg.kg⁻¹ de Cu e a pêra 0,3mg.kg⁻¹ de Zn, segundo Cozzolino (2007)

A acidez titulável encontrada foi de 0,52% na polpa e de 0,74% na casca, com pH de 3,99 na polpa e de 3,76 na casca. De fato, ao analisar a concentração de ácidos orgânicos, os valores encontrados para ácido ascórbico

(Vitamina C), ácido cítrico e ácido málico foram bem maiores na casca do que na polpa, a saber, $377,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $142,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$; $3125\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $881,25\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$; $1265\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e $761,3\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ respectivamente. A exceção encontrada foi para o ácido tartárico, que na casca foi de $156,4\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e na polpa de $296,3\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Nenhum teor de ácido acético foi encontrado na polpa e na casca de araçá.

Por meio das análises realizadas, encontrou-se substâncias com poder antioxidante, com valor total de 12,76% na polpa e de 16,33% na casca. Destas substâncias, 6,52% e 7,45% estão presentes no extrato etéreo; 0,30% e 2,95% no extrato etanólico e 5,93% no extrato aquoso, para polpa e casca respectivamente. Percebe-se que o extrato etanólico possui as menores concentrações de substâncias antioxidantes e que o aquoso, tanto na polpa quanto na casca, possuem valores médios iguais.

Esses dados podem ser comprovados pelos teores de compostos fenólicos encontrados no fruto, tanto no extrato etanólico (valores mais baixos), quanto no extrato aquoso, pois segundo Mahattanatawee et al (2005), o coeficiente de correlação entre o DPPH (método utilizado na análises dos antioxidantes) e fenóis totais é de 0,96. No primeiro extrato (etanólico), não foi identificado nenhum composto fenólico na polpa, mas sim na casca de 14,14 mg EAG.100g⁻¹. Já no extrato aquoso, a polpa possui 113 mg EAG.100g⁻¹ e a casca 150 mg EAG.100g⁻¹ de compostos fenólicos.

Os resultados das análises de caracterização do fruto marolo estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Caracterização física e química da polpa do fruto Marolo (*Annona crassiflora* Mart.), oriundo do Estado de Minas Gerais, com seus respectivos desvio padrão (coeficiente de variação), em base úmida. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Análises	Médias (CV)	Análises	Médias (CV)
Firmeza (N*)	0,29±0,9 (1,67)	Ac Tartárico (µg.g ⁻¹)	0,0±0,0 (0,0)
Valor L	70,92±0,7 (1,65)	Ac acético (µg.g ⁻¹)	0,0±0,0 (0,0)
Valor a	2,17±0,69 (1,54)	Fibras (%)	4,46±0,8 (1,67)
Valor b	33,90±0,71 (1,87)	Pect. Total (%)	1,30±0,2 (1,23)
Umidade (%)	70,56±0,33 (0,77)	Pect.solúvel (%)	0,30±0,31 (1,43)
Proteínas (%)	1,99 ±0,78 (1,65)	Cinzas (%)	0,54±0,65 (1,11)
Lipídios (%)	2,36 ±0,2 (1,48)	Cálcio (mg.kg ⁻¹)	192,0±0,1 (0,23)
Carb.Totais (%)	24,55±0,11 (0,88)	Magnésio (mg.kg ⁻¹)	350,0±0,08 (0,32)
Calorias (kcal)	127,40±0,56 (0,96)	Zinco (mg.kg ⁻¹)	3,45±0,1 (0,54)
Ac. Totais (%)	16,68±0,1 (0,790)	Ferro (mg.kg ⁻¹)	3,82±0,2 (0,33)
Ac. Redut. (%)	12,38±0,66 (1,2)	Cobre (mg.kg ⁻¹)	2,2±0,1 (0,28)
Sacarose (%)	4,11±0,34 (1,2)	Fósforo (mg.kg ⁻¹)	220, 0±0,16 (0,43)
Sol. Sol (°Brix)	21,4±0,7 (1,37)	P A** Total	34,29±0,09 (0,66)
pH	4,49±0,4 (0,78)	P A** (EE)	11,18±0,12 (0,44)
Ac. Titulável (%)	0,5±0,1 (0,88)	P A** (EOH)	5,01±0,11 (0,32)
Vitamina C (µg.g ⁻¹)	9,5±0,0 (0,0)	P A** (EA)	18,10±0,1 (0,57)
Ac Cítrico (µg.g ⁻¹)	294±0,0 (0,0)	F T*** (EOH)	211,11±0,6 (1,78)
Ac Málico (µg.g ⁻¹)	958,5±0,0 (0,0)	FT*** (E A)	260,50±0,58 (1,87)

* N: Newton, **P.A: potencial antioxidante expresso em % de descoloração do radical DPPH (EE- extrato etéreo, EOH- extrato etanólico, EA- extrato aquoso); ***F.T: fenólicos totais expressos em mg EAG (equivalente de ácido gálico). 100g⁻¹ (EOH- extrato etanólico, EA- extrato aquoso). Padrão BHT 0,05 mg.mL⁻¹ = 96,27% e 0,1 mg.mL⁻¹ = 100%

O fruto marolo, pesquisado neste trabalho, apresentou rendimento médio em casca de 40%, em polpa de 51% e em semente de 9%. Roesler et al. (2007), pesquisando o potencial antioxidante dos frutos do cerrado, encontrou para o mesmo fruto valores de 31,8% em casca, 55,7% em polpa e 12,5% em sementes.

A firmeza do fruto maduro foi de 0,29N e os resultados relativos à coloração foram: valor L* 70,92 e 37,10, valor a* 2,17 e 7,87 e valor b* 33,90 e 7,17 para polpa e casca, respectivamente. De fato, a polpa possui coloração creme amarelada, possuindo, portanto, valor b* mais alto que da casca, assim como menor valor L*, pois a casca do fruto é amarronzada escura.

O teor de umidade, proteína e lipídios encontrados na polpa foi de 70,56%, 1,99% e 2,36% respectivamente, valores esses próximos aos encontrados por Roesler et al. (2007), ou seja, 67,85%, 1,8% e 3,22% e também por Silva et al (2008) ao avaliar as características químicas de alguns frutos do cerrado, a saber, 76,05%, 1,22% e 3,83%. A polpa do marolo, assim como o araçá, possui alta concentração de umidade, podendo deteriorar-se rapidamente, como também elevado teor de lipídios, quando comparado com outros frutos comestíveis tradicionais, podendo sofrer rancificação. A fruta do conde (*Annona squamosa* L.), por exemplo, segundo Franco (1999) não possui nenhum teor de lipídios, já a atemóia, que é um cruzamento da fruta do conde com a cherimólia (*Annona cherimola*, Mill – da família da graviola), segundo TACO (2006) possui cerca de 0,3%.

Os teores de carboidratos totais e calorias foram de 24,55% e 127,40kcal, valores acima dos encontrados por Silva et al. (2008), ou seja, 12,78% e 90,47kcal, respectivamente. Essa diferença pode ser explicada pela localização geográfica dos frutos pesquisados por estes autores, os quais eram oriundos do Estado de Goiás. A mudança geográfica implica em características químicas heterogêneas da planta como um todo, mas principalmente dos frutos.

Os teores de açúcares totais, redutores e sacarose foram de 16,68%, 12,38% e 4,11%, respectivamente. Os teores de açúcares totais foram menores que os encontrados por Roesler et al. (2007) e maiores que aqueles relatados por Agostini et al. (1995), ou seja, 19,05% e 13%, respectivamente, no entanto os teores de açúcares redutores foram semelhantes aos encontrados pelos últimos autores, em frutos da espécie *Annona coreaceae* (11,3%).

Com relação aos sólidos solúveis, o valor encontrado foi de 21,4° Brix, mostrando que o fruto possui boa concentração de açúcares solúveis e ácidos orgânicos.

O pH da polpa de marolo foi de 4,49, semelhante ao encontrado por Roesler et al. (2007), os quais relataram ser de 4,8 e por Agostini et al. (1995) com pH de 4,7. A acidez titulável foi de 0,5%, com teores de ácido ascórbico, ácido cítrico e ácido málico de $9,5\mu\text{g.g}^{-1}$, $294\mu\text{g.g}^{-1}$ e $958,5\mu\text{g.g}^{-1}$, respectivamente. Não foi observado a presença de ácido tartárico e ácido acético na polpa in natura.

O teor de fibra foi de 4,46%, semelhante ao encontrado por Agostini et al (1995) com 5,2% e por Silva et al. (2008) com 4,72%. A fibra solúvel, representada pela porção pectina total foi de 1,3%, com 0,3% de pectina solúvel. Logo, de acordo com Portaria n° 27 (Brasil, 1998), o marolo também pode ser considerado fonte rica de fibras, auxiliando nas funções gastrointestinais. Em geral, as fibras solúveis em água (pectinas, gomas, mucilagens e certas hemiceluloses) retardam a passagem intestinal, o esvaziamento gástrico e a absorção da glicose, ajudando a reduzir o colesterol no soro sanguíneo. As fibras insolúveis em água (lignina, celulose e algumas hemiceluloses) aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, desaceleram a hidrólise do amido e retardam a absorção da glicose, contribuindo para a redução do risco de alguns males do cólon (Leonel et al., 1999).

O teor de cinzas encontrado foi de 0,54%, semelhante a 0,77% encontrado Roesler et al (2007). A concentração encontrada de minerais foi de 192 mg. kg⁻¹ de cálcio, 350 mg.kg⁻¹ de magnésio, 3,45 mg.kg⁻¹ de zinco, 3,82 mg.kg⁻¹ de ferro, 2,2 mg.kg⁻¹ de cobre e 220 mg.kg⁻¹ de fósforo respectivamente. Em estudos realizados por Silva et al. (2008), os valores foram de 290 mg.kg⁻¹ para o cálcio, 7,9 mg.kg⁻¹ para o zinco e 4,3 mg.kg⁻¹ para o ferro; porém para Franco (1999), os valores foram de 520 mg.kg⁻¹ para o cálcio, 240 mg.kg⁻¹ para o fósforo e 23 mg.kg⁻¹ para o ferro. O solo e seus nutrientes podem ser a causa principal desta diferença no perfil de minerais.

Com relação ao potencial antioxidante total, a polpa de marolo oriunda do Estado de Minas Gerais apresentou 34,29%, dos quais 11,18% foram encontrados no extrato etéreo, 5,01% no extrato etanólico e 18,1% no extrato aquoso. O grau de descoloração (%) indica o potencial antioxidante do extrato. Um extrato que apresente alta capacidade em seqüestrar radicais livres, possui um valor baixo de IC₅₀ (Índice de concentração), ou seja, a quantidade de extrato capaz de decrescer a concentração inicial do radical DPPH em 50% ou, ainda, inibir a oxidação do radical em 50%. Logo, os valores encontrados de IC₅₀ para o extrato etéreo, para o extrato etanólico e para o extrato aquoso foram: 894µg.mL⁻¹, 1996µg.mL⁻¹ e 552 µg.mL⁻¹, gerando um total de 291µg.mL⁻¹. Esses valores são bem distintos dos encontrados por Roesler et al. (2007), cujo valor de IC₅₀ foi de 148 µg.mL⁻¹ no extrato etanólico e 1391 µg.mL⁻¹ no extrato aquoso, porém não foi encontrado nenhum dado sobre o extrato etéreo e nem o total. Essa diferença pode ser em decorrência do processamento de extração como razão solvente:massa, tempo de extração, número de re-extrações, etc.

Os compostos fenólicos totais estiveram presentes tanto no extrato etanólico quanto no extrato aquoso, observando-se valores de 211,11mg EAG. 100g⁻¹ e 260,5mg EAG. 100g⁻¹ respectivamente. O método utilizado neste trabalho para determinação de fenóis totais permite a quantificação de

flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos nas amostras, compostos com reconhecida capacidade antioxidante.

6 CONCLUSÃO

De acordo com as análises realizadas, o araçá é um fruto nutricionalmente rico, com boa quantidade de fibras, de minerais como o cálcio, o magnésio e o fósforo e, também, com certo potencial antioxidante. A casca, muitas vezes consumida em conjunto com a polpa pela população regional, eleva seu valor nutricional, sendo rica em ácidos orgânicos, com predominância do ácido cítrico, seguido pelo ácido málico.

De igual forma, o marolo também é um fruto de alto valor nutricional, pois possui teores significativos de lipídios, calorias e fibras, é rico em magnésio e em fósforo, possui como ácido predominante o málico e tem bom percentual de substâncias antioxidantes. Pode-se considerar, também, um fruto com grande potencial para a industrialização.

Logo, o consumo destes dois frutos, oriundos do cerrado mineiro, pode e deve ser incentivado porque fornecem apreciáveis substâncias nutritivas, vindo ao encontro das exigências do consumidor moderno, ou seja, ingestão de frutos mais saudáveis, com baixos teores de calorias, porém com características apreciáveis, como sabor, aroma e diversidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, T.; CECCHI, H.; BARRERA-ARELLANO, D. Caracterização química da polpa e do óleo do marolo (*Annona coriacea*). **Archivos Latinoamericano de Nutricion**, v.45, n.3, p.237-241, set. 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15 ed. Washington, 1995. 2v.

BAZIMARAKENGA, B.; SIMARD, R.R.; LEUROX, G.D. Determination of organic acids in oil extracts by ion chromatography. **Soil Boilogy na Biochemistry**, Elmsford, v.27, p.349-356, 1995.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JUNIOR, J.F.; PROENÇA, C.R.B. Araçá. In: VIEIRA, R.F. , COSTA, T.S.A.; SILVA, D.B.FERREIRA, .R.;SANO, S.M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p.42-63.

BITTER, V.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analisis Biochemistry**, New York, v.4, p.330-334, 1962.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. Tese (Doutorado em Saúde Pública)-Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOTELHO,L.; CONCEIÇÃO,A. da; CARVALHO, V. D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi ‘Smooth Cayenne’. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.362-367, mar./abr., 2002.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. U-Technology**, v.28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.º 27, de 13 de janeiro de 1998. Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

CALDEIRA, S.D.; HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M. Caracterização físico-química do araçá (*psidium guineense* Sw.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado do Mato Grosso do Sul. **Boletim CEPPA**, v.22, n.1, p.145-154, jan./jun. 2004.

CARVALHO, J.A. **Marolo**: o doce sabor do cerrado; sugestões de cultivo. Machado: Folha Machadense, 2002.

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. atual. e ampl. Baruei, SP: Manole, 2007. 992p.

DUBOIS, M.K.A.; GILLES, H.J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Minnesota, v.28, n.3, p.350-355, Mar. 1956.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.

GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v.39, p.167-169, 2003.

GONDIM, J.A.M. MOURA, F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Revista Ciência e Tecnologia**, v.25, n.4, p.825:827, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washigton, 1997.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamim A, K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molibdenium, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washigton: National Academic, 2001. p.442-501.

LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietética. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998.

MAHATANATAWEE, K.; MANTHEY, J.A.; TALCOTT, S.T.; GOODNER, K.L.; BALDWIN, E.A. Total antioxidant activity of Floridas tropical fruit using the dpph and arac assay. **American Chemical Society National Meeting**. AGFD, v.139, p.78-90. 2005.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1. Técnicas de produção e mercado**: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jaboticaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.91-128.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**. Baltimore, v.135, p.375, 1944.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.B.; HUBINGER, M.D. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.427-433, 2003.

PIRES, L.L.; VELOSO, V.R.S.; NAVES, R.V.; FERREIRA, G.A. Moscas das frutas associadas aos frutos de araçá, *Psidium guinnensis* Sw. e *P.australe* camb., nos cerrados do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal do Paraná, 2002.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p. 109-118. 2007.

SANTOS, C.A.F.; CASTRO, J.M.C.; SOUZA, F.F.; VILARINHO, A.A.; FERREIRA, F.R., PADUA, J.G., BORGES, R.M.E., BARBIERI, R.L., SOUZA, A.G.C.; RODRIGUES, M.A. Preliminary characterization of *Psidium* germplasm in different Brazilian ecogeographic regions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.437-440, mar. 2008.

SANTOS, C.N.P. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv *Tommy Atkins*) parcialmente desidratada por osmose**. 2003. 79f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-

Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

SILVA, M.R.; LACERDA, D.B.C.L.; SANTOS, G.G.; MARTINS, D.M.O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, 0.1790-1793, set. 2008.

SILVA, F.A.; NOGUEIRA, F.D.; RIBEIRO, L.L.; GODINHO, A.; GUIMARAES, P.T.G. Exsudação de ácidos orgânicos em rizosfera de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG. v.19, p.193-196, 2001.

TACO. TABELA Brasileira de Composição dos Alimentos. 2.ed. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, 2006.

WILSON, E.D.; SANTOS, A.C.; VIEIRA, E.C. Energia In: DUTRA OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição básica**. São Paulo: Savier, 1982. p.80.

ZIELISKI, H., KOZOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.48, p.2008-2016, 2000.

CAPÍTULO 3

**ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS,
MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS, DURANTE O
ARMAZENAMENTO DE GELÉIAS DE ARAÇÁ (*Psidium Guineenses*
Sw.)**

1 RESUMO

DAMIANI, Clarissa. Estudo dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento de geléias de araçá (*Psidium guineenses* Sw.). In: _____. **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá (*Psidium guineensis* SW.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.).** 2009. Cap3, p.69-102. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A geléia de araçá é uma alternativa promissora para a expansão do consumo deste fruto, logo o objetivo do trabalho foi agregar valor a este fruto, com o desenvolvimento de geléias e verificar as mudanças ocorridas nos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o seu armazenamento. As análises realizadas, a cada 2 meses, foram: composição centesimal, açúcares solúveis totais, redutores e sacarose, sólidos solúveis, acidez titulável, ácidos orgânicos, pectinas total e solúvel, potencial antioxidante, compostos fenólicos, minerais, coloração e consistência, presença de *Salmonella sp.*, coliformes (35°C e 45°C), fungos e leveduras e avaliação dos atributos aparência, cor, sabor e aroma. Pelos resultados observados, verificou-se que o teor de umidade (34,45% – 23,27%), lipídios (0,18% – 0,06%), sacarose (31,74% – 24,36%), pectina total (1% – 0,58%), pectina solúvel (0,6% – 0,39%), acidez titulável (1,2% – 1,0%), compostos fenólicos (50,73mgEAG.100g⁻¹ – 18,4 mgEAG.100g⁻¹), parâmetros de cor (L* 27,77 – 19,9; a* 8,48 – 4,18; b* 8,28 – 1,28) e ácidos orgânicos tiveram seus teores reduzidos durante o armazenamento, contudo os teores de proteínas (0,91% – 1,75%), carboidratos (69,97% – 75,45%), calorias (285,04kcal – 309,38kcal), açúcar solúvel total (62,2% – 75,71%), açúcar redutor (32,39% – 51,34%), sólidos solúveis (68,1°Brix – 73,09°Brix), pH (3,24 – 3,33), fibras (0,18% – 1,34%), consistência (0,8N – 1,13N) e, principalmente, o potencial antioxidante total (9,28% – 26,21%) tiveram uma ascensão durante 1 ano de estocagem. Todos os atributos sensoriais avaliados obtiveram nota 8 e o produto conservou-se dentro das normas microbiológicas estabelecidas pela legislação brasileira. A geléia de araçá, portanto, pode ser armazenada, tranquilamente, por até 1 ano, sem qualquer conservante químico.

* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFPA (orientador), Eduardo Ramirez Asquiere – UFPA.

2 ABSTRACT

DAMIANI, Clarissa. Study of physical, chemical, microbiological and sensory parameters, during the storage of jams of araçá (*Psidium guinnensis* Sw.). In: _____ . **Characterization and added value to the fruits of the cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**. 2009. Chap.3, p.69-102. Thesis (Ph.D. in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, MG*

The jam of araçá is a promising alternative to the expansion of consumption of fruit, so the objective of this work was adding value to that fruit, with the development of jams and to verify changes in physical, chemical, microbiological and sensory attributes, during their storage. The analysis carried out, every 2 months, were: proximate composition, total soluble sugars, reducing sugars and sucrose, soluble solids, titratable acidity, organic acids, total and soluble pectin, antioxidant potential, phenolic compounds, minerals, color and consistency, presence of *Salmonella sp*, coliforms (35°C and 45°C), fungi and yeasts and evaluation of appearance, color, flavor and aroma attributes. It was found that the moisture content (34.45% - 23.27%), the lipids (0.18% - 0.06%), the sucrose (31.74% - 24.36%), the total pectin (1% - 0.58%), the soluble pectin (0.6% - 0.39%), the titratable acidity (1.2% - 1.0%), the phenolic compounds (50,73mgEAG.100g⁻¹ - 18.4-mgEAG.100g⁻¹) and the color parameters (L * 27.77 - 19.9, a * 8.48 - 4.18 b * 8.28 to 1.28) and organic acids reduced their levels during storage, however the levels of protein (0.91% - 1.75%), carbohydrate (69.97% - 75.45%), the calories (285.04 Kcal - 309, 38Kcal), the total soluble sugar (62.2% - 75.71%), the reducing sugar (32.39% - 51.34%), the soluble solids (68.1°Brix - 73.09°Brix), the pH (3.24 to 3.33), the fiber (0.18% - 1.34%), the consistency (0.8 N - N 1.13) and, especially, the total antioxidant potential (9, 28% - 26.21%) had a rise during 1 year of storage. All sensory attributes evaluated got score 8 and the product was kept in accord to the microbiological standards established by Brazilian legislation. Therefore, the jam of araçá can be stored for 1 year without any chemist added.

*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFPA (adviser), Eduardo Ramirez Asquieri – UFG.

3 INTRODUÇÃO

A região do cerrado brasileiro apresenta grande número de espécies frutíferas, com frutos comestíveis que são utilizados por populações humanas há muito tempo (Barbosa, 1996). Estas frutas nativas são consumidas tanto ao natural quanto na forma de doces, mingaus, bolos, pães, biscoitos, geléias e licores (Almeida, 1998). Dentre elas, pode-se destacar o araçazeiro, uma frutífera nativa do Brasil, pertencente à família *Myrtaceae*, que pode ser encontrada desde o estado do Rio Grande do Sul, passando por Minas Gerais e chegando à região da Amazônia, locais onde muitas espécies nativas e cultivadas apresentam excelente produção

O fruto é uma baga globosa, esférica, medindo de 1,5 a 4,5cm de diâmetro, de cor branco-amarelada, verde-amarelada, amarelo-pálida ou amarela, quando o fruto está maduro. A polpa é carmosa, branca, mucilaginosa, doce, levemente ácida, perfumada, com numerosas sementes pequenas, de 2 a 3mm, comestível e muito saborosa (Manica, 2000).

Apesar de frutos como o araçá serem consumidos há muitos anos, são poucas as pessoas que têm acesso a eles, uma vez que são encontrados somente em algumas regiões do país e em poucos meses do ano. Para solucionar esse problema, a tecnologia de alimentos, com a fabricação de geléias, pode agregar valor a esses frutos, além de proporcionar o seu consumo, ao longo de todo ano, permitindo sua disponibilização para todo o país.

As geléias devem apresentar-se sob o aspecto de base gelatinosa, de consistência tal que, quando extraídas de seus recipientes, sejam capazes de se manterem no estado semi-sólido; apresentar elasticidade ao toque, retornando à sua forma primitiva após ligeira pressão. A cor e o cheiro devem ser próprios da fruta de origem, assim como o sabor deve ser doce e semi-ácido; devem ter no

máximo 38% p/p de umidade, mínimo de 62% p/p de sólidos solúveis totais e o máximo de 2% p/p de pectina adicionada, de acordo com a Resolução Normativa nº 15 (Brasil, 1978).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi agregar valor ao fruto araçá, com o desenvolvimento de geléias e verificando, também, as mudanças ocorridas nos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o seu armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos da safra de 2007, cujo período de colheita foi compreendido entre fevereiro a abril, provenientes do Estado de Minas Gerais, na cidade de Ingaí. Os frutos foram selecionados quanto à aparência, ausência de injúrias, podridões e de cheiro característico de deterioração. Em seguida, foram levados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras.

No laboratório, os frutos foram novamente selecionados, procurando tornar o lote ainda mais uniforme quanto ao grau de maturação, ou seja, frutos levemente macios ao toque. Os frutos foram lavados para remoção de impurezas superficiais, enxaguados em água corrente e submersos em solução de hipoclorito de sódio a $100 \mu\text{L}^{-1}$ por 20 minutos. Em seguida, foram embalados e congelados para posterior processamento.

O desenvolvimento de metodologias para a fabricação de geléias foi realizado na Universidade Federal de Goiás, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos e o processamento do produto foi executado na Universidade Católica de Goiás, no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças.

As geléias tipo extra, ou seja, 50% fruta e 50% açúcar (Brasil, 1978), foram formuladas como descrito na Tabela 1, de forma inteiramente casualizada, utilizando o método exposto no manual de fabricação de geléias (Lopes, 1985).

TABELA 1: Massa (g) dos ingredientes que entraram no preparo das geléias de araçá tipo extra. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Suco da Fruta	Pectina	Ácido cítrico*	Açúcar
6,0 Kg	30g	60g	6,2Kg

*quantidade necessária para que o suco atinja o pH de 3,2.

Após a verificação da porcentagem de acidez e pectina existente nos frutos íntegros (casca e polpa), por meio das análises químicas, estes foram processados.

Primeiramente foi medido o teor de sólidos solúveis do suco (casca e polpa) e, então, adicionada água potável até redução para 20°Brix. Em seguida, misturou-se um terço do açúcar e a solução foi levada para o concentrador equipado com pás misturadoras até o início da ebulição, momento no qual foi adicionado mais um terço do açúcar, previamente homogeneizado com a pectina. Após nova ebulição, inseriu-se o restante do açúcar e, então, esperou-se concentrar até 63° Brix. Neste instante, adicionou-se o ácido cítrico diluído em um pouco de água potável para a redução do pH até, aproximadamente, 3,2 e novamente concentrou-se até 65°Brix. Para embalar a geléia a 85°C utilizou-se potes de vidro de 150g, previamente esterilizados. As embalagens foram colocadas no exaustor para formação de vácuo em seu interior e, em seguida, viradas com as tampas para baixo por 5 minutos, resfriadas e acondicionadas em caixa de papelão à temperatura ambiente (aproximadamente 35°C) por 1 ano, ao abrigo de luz.

A vida útil do novo produto foi monitorada por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas, a cada dois meses, durante um ano, em três repetições, juntamente com a análise sensorial, no início, meio e fim do experimento.

As análises físicas e químicas foram realizadas, parte no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia) e no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA (Escola de Veterinária), ambos na Universidade Federal de Goiás-UFG e parte no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

- Umidade: determinado pela perda de peso do produto, submetido ao aquecimento de 105°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Proteínas: determinado pelo método de Kjeldahl, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Lipídios: determinado pelo processo gravimétrico, baseado na perda de peso do material, submetido à extração com éter ou na quantidade de material solubilizada pelo solvente, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Carboidratos totais e valor calórico: segundo Dubois et al. (1956) – enolssulfúrico - e o valor calórico total foi estimado conforme os valores de conversão de Atwater, descritos em Wilson et al. (1982) e os resultados expressos em porcentagem e kcal respectivamente.
- Cinzas: determinado pela perda de peso do material, submetido à queima em mufla à temperatura de 550°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Minerais: determinado por meio de espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110, Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção das curvas de calibração foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente diluídas com água deionizada. Os resultados foram expressos em mg. kg⁻¹.
- Açúcares solúveis totais, redutores e sacarose: determinados pelo método redutométrico de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944) e os resultados expressos em porcentagem.
- Sólidos Solúveis Totais – determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital ATAGO PR 100. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1995).

- Fibras: determinado pelo método gravimétrico, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados expressos em porcentagem.
- Pectina total e solúvel: determinado pelo método colorimétrico, baseado na formação de produto através da condensação colorida por reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazol (Bitter & Muir, 1962) e os resultados expressos em porcentagem.
- Consistência: determinada com o auxílio do texturômetro Stable Micro System e expressa em Newton.
- pH – determinado com o auxílio do potenciômetro, segundo AOAC (1995).
- Acidez Total Titulável – determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador fenolftaleína, segundo Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e resultados expressos em porcentagem.
- Ácidos orgânicos: extração segundo Bazimarajenga et al. (1995), modificado por Silva et al. (2001) e identificação e quantificação por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), por meio de um cromatógrafo da marca Gilson com bombas 306 e injetor automático ASTED XL e software 712, com detector UV/VIS 118 Gilson, no comprimento de onda de 230nm, utilizando coluna C-18 de fase reversa (150 x 4,6mm). O volume injetado da amostra foi, aproximadamente, de 20µL, utilizando como fase móvel água com 0,1% de ácido fosfórico, com fluxo de 1mL/min. Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção e co-cromatografia, utilizando-se como comparação os tempos de retenção de padrões. Os resultados foram expressos em µg.g⁻¹.
- Potencial antioxidante: determinado pelo método do DPPH, segundo BRAND-WILLIAMS et al. (1995) com modificações segundo Borguini (2006). O grau de descoloração do radical DPPH a 517nm pela ação dos antioxidantes foi medido espectrofotometricamente nos extratos etéreo, etanólico e aquoso, com

concentração de $0,2\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$. Os resultados foram expressos em % de descoloração do DPPH.

- Compostos fenólicos: a extração dos compostos etanólico e aquoso foi realizada segundo Genovese et al. (2003) para determinação dos fenóis totais com o reagente de Folin-Ciocalteu. A determinação desses fenóis foi segundo Zieliski & Kozowaska (2000) e os resultados expressos em $\text{mgEAG}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

- Coloração: determinado com a ajuda do colorímetro Minolta CR-400, no modo CIE L^* , a^* e b^* . A coordenada L^* representa quão mais claro ou mais escuro está o fruto, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco); a coordenada a^* pode assumir valores entre -80 a $+100$, no qual os extremos correspondem, respectivamente, ao verde e vermelho; a coordenada b^* pode variar de -50 a $+70$, com intensidade do azul ao amarelo. As leituras serão feitas em três pontos distintos de cada fruto.

- Análises microbiológicas: executadas segundo as metodologias propostas pelo ICMSF - International Commission on Microbiological Specifications for Foods - (1983) e Silva et al. (2001), no Laboratório de Microbiologia da empresa Instituto de Fosfatos Biológicos (IFB) em Goiânia. Amostras de 25g do produto foram retiradas, aleatoriamente de cada embalagem de 150g e, em seguida, foram homogeneizadas em 225ml de água peptonada 01% (p/v) esterilizada, em liquidificador doméstico durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%). As análises realizadas foram de fungos filamentosos e leveduras, quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C e *Salmonella* sp.

- Avaliação sensorial: realizada em setembro de 2007, em abril de 2008 e em outubro de 2008, em supermercados de Goiânia/GO, por meio do teste de aceitação, utilizando a escala hedônica estruturada em 9 pontos, sendo 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo) para as características aparência, cor, aroma e sabor, conforme Della Modesta (1994) e também a intenção de compra pelo consumidor, conforme ficha de avaliação (Anexo A).

O teste sensorial foi aplicado com 130 provadores não treinados, de ambos os sexos e de diferentes faixas etárias, em cada tempo, perfazendo um total de 390 entrevistados. A escala hedônica para o público infantil foi por meio de desenhos com rostos que identifiquem o melhor julgamento da criança.

Foi realizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) simples, com 3 repetições, sendo avaliada a influência de 7 níveis do fator tempo (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses). Cada parcela experimental foi constituída de uma embalagem, contendo 150 gramas.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após análise de variância, os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância de teste de F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal da geléia de araçá esta representada na abaixo.

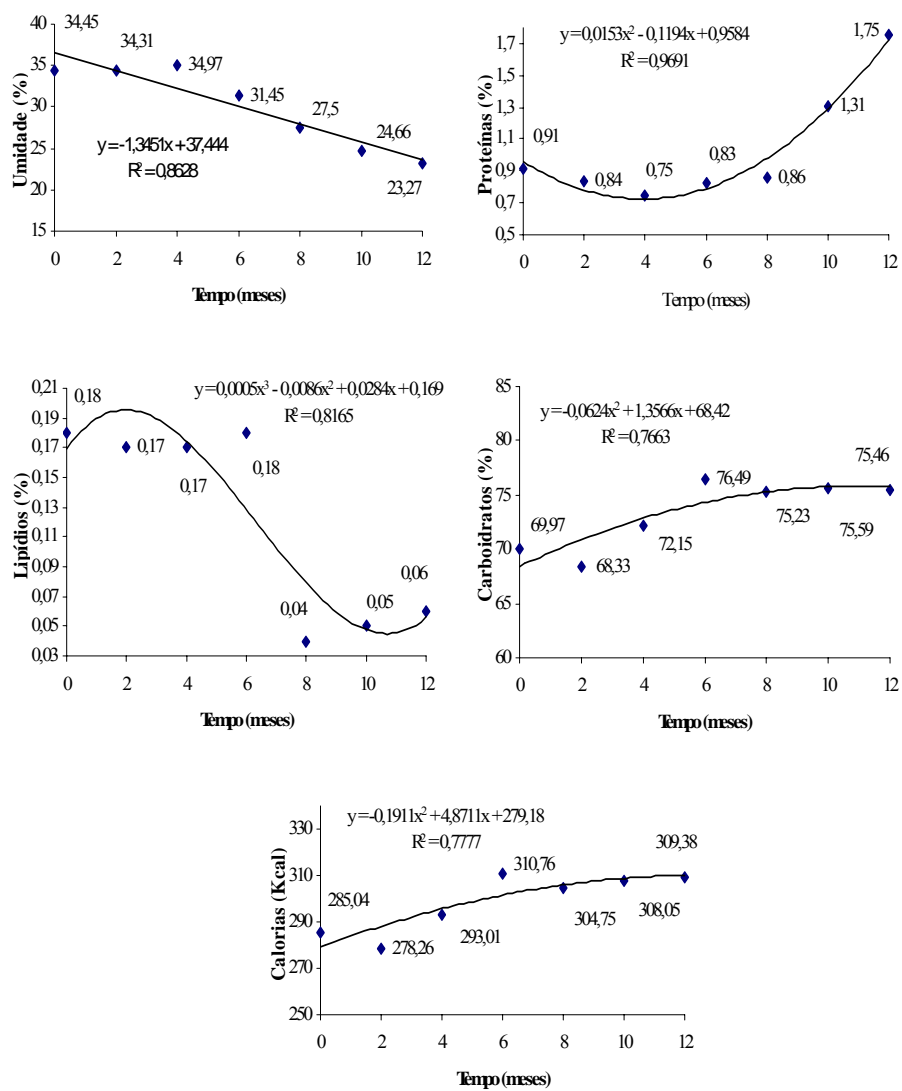


FIGURA 1. Composição centesimal (base úmida) da geléia de araçá formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O tempo influenciou significativamente ($p>0,01$) todos os componentes centesimais com exceção do teor de cinzas.

A umidade teve queda de, aproximadamente, 32%, variando de 34,45% à 23,27% no decorrer do período de armazenamento. Quando dois ou mais ingredientes são colocados juntos em um ambiente impermeável, como são as geléias, ocorrerá troca de umidade entre eles, alterando as propriedades biológicas, químicas e físicas (Coultate, 2004). A alteração no teor de umidade pode ser explicada por alguns fatores como: o gel estável demanda uma rede tridimensional, formada pelas cadeias de polímeros com a água, juntamente com solutos e partículas sólidas em suspensão, retidas nos seus interstícios por pontes de hidrogênio e outras forças mais fracas como associações hidrofóbicas, forças de Van der Waals, ligações iônicas e covalentes, atuando cooperativamente, formando as zonas de junção (Coultate, 2004; Ordonez, 2005). Essas zonas, por temperaturas próximas à 35°C e pH baixo (condições em que encontravam-se as geléias), podem ter sofrido superjunções, aprisionando a água; além disso, houve um aumento de açúcares redutores durante o armazenamento (glicose e frutose) que poderiam ter competido com a água, resultando em uma quantidade de água retida maior, elevando, ainda, a consistência do gel e sua estabilidade; outro fator seria a atuação de fungos como o *Byssochlamys fulva*, o qual destrói a pectina (Evangelista, 2000), deixando os ácidos galacturônicos livres para se ligarem as moléculas de água, formando soluções coloidais; ainda pode ser considerado, mesmo que em pequena participação, a utilização da água livre pela reação de Maillard, ocorrida durante o armazenamento, fato este ocorrido em geléias de frutas estudadas por Rada-Mendonza et al. (2002) e Cardoso (2008) e, também, o desequilíbrio entre o teor de umidade no interior da embalagem com a umidade relativa do meio, cuja média foi de 30% UR em março de 2008, decaindo com o decorrer dos meses, chegando à 24%UR no

final do armazenamento das geléias (SIMEGO, 2009), ocorrendo, portanto, perda de água por dessorção.

Apesar da grande variação no teor de umidade, esta se encontra dentro dos parâmetros estabelecidos pela Legislação Brasileira, na qual a umidade deve ser de, no máximo, 35% p/p para geléias tipo extra (Brasil, 1978).

Com a redução no teor de umidade, constituintes como proteínas, carboidratos totais e calorias sofreram incremento, pois o meio ficou mais concentrado, sendo, todos, influenciados pelo fator tempo de armazenamento ($p > 0,01$). O teor de proteínas variou de 0,91% à 1,75%. A redução na quantidade deste nutriente em relação ao fruto *in natura* (1,87% polpa e 1,39% casca) deve-se ao fato, principalmente, da adição de açúcar na formulação do produto.

O teor de carboidratos totais variou de 69,97% à 79,46%, grande parte representada pela quantidade de açúcar inserida na formulação da geléia (6,2kg de açúcar para 6,0kg de suco de fruta). As calorias também sofreram ascensão durante o armazenamento, com valores de 285,04kcal no tempo 0 e 309,38kcal, após 12 meses de estocagem.

O teor de lipídios, diferentemente do comportamento ocorrido com os outros parâmetros, apresentou um decréscimo de 66,7%, diminuindo de 0,18%, no início do experimento, para apenas 0,06%, no final. O fruto *in natura* não contém grande concentração de lipídios (0,33% polpa e 0,32% casca), perdendo 45% deste teor já no processamento, por meio da oxidação, transformando-se em ácidos, cetonas e aldeídos (Fennema, 2000). Durante o armazenamento, a queda no teor desse nutriente pode ser explicada pela oxidação hidrolítica, devido ao pH baixo (3,3). O peróxido, produto obtido da oxidação lipídica durante o processamento, pode oxidar as proteínas (Araujo, 1994), reduzindo o seu teor.

O tempo, como já mencionado, não influenciou o teor de cinzas, cuja média foi de 0,18%. O mineral predominante na geléia de araquá é o potássio

(1200mg.kg⁻¹), seguido pelo cálcio e pelo enxofre, ambos com 200mg.kg⁻¹ e depois o magnésio (94mg.kg⁻¹), o sódio (35mg.kg⁻¹), o fósforo (23mg.kg⁻¹), o manganês (5mg.kg⁻¹), o cobre (4mg.kg⁻¹), o ferro (3,4mg.kg⁻¹), o zinco (0,75mg.kg⁻¹), o cobalto (0,02mg.kg⁻¹) e o molibdênio (0,01mg.kg⁻¹).

A polpa de araçá possui 485mg.kg⁻¹ de cálcio, 292mg.kg⁻¹ de magnésio, 2,72mg.kg⁻¹ de zinco, 5,48mg.kg⁻¹ de ferro, 3,2mg.kg⁻¹ de cobre e 97,5mg.kg⁻¹ de fósforo, contudo o decréscimo observado com o processamento de geléia deve-se a diluição do suco da fruta durante a preparação, fato este ocorrido também na avaliação de minerais de geléias de frutas, segundo Plessi et al. (2007).

O tempo também influenciou ($p>0,01$) o teor de açúcares totais, redutores e sacarose, como, ainda, o teor de sólidos solúveis (Figura 2).

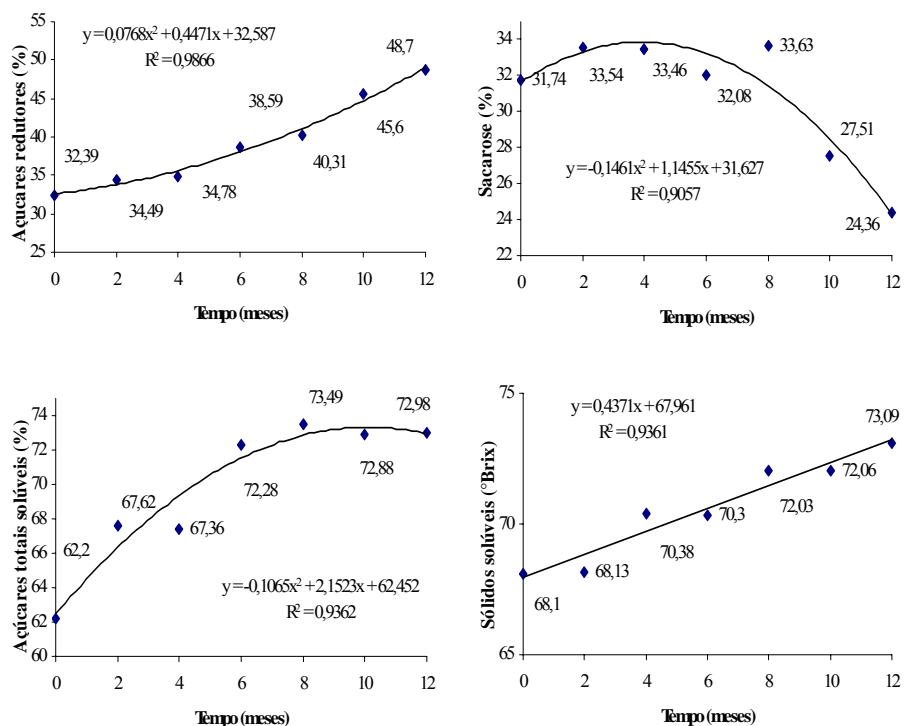


FIGURA 2. Teores médios de açúcares totais (%), açúcares redutores (%), sacarose (%) e sólidos solúveis (°Brix) presentes em geléia de araçá (base úmida), formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Os açúcares totais apresentaram ascensão durante o armazenamento de 1 ano, devido a redução no teor de umidade, variando de 62,2% à 72,98%. No início do experimento, os teores de açúcares redutores e sacarose eram praticamente iguais, ou seja, 32,3% e 31,74% respectivamente. Com o passar do tempo, a sacarose foi hidrolisada, transformando-se em glicose e frutose. No 12°

mês, o teor de sacarose chegou à 24,36%, enquanto os açúcares redutores alcançavam 48,7%. Essa inversão da sacarose se deu, provavelmente, pelo baixo pH do meio, por intermédio do método dito à frio, sendo influenciada pela concentração de ácidos como o cítrico, o málico e o acético (Oetterer et al, 2006) e, também, pela temperatura ambiente relativamente alta (35°C), durante todo o tempo de armazenamento.

Os teores de sólidos solúveis variaram de 68,1°Brix até 73,09°Brix, cujo maior componente é representado pelos açúcares solúveis totais e, em seguida, pelos ácidos orgânicos. Os sólidos solúveis da geléia de araçá enquadram-se dentro da legislação (Brasil, 1978), que estipula um mínimo de 68°Brix.

Os teores de fibras, de pectina total, de pectina solúvel e de consistência foram influenciados, também, pelo fator tempo ($>0,01$), conforme pode ser observado na Figura 3.

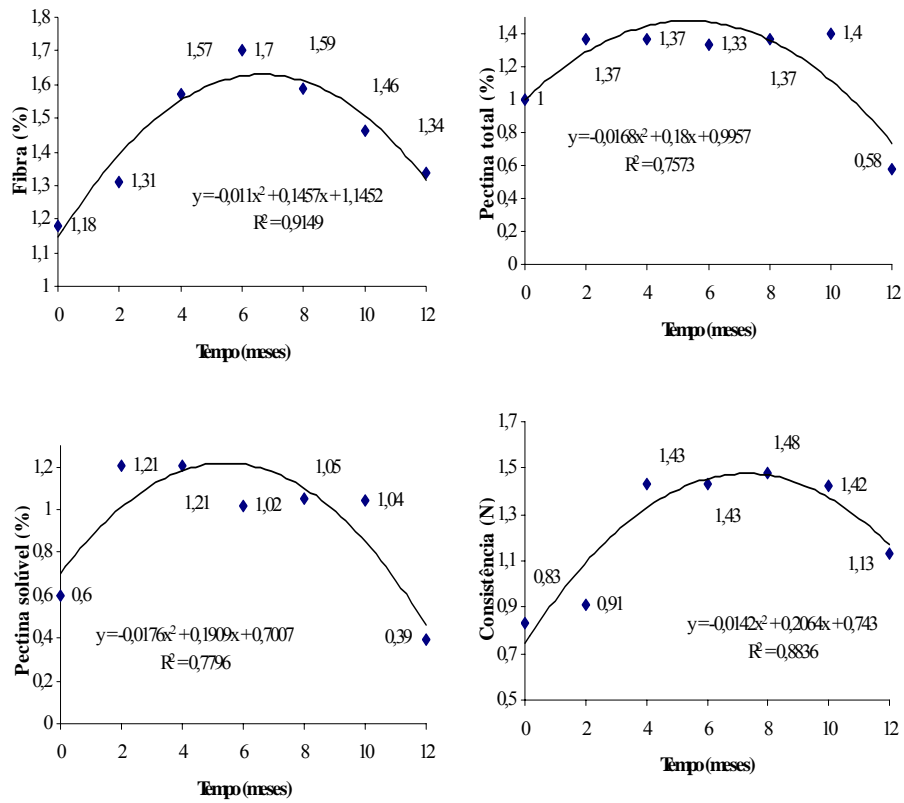


FIGURA 3. Teor médio de fibras (%), pectina total (%), pectina solúvel (%) e consistência (N) em geléia de araçá, formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O teor de fibra sofreu incremento até o 6° mês de armazenamento (1,18% para 1,7%), reduzindo a partir de então (1,34%). O aumento pode ser explicado pela redução no teor de umidade. Houve redução, também, no teor de fibras em relação ao fruto in natura (4,82% polpa e 6,13% casca), contudo pode

ser elucidado pelo fato de que no processamento da geléia, o suco passou por filtros (despolpamento), retirando boa parte das fibras.

As fibras alimentares são formadas pela fração solúvel e insolúvel. Dentro da fração insolúvel, encontram-se as celuloses, hemiceluloses e ligninas, porém a fração solúvel é constituída de pectinas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Os teores de pectinas total e solúvel tiveram o mesmo comportamento das fibras, ou seja, ascensão, seguido de queda. A pectina total foi de 1% para 1,4% (10° mês), caindo para 0,58% no 12° mês de armazenamento. A pectina solúvel também sofreu incremento até o 10° mês (0,6% para 1,04%), sendo formada por ácidos pécticos, os quais são cadeias de ácidos D-galacturônicos, livres de metoxilas, que quando em presença de água, formam soluções coloidais, confirmando, portanto, uma das causas na redução da umidade. No final de 1 ano, o teor de pectina solúvel foi de 0,39%. A solubilidade da pectina foi de 60% (início do experimento), atingindo o máximo de 88,32% no 2° e 4° mês, caindo para aproximadamente 76% no 6° mês, 74% no 10° mês e terminando com 67% de solubilidade após 1 ano. Essa solubilização péctica pode ser explicada pela possível atuação de fungos como o *Byssochlamys fulva* que sintetiza pectinases que degradam a pectina (Evangelista, 2000), uma vez que houve a presença de fungos e leveduras durante todo o período de armazenamento..

A consistência teve um incremento até o 8° mês de armazenamento (0,83N para 1,48N), decrescendo a partir de então (1,13N). Esses valores condizem com as observações feitas no teor de pectina total e solúvel. A ascensão até o tempo 5 é decorrente, possivelmente, do decréscimo no teor umidade e, em seguida, a redução seja devido a atuação de fungos degradantes da pectina. Segundo Torrezan (1997), a consistência da geléia está ligada à continuidade (concentração de pectina) e a rigidez (açúcar e ácido).

O pH, acidez titulável total e os ácidos orgânicos foram influenciados pelo tempo (>0,01), sendo seus teores demonstrados na Figura 4.

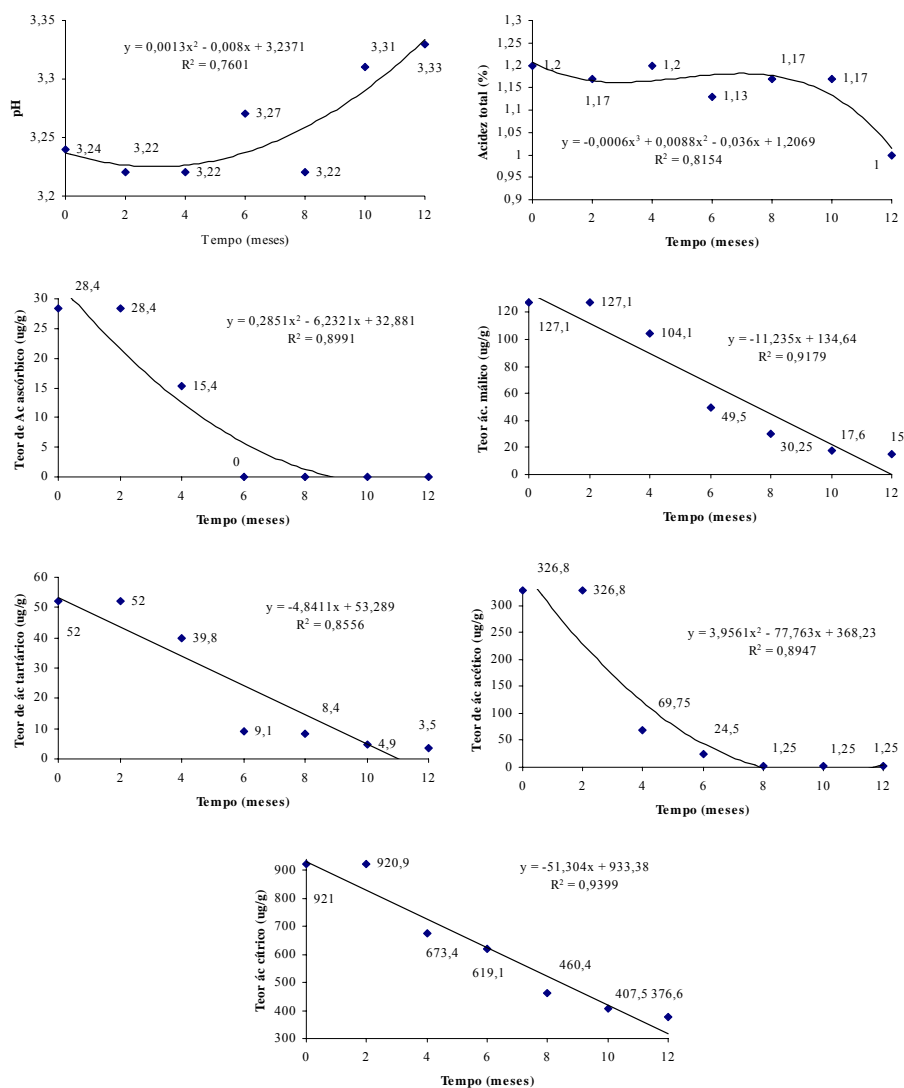


FIGURA 4. Valores médios de pH, acidez titulável (%), ácido ascórbico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido málico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido tartárico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido acético ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e ácido cítrico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) em geléia de araçá, formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O pH apresentou ligeira ascensão, variando de 3,24 à 3,33. A acidez titulável total, conseqüentemente, teve ligeiro decréscimo de 1,2% para 1%, devido ao decréscimo dos ácidos orgânicos como o ascórbico, málico, tartárico, acético e cítrico. O teor de ácido ascórbico ou vitamina C decresceu significativamente durante o processamento, em decorrência da oxidação acelerada por altas temperaturas de aquecimento para a formação do gel, ou seja, no fruto in natura a polpa possuía $142,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e a casca $377,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, contudo esses valores caíram, sendo encontrados $28,4\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ após o fabrico da geléia. O ácido ascórbico foi detectável até o 4º mês de armazenamento, momento no qual se tornou imperceptível até o fim do experimento. O decréscimo da vitamina C também foi observado em geléias de goiaba durante o armazenamento de 3 meses, estudadas por Jawaheer et al. (2003). Segundo os autores, houve uma perda de 62,5% no processamento e depois de 70% durante a estocagem, em virtude da temperatura de armazenamento e presença de O_2 residual ou aquele incorporado ao gel. Após todo consumo de oxigênio, o ácido ascórbico é degradado anaerobicamente, transformando-se em furfural. Outra provável explicação é a degradação, devido à baixa umidade e, também, pelo consumo na reação de Maillard (Giannakourou et al., 2003).

O ácido málico reduziu 88,2% ($127,1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $15\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), o ácido tartárico 93,27% ($52\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $3,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), o ácido cítrico 59,11% ($921\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $376,6\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e o ácido acético, assim como o ácido ascórbico, perdeu-se, totalmente, durante o armazenamento ($326,8\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $1,25\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Os teores de ácidos orgânicos encontrados na fruta in natura são: $881,25\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de ácido cítrico, $761,3\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de ácido málico e $296,3\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de ácido tartárico. Esse decréscimo de ácido málico e tartárico com a fabricação das geléias pode ser devido à evaporação sofrida durante o processamento e pela utilização por fungos e leveduras presentes no produto. Os fungos descarboxilam o malato à piruvato, o qual é carboxilado à acetaldeído que é reduzido em etanol (Arara et

al., 1991). O incremento no teor de ácido cítrico, em relação ao fruto *in natura*, é devido a incorporação deste como ingrediente para redução do pH. A existência de ácido acético até o 6º mês de armazenamento e a inexistência no fruto *in natura* pode ser explicada pela presença de fungos que fermentam o açúcar, transformando em álcool e CO₂. Na presença de oxigênio residual ou incorporado ao gel, o álcool é convertido em ácido acético (Snowdon & Oliver, 1996).

A geléia de araçá além de conter nutrientes como proteínas, carboidratos, lipídios, fibras, açúcares e fornecer boa quantidade de calorias, também contém substâncias benéficas à saúde como os antioxidantes. Estes e os compostos fenólicos foram influenciados pelo tempo ($p > 0,01$) e estão apresentados na Figura 5.

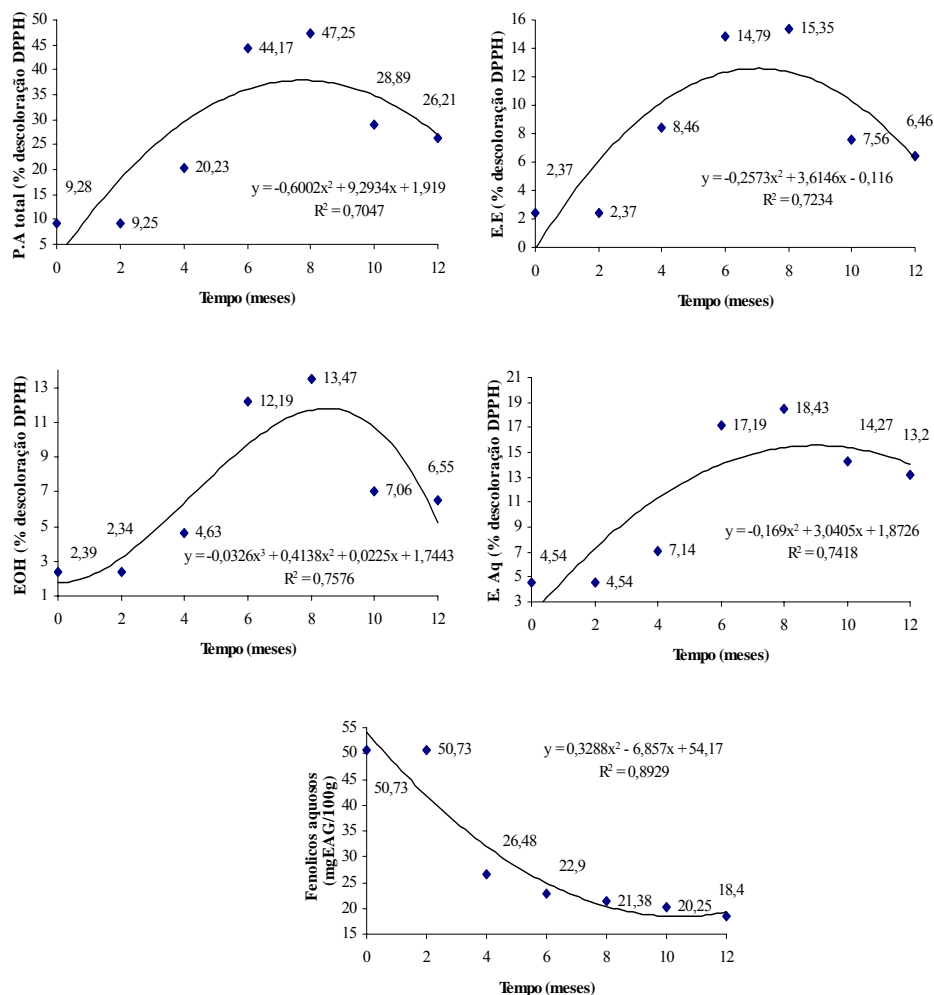


FIGURA 5. Potencial antioxidante (PA) total, extrato etéreo (EE), extrato etanólico (EOH), extrato aquoso (EA), ambos expressados em % de descoloração do radical DPPH e compostos fenólicos no extrato aquoso (mg EAG*.100g⁻¹) em geléia de arará, formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Goiânia, GO, 2009.

*EAG: equivalente de ácido gálico; Padrão BHT 0,05 mg.mL⁻¹ = 96,27% e 0,1 mg.mL⁻¹ = 100%.

Observa-se um incremento do potencial antioxidante até o 8º mês de armazenamento e depois redução até o 12º mês. O potencial antioxidante total variou de 9,28% à 26,21%, com máximo de 47,25%; o potencial antioxidante presente no extrato etéreo variaram de 2,37% à 6,46, com máximo de 15,35%; o potencial antioxidante no extrato etanólico variou de 2,39% à 6,55%, com máximo de 13,47% e, finalmente, nas substâncias aquosas, variou de 4,54% à 13,2%, com máximo de 18,43%. Nota-se que o potencial antioxidante encontrado no extrato etéreo e etanólico é semelhante, sendo, porém, inferior ao encontrado no extrato aquoso. A presença de diferentes componentes antioxidantes em tecidos vegetais, como frutas e hortaliças, faz com que seja relativamente difícil mensurar a atividade antioxidante de cada componente separadamente. Os diversos solventes certificam a máxima solubilização dos antioxidantes presentes na amostra. A utilização de três solventes de diferentes polaridades, éter etílico (2,9), etanol (5,2) e água destilada (9) possibilitam a solubilização de compostos mais polares (extrato aquoso), de polaridade intermediária (extrato etanólico) e apolares (extrato etéreo), segundo Borguini (2006).

Compostos típicos que possuem atividade antioxidante incluem a classe dos fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavanoides, tocoferol, fosfolípidios, ácido fítico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis (Roesler et al., 2007). Além desses, Zafrilla et al. (2001) estudaram o efeito do antioxidante ácido elágico, durante o armazenamento de geléias de framboesa (*Rubus idaeus*) e verificaram que o seu teor dobrou com o processamento e continuou aumentando após 6 meses de estocagem, fato este também ocorrido com as geléias de araçá, no que se trata dos compostos antioxidantes, provavelmente devido a atuação deste ácido elágico, o qual encontra-se presente nas espécies de goiaba *Psidium guajava*, tanto na casca como na polpa (Di Stasi & Hiruma-Lima, 2002). O aumento na capacidade antioxidante também pode ter sua

origem nos produtos da reação de Maillard, como as amino-redutonas, que possuem efeito antioxidante (Fennema, 2000). Contudo, a redução no fim dos 12 meses é explicada, possivelmente, pela degradação das antocianinas em função da temperatura acima de 20°C (a estocagem foi à 35°C), conforme estudo realizado por Wicklund et al (2005) ao avaliar a capacidade antioxidante e cor de geléia de morango durante o armazenamento. Não obstante, vale ressaltar que mesmo decrescendo o teor de substâncias antioxidantes no final do armazenamento, estas tiveram seus teores maiores em relação ao início do experimento.

Com relação aos compostos fenólicos, estes foram encontrados apenas no extrato aquoso, reduzindo seu teor com o tempo de armazenamento. No início do experimento, a concentração era de 50,73mg EAG.100g⁻¹, porém após 1 ano, esse valor atingiu apenas 18,4mg EAG.100g⁻¹. Essa perda pode ser explicada pela instabilidade dos compostos a temperaturas acima dos 23°C e próximas à 40°C (condições de temperatura as quais estavam submetidas as geléias de araçá), conforme estudos realizados por Chang et al. (2006) ao avaliar o efeito da temperatura de estocagem sobre a estabilidade dos compostos fenólicos em frutas.

Os parâmetros de cor (valor L*, valor a* e valor b*) também foram influenciados pelo fator tempo ($p>0,01$), reduzindo seus valores, conforme pode ser observado na Figura 6.

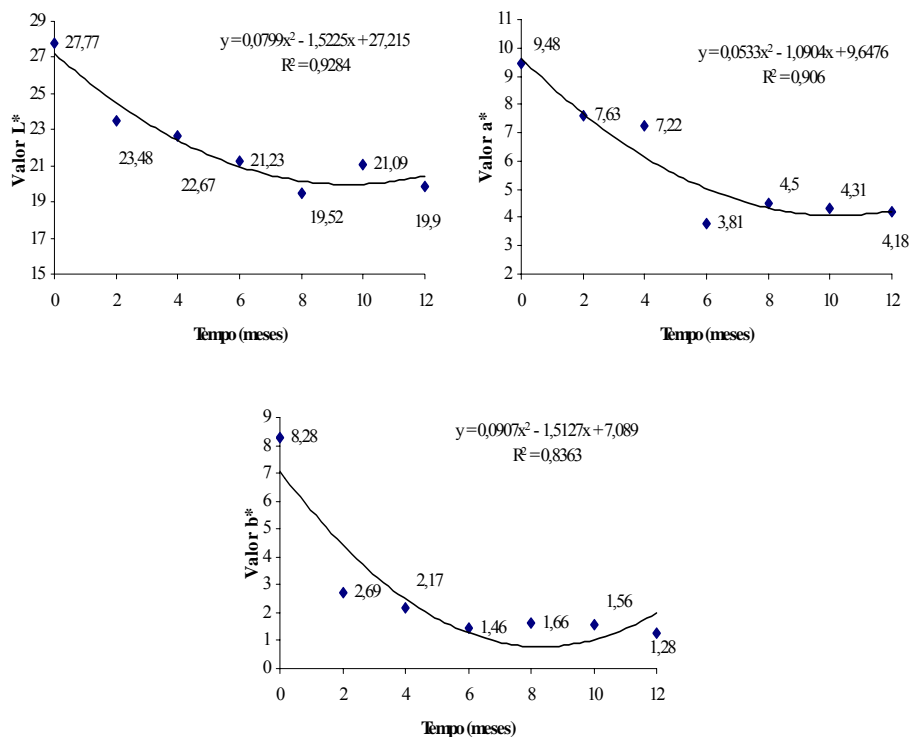


FIGURA 6. Parâmetros de cor (valor L*, valor a* e valor b*) em geléia de araçá, formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O valor L* variou de 27,77 à 19,9; o valor a* variou de 9,48 à 4,18 e o valor b* variou de 8,28 à 1,28. A redução no valor L* indica escurecimento do produto, provavelmente pela ocorrência da reação de Maillard e/ou formação de hidroximetilfurfural (HMF) com a oxidação da vitamina C. Essa substância escura foi detectada durante a estocagem de geléias de frutas à 35°C, quando estudadas por Rada-Mendoza et al. (2004). Em produtos com alta concentração de açúcares redutores, esses se ligam aos aminoácidos livres ou que estão

compondo as cadeias protéicas, formando compostos escuros. Em pH abaixo de 5, surge um produto intermediário que sofre desidratação, originando o HMF. Esse fato acontece durante o aquecimento, ou seja, na produção das geléias, como também durante o período de armazenamento por longos períodos. Além dos açúcares redutores, a fração carbônica pode ser originada da oxidação lipídica, alimentando, também, a reação de Maillard (Fennema, 2000).

Cardoso (2008) ao estudar a estabilidade da cor de geléias de jambo armazenadas em 25°C e 35°C por 180 dias verificou, também, redução no valor L*. Portanto, com o escurecimento da geléia durante o armazenamento, o valor a* e o valor b* também tiveram queda.

Com relação aos aspectos microbiológicos, não foi observado crescimento de *Salmonella sp*, nem de coliformes à 35°C ou à 45°C, no entanto, houve crescimento de fungos e leveduras após o armazenamento, conforme pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3: Resultados médios das análises microbiológicas em geléia de araçá, formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Goiânia, GO, 2009.

Tempo	Fungos e leveduras (UFC.g⁻¹)¹	Salmonella (g.25g⁻¹)	Coliformes 35°C (NMP.g⁻¹)²	Coliformes 45°C (NMP.g⁻¹)
0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
2	6x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
4	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
6	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
8	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
10	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
12	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente

¹ – UFC.g⁻¹ = unidades formadoras de colônias por grama

² – NMP.g⁻¹ = número mais provável por grama

Os fungos e leveduras são os microrganismos mais comumente encontrados em produtos com alta concentração de açúcar e baixo pH, contudo os resultados apresentaram-se dentro dos limites permitidos pela RDC nº12 da ANVISA (Brasil, 2001) que estipula para geléias de frutas o máximo de 10^4 UFC.g⁻¹ para fungos e leveduras. Os resultados, portanto, sugerem que houve bons procedimentos no processamento das geléias, como sanificação adequada das frutas e dos equipamentos utilizados, além da efetividade dos métodos de conservação, pois a geléia de araçá foi processada sem qualquer aditivo conservante e aceita pelos consumidores, mesmo após 12 meses de armazenamento, conforme pode ser visualizado na Figura 7.

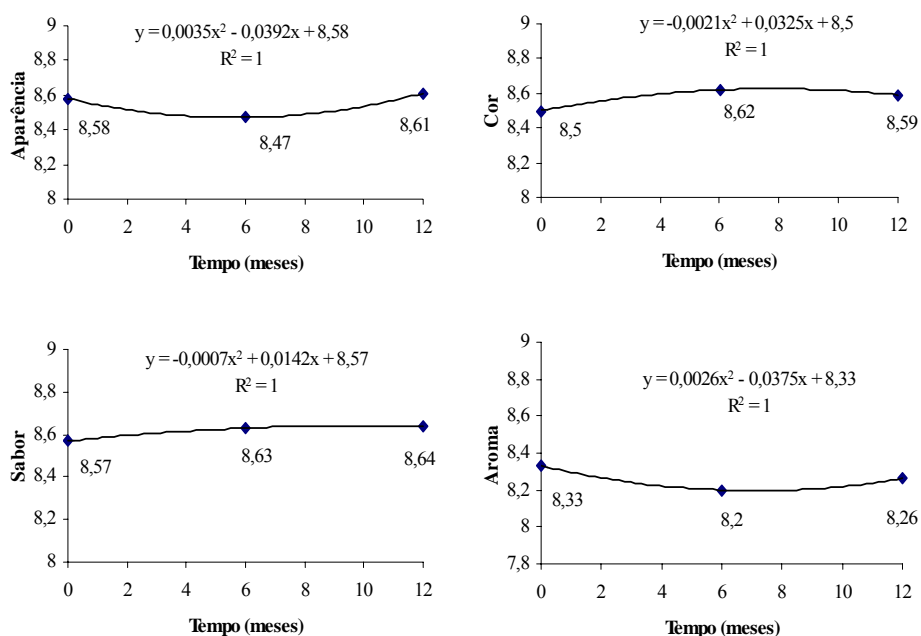


FIGURA 7. Parâmetros sensoriais (aparência, cor, sabor e aroma) avaliados pelos consumidores goianienses em geléia de araçá, formulada com casca e polpa, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Observa-se que tanto a aparência, a cor, o sabor e o aroma obtiveram notas próximas de 8 pelos consumidores goianienses que corresponde ao “gostei muito” na escala hedônica utilizada durante a avaliação sensorial. Vale salientar que essas análises foram realizadas apenas no início, meio (6 meses) e fim (12 meses) do experimento, com públicos diferentes, mas todos na cidade de Goiânia.

Dos 390 consumidores entrevistados, houve a predominância do sexo feminino com 53,84% e 46,16% das pessoas abordadas foram do sexo masculino. Isto pode ser explicado pelo fato das mulheres constituírem o maior público de freqüentadores de supermercados e, também, devido à maior abertura que este sexo tem para novos produtos.

Dos consumidores abordados, 60% relataram que consomem geléia ocasionalmente, 34,6% consomem frequentemente e apenas 5,4% nunca consomem esse tipo de produto.

A intenção de compra da geléia de araçá foi de 93,8% com somente 6,2% de rejeição, no entanto, esse público encontrava-se dentro dos 5,4% que nunca consumiam geléias, ou porque estão de dieta, ou porque são diabéticos, ou, ainda, porque não tem o costume de consumir produtos açucarados.

6 CONCLUSÕES

O araçá é um fruto que se mostrou adequado para a fabricação de geléias, sendo, portanto, uma boa alternativa para agregar valor e expandir seu consumo por todo o país.

A vida de prateleira da geléia de araçá armazenada à temperatura ambiente (aproximadamente 35°C), sob o abrigo de luz, alcançou 12 meses, tendo a geléia suas características físicas, químicas e microbiológicas alteradas, contudo dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

Os valores de umidade, lipídios, sacarose, pectina total, pectina solúvel, acidez, ácidos orgânicos, compostos fenólicos e parâmetros de cor reduziram durante o armazenamento, contudo os valores de proteínas, carboidratos, calorias, açúcar solúvel total, açúcar redutor, sólidos solúveis, fibras, pH e, principalmente, potencial antioxidante aumentaram durante o armazenamento.

Apesar destas mudanças relatadas, as características sensoriais do novo produto não foram afetadas, obtendo nota 8 em todos os atributos avaliados, como aparência, cor, sabor e aroma, no início, meio e fim do armazenamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.P. de. **Cerrado**: aproveitamento alimentar. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1998. p.169.

ARARA, D.K.; MUKERJY, K.G.; MARTIN, E.H. **Handbook of applied mycology**: food and feeds. New York: Marcel Dekker, 1991. v.3, 605p.

ARAUJO, J.M.A. **Oxidação de lipídios**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1994. 22p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, 1995. 2v.

BARBOSA, A.S. **Sistema biogeográfico do cerrado**: alguns elementos para a sua caracterização. Goiânia: UCG, 1996. 44p.

BAZIMARAKENGA, B.; SIMARD, R.R.; LEUROUX, G.D. Determination of organic acids in oil extracts by ion chromatography. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v.27, p.349-356, 1995.

BITTER, V.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analisis Biochemistry**, New York, v.4, p.330-334, 1962.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional. 2006**. Tese (Doutorado em Saúde Pública)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. U-Technology**, v.28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução Normativa n.º 15, de 1978**. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 17 maio 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília, 2005. 1018p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov>>. Acesso em: 04 jul. 2008.

CARDOSO, R.L. Estabilidade da cor de geleia de jambo (*Eugenia malaccensis* L.) sem casca armazenada aos 25°C e 35°C na presença e ausência de luz. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1563-1567, 2008.

CHANG, Q.; ZUO, Z.; CHOW, M.S.S.; HO, W.K.K. Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crotaegus pinnatifida* var. Major) fruits and a hawthorn drink. **Food Chemistry**, v.98, p.426-430, 2006.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

DELLA MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA, 1994. Tomo 1. 115p.

DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas medicinais na Amazônia e Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2002.

DUBOIS, M.K.A.; GILLES, H.J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Minnesota, v.28, n.3, p.350-355, Mar. 1956.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p.231-232.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Saragoza: Acribia, 2000. 1258p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.235.

GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista Ciências Farmacêuticas**, v.39, p.167-169, 2003.

GIANNAKOUROU, M.C.; TAOUKIS, P.S. Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen Green vegetables under variable storage conditions. **Food Chemistry**, London, v.83, n.1, p.33-41, 2003.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in food**. 2. ed. Toronto: University of Toronto, 1983. 436p.

JAWAHEER, B.; GOBURDHUN, D.; RUGGOO, G. Effect of processing and storage of guava into jam and juice on the ascorbic acid content. **Plants Foods for Human Nutrition**, v.58, p.1-12, 2003.

LOPES, R.L.T. **Manual para fabricação de geléias**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1985. (Série de Publicações Técnicas).

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1**. Técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jaboticaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.91-128.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, Baltimore, v.135, p.375, 1944.

OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciências e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. 612p.

ORDONEZ, J.A.; RODRIGUES, M.I.C.; ALVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLON, D.G.D.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1, 294p.

PLESSI, M.; BERTELLI, D.; ALBASINI, A. Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries related jams. **Food Chemistry**, v.100, p.419-427, 2007.

RADA-MENDOZA, M.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M. Furosine as indicator of Maillard reaction in jams and fruit based infant foods. **Food Chemistry**, v.50, n.14, p.4141-4145, 2002.

RADA-MENDOZA, M.; SANZ, M.L.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M. Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit based infant foods. **Food Chemistry**, v.88, p.605-609, 2004.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p. 1004-1019. 2007.

SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS. **Rede meteorológica, estação 102, heliponto Goiânia**. Disponível em: <<http://www.sectec.org.go.br>>. Acesso em: 28 jan. 2009.

SILVA, F.A.; NOGUEIRA, F.D.; RIBEIRO, L.L.; GODINHO, A.; GUIMARAES, P.T.G. Exsudação de ácidos orgânicos em rizosfera de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG. v.19, p.193-196, 2001.

SILVA, N. JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 178p.

NOWDON, J.A.; OLIVER, D.O. Microorganism in honey. **International Journal of Food Microbiology**, v.31, p.1-23, 1996.

TORREZAN, R. **Preparo caseiro de geleias**. Rio de Janeiro: Embrapa. CTAA, 1997. 15p.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H.J.; MARTINSEN, B.K.; STUNDFOR, M.W.; LEA, P.; BRUUM, T.; BLOMHOFF, R.; HAFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry Jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Food Science and Technology**, p.387-391, 2005.

WILSON, E.D.; SANTOS, A.C.; VIEIRA, E.C. Energia In: DUTRA OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição básica**. São Paulo: Savier, 1982. 80p.

ZAFRILLA, P.; FERRERES, F.; TOMS-BARBARN, A. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jam. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.8, p.3651-3655, 2001.

ZIELISKI, H.; KOZOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.48, p.2008-2016, 2000.

CAPÍTULO 4

**ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS,
MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS, DURANTE O
ARMAZENAMENTO DE GELÉIAS DE MAROLO (*Annona crassiflora*
Mart.)**

1 RESUMO

DAMIANI, Clarissa. Estudo dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento de geléias de marolo (*Annona crassiflora* Mart). In: _____. **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* SW.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.).** 2009. Cap.4, p.103-136. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A geléia de marolo é uma próspera opção para a expansão do consumo deste fruto, logo o objetivo do trabalho foi agregar valor a este fruto do cerrado, com o desenvolvimento de geléias e verificar as mudanças ocorridas nos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o seu armazenamento. As análises realizadas, a cada 2 meses, foram: composição centesimal, açúcares solúveis totais, redutores e sacarose, sólidos solúveis, acidez titulável, ácidos orgânicos, pectina total e solúvel, potencial antioxidante, compostos fenólicos, minerais, coloração, consistência, presença de *Salmonella sp.*, coliformes (35°C e 45°C), fungos e leveduras e avaliação sensorial dos atributos aparência, cor, sabor e aroma. Pelos resultados observados, verificou-se que umidade (37,34% – 27,0%), sacarose (27,77% – 23,74%), pectina total (1,23% – 0,66%), pectina solúvel (0,52% – 0,39%), pH (3,31 – 3,2), compostos fenólicos totais (394,41mgEAG.100g⁻¹ – 250,5mgEAG.100g⁻¹), potencial antioxidante total (38% – 33,7%), parâmetros de cor (L* 32,19 – 28,52; b* 14,45 – 6,63) e ácidos orgânicos diminuíram durante o armazenamento, contudo os teores de proteínas (0,83% – 1,91%), carboidratos (60,71% – 72,85%), calorias (252,01kcal – 304,71kcal), açúcar solúvel total (60,59% – 68,19%), açúcar redutor (33,26% – 45,12%), sólidos solúveis (68,23°Brix – 70,2°Brix), acidez titulável (1,27% – 1,53%), ácido acético (1,86µg.g⁻¹ – 4,38 µg.g⁻¹), fibras (0,618% – 1,23%) e consistência (0,45N – 0,83N) aumentaram durante 1 ano de estocagem. Todos os atributos sensoriais avaliados obtiveram nota 8 e o produto conservou-se dentro das normas microbiológicas estabelecidas pela legislação brasileira. A geléia de marolo, portanto, pode ser armazenada por até 1 ano, sem qualquer conservante químico.

* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (orientador), Eduardo Ramirez Asquiere – UFG.

2 ABSTRACT

DAMIANI, Clarissa. Study of physical, chemical, microbiological and sensory parameters, during the storage of jams of marolo (*Annona crassiflora* Mart.). In: _____ . **Characterization and added value to the fruits of the cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.).** 2009.Chap.4, p.103-136. Thesis (Ph.D. in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, MG*

The jam of marolo is a thriving of choice for the expansion of consumption of fruit, so the objective of the study was to add value to the that savana fruit, through the development of jams and to verify changes that occur in physical, chemical, microbiological and sensory parameters, during their storage. The analysis done, every 2 months, were: proximate composition, total soluble sugars, reducing sugars and sucrose, soluble solids, titratable acidity, organic acids, total and soluble pectin, antioxidant potential, phenolic compounds, minerals, color and consistency, presence of *Salmonella sp.*, coliforms (35 ° C and 45 ° C), fungi and yeasts and assessment of appearance, color, flavor and aroma attributes. By the results observed, it was found that the moisture content (37.34% - 27.0%), the sucrose (27.77% - 23.74%), the total pectin (1.23% - 0.66 %), the soluble pectin (0.52% - 0.39%), pH (3.31 to 3.2), the total phenolic compounds (394.41mgEAG.100g⁻¹ - 250.5 mgEAG.100g⁻¹), the total antioxidant potential (38% - 33.7%) and the parameters of color (L * 32.19 - 28.52 and b * 14.45 - 6.63) and organic acids reduced their levels during storage however the levels of protein (0.83% - 1.91%), carbohydrate (60.71% - 72.85%), the calories (kcal 252.01 - 304.71 kcal), the total soluble sugar (60, 9% - 68,19%), the reducing sugar (33.26% - 45.12%), the soluble solids (68.23 ° Brix - 70.2 ° Brix), the titratable acidity (1.27% - 1.53%), acetic acid (1.86 µg.g⁻¹ - 4.38 µg.g⁻¹), fiber (0618% - 1.23%) and consistency (0.45N - 0.83N) had a rise over the 1 year of storage. All sensory attributes evaluated got score 8 and the product was conserved in accord to the microbiological standards established by Brazilian legislation. Therefore the jam of marolo can be stored for 1 year without any chemist added.

*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFPA (adviser), Eduardo Ramirez Asquiere – UFG.

3 INTRODUÇÃO

A fruticultura do Cerrado constitui uma atividade econômica promissora dada à diversidade e a potencialidade de suas espécies, cujos frutos podem ser utilizados não só como alimento nutritivo, mas, principalmente, como matéria-prima para o processamento industrial. Dentre os frutos de espécies do cerrado mineiro, ainda pouco estudados e utilizados na tecnologia, destaca-se o marolo.

O maroleiro (*Annona crassiflora* Mart.) é uma espécie frutífera exclusiva do cerrado brasileiro, que produz o marolo, também conhecido como araticum ou cabeça-de-negro. O fruto é do tipo baga subglobosa, de coloração verde, quando em desenvolvimento e marrom quando maduro (Lorenzi, 1998). A polpa é levemente adocicada e de aroma agradável, podendo variar sua cor de branco ao amarelo, sendo que os frutos de polpa amarela são mais bem aceitos no mercado consumidor, por se sobressairem pelo sabor e aroma mais acentuado (Carvalho, 2002).

A diversidade de frutas no Brasil impulsiona o setor da agroindústria, visto que a procura por produtos regionais, em grandes centros urbanos, aumenta a cada dia. Atenta às expectativas da população e às exigências do mercado, a indústria de alimentos busca aprimorar seus produtos.

Para expandir o mercado nacional e internacional de frutas frescas, o Brasil conta com o interesse do consumidor pelo consumo de produtos industrializados sob a forma de sucos, polpas, doces, geléias e outros (Licodiedoff, 2008).

Para se obter uma boa geléia, é preciso combinar bem os seguintes elementos: fruta, pectina, açúcar e ácido. As frutas contribuem com o sabor, aroma e cor. A pectina é a substância que confere a consistência gelatinosa. O açúcar, além do poder adoçante, contribui para a formação do gel e atua,

também, como agente conservante. O ácido tem por finalidade promover o nível de acidez necessária para que ocorra a geleificação, realçando o aroma natural da fruta (Torrezan, 1997).

Na indústria de alimentos, os produtos obtidos devem ter as características que o cliente (consumidor), a organização (empresa) e a sociedade (órgãos públicos) destacam em um alimento. Geralmente, o consumidor busca produtos de sabor agradável, aroma, apresentação e, por sua vez, exige que sejam sãos e seguros.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o marolo para a fabricação de geléia, agregando valor a esse fruto típico do cerrado brasileiro e avaliar as mudanças ocorridas nos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento deste novo produto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos da safra de 2007, cujo período de colheita foi compreendido entre março a abril, provenientes do Estado de Minas Gerais, Cidade de Contagem (Ceasa). Os frutos foram selecionados quanto à aparência, ausência de injúrias, podridões e de cheiro característico de deterioração. Em seguida, foram levados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, onde foram novamente selecionados, procurando tornar o lote ainda mais uniforme quanto ao grau de maturação, ou seja, frutos levemente macios ao toque. Os frutos foram lavados para remoção de impurezas superficiais, enxaguados em água corrente e submersos em solução de hipoclorito de sódio a $300 \mu\text{L}^{-1}$ por 20 minutos. Em seguida, foram descascados, e a polpa embalada e congelada para posterior processamento.

O desenvolvimento de metodologias para a fabricação de geléias foi realizado na Universidade Federal de Goiás, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos e o processamento do produto foi executado na Universidade Católica de Goiás, no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças.

As geléias tipo extra, ou seja, 50% fruta e 50% açúcar (Brasil, 1978), foram formuladas como descrito na Tabela 1, de forma inteiramente casualizada, utilizando o método exposto no manual de fabricação de geléias (Lopes, 1985).

TABELA 1: Massa (g) dos ingredientes que entraram no preparo das geléias de marolo tipo extra. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Suco da Fruta	Pectina	Ácido cítrico*	Açúcar
6,0 Kg	60g	72g	5,4Kg

*quantidade necessária para que o suco atinja o pH de 3,2.

Após a retirada das sementes e verificação da porcentagem de acidez e pectina existente na polpa, por meio das análises químicas, estas foram processadas.

Primeiramente foi medido o teor de sólidos solúveis do suco e, então, adicionada água potável até redução para 20°Brix. Em seguida, misturou-se um terço do açúcar e a solução foi levada para o concentrador equipado com pás misturadoras até o início da ebulição, momento no qual foi adicionado mais um terço do açúcar, previamente homogeneizado com a pectina. Após nova ebulição, inseriu-se o restante do açúcar e, então, esperou-se concentrar até 63°Brix. Neste instante, adicionou-se o ácido cítrico diluído em um pouco de água potável para a redução do pH até aproximadamente 3,2 e novamente concentrou-se até 65°Brix. Para embalar a geléia a 85°C utilizou-se potes de vidro de 150g, previamente esterilizados. As embalagens foram colocadas no exaustor para formação de vácuo em seu interior e, em seguida, viradas com as tampas para baixo por 5 minutos, resfriadas e acondicionadas em caixa de papelão à temperatura ambiente por 1 ano, sob o abrigo de luz.

A vida útil do novo produto foi monitorada por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas, a cada dois meses, durante um ano, em três repetições, juntamente com a análise sensorial, no início, meio e fim do experimento.

As análises físicas e químicas foram realizadas, parte no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia) e no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA (Escola de Veterinária), ambos na Universidade

Federal de Goiás-UFG e parte no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

- Umidade: determinado pela perda de peso do produto, submetido ao aquecimento de 105°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Proteínas: determinado pelo método de Kjeldahl, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Lipídios: determinado pelo processo gravimétrico, baseado na perda de peso do material, submetido à extração com éter ou na quantidade de material solubilizada pelo solvente, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Carboidratos totais e valor calórico: segundo Dubois et al. (1956) – fenolssulfúrico - e o valor calórico total foi estimado conforme os valores de conversão de Atwater, descritos em Wilson et al. (1982) e os resultados foram expressos em porcentagem e kcal respectivamente.

- Cinzas: determinado pela perda de peso do material, submetido à queima em mufla à temperatura de 550°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Minerais: determinado por meio do espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110, Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção das curvas de calibração foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente diluídas com água deionizada. Os resultados foram expressos em mg.kg^{-1} .

- Açúcares solúveis totais, redutores e sacarose: determinados pelo método redutométrico de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Sólidos Solúveis Totais – determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital ATAGO PR 100. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1995).
- Fibras: determinado pelo método gravimétrico, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Pectina total e solúvel: determinado pelo método colorimétrico, baseado na formação de produto através da condensação colorida por reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazol (Bitter & Muir, 1962) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Consistência: determinada com o auxílio do texturômetro Stable Micro System e expressa em Newton.
- pH – determinado com o auxílio do potenciômetro, segundo AOAC (1995).
- Acidez Total Titulável – determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador fenolftaleína, segundo Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Ácidos orgânicos: extração segundo Bazimarajenga et al. (1995), modificado por Silva et al. (2001) e identificação e quantificação por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), por meio de um cromatógrafo da marca Gilson com bombas 306 e injetor automático ASTED XL e software 712, com detector UV/VIS 118 Gilson, no comprimento de onda de 230nm, utilizando coluna C-18 de fase reversa (150 x 4,6mm). O volume injetado da amostra foi, aproximadamente, de 20µL, utilizando como fase móvel água com 0,1% de ácido fosfórico, com fluxo de 1mL/min. Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção e co-cromatografia, utilizando-se

como comparação os tempos de retenção de padrões. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

- Potencial antioxidante: determinado pelo método do DPPH, segundo Brand-Williams et al (1995) com modificações segundo Borguini (2006). O grau de descoloração do radical DPPH a 517 nm pela ação dos antioxidantes foi medido espectrofotometricamente nos extratos etéreo, etanólico e aquoso, com concentração de $0,2\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$. Os resultados foram expressos em % de descoloração do DPPH.

- Compostos fenólicos: a extração dos compostos etanólico e aquoso foi realizada segundo Genovese et al. (2003) para determinação dos fenóis totais com o reagente de Folin-Ciocalteu. A determinação desses fenóis foi segundo Zieliski & Kozowaska (2000). Os resultados foram expressos em $\text{mg EAG}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

- Coloração: determinado com a ajuda do colorímetro Minolta CR-400, no modo CIE L^* , a^* e b^* . A coordenada L^* representa quão mais claro ou mais escuro está o fruto, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco); a coordenada a^* pode assumir valores entre -80 a $+100$, no qual os extremos correspondem, respectivamente, ao verde e vermelho; a coordenada b^* pode variar de -50 a $+70$, com intensidade do azul ao amarelo. As leituras foram feitas em três pontos distintos de cada fruto.

- Análises microbiológicas: executadas segundo as metodologias propostas pelo ICMSF (1983) e Silva et al. (2001), no Laboratório de Microbiologia da empresa Instituto de Fosfatos Biológicos (IFB) em Goiânia. Amostras de 25g do produto foram retiradas, aleatoriamente de cada embalagem de 150g e, em seguida, foram homogeneizadas em 225ml de água peptonada 01% (p/v) esterilizada, em liquidificador doméstico durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%). As análises realizadas foram de fungos filamentosos e leveduras, quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C e *Salmonella* sp.

- Avaliação sensorial: realizada em setembro de 2007, em abril de 2008 e em outubro de 2008 em supermercados de Goiânia, GO, por meio do teste de aceitação, utilizando a escala hedônica estruturada em 9 pontos, sendo 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo) para as características aparência, cor, aroma e sabor, conforme Della Modesta (1994) e também a intenção de compra pelo consumidor, conforme ficha de avaliação (Anexo A).

O teste sensorial foi aplicado a 130 provadores não treinados, de ambos os sexos e de diferentes faixas etárias, em cada tempo, perfazendo um total de 390 entrevistados. A escala hedônica para o público infantil foi por meio de desenhos com rostos que identifiquem o melhor julgamento da criança.

Foi realizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) simples, com 3 repetições, sendo avaliados a influência de 7 níveis do fator tempo (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses). Cada parcela experimental foi constituída de uma embalagem, contendo 150 gramas.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após análise de variância, os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância de teste de F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos à composição centesimal estão apresentados na Figura 1.

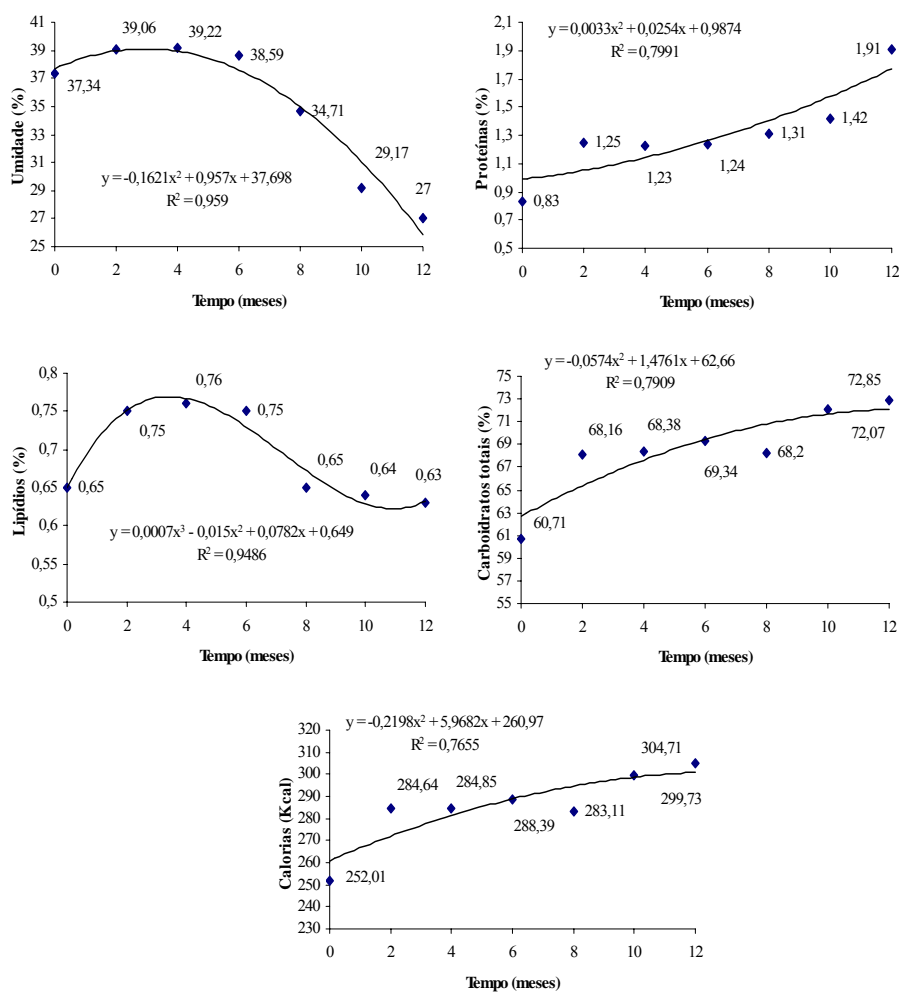


FIGURA 1. Composição centesimal (base úmida) da geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Os teores de umidade, proteínas, lipídios e carboidratos totais e o valor calórico alteraram significativamente em função do fator tempo ($>0,01$).

O teor de umidade variou de 37,34% (tempo 0) à 27% (tempo 7), com queda de, aproximadamente, 28%, conforme observado na figura 1. Essa perda pode ser explicada pela troca de umidade entre o interior da embalagem e o ambiente, pois a gaxeta que veda a tampa pode ter ressecado e se tornado porosa (Jackix, 1988), havendo trocas gasosas com o meio externo, reduzindo, assim, a atividade de água. A média da UR em Goiânia, no período de seca, foi de 27% UR (SIMEGO, 2009). Essa troca de umidade do interior com o meio externo também foi ressaltado em estudos realizados por Jaime (2002), ao avaliar embalagens de vidro para condicionamento de café solúvel, durante o armazenamento. Outros fatores seriam as superjunções das cadeias formadoras do gel, aprisionando a água livre, deixando-a indisponível no meio (Coultate, 2004; Ordonez, 2005); a presença de fungos como o *Byssochlamys fulva*, o qual destrói a pectina (Evangelista, 2000), deixando os ácidos galacturônicos livres para se ligarem as moléculas de água e, com menor efeito, a reação de Maillard, que ocorre em produtos muito açucarados, com baixo pH e temperatura ambiente alta (35°C), utilizando a água livre do meio, fato este observado por Cardoso (2008), ao avaliar geléias de jambo, durante a estocagem e por Rada-Mendonza et al (2002) ao estudar geléia de laranja, cuja umidade era de 33,4%, o pH de 3,2, o teor de proteínas de 0,22% e o teor de furosina de 119,4 mg.100 g⁻¹ proteína. A presença de furosina (oriunda da ligação lisina-frutose), temperatura ambiente alta, elevado teor de açúcares e pH baixo, possibilita a ocorrência da reação de Maillard.

Apesar da grande variação no teor de umidade, esta se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira, na qual a umidade deve ser de, no máximo, 35% p/p para geléias tipo extra (Brasil, 1978).

Com a redução no teor de umidade, constituintes como proteínas e carboidratos totais e, conseqüentemente o valor calórico tiveram ascensão, pois o meio ficou mais concentrado. O teor de proteínas variou de 0,83% à 1,91%. A redução na quantidade deste nutriente em relação ao fruto in natura (1,99%) deve-se ao fato, principalmente, da adição de açúcar na formulação do novo produto.

O teor de carboidratos totais variou de 60,71% à 72,85%, grande parte representada pela quantidade de açúcar inserida na formulação da geléia (5,4kg de açúcar para 6,0kg de suco de fruta). O valor calórico também aumentou durante o armazenamento, de 252,01kcal no início do experimento para 304,71kcal, após 12 meses de estocagem.

O teor de lipídios, diferentemente do comportamento observado com as variáveis anteriores, oscilou pouco durante o armazenamento (0,65% para 0,76%), no entanto seu teor no final de 12 meses permaneceu praticamente o mesmo (0,69%). Não obstante, se analisarmos os teores de lipídios na polpa antes do processamento (2,36%) e depois do produto pronto (0,65%), verifica-se perda substancial deste nutriente (72,45%). Isso se deve, possivelmente, à oxidação, a qual transforma os lipídios em ácidos, cetonas, aldeídos, etc (Fennema, 2000), mas principalmente pela adição do açúcar no fabrico da geléia.

O tempo, contudo, não influenciou o teor de cinzas, cuja média foi de 0,24%. O mineral predominante na geléia de marolo é o potássio ($1400\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), seguido pelo enxofre ($300\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) e depois o cálcio ($132\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o magnésio ($121\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o fósforo ($52\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o sódio ($40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o manganês ($7\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o ferro ($3,9\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o cobre ($0,92\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o zinco ($0,88\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o molibdênio ($0,02\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) e o cobalto ($0,01\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

A polpa de marolo possui $192\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de calcio, $350\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de magnésio, $3,45\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de zinco, $3,82\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ferro, $2,2\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de cobre e

220,0mg.kg⁻¹ de fósforo, contudo esse decréscimo determinado pelo processamento de geléia deve-se a diluição do suco da fruta durante a preparação, fato este ocorrido, também, na avaliação de minerais de geléias de frutas, segundo Plessi et al. (2007). O mineral que mais sofreu redução durante o processamento foi o fósforo com aproximadamente 76%, seguido pelo zinco com 75%.

O tempo também influenciou ($p>0,01$) o teor de açúcares totais, redutores e sacarose, como, ainda, o teor de sólidos solúveis (Figura 2).

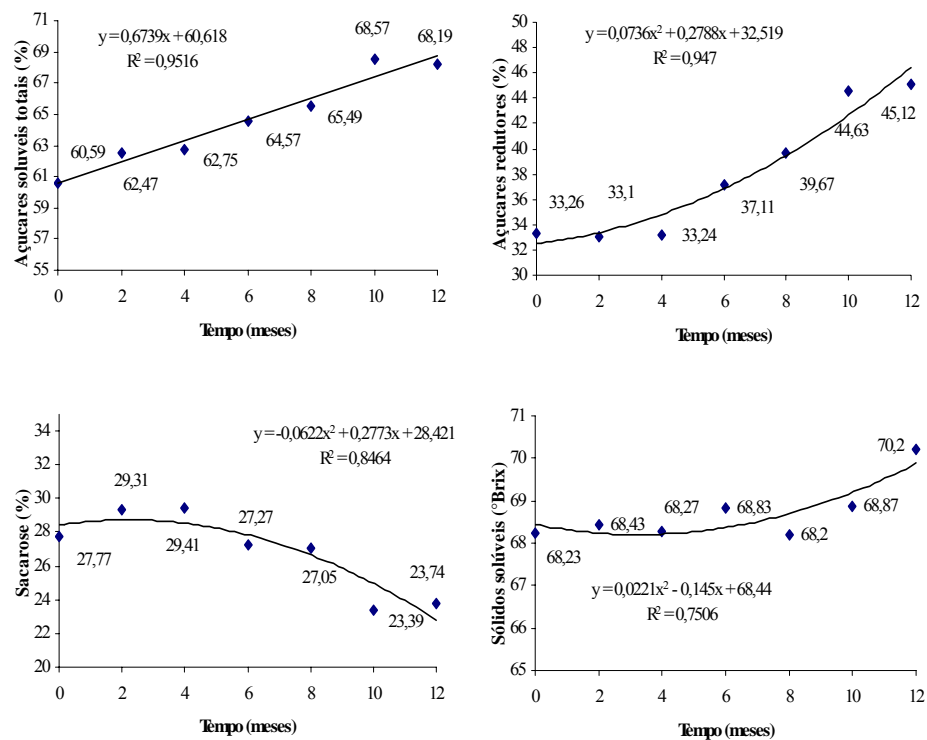


FIGURA 2. Teores médios de açúcares totais (%), açúcares redutores (%), sacarose (%) e sólidos solúveis (°Brix) presentes em geléia de marolo (base úmida), armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Os açúcares totais apresentaram ascensão durante o armazenamento de 1 ano, devido a redução no teor de umidade, variando de 60,59% à 68,19%. Durante todo o experimento, os teores de açúcares redutores foram maiores que os teores de sacarose. Isso se explica porque durante a cocção e formação da geléia, a sacarose sofre, em meio ácido, um processo de inversão que a transforma parcialmente ou totalmente em glicose e frutose (açúcar invertido). Essa inversão da sacarose é necessária para evitar a cristalização que pode ocorrer em determinadas ocasiões, também, durante o armazenamento (Lopes, 1985), fato este observado com o decréscimo da sacarose e incremento dos açúcares redutores. Essa inversão da sacarose durante o armazenamento se deu, provavelmente, pelo baixo pH do meio, através do método dito à frio, sendo influenciada pela concentração de ácidos como o cítrico, o málico e o acético (Oetterer et al, 2006) e, também, pela temperatura ambiente relativamente alta (35°C), durante todo o tempo de armazenamento.

Os teores de sólidos solúveis variaram de 68,23°Brix até 70,2°Brix, cujo maior componente é representado pelos açúcares solúveis totais e, em seguida, pelos ácidos orgânicos. Os sólidos solúveis da geléia de marolo enquadram-se dentro da legislação (Brasil, 1978), que estipula um mínimo de 68°Brix.

Os teores de fibras, de pectina total, de pectina solúvel e de consistência foram influenciados, também, pelo fator tempo ($p > 0,01$), conforme pode ser observado na Figura 3.

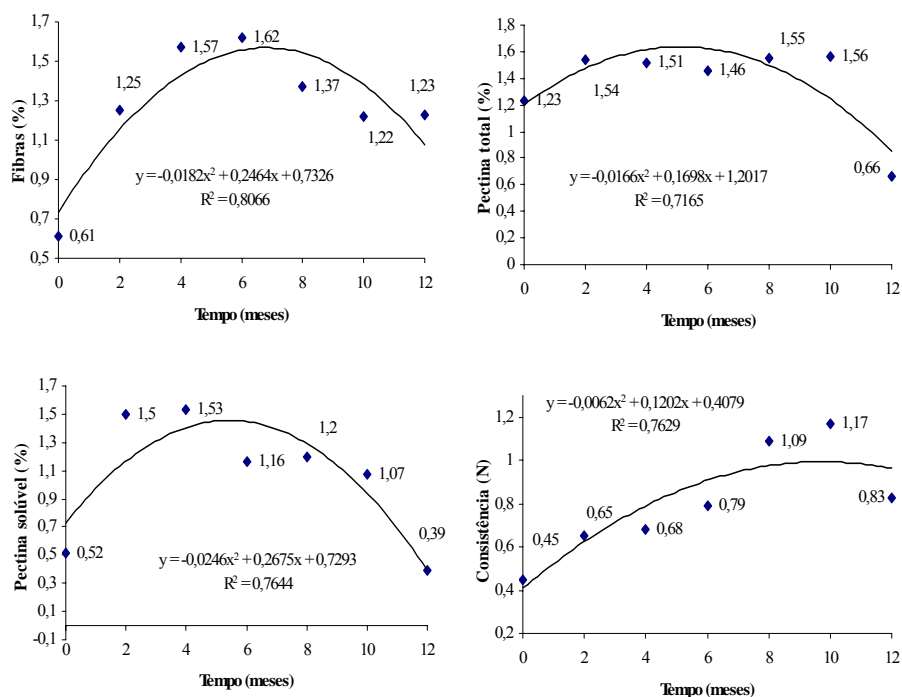


FIGURA 3. Teor médio de fibras (%), pectina total (%), pectina solúvel (%) e consistência (N - Newton) em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O teor de fibra sofreu incremento até o 6º mês de armazenamento (0,61% para 1,62%), reduzindo a partir de então (1,23%). O aumento pode ser explicado pela redução no teor de umidade. Houve redução, também, no teor de fibras em relação ao fruto *in natura* (4,46%), contudo pode ser elucidado pelo fato de que, no processamento da geléia, o suco passou por filtros (despolpamento), retirando boa parte das fibras.

Os teores de pectinas total e solúvel tiveram o mesmo comportamento das fibras, ou seja, ascensão, seguido de queda. A pectina total foi de 1,23% para

1,56% (10° mês), caindo para 0,66% no 12° mês de armazenamento, enquanto a pectina solúvel também sofreu incremento até o 4° mês (0,52% para 1,53%), decrescendo a partir de então, atingindo um teor de 0,39% no final do armazenamento. A pectina solúvel é formada por ácidos pécticos que, quando em presença de água, formam soluções coloidais, confirmando, portanto, uma das causas na redução da umidade. A solubilidade da pectina foi de 42% (início experimento), atingindo o máximo de 100% no 4° mês, caindo para aproximadamente 80% no 6° mês, 69% no 10° mês e terminando com 49% de solubilidade. Essa quebra de pectina insolúvel em solúvel pode ser explicada pela atuação de fungos como o *Byssochlamys fulva* que sintetiza pectinases que degradam a pectina (Evangelista, 2000).

A consistência teve um incremento até o 10° mês de armazenamento (0,45N para 1,17N), decrescendo a partir de então (0,83N). Esses valores condizem com as observações feitas no teor de pectina total e solúvel. A ascensão até o tempo 6 é decorrente, possivelmente, do decréscimo no teor umidade e, em seguida, a redução seja devido a atuação de fungos degradantes da pectina. Segundo Torrezan (1997), a consistência da geléia está ligada à continuidade (concentração de pectina) e a rigidez (açúcar e ácido).

O pH, acidez titulável total e os ácidos orgânicos foram influenciados pelo tempo ($p > 0,01$), sendo seus teores demonstrados na Figura 4.

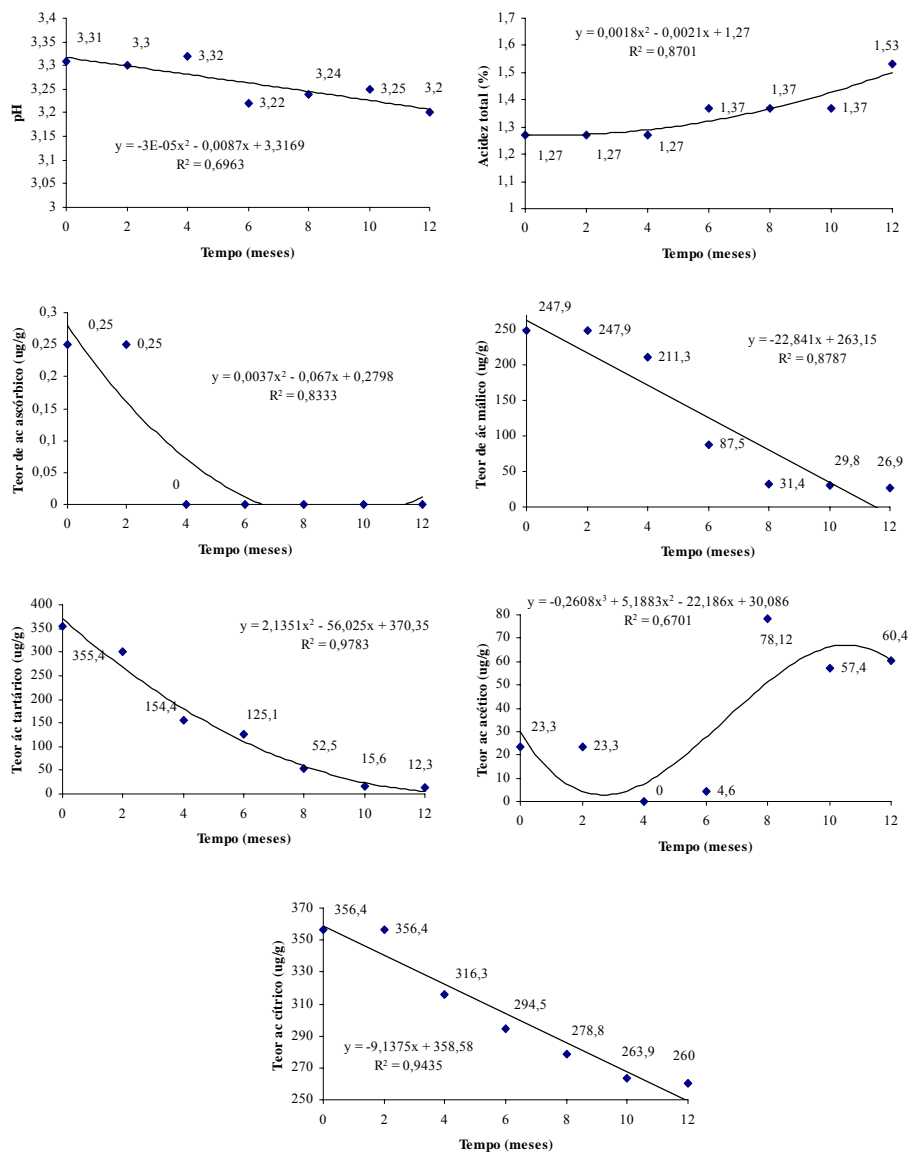


FIGURA 4. Valores médios de pH, acidez titulável total (%), ácido ascórbico ($\mu\text{g.g}^{-1}$), ácido málico ($\mu\text{g.g}^{-1}$), ácido tartárico ($\mu\text{g.g}^{-1}$), ácido acético ($\mu\text{g.g}^{-1}$) e ácido cítrico ($\mu\text{g.g}^{-1}$) em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O pH teve ligeira queda, variando de 3,31 à 3,2. A acidez titulável, conseqüentemente, teve acréscimo de 1,27% para 1,53%, devido, provavelmente, ao acúmulo de ácido acético durante o armazenamento. A redução no teor de ácido acético do início do experimento ao 4º mês de armazenamento, deve-se, provavelmente, às substâncias antimicrobianas existentes nas *Annonaceae*s, família na qual o marolo pertence (Di Stasi & Hiruma-Lima, 2002). No entanto, esses antimicrobianos podem ter sido esgotados, levando a produção de ácido acético por fungos que ao fermentar o açúcar, transforma-o em álcool, que na presença de oxigênio residual ou incorporado ao gel, é convertido em ácido acético (Snowdon & Oliver, 1996).

Apesar do marolo não ser um fruto rico em vitamina C ($9,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), esse nutriente apresentou significativo decréscimo durante o processamento, 97%, em decorrência, possivelmente, da oxidação acelerada por altas temperaturas de aquecimento para a formação do gel, sendo encontrados apenas $0,25\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ após o fabrico da geléia. O ácido ascórbico foi detectável até o 2º mês de armazenamento, momento no qual se tornou imperceptível até o fim do experimento. A perda de vitamina C ocorre, inicialmente, pela degradação química que envolve a oxidação de ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico e o aquecimento é reconhecido por aumentar a velocidade do processo de oxidação (Dewanto et al., 2002). Outra provável explicação seria a degradação do ácido ascórbico, devido à baixa umidade e, também, pelo consumo na reação de Maillard (Fennema, 2000, Giannakourou et al., 2003).

O ácido málico reduziu 89,2% ($247,9\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $26,9\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), o ácido tartárico 96,55% ($355,4\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $12,3\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e o ácido cítrico 27% ($356,4\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $260\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Os teores de ácidos orgânicos encontrados na fruta in natura são: $294\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de ácido cítrico e $958,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de ácido málico, tendo ausência de ácido acético e ácido tartárico. Esse decréscimo do ácido málico com a fabricação das geléias pode ser devido à evaporação sofrida durante o

processamento e pela utilização por fungos e leveduras presentes no produto. Os fungos descarboxilam o malato à piruvato, o qual é carboxilado à acetaldeído que é reduzido em etanol (Arara et al., 1991). O teor de ácido cítrico aumentou em relação ao fruto *in natura*, devido a incorporação deste como ingrediente no processamento das geléias para a redução do pH para 3,3.

A geléia de marolo, além de conter nutrientes como proteínas, carboidratos, lipídios, fibras, açúcares e fornecer boa quantidade de calorias, também contém substâncias benéficas à saúde como os antioxidantes. Estes e os compostos fenólicos foram influenciados pelo tempo ($p > 0,01$) e estão apresentados na Figura 5.

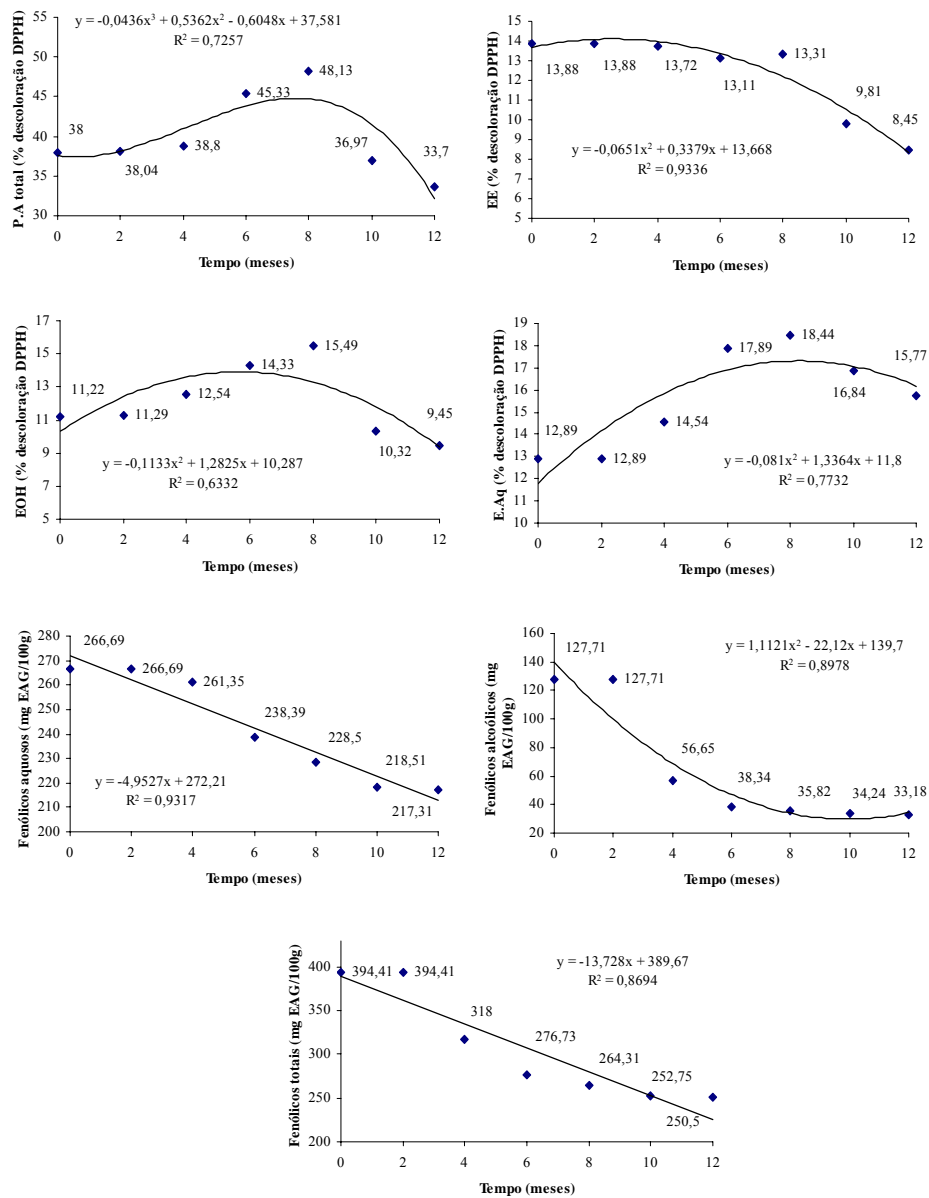


FIGURA 5. Potencial antioxidante (PA) total, extrato etéreo (EE), extrato etanólico (EOH), extrato aquoso (EA), ambos expressados em % de descoloração do radical DPPH e compostos fenólicos no extrato aquoso, no extrato etanólico e total (mgEAG* 100g⁻¹) em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

*EAG: equivalente de ácido gálico; Padrão BHT 0,05 mg.mL⁻¹ = 96,27% e 0,1 mg.mL⁻¹ = 100%.

Observa-se um incremento do potencial antioxidante total e das substâncias antioxidantes presentes no extrato etanólico e no extrato aquoso até o 8º mês de armazenamento e depois redução até o 12º mês. O potencial antioxidante total variou de 38% à 33,7%, com máximo de 48,13%; as substâncias antioxidantes presentes no extrato etéreo variaram de 13,88% à 8,45, as substâncias antioxidantes presentes no extrato etanólico variaram de 11,22% à 9,45%, com máximo de 15,49% e, finalmente, as substâncias antioxidantes presentes no extrato aquoso variaram de 12,89% à 15,77% com máximo de 18,44%. Nota-se que as substâncias antioxidantes encontradas no extrato etéreo não sofreram incremento; as encontradas no extrato etanólico e total decresceram em relação ao teor inicial e somente as substâncias encontradas no extrato aquoso tiveram seu teor aumentado com o período de 1 ano de estocagem. A presença de diferentes componentes antioxidantes em tecidos vegetais, como frutas e hortaliças, faz com que seja relativamente difícil mensurar a atividade antioxidante de cada componente separadamente. Os diversos solventes certificam a máxima solubilização dos antioxidantes presentes na amostra. A utilização de três solventes de diferentes polaridades, éter etílico (2,9), etanol (5,2) e água destilada (9) possibilitam a solubilização de compostos mais polares (extrato aquoso), de polaridade intermediária (extrato etanólico) e apolares (extrato etéreo), segundo Borguini (2006).

Compostos típicos que possuem atividade antioxidante incluem a classe dos fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavonoides, tocoferol, fosfolipídios, ácido fítico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis (Roesler et al., 2007). Além desses, Zafrilla et al (2001) estudaram o efeito do antioxidante ácido elágico, durante o armazenamento de geléias de framboesa (*Rubus idaeus*) e verificaram que o seu teor dobrou com o processamento e continuou aumentando após 6 meses de estocagem, fato este também ocorrido com as geléias de marolo, quando se trata dos compostos antioxidantes presentes nos

extratos etanólico e aquoso, provavelmente devido a atuação deste ácido elágico, o qual encontra-se presente nas espécies do cerrado, como o marolo (Sólton et al., 2000). O aumento na capacidade antioxidante também pode ter sua origem nos produtos da reação de Maillard, como as amino-redutonas, que possuem efeito antioxidante (Fennema, 2000). Contudo, a redução no fim dos 12 meses é explicado, possivelmente, pela degradação das antocianinas em função da temperatura acima de 20°C (a estocagem foi à 35°C), conforme estudo realizado por Wicklund et al (2005) ao avaliar a capacidade antioxidante e cor de geléia de morango durante o armazenamento.

Com relação aos compostos fenólicos, estes foram encontrados tanto no extrato etanólico como no extrato aquoso, reduzindo seu teor com o tempo de armazenamento. No início do experimento, a concentração no extrato etanólico era de 127,71 mgEAG.100g⁻¹, porém após 1 ano, esse valor atingiu apenas 33,18mgEAG.100g⁻¹, no extrato aquoso era de 266,69mgEAG.100g⁻¹ e caiu para 217,31mgEAG.100g⁻¹, logo os compostos fenólicos totais também tiveram queda com 394,41 mg EAG.100g⁻¹ no início do armazenamento e somente 250,5 mg EAG.100g⁻¹ no final. Essa perda pode ser explicada pela instabilidade dos compostos a temperatura acima dos 23°C e próximas à 40°C (condições de temperatura à que estava submetida as geléias de marolo), conforme estudos realizados por Chang et al (2006) ao avaliar o efeito da temperatura de estocagem sobre a estabilidade dos compostos fenólicos em frutas.

Os parâmetros de cor (valor L* e valor b*) também foram influenciados pelo fator tempo (>0,01), reduzindo seus valores, conforme pode ser observado na Figura 6, contudo o valor a* não sofreu modificações durante os 12 meses de armazenamento, mantendo uma média de 10,61.

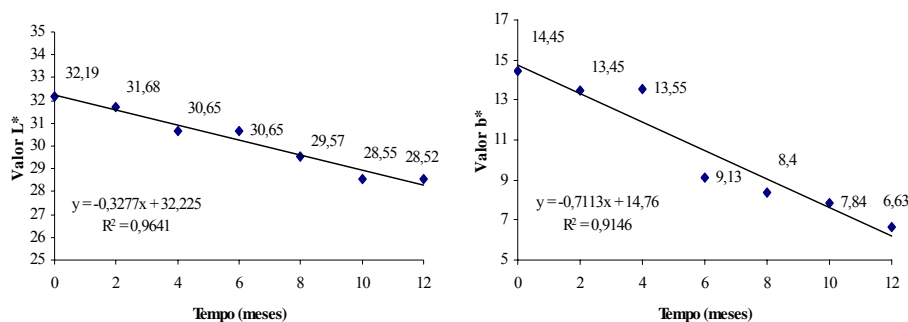


FIGURA 6. Parâmetros de cor (valor L* e valor b*) em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O valor L* variou de 32,19 à 28,52 e o valor b* variou de 14,45 à 6,63. A redução no valor L* indica escurecimento do produto, provavelmente pela ocorrência da reação de Maillard e/ou formação de hidroximetilfurfural (HMF) com a oxidação da vitamina C. Essa substância escura foi detectada durante a estocagem de geléias de frutas à 35°C quando estudadas por Rada-Mendoza et al. (2004). Em produtos com alta concentração de açúcares redutores, esses se ligam aos aminoácidos livres ou àqueles que estão compondo as cadeias protéicas, formando compostos escuros. Em pH abaixo de 5, surge um produto intermediário que sofre desidratação, originando o HMF. Esse fato acontece durante o aquecimento, ou seja, na produção das geléias, como também durante o período de armazenamento por longos períodos. Além dos açúcares redutores, a fração carbônica pode ser originada da oxidação lipídica, alimentando, também, a reação de Maillard (Fennema, 2000). Cardoso (2008) ao estudar a estabilidade da cor de geléias de jambo armazenadas em 25°C e 35°C por 180 dias verificou, também, verificou redução no valor L*. Com o aumento do

escurecimento durante o armazenamento, o valor b^* , consequentemente, também sofreu decréscimo.

Com relação aos aspectos microbiológicos, não foi observada a presença de *Salmonella sp.*, tampouco de coliformes à 35°C ou à 45°C, no entanto, houve crescimento de fungos e leveduras após o armazenamento, conforme pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3: Resultados médios das análises microbiológicas em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Tempo	Fungos e leveduras (UFC.g⁻¹)¹	Salmonella (g.25g⁻¹)	Coliformes 35°C (NMP.g⁻¹)²	Coliformes 45°C (NMP.g⁻¹)
0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
2	4x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
4	4x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
6	4x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
8	1x10 ¹	Ausente	Ausente	Ausente
10	1x10 ¹	Ausente	Ausente	Ausente
12	1x10 ¹	Ausente	Ausente	Ausente

¹ – UFC.g⁻¹ = unidades formadoras de colônias por grama

² – NMP.g⁻¹ = número mais provável por grama

Os fungos e leveduras são os microrganismos mais comum encontrados em produtos com alta concentração de açúcar e baixo pH, contudo os resultados apresentaram-se dentro dos limites permitidos pela RDC n°12 da ANVISA (Brasil, 2001) que estipula para geléias de frutas o máximo de 10⁴ UFC.g⁻¹ para fungos e leveduras. Os resultados, portanto, sugerem que houve bons procedimentos no processamento das geléias, como sanificação adequada das frutas e dos equipamentos utilizados, além da efetividade dos métodos de

conservação, pois a geléia de marolo foi processada sem qualquer conservante e bem aceita pelos consumidores durante um ano de avaliação, conforme pode ser visualizado na Figura 7.

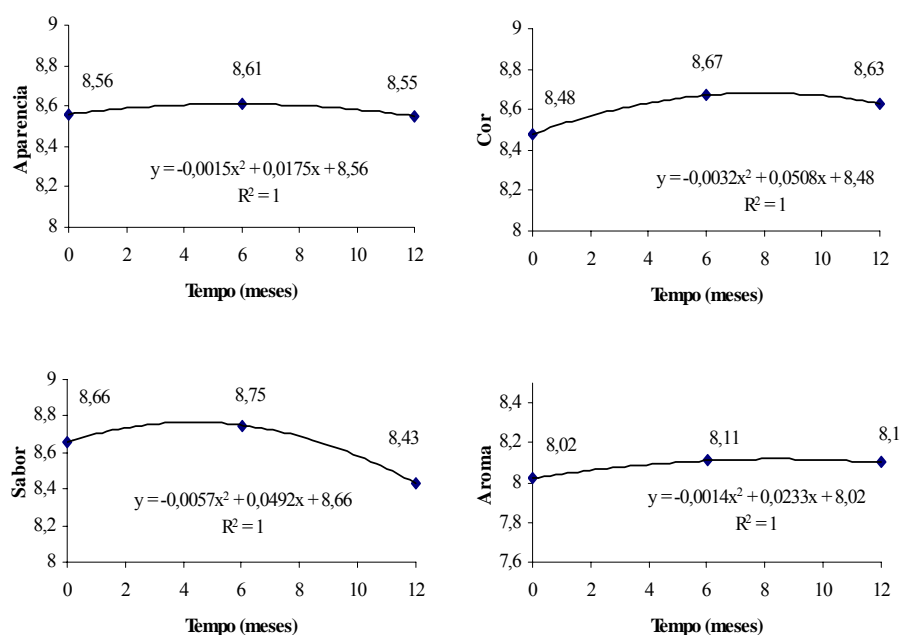


FIGURA 7. Parâmetros sensoriais (aparência, cor, sabor e aroma) avaliados pelos consumidores goianienses em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Observa-se que tanto a aparência, a cor e o sabor obtiveram notas próximas de 9 pelos consumidores goianienses que correspondem ao “gostei extremamente” na escala hedônica utilizada durante a avaliação sensorial, e apenas o atributo aroma ficou com nota próxima de oito (gostei muito). De fato, a geléia de marolo manteve um pouco do aroma peculiar do fruto,

principalmente no fim do experimento por estar mais concentrada (menor teor de umidade), sendo este, talvez, a razão de 1 ponto a menos na escala hedônica. Vale ressaltar que essas análises foram realizadas apenas no início, meio (6 meses) e fim (12 meses) do experimento, com públicos diferentes, mas todos na cidade de Goiânia.

Dos 390 consumidores entrevistados, houve a predominância do sexo feminino com 57,7% e 42,3% das pessoas abordadas foram do sexo masculino. Isto pode ser explicado pelo fato de as mulheres constituírem o maior público de freqüentadores de supermercados e, também, devido à maior abertura que este sexo tem para novos produtos.

Dos consumidores abordados, 54,6% relataram que consomem geléia ocasionalmente, 37,7% consomem freqüentemente e apenas 7,7% nunca consomem esse tipo de produto.

A intenção de compra da geléia de marolo foi de 98,5% com somente 1,5% de rejeição. Estes relataram que nunca consumiam geléias ou estavam de dieta ou eram diabéticos ou, ainda, não tinham o costume de comer esse tipo de produto, devido ao preço elevado nas redes de supermercados.

6 CONCLUSÕES

O marolo é um fruto típico do cerrado brasileiro, pouco conhecido por pessoas distantes desse bioma e que se mostrou adequado para a fabricação de geléias, sendo, portanto, uma alternativa louvável para agregar valor e expandir seu consumo por todo o Brasil.

A geléia de marolo pode ser conservada por 12 meses à temperatura ambiente (aproximadamente 35°C) sob o abrigo de luz, tendo suas características físicas, químicas e microbiológicas mudadas, contudo dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

A umidade, a sacarose, a pectina total, a pectina solúvel, o pH, o potencial antioxidante, os compostos fenólicos, os parâmetros de cor e os ácidos málico, tartárico, cítrico e ascórbico reduziram seus teores durante o armazenamento, contudo as proteínas, os carboidratos, as calorias, o açúcar solúvel total, o açúcar redutor, os sólidos solúveis, as fibras, a acidez e o ácido acético apresentaram ascensão durante o armazenamento.

Apesar destas mudanças relatadas, as características sensoriais do novo produto não foram afetadas, atingindo nota oito em todos os atributos avaliados pelo consumidor goianiense, como aparência, cor, sabor e aroma, em 0, 6 e 12 meses de armazenamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARARA, D.K.; MUKERJY, K.G.; MARTIN, E.H. **Handbook of applied mycology: food and feeds**. New York: Marcel Dekker, 1991. v.3, 605p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15. ed. Washington, 1995. 2v.

BAZIMARAKENGA, B.; SIMARD, R.R.; LEUROUX, G.D. Determination of organic acids in oil extracts by ion chromatography. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v.27, p.349-356, 1995.

BITTER, V.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analysis Biochemistry**, New York, v.4, p.330-334, 1962.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. Tese (Doutorado em Saúde Pública)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER, ME; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. U-Technology**, v.28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução Normativa n.º 9, de 1978**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 17 maio 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília, 2005. 1018p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC ANVISA/MS n.º 12, de 02 de janeiro de 2001**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov>>. Acesso em: 04 jul. 2008.

CARDOSO, R.L. Estabilidade da cor de geleia de jambo (*Eugenia malaccensis* L.) sem casca armazenada aos 25°C e 35°C na presença e ausência de luz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1563-1567, 2008.

- CARVALHO, J.A. **Marolo**: o doce sabor do cerrado; sugestões de cultivo. Machado: Folha Machadense, 2002.
- CHANG, Q.; ZUO, Z.; CHOW, M.S.S.; HO, W.K.K. Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crotaegus pinnatifida* var. Major) fruits and a hawthorn drink. **Food Chemistry**, v.98, p.426-430, 2006.
- COULTATE, T.P. **Alimentos**: a química de seus componentes. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.
- DELLA MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA, 1994. Tomo 1.15p.
- DEWANTO, V.; WU, X.; ADOM, K.K.; LIU, H.R. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.50, p.3010-3014, 2002.
- DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas medicinais na Amazônia e Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2002. p.604.
- DUBOIS, M.K.A.; GILLES, H.J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Minnesota, v.28, n.3, p.350-355, Mar. 1956.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p.231-232.
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Saragoza: Acribia, 2000. 1258p.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0, São Carlos, S.P, 2000. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos**...São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.235.
- GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v.39, p.167-169, 2003.
- GIANNAKOUROU, M.C.; TAOUKIS, P.S. Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen Green vegetables under variable storage conditions. **Food Chemistry**, London, v. 83, n.1, p.33-41, 2003.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in food**. 2. ed. Toronto: University of Toronto, 1983. 436p.

JAIME, S.B.M. Embalagem de vidro com sistema de fechamento alternative para café solúvel. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento**, ITAL, CETEA, Campinas, v.14, n.1, p.1-5, 2002.

LICODIEDOFF, S. **Influência do teor de pectinas comerciais nas características físico-químicas e sensoriais da geleia de abacaxi (Ananás comosus (L.) Merrill)**. 2008. Dissertação(Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LOPES, R.L.T. **Manual para fabricação de geléias**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1985. (Série de Publicações Técnicas).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, Baltimore, v.135, p.375-381, 1944.

OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciências e tecnologia de alimentos**. Barueri: SP: Manole, 2006. 612p.

ORDONEZ, J.A.; RODRIGUES, M.I.C.; ALVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLON, D.G.D.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre; Artmed, 2005. v.1, 294p.

PLESSI, M.; BERTELLI, D.; ALBASINI, A. Distribution of metals and phenolic compounds as a criteium to evaluate variety of berries related jams. **Food Chemistry**, v.100, p.419-427, 2007.

RADA-MENDOZA, M.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M. Furosine as indicator of Maillard reaction in jams and fruit based infant foods. **Food Chemistry**, v.50, n.14, p.4141-4145, 2002.

RADA-MENDOZA, M.; SANZ, M.L.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M. Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit based infant foods. **Food Chemistry**, v.88, p.605-609, 2004.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.1004-1019, 2007.

SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS. **Rede meteorológica, estação 102, heliponto Goiânia**. Disponível em: <<http://www.sectec.org.go.br>>. Acesso em: 28 jan. 2009.

SILVA, F.A.; NOGUEIRA, F.D.; RIBEIRO, L.L.; GODINHO, A.; GUIMARAES, P.T.G. Exsudação de ácidos orgânicos em rizosfera de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG. v.19, p.193-196, 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 178p.

SNOWDON, J.A., OLIVER, D.O. Microorganism in honey. **International Journal of Food Microbiology**, v 31, p.1-23, 1996.

SOLON, S.; LOPES, L.; SOUSA, J.R.P.T.; SHMEDA-HIRSCHMA, N.N.G. Free radical scavenging activity of *Lafoensia pacari*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.72, p.173-178, 2000.

TORREZAN, R. **Preparo caseiro de geleias**. Rio de Janeiro: Embrapa – CTAA, 1997. 15p.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H.J.; MARTINSEN, B.K.; STUNDFOR, M.W.; LEA, P.; BRUUM, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry Jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Food Science and Technology**, p.387-391, 2005.

WILSON, E.D.; SANTOS, A.C.; VIEIRA, E.C. Energia In: DUTRA OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição Básica**. São Paulo: Savier, 1982. p.80.

ZAFRILLA, P.; FERRERES, F.; TOMS-BARBERN, A. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jam. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.8, p.3651-3655, 2001.

ZIELISKI, H.; KOZOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal Agric. Food Chem**, v.48, p.2008-2016, 2000.

CAPÍTULO 5

**ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS,
MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS, DURANTE O
ARMAZENAMENTO DE GELÉIA MISTA DE ARAÇÁ (*Psidium
guineenses* Sw.) E MAROLO (*Annona crassiflora* Mart.)**

RESUMO

DAMIANI, Clarissa. Estudo dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, durante o armazenamento de geléia mista de araçá (*Psidium guineenses* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.). In: _____. **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* SW.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.).** 2009. Cap.5, p.137-169. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A tecnologia de alimentos aplicada aos frutos do cerrado pode ser ótima alternativa para a divulgação e maior consumo destes frutos. O objetivo do trabalho foi agregar valor ao araçá e marolo, com o desenvolvimento de geléias e verificar as mudanças ocorridas em variáveis físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, durante o seu armazenamento. As análises realizadas, a cada 2 meses, foram: composição centesimal, açúcares solúveis totais, redutores e sacarose, sólidos solúveis, acidez titulável, ácidos orgânicos, pectinas total e solúvel, potencial antioxidante, compostos fenólicos, minerais, coloração e consistência, presença de *Salmonella sp*, coliformes (35°C e 45°C), fungos e leveduras e avaliação sensorial dos atributos aparência, cor, sabor e aroma. Pelos resultados observados, verificou-se que os teores de umidade (35,89% – 26,34%), lipídios (0,43% – 0,27%), sacarose (30,62% – 28,98%), pectina total (0,83% – 0,50%), pectina solúvel (0,52% – 0,38%), compostos fenólicos totais (180,31mgEAG.100g⁻¹ – 135,52mgEAG.100g⁻¹) e ácidos orgânicos reduziram durante o armazenamento, contudo os teores de proteínas (0,83% – 0,95%) e carboidratos (62,52% – 72,5%), o valor calórico (257,11kcal – 295,931kcal), os teores de fibras (0,72% – 1,4%), açúcar solúvel total (62,52% – 70,44%), açúcar redutor (32,05% – 41,41%) e sólidos solúveis (68,4°Brix – 72,18°Brix), bem como a consistência (0,33N – 0,44N), o potencial antioxidante total (11,3% – 22,63%) e os parâmetros de coloração (a* 7,56 – 9,49 e b* 8,63 – 10,49) apresentaram ascensão durante 1 ano de estocagem. As geléias estudadas receberam nota oito, quanto às diversas variáveis sensoriais avaliadas, conservando-se dentro das normas microbiológicas estabelecidas pela legislação brasileira. A geléia mista de araçá e de marolo, portanto, pode ser armazenada por 1 ano, sem qualquer conservante químico.

* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (orientador), Eduardo Ramirez Asquieri – UFG.

2 ABSTRACT

DAMIANI, Clarissa. Study of physical, chemical, microbiological and sensory parameters, during the storage of jams of araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.). In: _____. **Characterization and added value to the fruits of the cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**. 2009. Chap.5, p.137-169. Thesis (Ph.D. in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, MG*

The technology of food coupled with the use of the fruits of the savana may be good alternative to the disclosure and greater consumption of those fruit. The objective of this work was to add value to araçá and marolo fruits, through the development of jams and to verify changes in physical, chemical, microbiological and sensory parameters, during their storage. The analysis carried out, every 2 months, were: proximate composition, total soluble sugars, reducing sugars and sucrose, soluble solids, titratable acidity, organic acids, total and soluble pectin, antioxidant potential, phenolic compounds, minerals, color and consistency, presence of Salmonella, coliforms (35°C and 45°C), fungi and yeasts and assessment of appearance, color, flavor and aroma attributes. By the results observed, it was found that the moisture content (35.89% - 26.34%), the lipids (0.43% - 0.27%), the sucrose (30.62% - 28.98%), the total pectin (0.83% - 0.50%), the soluble pectin (0.52% - 0.38%), the total phenolic compounds (180.31 mgEAG.100g⁻¹ - 135.52 mgEAG.100g⁻¹) and the organic acids reduced their levels during storage, however the levels of the protein (0.83% - 0.95%), the carbohydrate (62.52% - 72.5%), the calories (257,11kcal - 295,931kcal), the fiber (0.72% - 1.4%), the total soluble sugar (62.52% - 70.44%), the reducing sugar (32.05% - 41.41%), the soluble solids (68.4°Brix - 72.18°Brix), the consistency (0.33N - 0.44N), the total antioxidant potential (11.3% - 22.63%) and the color (a* 7.56 - 9.49 and b* 8.63 - 10.49) increased during 1 year of storage. All sensory attributes evaluated got score 8 and the product was conserved in accord to the microbiological standards established by Brazilian legislation. Therefore the mixed jam of araçá and marolo can be stored for 1 year without any chemist added.

*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFPA (adviser), Eduardo Ramirez Asquieri – UFG.

3 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos (DNP) nas economias de mercados dinâmicos é fator essencial para a sobrevivência das empresas, sobretudo para as empresas de alimentos, que, com frequência, necessitam lançar produtos novos para se manterem a frente da concorrência, cada vez mais acirrada. Os consumidores têm aumentado suas expectativas quanto a novidades em produtos e diminuído sua fidelidade às marcas tradicionais, tornando o mercado de alimentos muito mais competitivo (Wille et al, 2004).

Um grande filão do mercado, ainda muito pouco explorado, é o desenvolvimento de produtos, utilizando como matéria-prima os frutos do cerrado, os quais são consumidos apenas por populações regionais e somente em épocas de safra.

Frutos do araçazeiro (*Psidium guinnensis* Sw) e maroleiro (*Annona crassiflora* Mart.) são ótimas alternativas, uma vez que já são consumidos, tanto ao natural quanto na forma de doces, mingaus, bolos, pães, biscoitos, geléias e licores (Almeida, 1998). O araçazeiro, uma frutífera nativa do Brasil, pertencente à família *Myrtaceae*, produz frutos de cor branco-amarelada, verde-amarelada, amarelo-pálida ou amarela, quando maduros. A polpa é carnosa, branca, mucilaginosa, doce, levemente ácida, perfumada, com numerosas sementes pequenas e muito saborosa (Manica, 2000). Já o maroleiro é uma espécie frutífera exclusiva do cerrado brasileiro, que produz frutos conhecidos como marolo, araticum ou cabeça-de-negro, de coloração verde, antes do amadurecimento e de coloração marrom, quando maduros (Lorenzi, 1998). A polpa é levemente adocicada e de aroma agradável, podendo variar sua cor de branco ao amarelo, sendo os frutos de polpa amarela mais bem aceitos no mercado consumidor, por possuírem sabor e aroma mais acentuados (Carvalho, 2002).

Frente ao que foi exposto, o objetivo do presente trabalho foi agregar valor aos frutos araçá e marolo, com o desenvolvimento de uma geléia mista, utilizando ambos os frutos e estudar mudanças associadas à qualidade da geléia, ocorridas em variáveis físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, durante o seu armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos da safra de 2007, oriundos de Minas Gerais, cujo período de colheita para o araçá foi compreendido entre fevereiro a abril, provenientes da cidade de Ingaí e para o marolo foi compreendido entre março a abril, provenientes da cidade de Contagem (Ceasa). Os frutos foram selecionados quanto à aparência, ausência de injúrias, podridões e de cheiro característico de deterioração. Em seguida, foram levados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras.

No laboratório, os frutos foram novamente selecionados, procurando tornar o lote ainda mais uniforme quanto ao grau de maturação, ou seja, frutos levemente macios ao toque. Os frutos foram lavados para remoção de impurezas superficiais, enxaguados em água corrente e submersos em solução de hipoclorito de sódio a $100 \mu\text{l.l}^{-1}$ para o araçá e $300 \mu\text{l.l}^{-1}$ para o marolo por 20 minutos cada. Em seguida, foram embalados (araçá polpa e casca e marolo só polpa) e congelados para posterior processamento.

O desenvolvimento de metodologias para a fabricação de geléias foi realizado na Universidade Federal de Goiás, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos e o processamento do produto foi executado na Universidade Católica de Goiás, no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças.

As geléias tipo extra, ou seja, 50% fruta e 50% açúcar (Brasil, 1978), foram formuladas como descrito na Tabela 1, de forma inteiramente casualizada, utilizando o método exposto no manual de fabricação de geléias (Lopes, 1985).

TABELA 1: Massa (g) dos ingredientes que entraram no preparo das geléias mista de araçá e marolo tipo extra. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Suco da Fruta	Pectina	Ácido cítrico*	Açúcar
3,0 Kg araçá /3,0 Kg marolo	45g	72g	6,3Kg

*quantidade necessária para que o suco atinja o pH de 3,2.

Após a verificação da porcentagem de acidez e pectina existente em cada fruto, através das análises químicas, o araçá (polpa e casca) e as polpas de marolo foram processadas.

Primeiramente foi medido o teor de sólidos solúveis do suco (aráçá e marolo) e, então, adicionado água potável até redução para 20°Brix. Em seguida, misturou-se um terço do açúcar e a solução foi levada para o concentrador, equipado com pás misturadoras, até o início da ebulição, momento no qual foi adicionado mais um terço do açúcar, previamente homogeneizado com a pectina. Após nova ebulição, inseriu-se o restante do açúcar e, então, esperou concentrar até 63°Brix. Neste instante, adicionou-se o ácido cítrico diluído em um pouco de água potável para a redução do pH até aproximadamente 3,2 e novamente concentrou-se até 65°Brix. Para embalar a geléia a 85°C utilizou-se potes de vidro de 150g, previamente esterilizados. As embalagens foram colocadas no exaustor para formação de vácuo em seu interior e, em seguida, viradas com as tampas para baixo por 5 minutos, resfriadas e acondicionadas em caixa de papelão à temperatura ambiente por 1 ano, sob abrigo de luz.

A vida útil do novo produto foi monitorada por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas, a cada dois meses, durante um ano, em três repetições, juntamente com a análise sensorial, no início, meio e fim do experimento.

As análises físicas e químicas foram realizadas parte no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia) e no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA (Escola de Veterinária), ambos na Universidade

Federal de Goiás-UFG e parte no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

- Umidade: determinado pela perda de peso do produto, submetido ao aquecimento de 105°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Proteínas: determinado pelo método de Kjeldahl, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Lipídios: determinado pelo processo gravimétrico, baseado na perda de peso do material, submetido à extração com éter ou na quantidade de material solubilizada pelo solvente, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Carboidratos totais e valor calórico: segundo Dubois et al. (1956) – fenolssulfúrico - e o valor calórico total foi estimado conforme os valores de conversão de Atwater, descritos em Wilson et al. (1982) e os resultados foram expressos em porcentagem e kcal respectivamente.

- Cinzas: determinado pela perda de peso do material, submetido à queima em mufla à temperatura de 550°C, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

- Minerais: determinado através do espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110, Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção das curvas de calibração foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente diluídas com água deionizada. Os resultados foram expressos em mg.kg^{-1} .

- Açúcares solúveis totais, redutores e sacarose: determinados pelo método redutométrico de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Sólidos Solúveis Totais – determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital ATAGO PR 100. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1995).
- Fibras: determinado pelo método gravimétrico, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Pectina total e solúvel: determinado pelo método colorimétrico, baseado na formação de produto através da condensação colorida por reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazol (Bitter & Muir, 1962) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Consistência: determinada com o auxílio do texturômetro Stable Micro System e expressa em Newton.
- pH – determinado com o auxílio do potenciômetro, segundo AOAC (1995).
- Acidez Total Titulável – determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador fenolftaleína, segundo Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.
- Ácidos orgânicos: extração segundo Bazimarajenga et al. (1995), modificado por Silva et al. (2001) e identificação e quantificação por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), por meio de um cromatógrafo da marca Gilson com bombas 306 e injetor automático ASTED XL e software 712, com detector UV/VIS 118 Gilson, no comprimento de onda de 230nm, utilizando coluna C-18 de fase reversa (150 x 4,6mm). O volume injetado da amostra foi, aproximadamente, de 20µL, utilizando como fase móvel água com 0,1% de ácido fosfórico, com fluxo de 1mL/min. Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção e co-cromatografia, utilizando-se

como comparação os tempos de retenção de padrões. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$.

- Potencial antioxidante: determinado pelo método do DPPH, segundo Brand-Williams et al (1995) com modificações segundo Borguini (2006). O grau de descoloração do radical DPPH a 517nm pela ação dos antioxidantes foi medido espectrofotometricamente nos extratos etéreo, etanólico e aquoso, com concentração de $0,2\text{mg.mL}^{-1}$. Os resultados foram expressos em % de descoloração do DPPH.

- Compostos fenólicos: a extração dos compostos etanólico e aquoso foi realizada segundo Genovese et al. (2003) para determinação dos fenóis totais com o reagente de Folin-Ciocalteu. A determinação desses fenóis foi segundo Zieliski & Kozowaska (2000). Os resultados foram expressos em mg EAG.100 g^{-1} .

- Coloração: determinado com a ajuda do colorímetro Minolta CR-400, no modo CIE L*, a* e b*. A coordenada L* representa quão mais claro ou mais escuro está o fruto, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco); a coordenada a* pode assumir valores entre - 80 a + 100, no qual os extremos correspondem, respectivamente, ao verde e vermelho; a coordenada b* pode variar de - 50 a + 70, com intensidade do azul ao amarelo. As leituras serão feitas em três pontos distintos de cada fruto.

- Análises microbiológicas: executada segundo as metodologias propostas pelo ICMSF (1983) e Silva et al. (2001), no Laboratório de Microbiologia da empresa Instituto de Fosfatos Biológicos (IFB) em Goiânia. Amostras de 25g do produto foram retiradas, aleatoriamente de cada embalagem de 150g e, em seguida, foram homogeneizadas em 225mL de água peptonada 01% (p/v) esterilizada, em liquidificador doméstico durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%). As análises realizadas foram de fungos filamentosos e leveduras, quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C e *Salmonella* sp.

- Avaliação sensorial: realizada em setembro de 2007, em abril de 2008 e em outubro de 2008 em supermercados de Goiânia, GO, por meio do teste de aceitação, utilizando a escala hedônica estruturada em 9 pontos, sendo 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo) para as características aparência, cor, aroma e sabor, conforme Della Modesta (1994) e também a intenção de compra pelo consumidor, conforme ficha de avaliação (Anexo A).

O teste sensorial foi aplicado com 130 provadores não treinados, de ambos os sexos e de diferentes faixas etárias, em cada tempo, perfazendo um total de 390 entrevistados. A escala hedônica para o público infantil foi através de desenhos com rostos que identifiquem o melhor julgamento da criança.

Foi realizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) simples, com 3 repetições, sendo avaliados a influência de 7 níveis do fator tempo (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses). Cada parcela experimental foi constituída de uma embalagem, contendo 150 gramas.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000). Após análise de variância, os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância de teste de F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise centesimal estão apresentados na Figura 1.

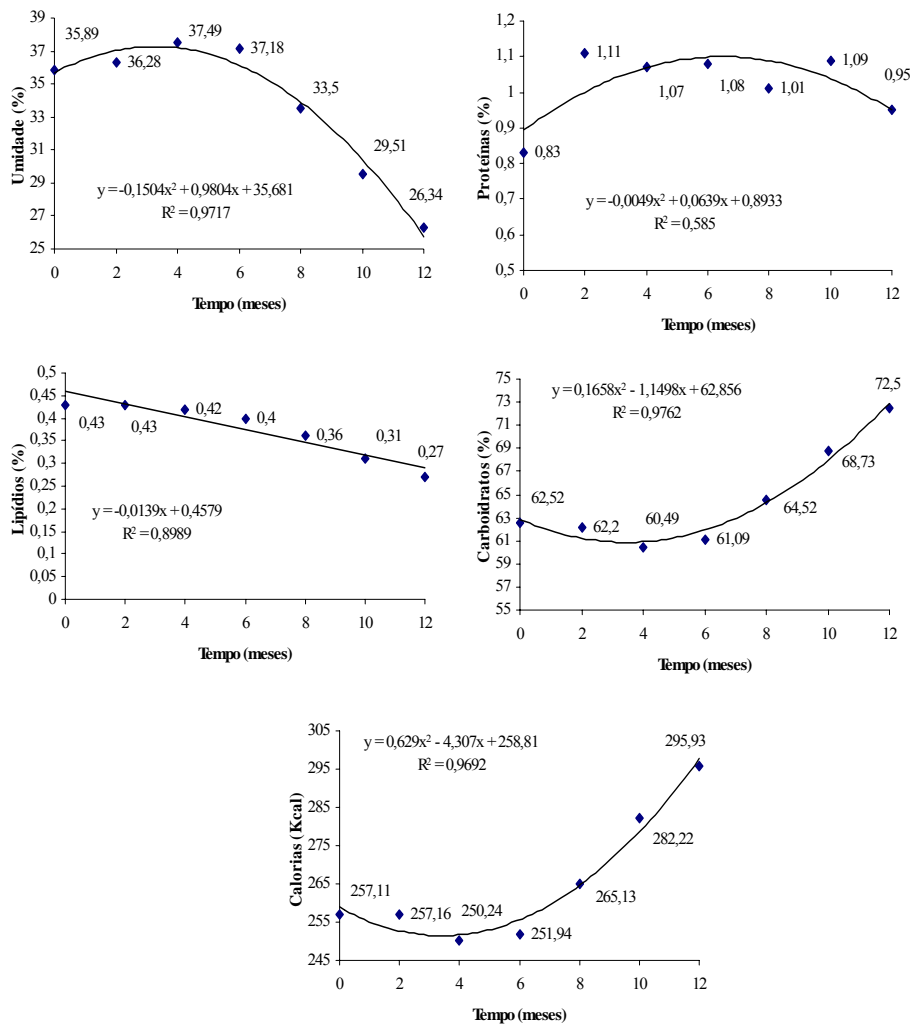


FIGURA 1. Composição centesimal (base úmida) da geléia mista de araquá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O teor de umidade, proteínas, lipídios, carboidratos totais e o valor calórico foram influenciados pelo fator tempo ($p > 0,01$).

O teor de umidade variou de 35,89% (início do experimento) a 26,34% (12 meses após), com queda de, aproximadamente, 27%, conforme observado na figura 1. Essa perda pode ser explicada pela troca de umidade entre o interior da embalagem e o ambiente, por dessorção, pois a média da UR em Goiânia, no período da seca, foi de 27% UR (SIMEGO, 2009). Essa troca de umidade também foi ressaltada em estudos realizados por Jaime (2002), ao avaliar embalagens de vidro para condicionamento de café solúvel, durante o armazenamento. Outros fatores seriam as superjunções das cadeias formadoras do gel, aprisionando a água livre, deixando esta indisponível no meio (Coultrate, 2004; Ordonez, 2005); a presença de fungos como o *Byssochlamys fulva*, o qual destrói a pectina (Evangelista, 2000), deixando os ácidos galacturônicos livres para se ligarem as moléculas de água e, com menor efeito, a reação de Maillard, que ocorre em produtos muito açucarados, com baixo pH e temperatura ambiente alta (35°C), utilizando a água livre do meio, fato este observado por Cardoso (2008), ao avaliar geléias de jambo, durante a estocagem e por Rada-Mendonza et al (2002) ao estudar geléia de laranja, cuja umidade era de 33,4%, o pH de 3,2, o teor de proteínas de 0,22% e o teor de furosina de 119,4 mg.100 g⁻¹ proteína. A presença de furosina (oriunda da ligação lisina-frutose), temperatura ambiente alta, elevado teor de açúcares e pH baixo, possibilitou a ocorrência da reação de Maillard.

Apesar da grande variação no teor de umidade, esta se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira, na qual a umidade deve ser de, no máximo, 35% p/p para geléias tipo extra (Brasil, 1978).

Com a redução no teor de umidade, constituintes como proteínas, carboidratos totais e calorias tiveram ascensão, pois o meio ficou mais concentrado. O teor de proteínas variou de 0,83% à 0,95%; o teor de

carboidratos totais variou de 62,52% à 72,5%, grande parte representada pela quantidade de açúcar inserida na formulação da geléia (6,3Kg de açúcar para 6,0 Kg de suco misto de araçá e marolo); as calorias também sofreram incremento durante o armazenamento, obtendo valores de 257,11kcal no início e 295,93kcal após 12 meses de estocagem.

O teor de lipídios, diferentemente do comportamento ocorrido com os outros parâmetros, decresceu durante o armazenamento (0,43% para 0,27%), decorrente, possivelmente, da oxidação hidrolítica, devido ao pH baixo (3,3) do meio (Araujo, 1994).

O tempo, contudo, não influenciou o teor de cinzas, cuja média foi de 0,20%. O mineral predominante na geléia mista de araçá e de marolo é o potássio ($1300\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), seguido pelo enxofre ($200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) e depois o cálcio ($169\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o magnésio ($105\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o fósforo ($43,5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o sódio ($30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o manganês ($6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o ferro ($3,2\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o cobre ($1,63\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o zinco ($87\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), o cobalto ($0,02\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) e o molibdênio ($0,01\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Analisando os minerais predominantes da geléia mista (potássio, enxofre, cálcio e magnésio) e comparando com dados de geléia de araçá ($1200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de potássio, $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de enxofre, $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de cálcio e $94\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de magnésio) e geléia de marolo ($1400\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de potássio, $300\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de enxofre, $169\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de cálcio e $105\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de magnésio), verifica-se que todos eles estão dentro dos valores encontrados na geléias fabricadas com os frutos do cerrado separadamente, no entanto abaixo da ingestão dietética recomendada (IDR), segundo IOM (1997 e 2001), cujos valores são de $1000\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de cálcio; $350\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de magnésio, $10\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de zinco, $8\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de ferro, $800\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de cobre e $700\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de fósforo.

O tempo também influenciou ($p>0,01$) o teor de açúcares totais, redutores e sacarose, como, ainda, o teor de sólidos solúveis (Figura 2).

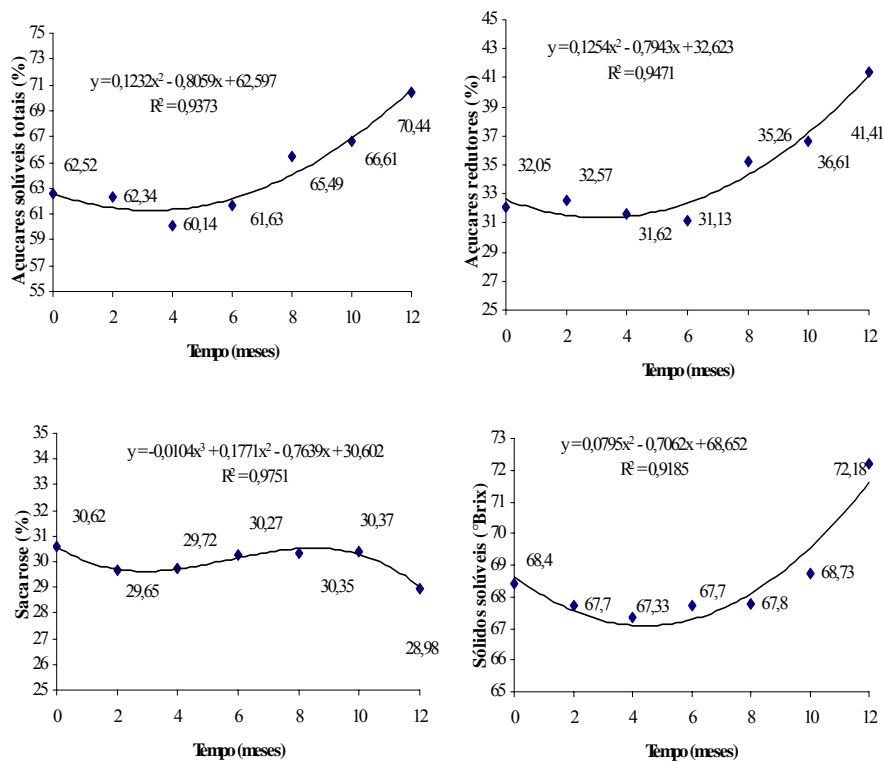


FIGURA 2. Teores médios de açúcares totais (%), açúcares redutores (%), sacarose (%) e sólidos solúveis (°Brix) presentes em geléia mista de araçá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Os teores de açúcares totais tiveram ascensão durante o armazenamento de 1 ano, devido a redução no teor de umidade, variando de 62,52% à 70,44%. Durante todo o experimento, os teores de açúcares redutores foram maiores que os teores de sacarose. Isso se explica porque durante a cocção e formação da geléia, a sacarose sofre, em meio ácido, um processo de inversão que a transforma parcialmente ou totalmente em glicose e frutose (açúcar invertido).

Essa inversão da sacarose é necessária para evitar a cristalização que pode ocorrer em determinadas ocasiões, também, durante o armazenamento (Lopes, 1985), fato este observado com o decréscimo da sacarose e incremento dos açúcares redutores. Essa inversão da sacarose durante o armazenamento se deu, provavelmente, pelo baixo pH do meio, através do método dito à frio, sendo influenciada pela concentração de ácidos como o cítrico, o málico e o acético (Oetterer et al, 2006) e, também, pela temperatura ambiente relativamente alta (35°C), durante todo o tempo de armazenamento.

Os teores de sólidos solúveis variaram de 68,4°Brix até 72,18°Brix, cujo maior componente é representado pelos açúcares solúveis totais e, em seguida, pelos ácidos orgânicos. Os sólidos solúveis da geléia de marolo enquadram-se dentro da legislação (Brasil, 1978), que estipula um mínimo de 68°Brix.

Os teores de fibras, de pectina total, de pectina solúvel e de consistência foram influenciados, também, pelo fator tempo ($p > 0,01$), conforme pode ser observado na Figura 3.

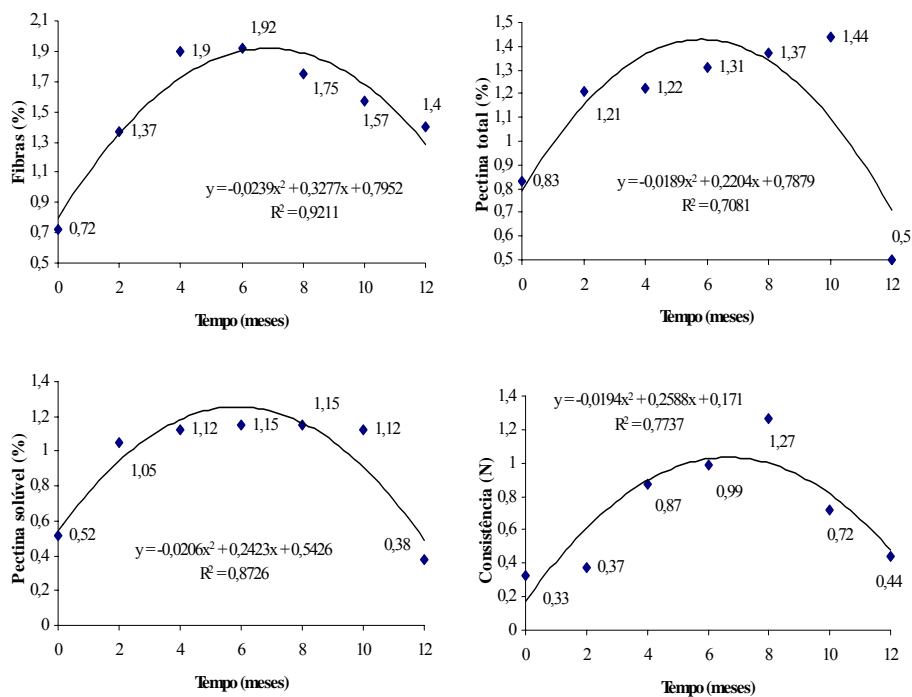


FIGURA 3. Teor médio de fibras (%), pectina total (%), pectina solúvel (%) e consistência (N) em geléia mista de araçá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O teor de fibra sofreu incremento até o 6º mês de armazenamento (0,72% para 1,92%), reduzindo a partir de então (1,4%). O aumento pode ser explicado pela redução no teor de umidade. O teor de pectina total e solúvel teve o mesmo comportamento das fibras, ou seja, ascensão, seguido de queda. A pectina total foi de 0,83% para 1,44% (10º mês), caindo para 0,50% no 12º mês de armazenamento, enquanto a pectina solúvel também sofreu incremento até o 6º mês (0,52% para 1,15%), decrescendo a partir de então, atingindo um teor de 0,389% no final do armazenamento. A pectina solúvel é formada por ácidos

pécticos que, quando em presença de água, formam soluções coloidais, confirmando, portanto, uma das causas na redução da umidade. A solubilidade da pectina foi de 62,65% no tempo 0, 86,77% após 2 meses, 91,8% após 4 meses, 87,79% após 6 meses, 83,94% após 8 meses, 77,7% após 10 meses e terminando com 76% de solubilidade. Essa quebra de pectina insolúvel em solúvel pode ser explicada pela atuação de fungos como o *Byssochlamys fulva*, que sintetiza pectinases que degradam a pectina (Evangelista, 2000).

A consistência teve um incremento até o 8º mês de armazenamento (0,33N para 1,27N), decrescendo a partir de então (0,44N). Esses valores condizem com as observações feitas no teor de pectina total e solúvel. A ascensão até o tempo 5 é decorrente, possivelmente, do decréscimo no teor umidade e, em seguida, a redução seja devido a atuação de fungos degradantes da pectina. Segundo Torrezan (1997), a consistência da geléia está ligada à continuidade (concentração de pectina) e a rigidez (açúcar e ácido).

O pH, acidez titulável total e os ácidos orgânicos foram influenciados pelo tempo ($p > 0,01$), sendo seus teores demonstrados na Figura 4.

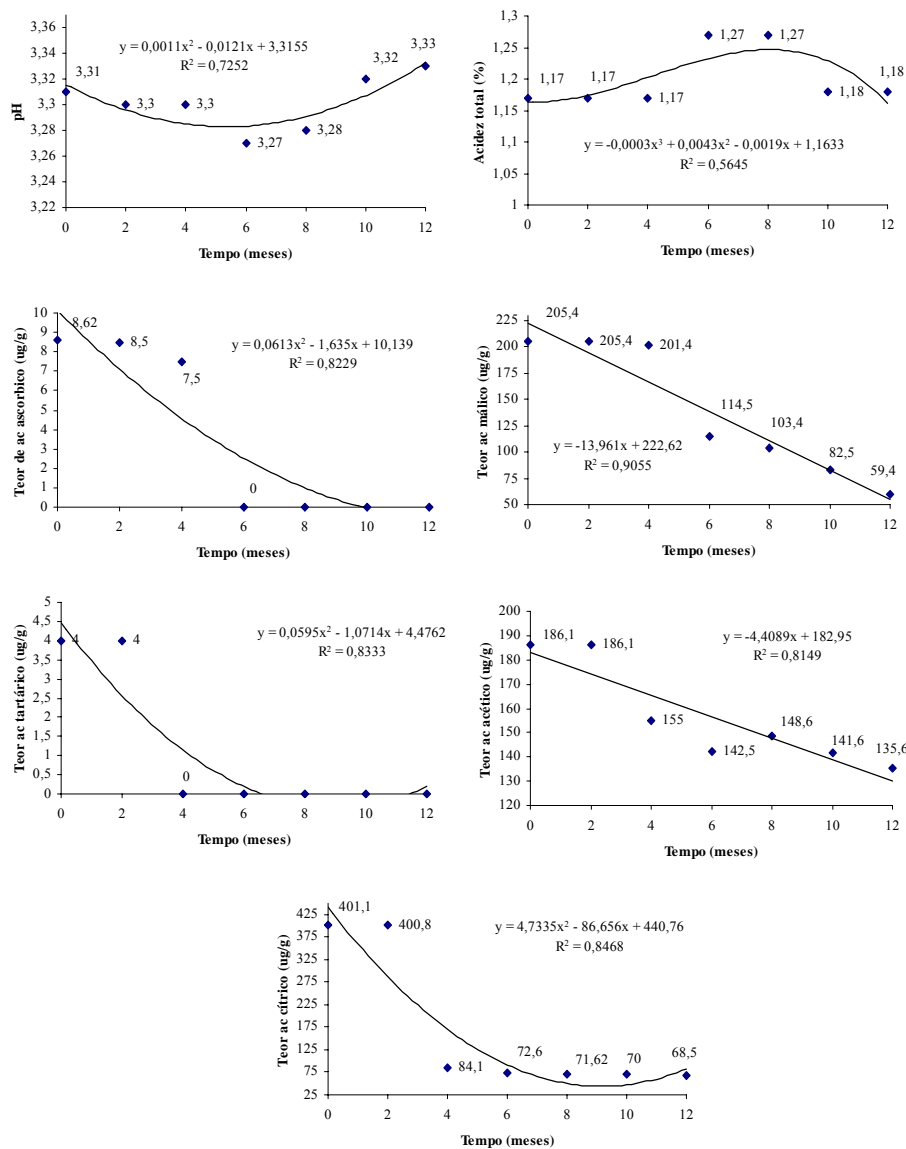


FIGURA 4. Valores médio de pH, acidez titulável total (%), ácido ascórbico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido málico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido tartárico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido acético ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e ácido cítrico ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) em geléia mista de araquá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Goiânia, GO, 2009.

O pH teve ligeira tendência a queda até o 6º mês (3,31 para 3,27), voltando a seu valor inicial no fim dos 12 meses de armazenamento (3,33). A acidez titulável total, conseqüentemente, obedeceu ao padrão inverso com ligeiro acréscimo de 1,17% para 1,27%, devido, provavelmente, ao acúmulo de outros ácidos orgânicos (chiquímico, fumárico, oxálico, láctico, propiônico), durante o armazenamento e voltando ao seu teor inicial com 1,18% no fim do experimento.

O teor de vitamina C, ou ácido ascórbico, teve significativo decréscimo durante o armazenamento, sendo detectável até o 4º mês, momento no qual se tornou imperceptível até o fim do experimento ($8,62\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $0\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). A perda de vitamina C ocorre inicialmente pela degradação química que envolve a oxidação de ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico e o aquecimento é reconhecido por aumentar a velocidade do processo de oxidação (Dewanto et al., 2002). Outra provável explicação seria a degradação do ácido ascórbico, devido à baixa umidade e, também, pelo consumo na reação de Maillard (Fennema, 2000, Giannakourou et al., 2003). Comportamento semelhante teve o ácido tartárico, cujo teor após 2 meses de armazenamento não foi detectável.

O ácido málico reduziu 71,09% ($205,4\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $59,4\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), o ácido cítrico 82,92% ($401,1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $68,5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e o ácido acético 27,13% ($186,1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para $135,6\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). A presença do ácido acético é decorrente, provavelmente de fungos que fermentam o açúcar, transformando em álcool e CO_2 . Na presença de oxigênio residual ou incorporado ao gel, o álcool é convertido em ácido acético (Snowdon & Oliver, 1996).

A geléia mista de araçá e de marolo também possui substâncias benéficas à saúde como os antioxidantes. Estes e os compostos fenólicos foram influenciados pelo tempo ($p>0,01$) e estão apresentados na Figura 5.

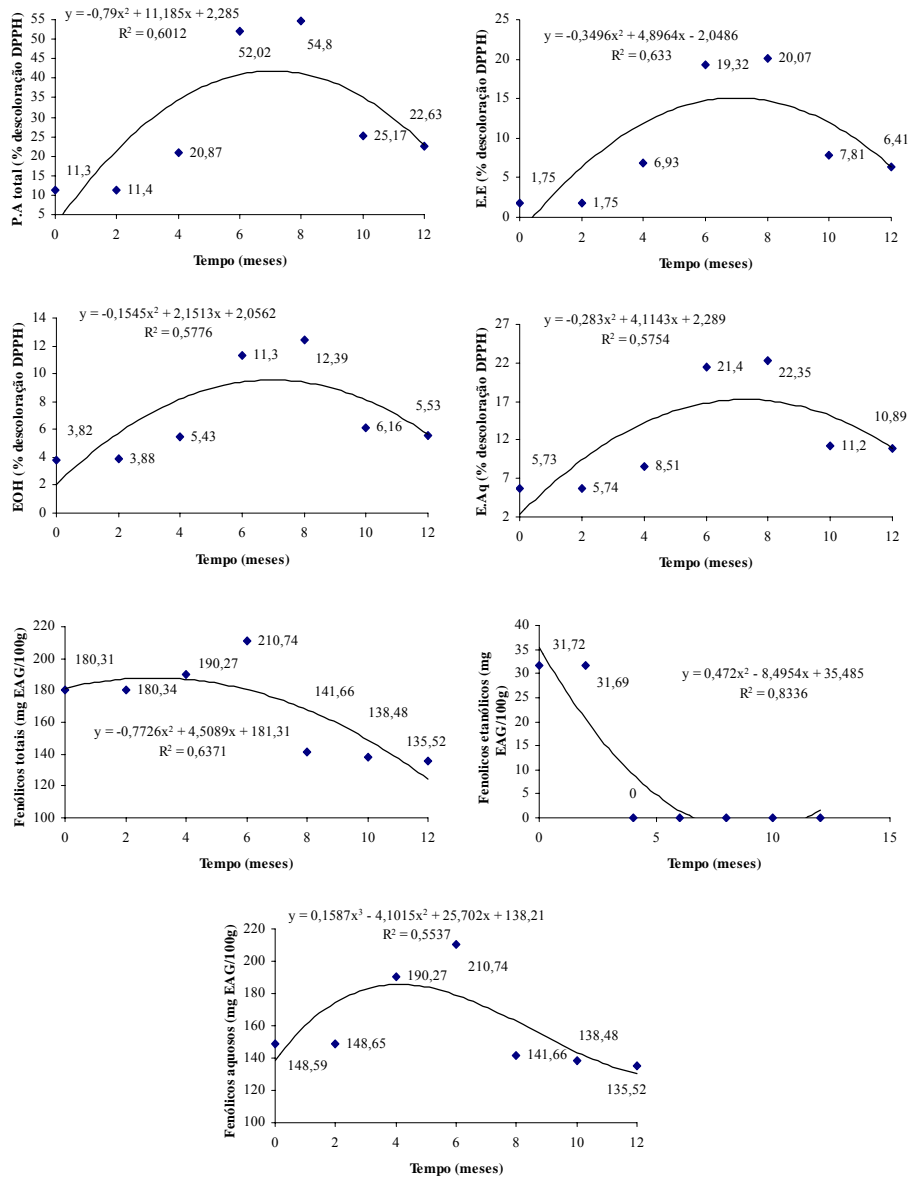


FIGURA 5. Potencial antioxidante (PA) total, extrato etéreo (EE), extrato etanólico (EOH), extrato aquoso (EA), ambos expressados em % de descoloração do radical DPPH e compostos fenólicos no extrato aquoso, no extrato etanólico e total (mgEAG*.100g⁻¹) em geléia mista de araçá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

*EAG: equivalente de ácido gálico; Padrão BHT 0,05 mg.mL⁻¹ = 96,27% e 0,1 mg.mL⁻¹ = 100%.

Observa-se incremento das substâncias antioxidantes totais (extrato etéreo, extrato etanólico e extrato aquoso) em relação ao início do experimento, apesar da queda nos seus teores após o 8º mês. O potencial antioxidante total variou de 11,3% à 22,63%, com máximo de 54,8%; as substâncias presentes no extrato etéreo variou de 1,75% à 6,41%, com máximo de 20,07%, as substâncias presentes no extrato etanólico variou de 3,82% à 5,53%, com máximo de 12,39% e, finalmente, as substâncias aquosas variaram de 5,73% à 10,89% com máximo de 22,35%. A presença de diferentes componentes antioxidantes em tecidos vegetais, como frutas e hortaliças, faz com que seja relativamente difícil mensurar a atividade antioxidante de cada componente separadamente. Os diversos solventes certificam a máxima solubilização dos antioxidantes presentes na amostra. A utilização de três solventes de diferentes polaridades, éter etílico (2,9), etanol (5,2) e água destilada (9) possibilita a solubilização de compostos mais polares (extrato aquoso), de polaridade intermediária (extrato etanólico) e apolares (extrato etéreo), segundo Borguini (2006).

Compostos típicos que possuem atividade antioxidante incluem a classe dos fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavanoides, tocoferol, fosfolipídios, ácido fítico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis (Roesler et al., 2007). Além desses, Zafrilla et al (2001) estudaram o efeito do antioxidante ácido elágico, durante o armazenamento de geléias de framboesa (*Rubus idaeus*) e verificaram que o seu teor dobrou com o processamento e continuou aumentando após 6 meses de estocagem, fato este também ocorrido com as geléias mistas, provavelmente devido a atuação deste ácido elágico, o qual encontra-se presente nas espécies do cerrado, como o marolo e araçá (Sólon et al., 2000). O aumento na capacidade antioxidante também pode ter sua origem nos produtos da reação de Maillard, como as amino-redutonas, que possuem efeito antioxidante (Fennema, 2000). Contudo, a redução no fim dos 12 meses é explicado, possivelmente, pela degradação das antocianinas em função da

temperatura acima de 20°C (a estocagem foi à 35°C), conforme estudo realizado por Wicklund et al (2005) ao avaliar a capacidade antioxidante e cor de geléia de morango durante o armazenamento, ou, ainda, pela degradação dos ácidos orgânicos, os quais possuem atividade antioxidante, reduzindo as espécies de oxigênios reativos, conforme relatado por Van den Berg et al (2003).

Com relação aos compostos fenólicos, estes foram encontrados tanto no extrato etanólico, quanto no extrato aquoso, reduzindo seu teor com o tempo de armazenamento. No início do experimento, a concentração no extrato etanólico era de 31,72 mg EAG.100g⁻¹, porém a partir de 2 meses de armazenamento, nenhuma substância antioxidante foi detectada; no extrato aquoso era de 148,59mgEAG.100g⁻¹, atingindo um máximo de 210,74mgEAG.100g⁻¹ na metade do experimento e decaindo, a seguir, até 135,52mgEAG.100g⁻¹; os compostos fenólicos totais também tiveram o mesmo comportamento, com ascensão até o 6º mês (180,3152mgEAG.100g⁻¹ à 210,7452mgEAG.100g⁻¹), com queda até o final (135,52mgEAG.100g⁻¹). Essa perda de compostos fenólicos pode ser explicada pela sua instabilidade a temperatura acima dos 23°C e próximas à 40°C (condições de temperatura à que estava submetida as geléias mistas), conforme estudos realizados por Chang et al (2006) ao avaliar o efeito da temperatura de estocagem sobre a estabilidade dos compostos fenólicos em frutas.

Os parâmetros de coloração (valor a* e valor b*) também foram influenciados pelo fator tempo (p>0,01), contudo o valor L* não sofreu influência durante o armazenamento, mantendo a média de 28,47. Os parâmetros a* e b* tiveram ascensão, conforme pode ser observado na Figura 6.

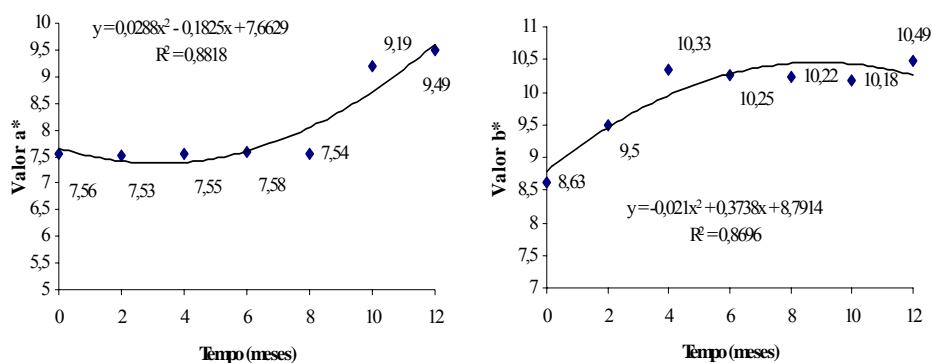


FIGURA 6. Parâmetros de coloração (valor a* e valor b*) em geléia mista de araquá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

O valor a* variou de 7,56 à 9,49 e o valor b* variou de 8,63 à 10,49. Isso pode ser explicado pela ocorrência da reação de Maillard e/ou formação de hidroximetilfurfural (HMF) com a oxidação da vitamina C. Essa substância escura foi detectada durante a estocagem de geléias de frutas à 35°C quando estudadas por Rada-Mendoza et al. (2004). Em produtos com alta concentração de açúcares redutores, esses se ligam aos aminoácidos livres ou àqueles que estão compondo as cadeias protéicas, formando compostos escuros. Em pH abaixo de 5, surge um produto intermediário que sofre desidratação, originando o HMF. Esse fato acontece durante o aquecimento, ou seja, na produção das geléias, como também durante o período de armazenamento por longos períodos. Além dos açúcares redutores, a fração carbônica pode ser originada da oxidação lipídica, alimentando, também, a reação de Maillard (Fennema, 2000). Cardoso (2008) ao estudar a estabilidade da cor de geléias de jambo

armazenadas em 25°C e 35°C por 180 dias verificou, também, ascensão nestes parâmetros, concluindo que quando as geléias são armazenadas em temperaturas a 35°C, esta sofre influencia mais expressiva no desenvolvimento do amarelo e vermelho quando comparado com temperaturas à 25°C.

Com relação aos aspectos microbiológicos, não foi observado crescimento de *Salmonella sp*, nem tão pouco de coliformes à 35°C ou à 45°C, no entanto, houve crescimento de fungos e leveduras após o armazenamento, conforme pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3: Resultados médios das análises microbiológicas em geléia de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Tempo	Fungos e leveduras (UFC.g ⁻¹) ¹	Salmonella (g.25g ⁻¹)	Coliformes 35°C (NMP.g ⁻¹) ²	Coliformes 45°C (NMP.g ⁻¹)
0	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
2	8x10 ³	Ausente	Ausente	Ausente
4	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
6	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
8	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
10	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente
12	1x10 ²	Ausente	Ausente	Ausente

¹ – UFC.g⁻¹ = unidades formadoras de colônias por grama

² – NMP.g⁻¹ = número mais provável por grama

Os fungos e leveduras são os microrganismos mais comum encontrados em produtos com alta concentração de açúcar e baixo pH, contudo os resultados apresentaram-se dentro dos limites permitidos pela RDC n°12 da ANVISA (Brasil, 2001) que estipula para geléias de frutas o máximo de 10⁴ UFC.g⁻¹ para fungos e leveduras. A redução de fungos filamentosos e leveduras durante o armazenamento pode ser devido às substâncias antinutricionais presentes na

polpa do marolo, conforme relatos de Di Stasi & Hiruma-Lima (2002). Os resultados, portanto, sugerem que houve bons procedimentos no processamento das geléias, como sanificação adequada das frutas e dos equipamentos utilizados, além da efetividade dos métodos de conservação, pois a geléia de marolo foi processada sem qualquer conservante, teve duração de 12 meses e foi aceita pelos consumidores, conforme pode ser visualizado na Figura 7.

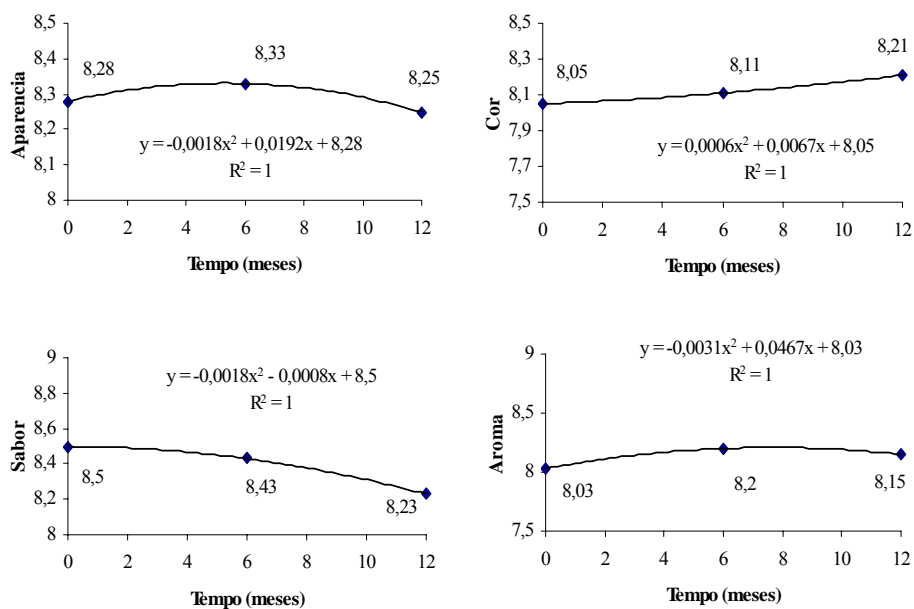


FIGURA 7. Parâmetros sensoriais (aparência, cor, sabor e aroma) avaliados pelos consumidores goianienses em geléia mista de araçá e de marolo, armazenada sob temperatura ambiente (35°C), sob abrigo de luz, durante 12 meses. UFLA, Lavras, MG e UFG, Goiânia, GO, 2009.

Observa-se que tanto a aparência quanto o aroma, receberam notas muito próximas, quer seja no início, no meio ou no fim do experimento; a cor foi mais apreciada após 12 meses de estocagem e o sabor teve ligeiro decréscimo, contudo ambos os parâmetros sensoriais avaliados obtiveram notas oito que corresponde ao “gostei muito” na escala hedônica.

Dos 390 consumidores entrevistados, 50% foram do sexo feminino e 50% do sexo masculino, fato este muito pouco observado em análises de aceitabilidade de um novo produto, pois os homens são pouco pacientes.

Dos consumidores abordados, 70,8% relataram que consomem geléia ocasionalmente, 22,3% consomem freqüentemente e apenas 6,9% nunca consomem esse tipo de produto.

A intenção de compra da geléia de marolo foi de 97,75% com somente 2,3% de rejeição. Estes relataram que nunca consumiam geléias ou estavam de dieta ou eram diabéticos ou, ainda, não tinham o costume de comer esse tipo de produto, devido ao preço elevado nas redes de supermercados.

6 CONCLUSÕES

A união do arará com o marolo na fabricação de geléia foi positiva, sendo bem aceita pelo consumidor goianiense, em todos os tempos avaliados, obtendo nota oito para os atributos aparência, cor, sabor e aroma. Contudo, mudanças ocorreram durante o período de estocagem: a umidade, o teor de lipídios, de sacarose, de pectina total, de pectina solúvel, dos compostos fenólicos e de ácidos orgânicos reduziu, contudo, o teor de proteínas, de carboidratos totais, de calorias, de açúcar solúvel total, de açúcar redutor, de fibras, pH, valor a*, valor b* e substâncias antioxidantes tiveram ascensão.

O valor L* e teor de cinzas não foram influenciados pelo fator tempo, e os parâmetros microbiológicos enquadram-se dentro das normas estabelecidas pela legislação brasileira vigente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P. de. **Cerrado**: aproveitamento alimentar. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1998. p.169.
- ARAÚJO, J.M.A. **Oxidação de lipídios**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1994. 22p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, 1995. 2v.
- BAZIMARAKENGA, B., SIMARD, R.R., LEUROX, G.D. Determination of organic acids in oil extracts by ion chromatography. **Soil Boilogy na Biochemistry**, Elmsford, v.27, p.349-356, 1995.
- BITTER, V., MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analysis Biochemistry**, New York, v. 4, p. 330-334, 1962.
- BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. Tese (Doutorado em Saúde Pública)- Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER, ME; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. U-Technology**, v.28, p.25-30, 1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução Normativa n.º 9, de 1978**. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 17 maio 2008.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília, 2005. 1018p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC ANVISA/MS n.º. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov>>. Acesso em: 04 jul. 2008.

CARDOSO, R.L. Estabilidade da cor de geleia de jambo (*Eugenia malaccensis* L.) sem casca armazenada aos 25°C e 35°C na presença e ausência de luz. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1563-1567, 2008.

CARVALHO, J.A. **Marolo: o doce sabor do cerrado**; sugestões de cultivo. Machado: Folha Machadense, 2002.

CHANG, Q.; ZUO, Z.; CHOW, M.S.S.; HO, W.K.K. Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crotaegus pinnatifida* var. Major) fruits and a hawthorn drink. **Food Chemistry**, v.98, p.426-430, 2006.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

DELLA MODESTA, R.C. **Manual de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**. Tomo 1. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA, 1994, 115p.

DEWANTO, V.; WU, X.; ADOM, K.K.; LIU, H.R. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.50, p.3010-3014, 2002.

DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas medicinais na Amazônia e Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2002. p.604.

DUBOIS, M.K.A.; GILLES, H.J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Minnesota, v.28, n.3, p.350-355, Mar. 1956.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p.231-232.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Saragoza: Acribia, 2000. 1258p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0, São Carlos, S.P, 2000. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos**...São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.235.

GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista Ciências Farmacêuticas**, v.39, p. 167-169, 2003.

GIANNAKOUROU, M.C.; TAOUKIS, P.S. Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen Green vegetables under variable storage conditions. **Food Chemistry**, London, v.83, n.1, p.33-41, 2003.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF. **Microorganisms in food**. 2ed., Toronto: University of Toronto, 1983. 436p.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washigton: National Academic 1997.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference Intakes for vitamim A, K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molibdenium, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washigton: National Academic, 2001. p.442-501.

JAIME, S.B.M. Embalagem de vidro com sistema de fechamento alternative para café solúvel. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento**, ITAL, CETEA, Campinas, v.14, n.1, p1-5, 2002.

LOPES, R.L.T. **Manual para fabricação de geleias (Série de Publicações Técnicas)**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1985.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1. Técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.91–128.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, Baltimore, v.135, p.375, 1944.

OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. 612p.

ORDONEZ, J.A.; RODRIGUES, M.I.C.; ALVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLON, D.G.D.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S.

Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1, 294p.

RADA-MENDOZA, M.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M. Furosine as indicator of Maillard reaction in jams and fruit based infant foods. **Food Chemistry**, v.50, n.14, p.4141-4145, 2002.

RADA-MENDOZA, M.; SANZ, M.L.; OLANO, A.; VILLAMIEL, M. Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit based infant foods. **Food Chemistry**, v.88, p.605-609, 2004.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.1004-1019. 2007.

Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás. **Rede meteorológica, estação 102, heliponto Goiânia**. Disponível em: <<http://www.sectec.org.go.br>>. Acesso em: 28 jan. 2009.

SILVA, F.A.; NOGUEIRA, F.D.; RIBEIRO, L.L.; GODINHO, A.; GUIMARAES, P.T.G. Exsudação de ácidos orgânicos em rizosfera de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG. v.19, p.193-196, 2001.

SILVA, N. JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A. **Manual de Métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 178p.

SNOWDON, J.A.; OLIVER, D.O. Microorganism in honey. **International Journal of Food Microbiology**, v.31, p.1-23, 1996.

SOLON, S.; LOPES, L.; SOUSA, J.R.P.T.; SHMEDA-HIRSCHMA, N.N.G. Free radical scavenging activity of *Lafoensia pacari*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.72, p.173-178, 2000.

TORREZAN, R. **Preparo caseiro de geleias**. Rio de Janeiro: Embrapa/CTAA, 1997. 15p.

VAN DEN BERG, A.J.; HALKS, S.B.; VAN HUFFORD, H.C.; HOEKSTRA, M.J.; BEUKELMAN, C.J. A novel formulation of metal ions and citric acid reduces reactive oxygen species in vitro. **Journal of Wound Care**, v.12, p.413-418, 2003.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H.J.; MARTINSEN, B.K.; STUNDFOR, M.W.; LEA, P.; BRUUM, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry Jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Food Science and Technology**, p.387-391, 2005.

WILSON, E.D.; SANTOS, A.C.; VIEIRA, E.C. Energia In: DUTRA OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição básica**. São Paulo: Savier, 1982. p.80.

WILLE, G.M.F.C.; WILLE, S.A. de C.; KOEHLER, H.S.; FREITAS, R.J.S.de; HARACEMIV, S.M.C. Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. **Revista FAE**, Curitiba, v.7, n.2, p.33-45, jul./dez. 2004

ZAFRILLA, P.; FERRERES, F.; TOMS-BARBERN, A. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jam. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.8, p.3651-3655, 2001.

ZIELISKI, H.; KOZOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.48, p.2008-2016, 2000.

ANEXO

ANEXO A

Página

FIGURA 1A	Ficha de análise sensorial realizada para os atributos aparência, cor, sabor e aroma em geléias de araçá, de marolo e da mistura (araçá e marolo) com consumidores em Goiânia, GO	171
------------------	---	-----

FICHA DE RESPOSTAS PARA TESTE ACEITAÇÃO

Sexo: () Fem () Masc **Idade:** _____ **Data:** _____

Por favor, avalie as amostras, utilizando a escala abaixo, para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.

Código da 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

Aparência _____

Cor _____

Sabor _____

Aroma _____

Frequência de consumo:

Consumo frequentemente _____

Consumo ocasionalmente _____

Nunca consumo _____

Você compraria esse tipo de produto? () Sim () Não

