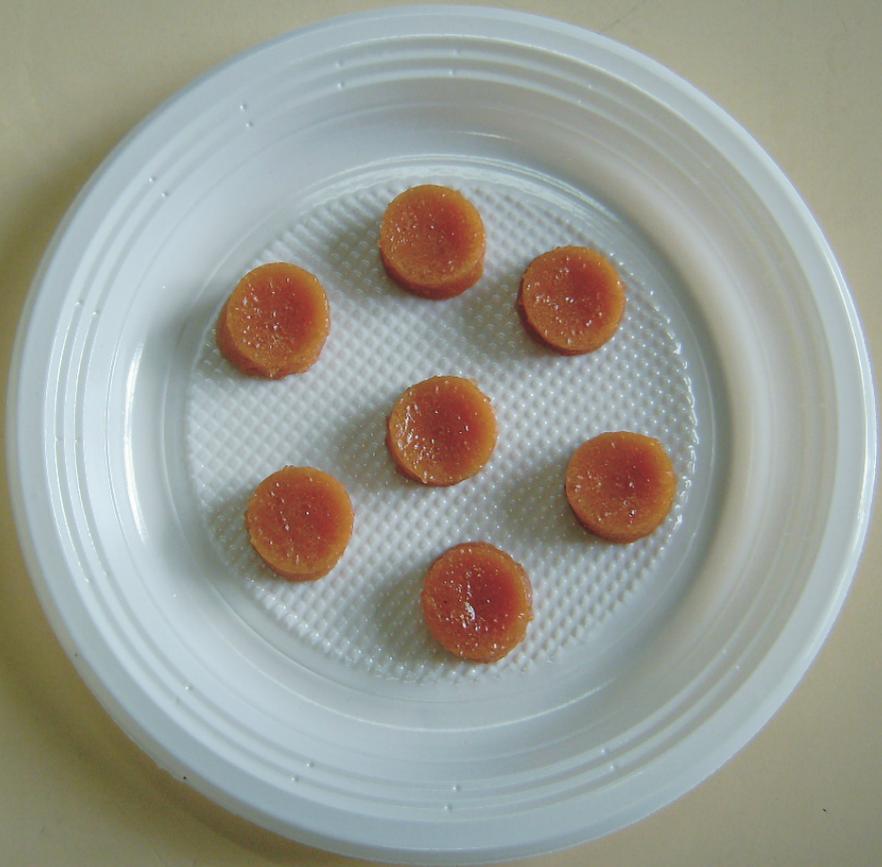


## Otimização dos Parâmetros Tecnológicos para Produção de Estruturados de Frutas Funcionais a partir de Polpa de Açaí e Mix de Taperebá com Mamão



ISSN 1517-2201  
Dezembro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 306**

### **Otimização dos Parâmetros Tecnológicos para Produção de Estruturados de Frutas Funcionais a partir de Polpa de Açaí e Mix de Taperebá com Mamão**

*Ana Vânia Carvalho*

Embrapa Amazônia Oriental  
Belém, PA  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Oriental**

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.  
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 - Belém, PA.  
Fone: (91) 3204-1000  
Fax: (91) 3276-9845  
www.cpatu.embrapa.br  
sac@cpatu.embrapa.br

**Comitê Local de Editoração**

Presidente: *Gladys Ferreira de Souza*  
Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*  
Membros: *Ana Carolina Martins de Queiroz, Luciane Chedid Melo Borges, Paulo Campos Christo Fernandes, Vanessa Fuzinato Dall'Agnol, Walkymário de Paulo Lemos*

Supervisão editorial: *Adelina Belém*  
Supervisão gráfica: *Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes*  
Revisão de texto: *Luciane Chedid Melo Borges*  
Normalização bibliográfica: *Adelina Belém*  
Editoração eletrônica: *Orlando Cerdeira Bordallo Neto*  
Foto da capa: *Ana Vânia Carvalho*

**1ª edição**

Versão eletrônica (2007)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Amazônia Oriental**

---

Carvalho, Ana Vânia

Otimização dos parâmetros tecnológicos para produção de estruturados de frutas funcionais a partir de polpa de açaí e "mix" de taperebá com mamão / por Ana Vânia Carvalho. - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

63p. : il.; 21cm. (Documentos/Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1517-2201, 306)

1. Alimentos funcionais. 2. Regulamentação. 3. Processamento açaí. 4. Processamento taperebá. 5. Processamento mamão. 6. Redução de perdas. 7. Manutenção da qualidade sensorial. 8. Manutenção da qualidade nutricional e funcional. I. Título. II. Série.

# Autor

## **Ana Vânia Carvalho**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

[anavania@cpatu.embrapa.br](mailto:anavania@cpatu.embrapa.br)



# Apresentação

Os pesquisadores e as indústrias de alimentos, até pouco tempo atrás, preocupavam-se com os aspectos nutricionais e sensoriais dos alimentos, para torná-los mais atraentes para o consumo. Atualmente, a tendência mundial é para o desenvolvimento de alimentos que apresentem, além das características anteriores, componentes ou substâncias que exerçam função fisiológica, com o intuito de reduzir o risco de doenças e promover a saúde. Esses alimentos são conhecidos como alimentos funcionais.

Os alimentos funcionais estão entre os dez principais itens que serão objeto de estudo nos próximos anos. O interesse crescente nestes alimentos aponta para a necessidade de aprofundamento das pesquisas e de regulamentação.

O presente documento é uma proposta de pesquisa elaborada durante o probatório da pesquisadora Ana Vânia Carvalho, focando o estudo de alternativas de processamento para o açaí, taperebá e mamão, frutos considerados com grande potencial funcional. O trabalho propõe o processamento dos frutos por meio da estruturação com geleificantes, visando à redução de perdas pós-colheita, manutenção da qualidade sensorial, nutricional e funcional, além do efeito do processamento na qualidade funcional do produto final.

Espera-se, com este trabalho preliminar, despertar a atenção para o potencial de frutas tropicais como alimentos funcionais e da importância de alimentos que oferecem proteção especial à saúde, principalmente em virtude de uma população sempre crescente de idosos e da preocupação, tanto da população em geral quanto do governo, na prevenção de doenças crônicas e degenerativas.

*Jorge Alberto Gazel Yared*

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

# Sumário

<b>Otimização dos Parâmetros Tecnológicos para Produção de Estruturados de Frutas Funcionais a partir de Polpa de Açaí e Mix de Taperebá com Mamão.....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>11</b>
Objetivo geral .....	11
Objetivos específicos .....	11
<b>Revisão bibliográfica.....</b>	<b>11</b>
Açaí.....	11
Taperebá.....	13
Mamão .....	14
Alimentos Funcionais.....	14
Frutas estruturadas.....	15
Possíveis alterações no estruturado .....	18

<b>Material e métodos</b> .....	20
Material .....	20
Extração da polpa dos frutos.....	20
Caracterização físico-química das polpas obtidas .....	22
Desenvolvimento das formulações de frutas estruturadas .....	22
Caracterização físico-química dos estruturados .....	26
<b>Resultados e discussão</b> .....	28
Extração das polpas dos frutos .....	28
Caracterização físico-química das polpas de açaí, taperebá e mamão .....	29
Desenvolvimento das formulações de frutas estruturadas .....	31
<b>Conclusões</b> .....	54

# Otimização dos Parâmetros Tecnológicos para Produção de Estruturados de Frutas Funcionais a partir de Polpa de Açaí e Mix de Taperebá com Mamão

---

*Ana Vânia Carvalho*

## Introdução

Problemas de conservação são grandes entraves para que frutos de regiões consideradas distantes dos grandes centros industriais, como é o caso do Estado do Pará, tenham seus produtos e sabores considerados “exóticos” e relativamente desconhecidos, difundidos para outras regiões do País, além do exterior. Hoje, o grande desperdício de alimentos in natura traz a necessidade de novas tecnologias que possam aumentar a vida de prateleira desses alimentos, favorecendo a manutenção de sua qualidade sensorial, nutricional e microbiológica por um período de tempo maior. Dentre as técnicas de processamento, a estruturação de polpa de frutas representa uma inovação na área de alimentos, com resultados bastante promissores. Além disso, o processamento adequado de matérias-primas in natura dentro do próprio estado possibilita a ampliação e o fornecimento de maiores riquezas e divisas para a indústria local.

O potencial das frutas tropicais, como o açaí, o taperebá e o mamão, no emprego de estruturados de frutas, é promissor. Além da possibilidade de obtenção de um produto conveniente e com alta qualidade nutri-

cional e sensorial, tem-se, ainda, a redução de perdas durante o período de safra. Sabe-se que as frutas desenvolvidas em regiões tropicais apresentam problemas especiais na manipulação pós-colheita. A umidade e as temperaturas elevadas, comumente encontradas nas regiões tropicais, agravam a deterioração pós-colheita da fruta por bolores.

Ressalta-se, ainda, que tanto o açaí como o taperebá e o mamão são frutos que apresentam apelo funcional bastante significativo, com teores consideráveis de substâncias fenólicas totais, antocianinas, taninos e carotenóides. Segundo Sgarbieri e Pacheco (1999), alimento funcional é qualquer alimento, natural ou preparado pelo homem, que contenha uma ou mais substâncias classificadas como nutrientes ou não-nutrientes, capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos à saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônicas e/ou degenerativas e melhorar a qualidade e a expectativa de vida das pessoas. São efeitos que vão além da função meramente nutricional há muito conhecida, qual seja, a de fornecer energia e nutrientes essenciais em quantidades equilibradas para a promoção do crescimento normal e evitar desequilíbrios nutricionais.

Em vista da grande importância de manter as características sensoriais, nutricionais e funcionais das frutas, além de ofertar produtos que sejam convenientes no seu consumo, faz-se necessário criar alternativas de processamento para as mesmas, visando não só a manutenção da qualidade, mas também a redução de perdas pós-colheita. Assim, acredita-se que o processamento de frutas como açaí, taperebá e mamão, por meio da estruturação com geleificantes, seja uma boa opção para a manutenção de suas características desejáveis, reduzindo os desperdícios que ocorrem por ocasião das grandes safras, quando as frutas alcançam preços muito baixos no mercado da fruta fresca, além de oferecer produtos inovadores, convenientes e de maior valor agregado.

## Objetivos

### Objetivo geral

Investigar os parâmetros para a estruturação de polpa de açaí e de um “mix” de mamão com taperebá, avaliando o efeito da combinação de diferentes hidrocolóides nas características do gel de fruta, visando a possibilidade de desenvolver novos produtos ricos em compostos funcionais e ampliar o campo de aproveitamento e industrialização dessas frutas tropicais.

### Objetivos específicos

- Caracterização físico-química do açaí, taperebá e mamão in natura, dando ênfase aos compostos funcionais (taninos, antocianinas e carotenóides).
- Desenvolver estruturado a partir de polpa de açaí, testando diferentes combinações de alginato, pectina de baixa metoxilação e gelatina, otimizando os parâmetros tecnológicos via metodologia de superfície de respostas.
- Desenvolver estruturado a partir de polpa de taperebá e mamão, testando diferentes combinações de alginato, pectina de baixa metoxilação e gelatina, otimizando os parâmetros tecnológicos via metodologia de superfície de respostas.
- Determinar as características físico-químicas dos estruturados obtidos.
- Avaliar a perda de compostos funcionais (taninos, antocianinas e carotenóides) decorrente do processo de estruturação das polpas.
- Avaliar sensorialmente os estruturados obtidos, por meio de testes de aceitação e intenção de compra.

## Revisão bibliográfica

### Açaí

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativo da Amazônia Brasileira e o Estado do Pará é o principal centro de dispersão natural dessa palmácea

(NOGUEIRA et al., 2005). Seus frutos são utilizados na produção da polpa de açaí, um alimento muito consumido pelas populações regionais. No entanto, um crescimento de demanda no mercado nacional foi observado nos últimos anos, despertando grande interesse em investimentos e pesquisas sobre o assunto (ALEXANDRE et al., 2004). Este aumento pode ser atribuído às propriedades nutricionais e ao valor calórico do açaí, pois este é um alimento rico em proteínas, fibras, lipídios, minerais como manganês, cobre, boro e cromo e vitamina E, um antioxidante natural que atua na eliminação dos radicais livres. Além disso, este fruto possui elevado teor de pigmentos antocianinas. As antocianinas são substâncias pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos, que possuem a capacidade de reagir com radicais livres e exercer funções antioxidantes no organismo, favorecendo a circulação sanguínea e protegendo o organismo contra efeitos carcinogênicos e aterogênicos (ROGEZ, 2000; PIMENTEL et al., 2005). Essas características sugerem bons prognósticos comerciais para a exportação da polpa de açaí, inclusive para os mercados de elevado poder aquisitivo do Hemisfério Norte (PEREIRA et al., 2003).

O açaí quando não submetido a processos de conservação tem a vida de prateleira muito curta, no máximo 12 horas, mesmo sob refrigeração. A sua alta perecibilidade pode estar associada, principalmente, à elevada carga microbiana presente no fruto, causada por condições inadequadas de colheita, acondicionamento, transporte e processamento. Os bolores e leveduras estão presentes naturalmente na superfície dos frutos de açaizeiro, enquanto as contaminações por coliformes fecais, salmonelas e outros microrganismos patogênicos são decorrentes de seu manuseio inadequado. Além desses fatores externos, o processo de degradação do açaí decorre, também, de reações enzimáticas, responsáveis por mudanças nas propriedades sensoriais e nutricionais, com destaque para as enzimas peroxidase e polifenoloxidase (SOUSA et al., 1999; NOGUEIRA et al., 2005).

## Taperebá

O taperebá, fruto originário de árvore frutífera tropical e perene, apresenta grande aceitação no mercado, sendo considerado bastante saboroso e nutritivo. Trata-se de espécie que sobrevive de forma silvestre, cuja exploração é feita de modo extrativista (SACRAMENTO; SOUSA, 2000; BOSCO et al., 2000).

Além da importância regional, o taperebá vem ganhando um papel de destaque no agronegócio brasileiro, com o desenvolvimento de novos produtos e a comercialização em maior escala de sua polpa (SACRAMENTO; SOUSA, 2000).

No fruto, encontra-se elevado teor de carotenóides, que dão à sua polpa, além de uma intensa coloração amarela, um apelo funcional bastante significativo (MATTIETTO, 2005). O taperebá também é um fruto rico em taninos. A elevada associação entre o consumo de alimentos vegetais ricos em taninos e a menor incidência de determinados tipos de doenças crônico-degenerativas, observadas em vários grupos populacionais, têm estimulado a pesquisa científica a explorar possíveis propriedades funcionais dessas substâncias no organismo humano. Entretanto, evidências científicas reais que apontem para a elucidação de tais interações fisiológicas ainda não foram devidamente esclarecidas (TIRAPEGUI; CASTRO, 2001).

Bravo (1998) cita que o interesse em compostos fenólicos, entre eles os taninos e as antocianinas, tem aumentado, principalmente pela capacidade antioxidante dos mesmos e por suas possíveis implicações na saúde humana, tais como no tratamento e prevenção do câncer, doenças cardiovasculares e outras patologias.

## Mamão

O mamão (*Carica papaya*) é nativo da América tropical e hoje é amplamente conhecido na Índia, Sri Lanka, Arquipélago Malaio, América Central, Havai e Antilhas. É disponível para o consumo ao longo de todo o ano e tem boa aceitabilidade entre crianças e adultos. É considerado um fruto com boas características sensoriais e nutricionais, apresentando teores consideráveis de carotenóides totais, vitamina C, sais minerais e carboidratos (SENTANIN; AMAYA, 2007).

Sua maior produção está no Brasil, Peru, Venezuela e Filipinas. No Brasil, a maior parte da produção é consumida na forma in natura e apenas uma pequena parte é industrializada. A industrialização do mamão constitui-se na melhor opção para minimizar as pesadas perdas que ocorrem por ocasião das grandes safras, quando as frutas alcançam preços muito baixos no mercado da fruta fresca (GRIZOTTO et al., 2005b).

## Alimentos funcionais

Alimento funcional é qualquer alimento, natural ou preparado pelo homem, que contém uma ou mais substâncias, classificadas como nutrientes ou não-nutrientes, capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos à saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônicas e/ou degenerativas e melhorar a qualidade e a expectativa de vida das pessoas. São efeitos que vão além da função meramente nutricional há muito conhecida, qual seja, a de fornecer energia e nutrientes essenciais em quantidades equilibradas para a promoção do crescimento de vitaminas e minerais essenciais. Esses alimentos sempre foram considerados como reguladores do metabolismo. Do ponto de vista das propriedades funcionais fisiológicas, têm sido altamente recomendados pela sua riqueza em vitamina C, carotenóides, substâncias fenólicas, substâncias sulfuradas, dentre muitos outros que, pela ação antioxidante, limpadora de radicais livres e seqüestrante de carcinógenos e de seus meta-

bólitos, exercem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem precocemente a doenças e ao envelhecimento.

Os carotenóides são pigmentos naturais com coloração variando do amarelo ao vermelho, amplamente distribuídos na natureza, que têm sido largamente utilizados como corantes em alimentos, bebidas, cosméticos e rações animais (KRYNSKY, 1994).

Entre os frutos estudados neste projeto, o taperebá e o mamão podem ser considerados fontes desse composto funcional. Embora os carotenóides possuam importante atividade como pró-vitamina A, podem desempenhar também, ao lado de outros carotenóides não precursores dessa vitamina, outras funções no organismo em virtude da sua função antioxidante, anti-mutagênica e por seu efeito imunomodulador (PIMENTEL et al., 2005).

A antocianina, pigmento responsável pela cor característica do açaí, constitui uma importante substância do grupo dos compostos fenólicos. Atualmente, numerosos estudos mostraram que vários compostos fenólicos presentes nos alimentos possuem efeitos anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, anti-viral, antialérgico, antitrombótico e antioxidante (PIMENTEL et al., 2005).

Os taninos, também pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos e amplamente encontrados em vários frutos, são geralmente substâncias fortemente adstringentes que têm a capacidade de ligar-se a proteínas, formando precipitados (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Entre as propriedades funcionais dos taninos, pode-se citar a atividade anticariogênica, antioxidante, ação bactericida e fungicida, atividade anticarcinogênica e menor incidência de doença coronariana (SGARBIERI; PACHECO, 1999; TIRAPEGUI; CASTRO, 2001).

## **Frutas estruturadas**

As frutas desenvolvidas em regiões tropicais apresentam problemas especiais na manipulação pós-colheita. A umidade e as temperaturas elevadas, comu-

mente encontradas nas regiões tropicais, agravam a deterioração pós-colheita da fruta por bolores. O transporte de frutas a baixas temperaturas não é frequentemente possível, e mesmo que fosse, muitas frutas tropicais são suscetíveis a danos causados pelo frio (SANTOS, 2003). Assim, consideráveis pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de produzir polpa de frutas reformuladas que lembram a textura original da fruta (WEINER; NUSSINOVITCH, 1994).

A fruta estruturada pode ser considerada um exemplo de industrialização de matérias-primas de baixo custo, oriundas de frutas que se encontram fora da classificação para comercialização no mercado in natura, bem como de excedentes de produção durante o período de safra. Esses produtos requerem um agente texturizante, geralmente o alginato puro ou em mistura com outros texturizantes como a pectina, proporcionando textura adequada ao produto final (GRIZOTTO et al., 2005a).

Estruturados de frutas são produtos obtidos por desidratação do purê devidamente formulado para obtenção de um produto nutritivo, com boa textura, sabor e cor; o purê é normalmente espalhado em bandejas a uma espessura de cerca de 4,5 mm e seco até que uma consistência mastigável e agradável se desenvolva. O produto resultante é leve e, para muitas frutas, saboroso (MORLEY; SHARMA, 1986).

Esses produtos podem ser utilizados na formulação de produtos de confeitaria, alimentos congelados, ou mesmo consumidos na forma em que se apresentam, como um confeito, similarmente às barras de frutas (*fruit bar*) também conhecidas como “couro” de frutas (*leather fruit*) (VIJAYANAND et al., 2000). O “couro” de frutas é um produto de confeitaria resultante da superposição de lâminas de purê de frutas desidratadas, de textura coriácea, largamente consumido na Índia (VIJAYANAND et al., 2000).

A produção dos produtos estruturados ocorre por meio de geleificação. Esse aspecto faz também com que o produto final apresente maior retenção

de suas características nutricionais e sensoriais. Por não precisar da etapa de açucaramento, a utilização de hidrocolóides permite a obtenção de produtos isentos ou com baixas concentrações de açúcar (FREITAS, 1999).

Há alguns anos que processos para a elaboração de análogos de pedaços de frutas são desenvolvidos (GRAHAN, 1977). Uma patente dos EUA (MORLEY; SHARMA, 1986), para a produção de estruturados de frutas com altos teores de fibra, envolve mistura de frutose, xarope de glicose com pectina e gomas de xantanas. Estruturados produzidos por esta patente envolvem desidratação em torno de 50 °C por 1 hora, diferentemente dos estruturados de maçã produzidos no Canadá, com desidratação acima de 80 °C por 4 horas (MOYLS, 1981).

Várias frutas vêm sendo testadas para a elaboração desse tipo de produto e uma ampla diversidade de hidrocolóides é disponível, atualmente, para esse fim (COSTELL et al., 1995) .

Frutas tropicais não são usadas nos EUA e Canadá como base para a produção de estruturados de frutas. Porém Rao e Roy (1980) produziram satisfatoriamente um estruturado de manga e Chan e Cavaletto (1978) produziram um estruturado de mamão secando o purê da fruta.

Novos produtos vêm sendo desenvolvidos por meio desse processo, inclusive com a adição de polpa de fruta para que o produto final seja ainda mais semelhante à fruta original. Entretanto, essa nova descoberta é cuidadosa, já que, dependendo de sua natureza e teor adicionado, a polpa de fruta poderá enfraquecer demasiadamente o gel formado, podendo até mesmo promover o seu colapso (WEINER; NUSSINOVITCH, 1994)

Os procedimentos de estruturação descritos por diversos pesquisadores (BELLARDE, 1995; FREITAS, 1999; KALENTUK, et al., 1990; MOUQUET et al., 1997; NUSSINOVITCH et al., 1991) ainda apresentam limitações. É consen-

so que a adição de quantidade relativamente elevada de polpa de fruta tende a enfraquecer o gel e o produto final apresenta textura pastosa e de qualidade inadequada (MOUQUET et al., 1992; NUSSINOVITCH; PELEG 1995).

A introdução de uma pequena quantidade de cálcio leva a um aumento na viscosidade. Quando a proporção de cálcio é elevada, a solução torna-se mais viscosa e desenvolve uma estrutura geleificada. Maiores teores de cálcio resultam no aumento da força do gel, mas acima de um certo limite os géis se quebram (PAPAGEORGIU et al., 1994).

A velocidade de formação, a qualidade e a textura dos géis resultantes podem ser controladas pela solubilidade e adequação da fonte de cálcio (PAPAGEORGIU et al., 1994). Segundo Weiner e Nussinovitch (1994), em altos níveis de cálcio, os géis caracterizam-se como termorresistentes. Os autores relatam também que o gel com alto teor de cálcio torna-se frágil e tende à sinerese. Eles ressaltam que a quantidade de cálcio para a geleificação varia com o pH e, na presença de ácido, os sais de cálcio ficam mais solúveis, necessitando, portanto, de menor quantidade.

A adição de sacarose promove géis mais firmes e mais resistentes à ruptura do que aqueles isentos dela (FISZMAN; DURAN, 1992). A adição de açúcar provavelmente aumenta a atração intermolecular do polímero, mas pode causar uma falta de homogeneidade a altas concentrações (WEINER; NUSSINOVITCH, 1994).

## **Possíveis alterações no estruturado**

Muitas causas de deterioração pós-colheita podem ser eliminadas por controle da atividade de água ( $A_w$ ) do tecido da fruta. Abaixo de  $A_w$  de 0,62, a maioria dos bolores, leveduras e bactérias não pode crescer e deteriorar o produto. Além disso, reações enzimáticas a baixas atividades de água procedem a uma taxa desprezível (SANTOS, 2003).

Os bolores e leveduras osmofílicas são os microorganismos que apresentam maior importância na deterioração de produtos concentrados com baixos valores de atividade de água, como é o caso de balas e confeitos ou mesmo produtos de umidade intermediária. Os bolores xerofílicos são distintos dos outros fungos pela habilidade de crescerem em produtos mais secos ou concentrados, ou seja, na presença de altos níveis de sólidos solúveis (TEIXEIRA; JARDIM, 1996).

A degradação da cor também pode ocorrer durante a estocagem dos produtos, podendo ser um dado importante na determinação da vida de prateleira. Esta degradação da qualidade pode ser decorrente da presença de luz, aumento de temperatura ou absorção de água (TEIXEIRA; JARDIM, 1996).

A sinerese é um problema freqüentemente verificado em géis de polpa de frutas, resultando na liberação da água retida na matriz do gel (FIZMAN; DURAN, 1992).

A umidade superficial das frutas estruturadas provocada pela exsudação de líquidos proporciona condições para o desenvolvimento microbiano e a adesividade superficial dificulta a sua aplicação como um produto pronto para consumo. A intensidade da sinerese pode ser utilizada como um indicador da estabilidade do gel (FIZMAN; DURAN, 1992).

Uma alternativa ainda pouco explorada para minimizar o problema da sinerese em produtos estruturados seria a remoção da umidade por meios físicos como a secagem. A secagem, além de reduzir o nível de água livre, essencial para a estabilização microbiológica do produto, também contribui para melhorar a sua textura (OWEN; TUNG, 1991).

A textura é considerada o atributo sensorial que mais influencia a aceitabilidade de produtos processados. Entretanto, há carência de informações sobre os procedimentos tecnológicos empregados, a correta formulação

dos ingredientes usados na elaboração de produtos estruturados e o efeito da secagem na textura dos produtos estruturados (AMERINE et al., 1965).

## Material e métodos

### Material

Os frutos de mamão e taperebá foram adquiridos em feiras livres da cidade de Belém, PA. Já o açaí cultivar BRS-PA foi adquirido de pomares da Embrapa Amazônia Oriental. Para todos os frutos, o estágio de maturação encontrava-se adequado para consumo ou processamento.

Os hidrocolóides utilizados para as formulações de frutas estruturadas foram: pectina de baixa metoxilação (CP KELKO, Brasil), gelatina 180 Bloom (REBIÉRE, Brasil) e alginato de sódio (VETEC, Brasil). Os coadjuvantes tecnológicos utilizados no processo de estruturação das polpas foram fosfato de cálcio bibásico ( $\text{CaHPO}_4$ ) (VETEC, Brasil), glicerina ( $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ) (VETEC, Brasil) e sacarose refinada comercial (UNIÃO, Brasil).

### Extração da polpa dos frutos

Inicialmente, realizou-se uma seleção para escolha dos frutos sadios, rejeitando-se aqueles com podridões e outros defeitos que poderiam comprometer a qualidade do produto final.

Os frutos selecionados foram submetidos a lavagem em água corrente e, em seguida, sanitizados por imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio. Para o mamão, a concentração da solução foi de  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  e imersão durante 20 minutos. Para os frutos de açaizeiro, utilizou-se solução sanitizante a  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  durante 30 minutos e para o taperebá  $30 \text{ mg.L}^{-1}$  durante 20 minutos. Posteriormente, foi realizado o enxágüe dos frutos em solução de hipoclorito a  $5 \text{ mg.L}^{-1}$ .

A sanitização dos equipamentos e utensílios utilizados foi realizada com solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L<sup>-1</sup>.

Os frutos de taperebazeiro foram submetidos ao despulpamento em extrator de pás da marca ITAMETAL, modelo bonina 0.2, com peneira de diâmetro equivalente a 1 mm de abertura de malha. O despulpamento dos mamões foi realizado manualmente com auxílio de faca e colher de aço inoxidável, sendo a polpa obtida triturada em liqüidificador. Para o despulpamento do açaí, utilizou-se extrator vertical de pás da marca MB Braesi, com peneira de diâmetro equivalente a 0,7 mm de abertura de malha e capacidade de 2 Kg de fruto por batelada.

As polpas obtidas foram armazenadas em sacos de polietileno e congeladas a -18 °C até o momento da utilização.

Por ocasião do processamento dos estruturados, a polpa de açaí foi pasteurizada em sistema de pasteurização contínuo de pequena escala, montado com serpentinas de aço inoxidável de 6 m de comprimento com 0,45 mm de diâmetro, mangueiras plásticas de grau alimentício, banho de pré-aquecimento, banho de retenção com controle de temperatura constante e bomba peristáltica com controle de velocidade de fluxo. O sistema foi idealizado pela Dra. Rafaella de Andrade Mattietto.

Em resumo, o funcionamento do sistema se dá pela passagem da polpa de açaí pela bomba peristáltica, que a impulsiona por todo o sistema, de acordo com a velocidade aplicada. A polpa passa pela primeira serpentina dentro de um banho com temperatura de 5 °C abaixo da desejada. Assim, o produto pré-aquecido é conduzido para a segunda serpentina (de retenção), a qual é mantida dentro de um banho com a temperatura exata de pasteurização. O tempo que o produto leva para percorrer a serpentina é garantido por meio do controle da velocidade. Assim, tem-se o binômio de pasteurização desejado, sendo no presente trabalho de 90 °C por 60 segundos.

Vários ensaios preliminares foram realizados para garantir o perfeito funcionamento do sistema, levando-se em consideração a viscosidade da polpa de açaí, comprimentos das serpentinas e fluxo alcançado por meio da bomba. Fez-se o controle de temperatura em todos os pontos do sistema, para verificação da eficiência do processo.

## **Caracterização físico-química das polpas obtidas**

As polpas de açaí, taperebá e mamão foram caracterizadas quanto ao pH (AOAC, 1997), acidez titulável (AOAC, 1997), sólidos solúveis (AOAC, 1997), atividade de água (medição direta em analisador de atividade de água marca DECAGON, modelo Pawkit), umidade (AOAC, 1997), cinzas (AOAC, 1997), proteínas (AOAC, 1997), lipídios (BLIGH; DYER, 1959), fibras (método de detergência, com extração das fibras com detergente ácido a quente, segundo GOERING; VAN SOEST, 1970), carboidratos (calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas; os valores de carboidratos incluem a fibra), açúcares totais e redutores [por LANE e EYNON (titulação de oxidação-redução), segundo AOAC, 1984] e taninos (extração segundo BISPO, 1989 e quantificação pelo método colorimétrico de Folin-Denis nº 952.03 da AOAC, 1997). As polpas de taperebá e mamão foram ainda caracterizadas quanto ao teor de carotenóides totais (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1994) e a polpa de açaí quanto ao teor de antocianinas (WROLSTAD, 1976).

## **Desenvolvimento das formulações de frutas estruturadas**

### **Planejamento experimental**

Foram elaborados os estruturados de açaí e os estruturados mistos de taperebá e mamão (50 % polpa de taperebá e 50 % polpa de mamão), testando-se diferentes combinações de alginato ( $X_1$ ), pectina de baixa metoxilação ( $X_2$ ) e gelatina ( $X_3$ ), otimizados por meio de delineamento fatorial completo  $2^3$  (NETO et al., 1996), tendo como respostas: atividade de água ( $Y_1$ ), firmeza ( $Y_2$ ), sólidos solúveis ( $Y_3$ ) e pH ( $Y_4$ ).

As Tabelas 1 e 2 mostram o planejamento experimental a ser adotado nos testes dos agentes de textura.

**Tabela 1.** Agentes de textura variando de acordo com os níveis codificados.

Variáveis independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	-1,68	-1	0	+1	+1,68
X <sub>1</sub> (alginato g/Kg)	1,6	5	10	15	18,4
X <sub>2</sub> (pectina BM g/Kg)	3,2	5	15	30	36,8
X <sub>3</sub> (gelatina g/Kg)	16	50	100	150	184

As faixas de variação entre os limites inferior e superior de cada variável independente foram estabelecidas de acordo com testes preliminares e dados encontrados na literatura para estruturados de frutas.

**Tabela 2.** Quadro de ensaios do planejamento 2<sup>3</sup> contendo 3 pontos centrais e 6 axiais.

X <sub>1</sub> (Alginato em g/Kg)	X <sub>2</sub> (Pectina de BM g/Kg)	X <sub>3</sub> (Gelatina g/Kg)
(-1)	5	(-1)
(+1)	15	(-1)
(-1)	5	(+1)
(+1)	15	(+1)
(-1)	5	(-1)
(+1)	15	(-1)
(-1)	5	(+1)
(+1)	15	(+1)
(0)	10	(0)
(0)	10	(0)
(0)	10	(0)
(-1,68)	1,6	(0)
(+1,68)	18,4	(0)
(0)	10	(-1,68)
(0)	10	(+1,68)
(0)	10	(0)
(0)	10	(-1,68)
(0)	10	(+1,68)

O fluxograma de processamento dos estruturados de frutas pode ser visualizado na Fig. 1.

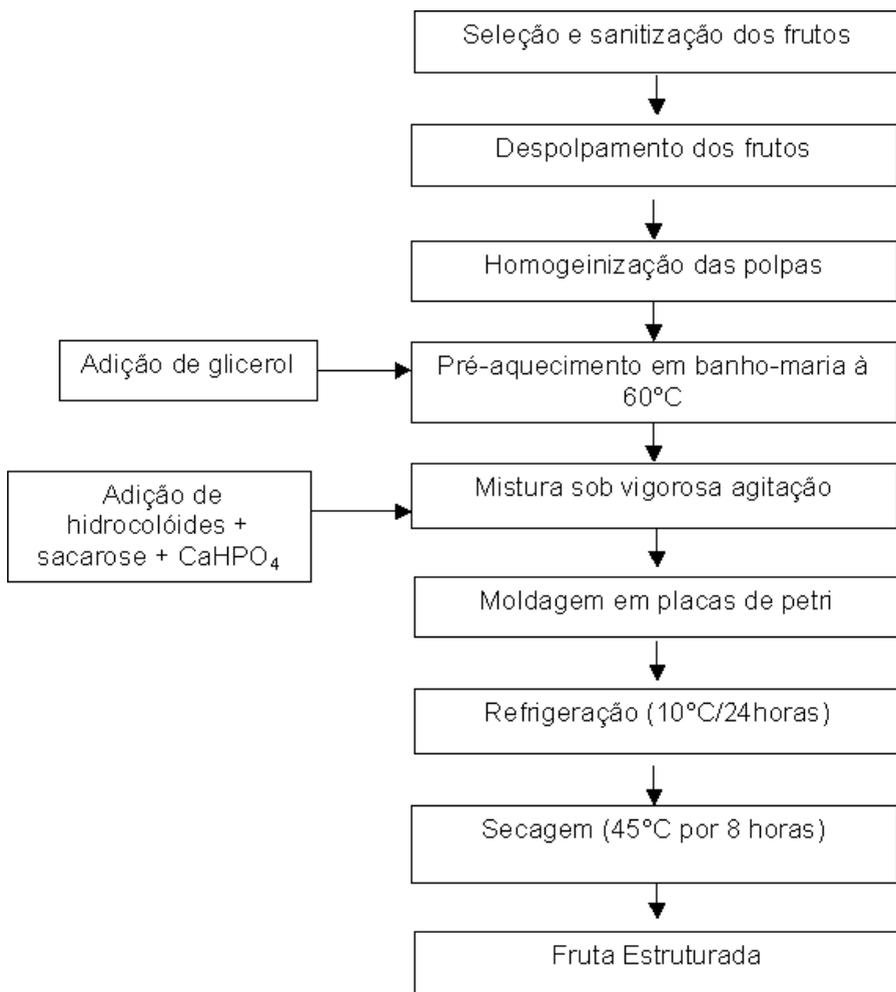


Fig. 1. Fluxograma para o processamento de fruta estruturada.

## **Avaliação do planejamento fatorial**

Todas as respostas do planejamento experimental [firmeza ( $Y_1$ ), sólidos solúveis ( $Y_2$ ), pH ( $Y_3$ ) e atividade de água ( $Y_4$ )] foram analisadas de acordo com Neto et al. (1996) com o auxílio do software *Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995).

### **Firmeza ( $Y_1$ )**

Os 17 ensaios foram submetidos à análise de firmeza, determinada por medição direta em reômetro da marca Sun Rheo Tex, modelo SD-700 (Tóquio, Japão), utilizando-se haste esférica de 5 mm de diâmetro, fixando-se a distância percorrida em 4,5 mm, sendo os resultados expressos em grama (g).

### **Sólidos solúveis ( $Y_2$ )**

Determinado com auxílio de refratômetro digital da marca ATAGP, modelo PR-101, segundo método n° 932.12 da AOAC (1997).

### **pH ( $Y_3$ )**

Determinado com auxílio de pHmetro da marca HORIBA, modelo F-21, segundo método no 981.12 da AOAC (1997).

### **Atividade de água ( $Y_4$ )**

Obtida por medição direta em analisador de atividade de água, marca DECAGON, modelo Pawkit. Para a calibração do equipamento, foi utilizada solução padrão de cloreto de sódio 6,0 molal com atividade de água de 0,760 e solução padrão de cloreto de lítio 13,41 molal com atividade de água de 0,250. As medições foram realizadas à temperatura de 24 °C.

## **Avaliação sensorial**

Selecionou-se, a partir dos resultados obtidos do planejamento experimental, duas formulações de estruturado de açaí e duas formulações de estruturado misto de taperebá e mamão, as quais foram analisadas sensorialmente. A avaliação sensorial foi realizada por 40 provadores não treinados, funcionários e estagiários da Embrapa Amazônia Oriental. Empregou-se o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo) (STONE; SIDEL, 1993). As amostras de estruturados de frutas foram apresentadas monadicamente aos potenciais consumidores à temperatura ambiente, em pratos plásticos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos e avaliadas quanto a textura, sabor, impressão global e intenção de compra.

O modelo de ficha sensorial utilizada no teste de aceitação está apresentada na Fig. 2.

## **Caracterização físico-química dos estruturados**

A formulação de estruturado de açaí e a de estruturado misto de taperebá e mamão, selecionadas por meio da avaliação sensorial, foram analisadas quanto a pH (AOAC, 1997), acidez titulável (AOAC, 1997), sólidos solúveis (AOAC, 1997), atividade de água (medição direta em analisador de atividade de água), umidade (AOAC, 1997), cinzas (AOAC, 1997), proteínas (AOAC, 1997), lipídios (BLIGH; DYER, 1959), fibras (método de detergência, segundo GOERING; VAN SOEST, 1970), açúcares totais e redutores (por LANE; EYNON - titulação de oxirredução -, segundo AOAC, 1984), carboidratos (calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas. Os valores de carboidratos incluem a fibra), valor energético total [pela equação  $VET=(Cx4)+(Ax4)+(Bx9)$ , em que C: carboidratos, A: proteína total e B: extrato etéreo] e taninos (extração segundo BISPO, 1989, e quantifica-

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Contato: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2007

AMOSTRA NÚMERO \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra codificada de **ESTRUTURADO MISTO DE TAPEREBÁ E MAMÃO**. Por favor, prove a amostra e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da **TEXTURA** da mesma.

- ( ) 9. Gostei muitíssimo
- ( ) 8. Gostei muito
- ( ) 7. Gostei moderadamente
- ( ) 6. Gostei ligeiramente
- ( ) 5. Nem gostei, nem desgostei
- ( ) 4. Desgostei ligeiramente
- ( ) 3. Desgostei moderadamente
- ( ) 2. Desgostei muito
- ( ) 1. Desgostei muitíssimo

Agora, por favor, avalie a amostra em relação ao atributo **SABOR** e indique na escala abaixo:

- ( ) 9. Gostei muitíssimo
- ( ) 8. Gostei muito
- ( ) 7. Gostei moderadamente
- ( ) 6. Gostei ligeiramente
- ( ) 5. Nem gostei, nem desgostei
- ( ) 4. Desgostei ligeiramente
- ( ) 3. Desgostei moderadamente
- ( ) 2. Desgostei muito
- ( ) 1. Desgostei muitíssimo

Agora avalie a amostra em relação ao atributo **IMPRESSÃO GLOBAL**, e indique na escala abaixo:

- ( ) 9. Gostei muitíssimo
- ( ) 8. Gostei muito
- ( ) 7. Gostei moderadamente
- ( ) 6. Gostei ligeiramente
- ( ) 5. Nem gostei, nem desgostei
- ( ) 4. Desgostei ligeiramente
- ( ) 3. Desgostei moderadamente
- ( ) 2. Desgostei muito
- ( ) 1. Desgostei muitíssimo

Com base na sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo, sua atitude se você encontrasse esta amostra à venda. Se eu encontrasse este **ESTRUTURADO MISTO DE TAPEREBÁ E MAMÃO** à venda eu:

- certamente compraria
- possivelmente compraria
- talvez comprasse/talvez não comprasse
- possivelmente não compraria
- certamente não compraria

Comentários: \_\_\_\_\_ *OBRIGADA!*

**Fig. 2.** Ficha sensorial utilizada na avaliação de frutas estruturadas.

ção pelo método colorimétrico de Folin-Denis n° 952.03 da AOAC, 1997). O estruturado misto de taperebá e mamão foi ainda caracterizado quanto ao teor de carotenóides totais (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1994). Para o cálculo de carotenóides totais do estruturado misto de taperebá e mamão, empregou-se os valores de absorvância no comprimento de onda do licopeno (carotenóide principal do mamão) e da  $\beta$ -criptoxantina (carotenóide principal do taperebá), calculando-se a média dos valores encontrados e expressando-se o resultado de carotenóides totais em mg/100 g. Para o estruturado de açaí, determinou-se teor de antocianinas (WROLSTAD, 1976). A firmeza dos estruturados foi determinada por medição direta em texturômetro da marca Sun Rheo Tex, modelo SD-700, utilizando-se haste esférica de 5 mm de diâmetro, fixando-se a distância percorrida em 4,5 mm, sendo os resultados expressos em grama (g).

## Resultados e discussão

### Extração das polpas dos frutos

Os dados referentes ao rendimento na extração da polpa de açaí, taperebá e mamão estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Dados de rendimento em polpa para o açaí, taperebá e mamão.

	Açaí	Taperebá	Mamão
Rendimento em polpa (%)	38,51	38,46	53,28
Perdas* (%)	61,49	61,54	46,72

\* incluem-se sementes e cascas.

Apesar de os valores apresentados sugerirem baixo rendimento para o açaí e o taperebá, o mesmo pode ser considerado bom, pois esses frutos apresentam sementes grandes. O resultado encontrado para o rendimento em polpa de taperebá foi superior ao encontrado por Mattietto (2005), que observou rendimento de 23,54 %, quando a polpa foi obtida

de extrator tipo pás. Entretanto, em estudo realizado por Barbosa et al. (1981), os autores encontraram rendimento em polpa de 36 % para o taperebá, estando próximo aos valores encontrados no presente trabalho. Já para a polpa de açaí, o rendimento encontrado neste trabalho foi inferior ao relatado por Rogez (2000), cerca de 47 %. Contudo, ressalta-se que o rendimento para o açaí pode variar de acordo com o tempo de batida, local de proveniência dos frutos, peso médio dos frutos, condições de colheita e climáticas, etc. Com relação ao peso médio dos frutos, à medida que ele é elevado, mais a massa de suco recolhida aumenta, tornando o açaí grosso e, assim, o rendimento total aumenta (ROGEZ, 2000). Outro fator a ser considerado é a proporção comestível dos frutos do açazeiro, relativamente baixa, cerca de 12 % do peso dos frutos (7,5 % de polpa realmente aproveitada e 4,5 % de borra), segundo Rogez (2000).

## Caracterização físico-química das polpas de açaí, taperebá e mamão

Os resultados da caracterização físico-química das polpas de açaí, taperebá e mamão estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Caracterização físico-química das polpas de açaí, taperebá e mamão.

Determinação	Açaí	Taperebá	Mamão
pH	4,89 ± 0,0058	2,28 ± 0,01	5,01 ± 0,0556
Atividade de água	0,99 ± 0,0058	0,98 ± 0,0058	0,99 ± 0,0000
Sólidos solúveis (°Brix)	5,80 ± 0,1549	9,35 ± 0,0576	13,27 ± 0,0577
Acidez titulável (%ác. cítrico)	0,18 ± 0,0097	1,62 ± 0,0282	0,13 ± 0,0003
Umidade (%)	88,53 ± 0,0432	89,23 ± 0,0006	88,50 ± 0,2503
Cinzas (%)*	3,79 ± 0,4492	3,73 ± 0,0602	2,78 ± 0,0739
Fibras (%)*	19,12 ± 0,4407	3,22 ± 0,0659	3,52 ± 0,0817
Proteínas (%)*	8,76 ± 0,1923	1,48 ± 0,0671	1,06 ± 0,0343
Lipídeos (%)*	41,02 ± 0,1614	1,16 ± 0,0835	1,13 ± 0,1181
Carboidratos (%)	5,34 ± 0,2573	10,09 ± 0,0555	10,93 ± 0,1191
Açúcares totais (g/100g)	-	7,62 ± 0,0735	10,19 ± 0,0000

Continua...

**Tabela 4.** Continuação.

Determinação	Açaí	Taperebá	Mamão
Açúcares redutores (g/100g)	-	7,49 ± 0,1056	9,32 ± 0,0700
Açúcares não redutores (g/100g)	-	0,13 ± 0,0000	0,83 ± 0,0665
Carotenóides totais (mg/g)	-	26,46 ± 4,6094	24,67 ± 0,5573
Antocianinas (mg/100g)	401,61 ± 0,0230	-	-
Taninos (mg/100g)	876,27 ± 22,0786	150,26 ± 1,1942	82,83 ± 0,9358

Determinações calculadas em triplicata.

\*Resultados em base seca.

Com relação à polpa de açaí, os valores encontrados para as análises de pH, sólidos solúveis, acidez e toda a composição centesimal do fruto estão próximos ao relatado na literatura consultada (ROGEZ, 2000; PEREIRA et al., 2002; ALEXANDRE et al., 2004). As variações observadas podem ocorrer segundo alguns fatores como procedência do fruto, condições climáticas, solo, época de colheita, estágio de maturação, tipo de equipamento usado no despulpamento, entre outras. Na literatura consultada, os valores de pH variaram de 5,0 a 5,23, sólidos solúveis de 3,2 °B a 4,8 °B, acidez titulável de 0,21 % a 0,31 % em ácido cítrico, umidade de 84,73 % a 86,01 %, cinzas de 3,09 % a 4,19 %; fibras de 25,22 % a 31,67 %, proteínas de 10,05 % a 10,86 % e lipídeos de 43,0 % a 52,0 %. O teor de antocianinas encontrado no presente trabalho foi superior ao observado por Rosso e Mercadante (2007), que encontraram valor de 282,5 mg/100g de polpa, em base úmida, e Rogez (2000), que relata teor médio de antocianina de 1,02 g/100 g de extrato seco. Ressalta-se que o teor de antocianinas é grandemente influenciado pelo estágio de maturação, atingindo o valor máximo no fruto completamente maduro (MOTA, 2006). Além do estágio de maturação, a acumulação de antocianinas nos frutos é influenciada por numerosos fatores ambientais, como a luminosidade, a temperatura e a fertilidade do solo, podendo dobrar de um ano para o outro, segundo as condições climáticas (ROGEZ, 2000).

Os valores encontrados para a caracterização da polpa de taperebá (Tabela 4) estão de acordo com a literatura consultada (BARBOSA et al., 1981; DA

SILVA et al., 1997; SILVA et al., 1999; DIAS et al., 2003; MATTIETTO, 2005). De acordo com a literatura, o pH variou de 2,1 a 3,3; o teor de sólidos solúveis, de 8,80 °B a 12,3 °B, e acidez titulável de 1,28 % a 1,65 %, em ácido cítrico. Mattietto (2005), estudando a otimização da extração de polpa de taperebá, observou 90,74 % de umidade, 1,15 % de proteína, 0,45 % de lipídeos e 0,99 % de cinzas. O valor de carotenóides de 26,46 mg/g obtido para a polpa de taperebá está dentro dos teores relatados na literatura de 25,3 mg/g (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999) e 38,56 mg/g (MATTIETTO, 2005). Os resultados das análises de açúcares totais, redutores e não redutores, estão próximos aos valores encontrados na literatura (BARBOSA et al., 1981; DA SILVA et al., 1997; DIAS et al., 2003). Para o teor de taninos, o valor encontrado (150,26 mg/100 g) está próximo ao citado por Silva et al. (1999), de 163,98 mg/100g de polpa in natura.

Para a polpa de mamão, os valores encontrados estão próximos ao relatado na literatura, variando de 5,20 a 5,71 para o pH; sólidos solúveis de 9,81 °B a 12,3 °B; acidez titulável de 0,04 % a 0,16 % em ácido cítrico e umidade média de 85,42 % (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001; ALMEIDA et al., 2006; ROCHA et al., 2007; TACO, 2007). Os resultados de açúcares totais, redutores e não redutores, estão ligeiramente superiores ao relatado por Rocha et al. (2007), que encontrou 8,09 % de açúcares redutores e 0,28 % para açúcares não redutores, para mamão Formosa 'Tainung 01'. Para o teor de carotenóides totais, o valor encontrado de 24,67 mg/g está dentro da faixa citada por Sentanin e Amaya (2007), estudando mamões de três cultivares provenientes da Bahia e do Espírito Santo.

## **Desenvolvimento das formulações de frutas estruturadas**

### **Otimização do processo de estruturação de polpa de açaí**

Na Tabela 5, são apresentados os resultados de firmeza, sólidos solúveis, pH e atividade de água, obtidos dos experimentos com estruturados de açaí, de acordo com a matriz do planejamento experimental.

**Tabela 5.** Matriz do planejamento 2<sup>3</sup>, contendo 3 pontos centrais e 6 axiais.

X <sub>1</sub> Alginato (g/Kg)	X <sub>2</sub> Pectina (g/Kg)	X <sub>3</sub> Gelatina (g/Kg)	Firmeza (g)	SST (°Brix)	pH	Atividade de água			
(-1)	5	(-1)	5	(-1)	50	379,0	67,67	5,32	0,74
(+1)	15	(-1)	5	(-1)	50	832,8	59,67	5,55	0,77
(-1)	5	(+1)	30	(-1)	50	992,0	53,33	5,33	0,77
(+1)	15	(+1)	30	(-1)	50	1177,6	52,33	5,45	0,76
(-1)	5	(-1)	5	(+1)	150	996,6	42,67	5,37	0,73
(+1)	15	(-1)	5	(+1)	150	1074,4	49,33	5,48	0,77
(-1)	5	(+1)	30	(+1)	150	1303,4	46,67	5,22	0,79
(+1)	15	(+1)	30	(+1)	150	1354,6	47,33	5,42	0,79
(0)	10	(0)	15	(0)	100	1233,6	58,67	5,41	0,75
(0)	10	(0)	15	(0)	100	1201,4	48,00	5,43	0,76
(0)	10	(0)	15	(0)	100	1239,0	52,33	5,40	0,75
(-1,68)	1,6	(0)	15	(0)	100	933,8	64,33	5,12	0,74
(+1,68)	18,4	(0)	15	(0)	100	1360,2	61,67	5,56	0,74
(0)	10	(-1,68)	3,2	(0)	100	1049,4	58,00	5,39	0,74
(0)	10	(+1,68)	36,8	(0)	100	1380,8	56,67	5,24	0,75
(0)	10	(0)	15	(-1,68)	16	815,4	67,67	5,26	0,74
(0)	10	(0)	15	(+1,68)	184	1435,4	47,67	5,41	0,72

### Firmeza

Realizou-se a análise estatística da matriz do planejamento com os resultados obtidos nas análises de firmeza (Tabela 5) pelo software Statistica versão 5.0 (STATISTICA, 1995). Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Nota-se que todos os valores são significativos a um intervalo de confiança de 90 %. A partir dessas variáveis, efetuou-se uma análise de variância (ANOVA), que é apresentada na Tabela 7.

**Tabela 6.** Coeficientes de regressão calculados para a variável firmeza.

	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	p≤0,10
Média	1234,319	11,7127	105,3833	0,00009
Alginato (L)	108,8145	5,5036	19,7715	0,0025
Alginato (Q)	-59,8233	6,0632	-9,8667	0,0101
Pectina (L)	154,0185	5,5036	27,9851	0,0012
Pectina (Q)	-35,6949	6,0632	-5,8872	0,0277
Gelatina (L)	175,0997	5,5036	31,8156	0,0010
Gelatina (Q)	-67,4764	6,0632	-11,1289	0,0079
Alginato x Pectina	-36,85	7,1876	-5,1269	0,0360
Alginato x Gelatina	-63,8	7,1876	-8,8764	0,0124
Pectina x Gelatina	-46,35	7,1876	-6,4486	0,0232

**Tabela 7.** Análise de variância para a variável firmeza.

FONTE	SQ	GL	MQ	F calculado	F tabelado*
Regressão	1035636	9	115070,7	7,437907	2,72
Resíduos	108295,9	7	15470,84	0,71978	3,37
Falta de Ajuste	107469,3	5	21493,86		
Erro Puro	826,5867	2	413,2934		
Total	1143932	16			
r <sup>2</sup>	0,91				

\* F<sub>regressão</sub> (9;7;90); F<sub>resíduo</sub> (7;5;90)

O valor de r<sup>2</sup> indica que 91 % da variabilidade na resposta pode ser explicada pelo modelo, sendo esse valor considerado satisfatório, sinalizando um modelo válido e útil para fins preditivos.

Via de regra, a relação MQ<sub>regressão</sub>/MQ<sub>resíduo</sub> (F calculado para regressão) deve ser de pelo menos 3 a 4 vezes maior que o F tabelado para que o modelo seja considerado válido. Neste caso, a relação para a regressão apresentou um valor de 2,74. Apesar de o valor da regres-

são estar abaixo de 3, quando a relação MQ resíduo/MQ falta de ajuste é avaliada, observa-se que o valor de F calculado (resíduo) foi menor que o F tabelado para o mesmo, fornecendo uma baixa relação, o que é ideal para se ter um modelo válido e útil para fins preditivos.

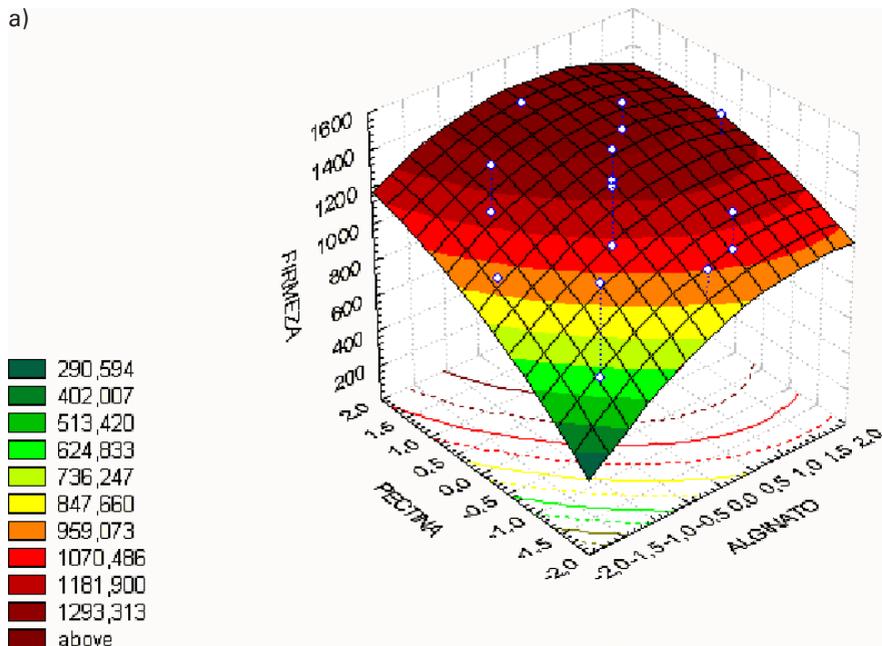
Dessa forma, pelas boas características de  $r^2$  e baixa relação do resíduo, pode-se descrever a equação do modelo, sendo o mesmo um polinômio de segunda ordem, conforme apresentado abaixo:

$$Y = 1234,32 + 108,81xA - 59,82 xA^2 + 154,02xP - 35,69 x P^2 + 175,10xG - 67,47xG^2 - 36,85xAxP - 63,80xAxG - 46,35xPxG$$

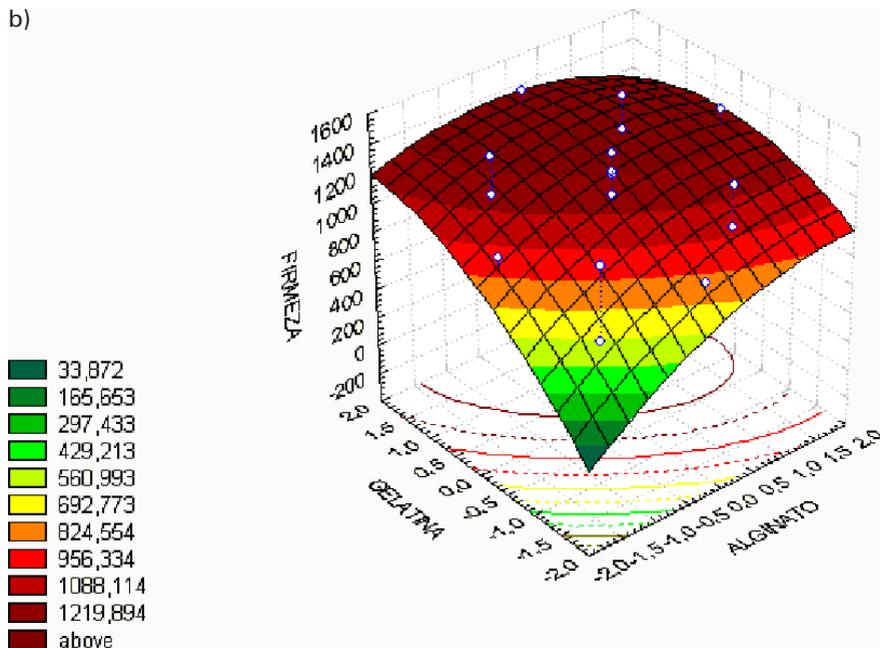
onde: Y = firmeza; A = alginato; P = pectina; G = gelatina

Os gráficos de superfície de resposta são apresentados na Fig. 3a, b e c.

a)



b)



c)

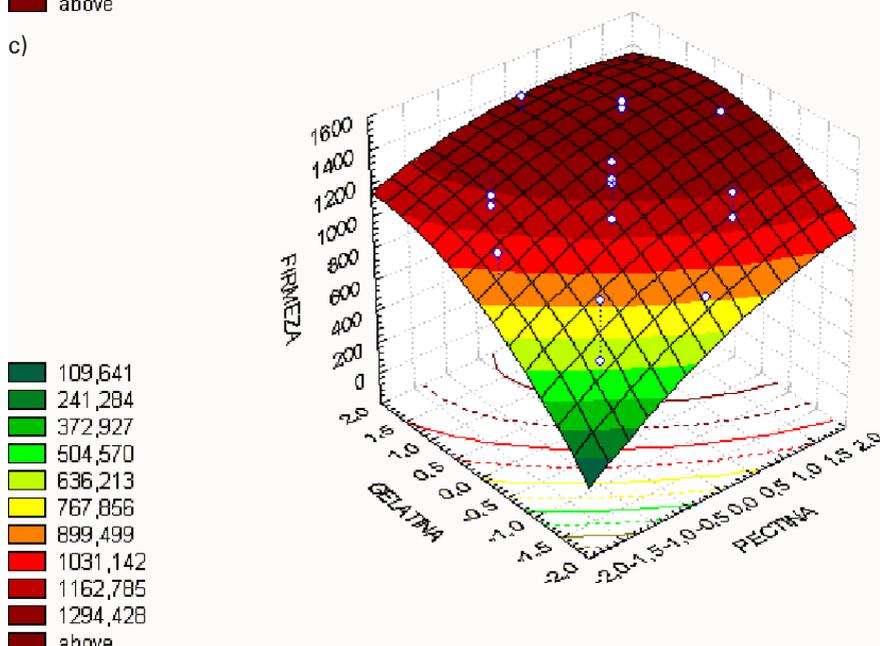


Fig. 3. Gráficos de superfície de resposta e contorno para a variável firmeza.

### Sólidos solúveis

Na análise do planejamento experimental, observou-se que os valores ajustados dos modelos linear e quadrático para o teor de sólidos solúveis não apresentaram nenhum termo significativo a um intervalo de confiança de 95 %. Assim, qualquer variação nos valores de sólidos solúveis pode ser atribuída somente ao erro experimental. Desta maneira, torna-se inviável a obtenção de um modelo baseado nessa característica do produto.

### pH

Os resultados estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Coeficientes de regressão calculados para a variável pH.

	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	p≤0,05
Média	5,4088	0,0088	614,5927	0,000003
Alginato (L)	0,1025	0,0041	24,7975	0,0016
Alginato (Q)	-0,0108	0,0046	-2,3854	0,1398
Pectina (L)	-0,0404	0,0041	-9,7829	0,0103
Pectina (Q)	-0,0197	0,0046	-4,3297	0,0494
Gelatina (L)	0,0067	0,0041	1,6305	0,2446
Gelatina (Q)	-0,0126	0,0046	-2,7743	0,1091
Alginato x Pectina	-0,0025	0,0054	-0,4629	0,6889
Alginato x Gelatina	-0,005	0,0054	-0,9258	0,4523
Pectina x Gelatina	-0,015	0,0054	-2,7775	0,1089

Os valores destacados são significativos a um intervalo de confiança de 95 %. A partir das variáveis significativas, efetuou-se a análise de variância (ANOVA), apresentada na Tabela 9.

O valor de  $r^2$  indica que 77 % da variabilidade na resposta pode ser explicada pelo modelo. A relação para a regressão (MQ regressão/Mq

resíduo) apresentou um valor de 6,26 e o valor de F calculado (resíduo) foi menor que o F tabelado para o mesmo, fornecendo uma baixa relação. Assim, o modelo ajustado para pH foi considerado preditivo, pois apresentou regressão significativa a 95 % de confiança, falta de ajuste não significativa no mesmo nível de confiança e  $r^2$  de 0,77.

**Tabela 9.** Análise de variância para a variável pH.

FONTE	SQ	GL	MQ	F calculado	F tabelado*
Regressão	0,1658	2	0,0829	23,4007	3,74
Resíduos	0,0496	14	0,0035	0,8652	2,63
Falta de Ajuste	0,0491	12	0,0041		
Erro Puro	0,000467	2	0,0002		
Total	0,2154	16			
$r^2$	0,77				

\*  $F_{\text{regressão}} (2, 14, 95)$ ;  $F_{\text{resíduo}} (14, 12, 95)$

O modelo proposto para a variável pH é apresentado a seguir:

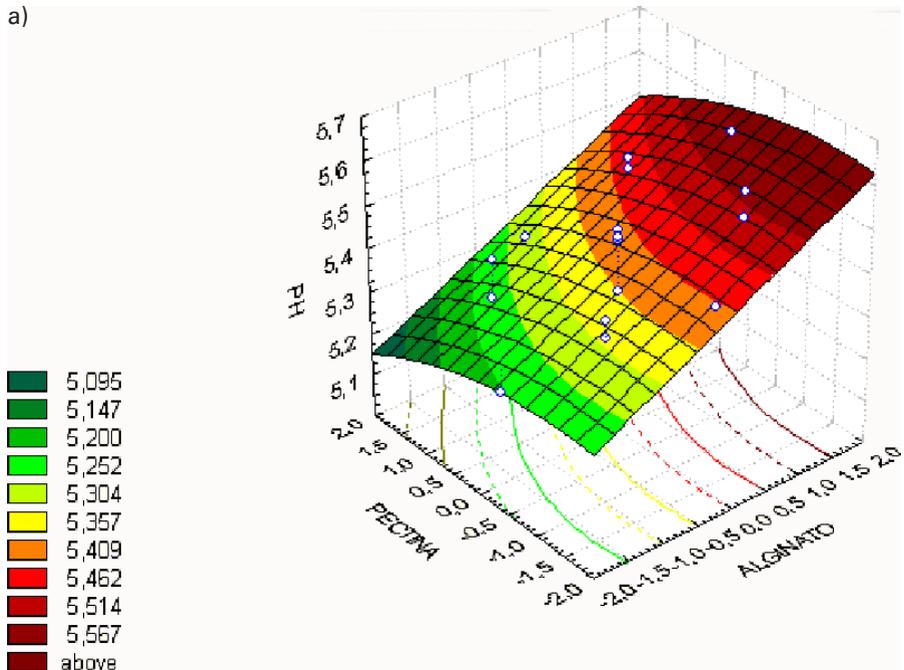
$$Y = 5,38 + 0,10 \times A - 0,04 \times P$$

em que: Y = pH; A = alginato; P = pectina

Os gráficos de superfície de resposta e contorno são apresentados na Fig. 4a e b.

Pode-se observar que o estruturado de açaí se torna menos ácido à medida que as porcentagens de alginato nas formulações aumentam, uma vez que a medida do pH é inversamente proporcional à da acidez. A concentração de pectina, apesar de significativa no modelo, contribui muito pouco para as variações dessa característica no produto.

a)



b)

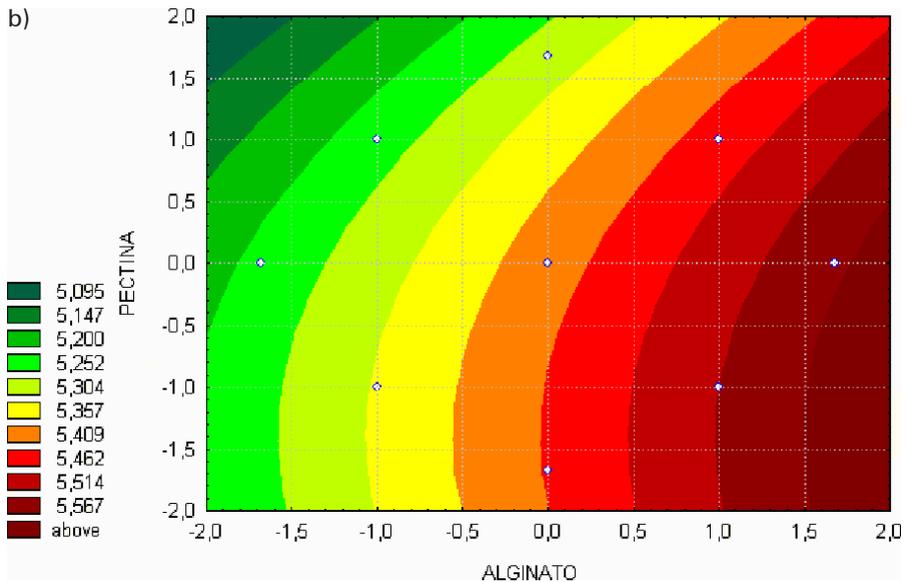


Fig. 4. Gráfico de superfície de resposta e contorno para a variável pH.

## Atividade de água

Os resultados estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10.** Coeficientes de regressão calculados para a variável atividade de água.

	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	$p \leq 0,05$
Média	0,7517	0,0038	196,2009	0,00003
Alginato (L)	0,0046	0,0018	2,5769	0,1233
Alginato (Q)	0,0018	0,0020	0,9385	0,4470
Pectina (L)	0,0088	0,0018	4,8892	0,0394
Pectina (Q)	0,0036	0,0020	1,8317	0,2085
Gelatina (L)	0,0016	0,0018	0,8892	0,4677
Gelatina (Q)	-0,0023	0,0020	-1,1427	0,3715
Alginato x Pectina	-0,0104	0,0023	-4,4287	0,0474
Alginato x Gelatina	0,0013	0,0023	0,5370	0,6450
Pectina x Gelatina	0,0063	0,0023	2,6635	0,1168

Embora alguns valores sejam significativos a um intervalo de confiança de 95 %, o valor de  $r^2$  indica que somente 33 % da variabilidade na resposta pode ser explicada pelo modelo, sendo esse valor considerado muito baixo para gerar um modelo preditivo.

## Otimização do processo de estruturação de polpa de tape-rebá e mamão

Na Tabela 11, são apresentados os resultados de firmeza, sólidos solúveis, pH e atividade de água, obtidos dos experimentos com estruturados mistos de taperebá e mamão, de acordo com a matriz do planejamento experimental.

**Tabela 11.** Matriz do planejamento 2<sup>3</sup>, contendo 3 pontos centrais e 6 axiais.

X <sub>1</sub> Alginato (g/Kg)	X <sub>2</sub> Pectina (g/Kg)	X <sub>3</sub> Gelatina (g/Kg)	Firmeza (g)	SST (°Brix)	pH	Atividade de água			
(-1)	5	(-1)	5	(-1)	50	20,80	73,67	4,18	0,60
(+1)	15	(-1)	5	(-1)	50	48,00	71,00	4,41	0,67
(-1)	5	(+1)	30	(-1)	50	54,00	73,00	4,28	0,67
(+1)	15	(+1)	30	(-1)	50	134,44	75,33	4,41	0,68
(-1)	5	(-1)	5	(+1)	150	679,60	66,67	4,49	0,62
(+1)	15	(-1)	5	(+1)	150	884,20	64,33	4,64	0,66
(-1)	5	(+1)	30	(+1)	150	1103,20	61,33	4,57	0,68
(+1)	15	(+1)	30	(+1)	150	807,60	57,67	4,73	0,67
(0)	10	(0)	15	(0)	100	364,80	79,67	4,55	0,56
(0)	10	(0)	15	(0)	100	308,20	81,67	5,54	0,58
(0)	10	(0)	15	(0)	100	119,40	77,67	4,53	0,73
(-1,68)	1,6	(0)	15	(0)	100	134,00	73,33	4,33	0,69
(+1,68)	18,4	(0)	15	(0)	100	283,20	70,67	4,57	0,75
(0)	10	(-1,68)	3,2	(0)	100	210,60	65,67	4,44	0,75
(0)	10	(+1,68)	36,8	(0)	100	294,40	63,33	4,46	0,75
(0)	10	(0)	15	(-1,68)	16	9,00	55,00	4,33	0,89
(0)	10	(0)	15	(+1,68)	184	671,00	47,66	4,60	0,75

### Firmeza

Os resultados da análise estatística aplicada aos dados experimentais de firmeza para as diferentes formulações de estruturado misto de taperebá e mamão são apresentados na Tabela 12. Observa-se que somente o efeito gelatina linear foi significativo a 95 % de confiança. A partir desse resultado, efetuou-se a análise de variância (ANOVA), apresentada na Tabela 13.

O valor de  $r^2$  indica que 74 % da variabilidade na resposta para firmeza pode ser explicada pelo modelo. A relação para a regressão (MQ regressão/Mq resíduo) apresentou um valor de 9,52 e o valor de F calcu-

lado (resíduo) foi menor que o F tabelado para o mesmo, fornecendo uma baixa relação, sinalizando um modelo válido e útil para fins preditivos, sendo apresentado a seguir:

$$Y = 360,38 + 317,30xG$$

em que: Y = pH; G = gelatina

**Tabela 12.** Coeficientes de regressão calculados para a variável firmeza.

	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	p<0,05
Média	250,8492	74,0325	3,3884	0,0771
Alginato (L)	19,5867	34,7867	0,5630	0,6301
Alginato (Q)	24,7831	38,3236	0,6467	0,5841
Pectina (L)	44,5139	34,7866	1,2796	0,3291
Pectina (Q)	40,3372	38,3236	1,0525	0,4029
Gelatina (L)	317,3048	34,7866	9,1215	0,0118
Gelatina (Q)	71,3392	38,3236	1,8615	0,2037
Alginato x Pectina	-55,875	45,4308	-1,2299	0,3438
Alginato x Gelatina	-24,825	45,4308	-0,5464	0,6396
Pectina x Gelatina	28,425	45,4308	0,6257	0,5954

**Tabela 13.** Análise de variância para a variável Firmeza.

Fonte	SQ	GL	MQ	F calculado	F tabelado*
Regressão	1373790	1	1373790	43,2122	4,54
Resíduos	476876	15	31791,73	0,9311	2,53
Falta de ajuste	443852,6	13	34142,51		
Erro puro	33023,39	2	16511,7		
Total	1850666	16			
r <sup>2</sup>	0,74				

\* F<sub>regressão</sub> (1,15,95); F<sub>resíduo</sub> (15,13,95)

O efeito significativo da gelatina sobre a firmeza dos estruturados pode ser mais facilmente visualizado na Fig. 5a e b.

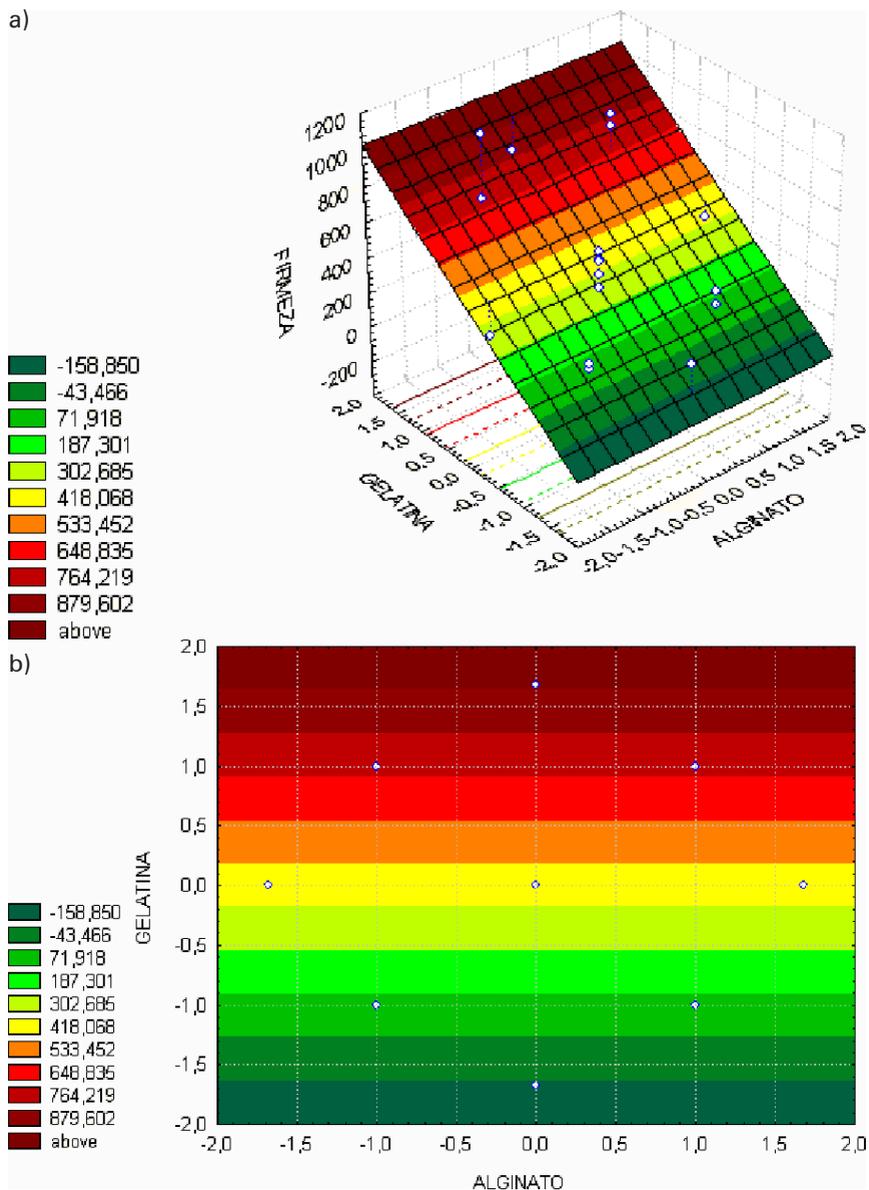


Fig. 5. Gráfico de superfície de resposta e contorno para a variável Firmeza.

Nos gráficos de superfície e contorno, observa-se que, à medida que se aumenta a concentração de gelatina, independentemente do aumento da concentração dos demais hidrocolóides, aumenta-se também a firmeza dos estruturados.

### Sólidos solúveis

Realizou-se a análise estatística da matriz do planejamento com os resultados obtidos na análise do teor de sólidos solúveis, pelo *software Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995). Os resultados estão apresentados na Tabela 14.

**Tabela 14.** Coeficientes de regressão calculados para variável sólidos solúveis.

	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	$p \leq 0,05$
Média	79,2474	1,1523	68,7746	0,0002
Alginato (L)	-0,7922	0,5414	-1,4631	0,2810
Alginato (Q)	-1,3033	0,5965	-2,1849	0,1605
Pectina (L)	-0,8993	0,5414	-1,6610	0,2386
Pectina (Q)	-3,9606	0,5965	-6,6399	0,0219
Gelatina (L)	-4,0551	0,5414	-7,4896	0,0174
Gelatina (Q)	-8,6268	0,5965	-14,4628	0,0047
Alginato x Pectina	0,46	0,7071	0,6505	0,5821
Alginato x Gelatina	-0,7075	0,7071	-1,0006	0,4224
Pectina x Gelatina	-1,9575	0,7071	-2,7683	0,1095

Os valores destacados são significativos a um intervalo de confiança de 95 %. A partir das variáveis significativas, efetuou-se a análise de variância (ANOVA), apresentada na Tabela 15.

**Tabela 15.** Análise de variância para a variável sólidos solúveis.

FONTE	SQ	GL	MQ	F calculado	F tabelado*
Regressão	1098,385	3	366,1284	19,0523	3,41
Resíduos	249,8217	13	19,2170	0,8741	2,78
Falta de ajuste	241,8217	11	21,9838		
Erro puro	8	2	4		
Total	1348,207	16			
r <sup>2</sup>	0,87				

\* F<sub>regressão</sub> (3,13,95); F<sub>resíduo</sub> (13,11,95)

Os valores para o r<sup>2</sup>, F tabelado (3,13,95) regressão e F tabelado (13,11,95) resíduo foram, respectivamente, 0,87, 3,41 e 2,78. O valor de r<sup>2</sup> indica que 87 % da variabilidade na resposta é explicada pelo modelo. A relação F calculado/F tabelado para a regressão apresentou valor de 5,59, concluindo-se que o ajuste do modelo é bom, podendo ser utilizado para fins preditivos. O valor de F calculado para a falta de ajuste foi menor que o F tabelado para o mesmo, fornecendo uma baixa relação, o que é ideal na validação de um modelo. A equação apresentada a seguir descreve o modelo codificado.

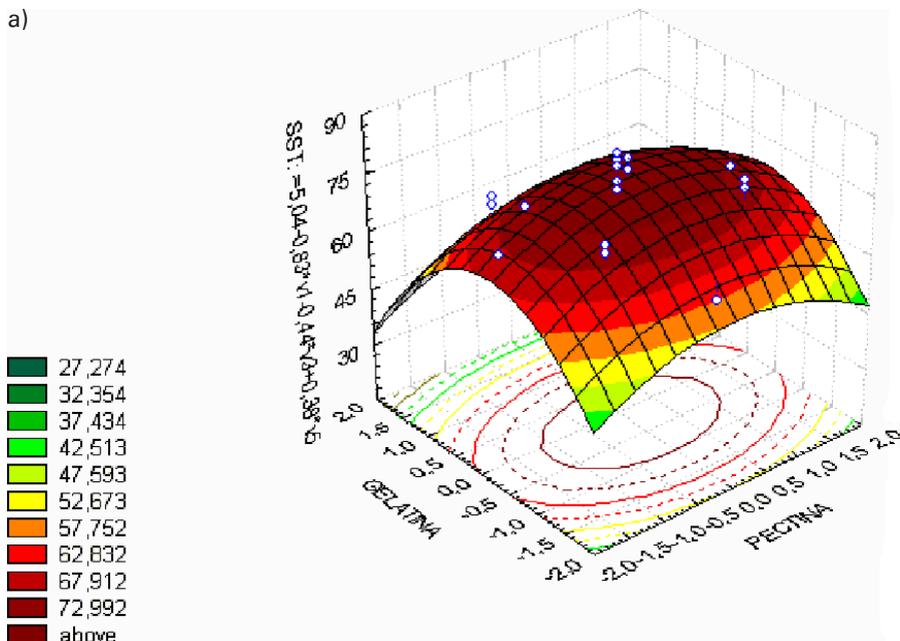
$$Y = 79,25 - 3,96xP^2 - 4,05xG - 8,62xG^2$$

em que: Y = pH; P = pectina; G = gelatina

Os gráficos de superfície de resposta e contorno são apresentados na Fig. 6a e b.

Pelos gráficos, nota-se que o uso da concentração de pectina e gelatina ao redor dos níveis centrais promove um incremento no teor de sólidos solúveis do produto (faixa vermelha de maior intensidade) e que regiões de mínimo são quase inexistentes.

a)



b)

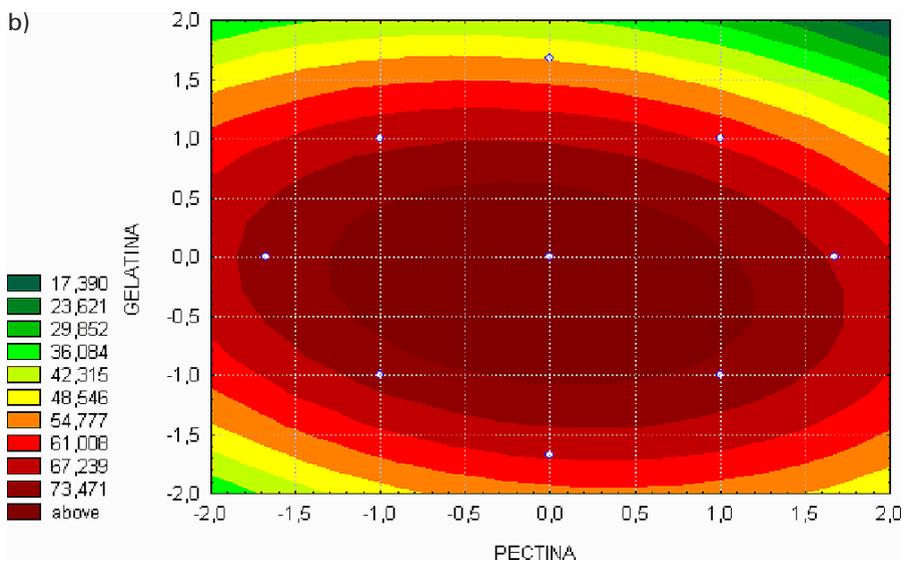


Fig. 6. Gráfico de superfície de resposta e contorno para a variável sólidos solúveis.

## pH

Os resultados estão apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16.** Coeficientes de regressão calculados para variável pH.

	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	$p \leq 0,05$
Média	4,5391	0,0058	787,8425	0,000002
Alginato (L)	0,0786	0,0027	29,0534	0,0012
Alginato (Q)	-0,0287	0,0030	-9,6371	0,0106
Pectina (L)	0,0222	0,0027	8,2190	0,0144
Pectina (Q)	-0,0287	0,0030	-9,6371	0,0106
Gelatina (L)	0,1175	0,0027	43,4123	0,0005
Gelatina (Q)	-0,0234	0,0030	-7,8551	0,0158
Alginato x Pectina	-0,0112	0,0035	-3,1820	0,0862
Alginato x Gelatina	-0,0062	0,0035	-1,7678	0,2191
Pectina x Gelatina	0,0087	0,0035	2,4749	0,1318

Os valores destacados são significativos a um intervalo de confiança de 95 %. A partir das variáveis significativas, efetuou-se a análise de variância (ANOVA), apresentada na Tabela 17.

**Tabela 17.** Análise de variância para a variável pH.

FONTE	SQ	GL	MQ	F calculado	F tabelado*
Regressão	1,0756	6	0,1793	4,8008	3,22
Resíduos	0,3734	10	0,0373	0,8004	3,35
Falta de ajuste	0,3732	8	0,0466		
Erro puro	0,0002	2	0,0001		
Total	1,4489	16			
$r^2$	0,74				

\*  $F_{\text{regressão}} (6,10,95)$ ;  $F_{\text{resíduo}} (10,8,95)$

Via de regra, a relação MQ regressão/MQ resíduo (F calculado para regressão) deve ser, pelo menos, 3 a 4 vezes maior que o F tabelado para

que o modelo seja considerado válido. Neste caso, a relação para a regressão apresentou um valor de 1,49, não satisfazendo essa exigência e, portanto, não gerando um modelo válido para a variável pH, sendo a Fig. 7a e b válida somente como gráfico de tendência.

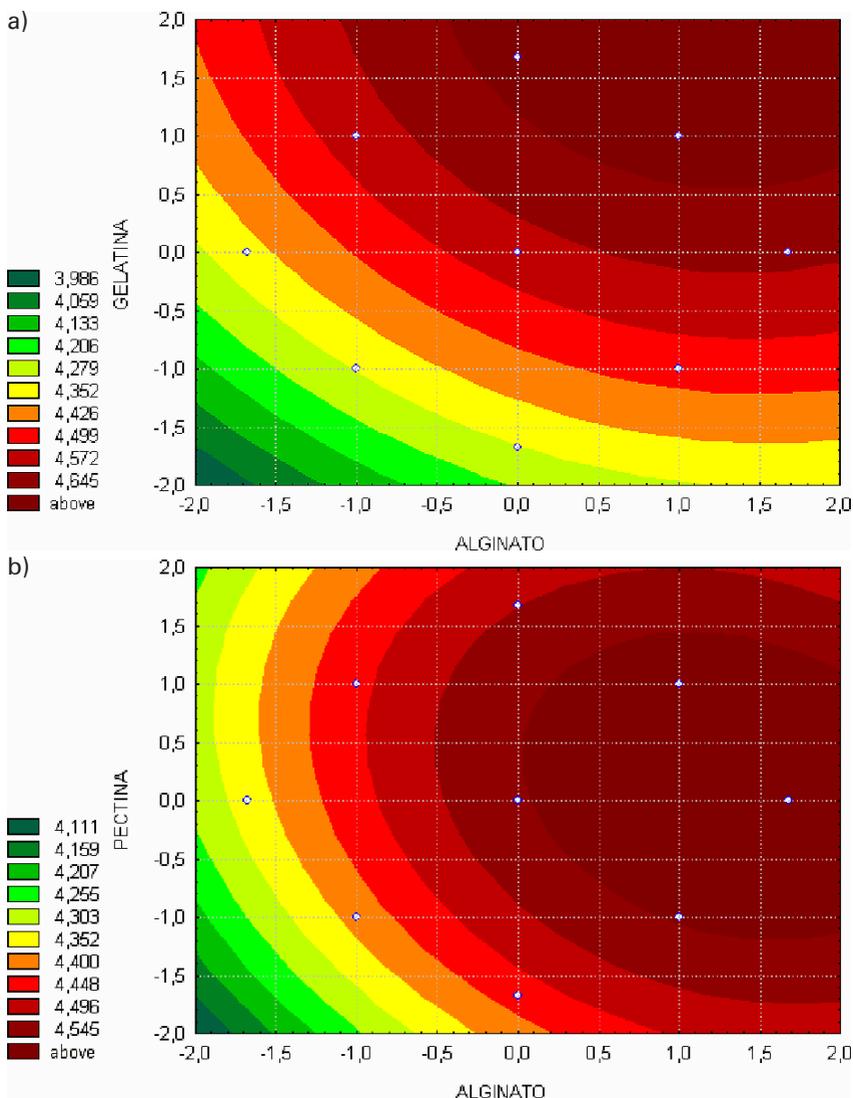
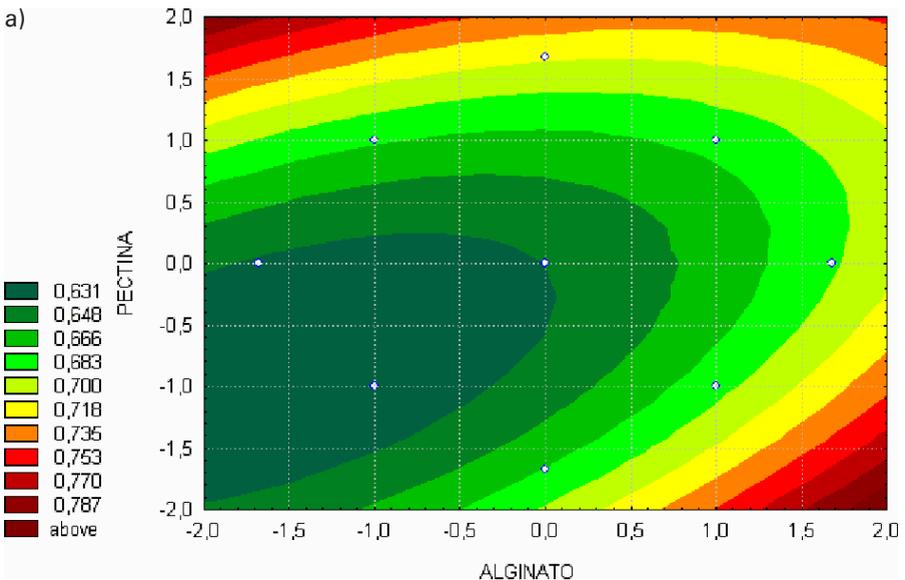


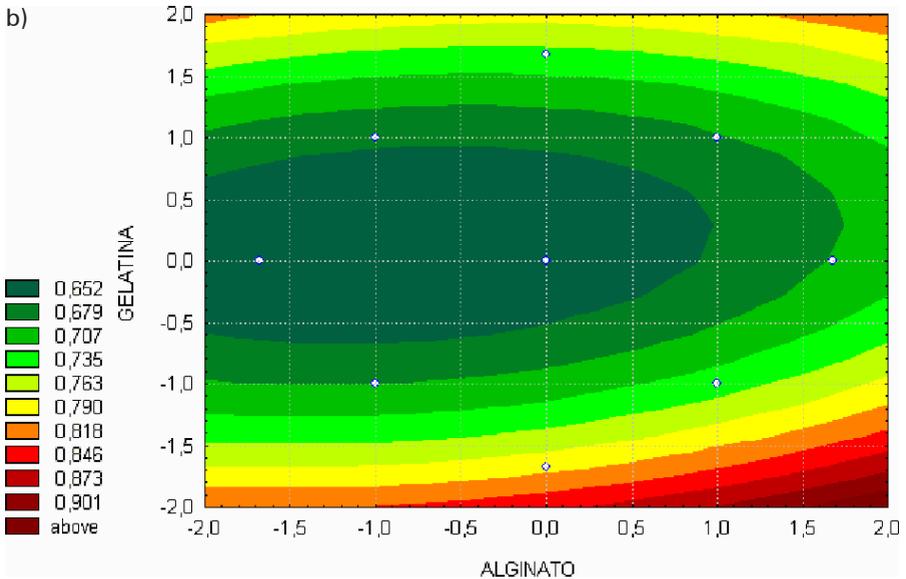
Fig. 7. Gráficos de contorno para a variável pH.

A tendência observada pelas interações nos gráficos mostra que, para se atingir regiões com baixos valores de pH (maior acidez), deve-se fazer uso de concentrações menores de alginato e gelatina, ficando a faixa ideal abaixo do ponto central do alginato e do nível -1 da gelatina. Já em relação à interação pectina e alginato, nota-se que a concentração de alginato afeta o aumento do pH de maneira muito mais intensa que a pectina. Em baixas concentrações de alginato, qualquer nível utilizado de pectina proporciona valores mais baixos de pH.

### Atividade de água

Na análise do planejamento experimental, observou-se que os valores ajustados dos modelos linear e quadrático para a análise de atividade de água não apresentaram nenhum termo significativo a um intervalo de confiança de 95 %. Assim, qualquer variação nos valores de atividade de água pode ser atribuída somente ao erro experimental. Desta maneira, torna-se inviável a obtenção de um modelo baseado nessa característica do produto, sendo a Fig. 8a e b válida somente como gráfico de tendência.





Pelos gráficos de tendência obtidos, nota-se que as variações realmente pouco influenciam na atividade de água, ficando as regiões de máxima (cor vermelha mais intensa) restritas aos níveis mais elevados das variáveis isoladas, como, por exemplo, alginato nível +a e pectina nível -a.

### Análise sensorial

A partir das respostas obtidas no planejamento experimental, foram selecionadas duas formulações de estruturado de açaí e duas formulações de estruturado misto de mamão e taperebá e aplicou-se o teste de aceitação e intenção de compra.

As formulações selecionadas para o estruturado de açaí foram F1 (0,5 % de alginato; 3 % de pectina e 10 % de gelatina) e F2 (1 % de alginato; 3,68 % de pectina e 5 % de gelatina). Para o estruturado misto de mamão e taperebá, selecionaram-se F3 (1,5 % de alginato; 3 % de pectina e 5 % de gelatina) e F4 (1 % de alginato; 3,68 % de pectina e 5 % de gelatina).

A análise de variância e o teste de Tukey foram realizados para a comparação das notas médias dadas pelos provadores na análise sensorial, pelo software SAS 8.0 (Statistical Analysis System, 1999), de modo a identificar as formulações de estruturados de frutas que receberam, significativamente, as maiores notas, refletindo, assim, a aceitação dos potenciais consumidores.

Na Tabela 18, são apresentadas as notas médias obtidas nos testes sensoriais para o estruturado de açaí e o estruturado misto de taperebá e mamão.

**Tabela 18.** Médias das notas obtidas para o teste de aceitação dos estruturados de frutas e suas respectivas % de aceitação.

Estruturado	Textura		Sabor		Impressão global	
	Médias	% aceit.	Médias	% aceit.	Médias	% aceit.
Açaí F1	6,05 ± 1,97b	67,22	6,59 ± 1,83a	73,22	6,62 ± 1,77a	73,55
Açaí F2	7,18 ± 0,71a	79,77	7,24 ± 1,92a	80,44	7,18 ± 1,22 a	79,77
Mamão + taperebá F3	7,29 ± 1,60 a	81	7,38 ± 1,51 a	82	7,29 ± 1,11 a	81
Mamão + taperebá F4	7,44 ± 1,12 a	82,66	7,54 ± 1,34 a	83,77	7,37 ± 1,11 a	81,89

Médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. O teste estatístico foi realizado comparando-se as duas formulações de estruturados da mesma fruta. Não foi realizada a comparação entre os estruturados de açaí e o estruturado misto.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 18, observa-se que, para o estruturado de açaí, somente o atributo textura apresentou diferença estatística, com a formulação 1 (F1) apresentando a maior média. Para os demais atributos, embora não tenha sido observada diferença significativa entre as duas formulações estudadas, a F2 apresentou sempre médias ligeiramente superiores.

Para os estruturados mistos de taperebá e mamão, o teste de Tukey não identificou diferença estatística entre as formulações estudadas (F3 e

F4). Porém, observa-se que a F4 apresentou médias superiores para os três atributos avaliados.

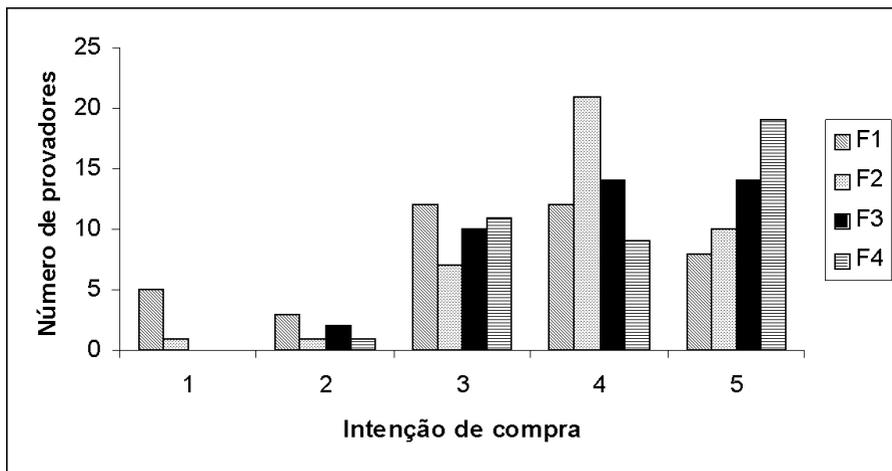


Fig. 9. Intenção de compra das formulações de estruturados de frutas.

Quanto à intenção de compra (Fig. 9), observa-se que praticamente todas as formulações estudadas tiveram a maioria dos provadores opinando com notas nos níveis 4 ou 5, ou seja, “possivelmente compraria” ou “certamente compraria”, confirmando a boa aceitação dos produtos pelos potenciais consumidores.

Observa-se, ainda, no histograma da Fig. 9, que a F2 de estruturado de açaí se destacou no nível de certeza dos provadores, com 19 provadores relatando que, se encontrassem à venda esse tipo de produto, certamente eles comprariam. Já para o estruturado misto, observa-se que a F4 destacou-se na intenção de compra, com 31 provadores confirmando que “possivelmente” ou “certamente” comprariam o produto se o encontrassem à venda.

Assim, de acordo com os resultados da análise sensorial, selecionou-se a F2 de estruturado de açaí e a F4 de estruturado misto de taperebá e mamão para a caracterização físico-química.

## Caracterização do estruturado de açaí e do estruturado misto de taperebá e mamão

Os resultados da caracterização das formulações de estruturado de açaí e estruturado misto de taperebá e mamão, selecionadas a partir da análise sensorial, encontram-se na Tabela 19.

**Tabela 19.** Caracterização do estruturado de açaí e estruturado misto de taperebá e mamão, em base úmida.

Determinação	Estruturado de açaí	Estruturado de taperebá + mamão
Firmeza (g)	1478,33 ± 72,0851	186,14 ± 27,3887
Atividade de água	0,77 ± 0,0058	0,77 ± 0,005
pH	5,22 ± 0,0000	4,21 ± 0,0305
Sólidos solúveis (°Brix)	58,33 ± 1,1547	70,30 ± 0,4761
Acidez titulável (% ác. cítrico)	0,04 ± 0,0005	0,06 ± 0,0003
Umidade (%)	30,99 ± 0,6104	39,95 ± 2,3074
Cinzas (%)	1,68 ± 0,0586	1,61 ± 0,0441
Fibras (%)	1,01 ± 0,0098	1,00 ± 0,0058
Proteínas (%)	9,55 ± 0,7214	9,16 ± 0,0880
Lipídeos (%)	0,35 ± 0,0169	0,12 ± 0,0141
Carboidratos (%)	57,43 ± 0,3518	49,16 ± 0,6110
Valor energético (Kcal/100 g)	271,07 ± 0,3634	234,36 ± 0,2377
Açúcares totais (g/100 g)	-	46,52 ± 0,2125
Açúcares redutores (g/100 g)	-	27,84 ± 0,6739
Açúcares não redutores (g/100 g)	-	17,41 ± 0,2018
Carotenóides totais (mg/g)	-	9,31 ± 0,2766
Antocianinas (mg/100 g)	18,99 ± 1,6615	-
Taninos (mg/100 g)	47,55 ± 1,1968	19,25 ± 0,0000

O estruturado de açaí e o estruturado misto de taperebá e mamão são produtos novos; portanto, não se encontrou referência na literatura so-

bre a caracterização físico-química dos mesmos. Entretanto, ressalta-se que os valores apresentados na Tabela 19 estão dentro da faixa encontrada para outros estruturados de frutas (BELLARD, 1995; FREITAS, 1999; GRIZOTTO et al., 2005a; GRIZOTTO et al., 2005b; GRIZOTTO et al., 2006).

Com relação à firmeza, o valor encontrado para o estruturado de açaí (Tabela 19) está próximo ao relatado por Grizotto et al. (2005b), estudando estruturado de polpa concentrada de manga, com valores variando de 343,94 g a 2955,03 g em virtude da formulação. Já para o estruturado de polpa concentrada de abacaxi, os autores observaram valores entre 38,16 g e 416,39 g, faixa correspondente à firmeza encontrada para o estruturado misto de taperebá e mamão.

O valor de atividade de água de 0,77, obtido para os estruturados de açaí e de taperebá e mamão, é inferior ao citado por Grizotto (2005a), estudando estruturados de polpa concentrada de abacaxi, manga e mamão. Já Santos (2003) encontrou 0,583 de atividade de água em estudo sobre estruturado de manga.

Embora o teor de umidade seja um parâmetro importante na conservação dos alimentos, em muitos casos a atividade de água (Aa) tem sido o parâmetro preferido para ser medido e acompanhado, por representar melhor a água disponível ou o estado da água disponível que melhor se correlaciona com a conservação dos alimentos (CHIRIFE; BUERA, 1995). A atividade de água indica a quantidade de água disponível para facilitar a ocorrência de transformações bioquímicas ou para o crescimento das células microbianas nos alimentos. Com a atividade de água (Aa) de 0,77 observada neste trabalho, podemos classificar os estruturados obtidos como alimentos de Aa intermediária. Os alimentos com teor intermediário de água apresentam níveis de umidade entre 20 % e 50 % e 0,60£ Aa £0,85 e, por isto, estão sujeitos a processos de deterioração provocados, principalmente, por bolores e leveduras (UBOLDI EIROA, 1981).

Quanto à análise de carotenóides totais, observa-se que, embora tenham ocorrido perdas durante o processamento, o valor encontrado para o estruturado misto de taperebá e mamão, 9,31 mg/g, é bastante significativo quando comparado aos teores observados para outras frutas in natura, como pêsego (6,9 mg/g), manga (12,8 mg/g) e maracujá (4,7 mg/g) (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1996). O mesmo foi observado quanto aos teores de antocianinas e taninos, verificando-se valores significativos, mesmo após o processo de estruturação das frutas. Para a análise de antocianinas, o valor encontrado para o estruturado de açaí (18,99 mg/100 g) está próximo ao relatado para pitanga roxa, 16,23 mg/100 g (LIMA et al., 2005). Já em estudo sobre seleções de acerola, Lima et al. (2000) relatam teores variando de 15,04 mg/100 g a 50,98 mg/100g. Malacrida e Motta (2005), estudando sucos de uva reconstituídos de diferentes marcas, encontraram teores de antocianinas variando de 2,13 mg/L. a 36,23 mg/L.

## Conclusões

Os resultados obtidos mostram que há boa perspectiva para a produção de fruta estruturada com teor elevado de polpa de açaí e mix de polpa de mamão e taperebá.

Os resultados obtidos no planejamento experimental indicam que, para o estruturado de açaí, à medida que se aumenta a concentração dos hidrocolóides (alginato, pectina e gelatina), independentemente da combinação entre eles, aumenta-se também a firmeza dos estruturados. Já para o estruturado misto de taperebá e mamão, somente o aumento da concentração de gelatina afeta a firmeza do produto final.

A secagem dos estruturados a 45 °C/8h promoveu redução no teor de umidade para níveis de umidade intermediária e minimizou o problema

de adesividade na superfície das frutas, proporcionando maior estabilidade e melhoria da textura do produto final.

Os estruturados de frutas desenvolvidos apresentaram boa aceitação sensorial, 79,77 % e 81,89 % em relação à impressão global, para o estruturado de açaí (F2) e estruturado misto de taperebá e mamão (F2), respectivamente. Com relação à intenção de compra, 77,5 % dos provadores responderam que, provável ou certamente, comprariam o estruturado de açaí e 70 %, provável ou certamente, comprariam o estruturado misto de taperebá e mamão.

O estruturado de açaí e o estruturado misto de taperebá e mamão apresentam potencial de consumo na forma que se apresentam, como um confeito, além da possibilidade de serem utilizados na formulação de produtos de confeitaria ou alimentos congelados.

# Referências

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.114-119, 2004.

ALMEIDA, R. F.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; VITORAZI, L.; CARLOS, L. A.; PINTO, L. K. A. Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. "Golden". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.577-581, jul./set. 2006.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. R.; ROESSLER, E.B. **Principle of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965. p. 366-373.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 14. ed. Arlington, VA, USA, 1984.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16. ed. Washington: Horwitz W., 1997.

BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R.; HASHIMOTO, K. Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá. Belém, EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa**, n.32. p. 15, 1981.

BELLARDE, F. B. **Utilização de alginato de sódio na produção de um gel estruturado de suco de maracujá (*Passiflora edulis* S)**. 1995. 60 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

BISPO, E. S. **Estudos de produtos industrializáveis de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989. 119f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1989.

BLIGH, E. G; DYER, W. J. A rapid method of total lipid and purification. **Can. J. Biochemistry. Physi.** v.37, p. 911-917, 1959.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BOSCO, J.; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 29 p.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutr. Rev.**, v.56, p.317-333, 1998.

CHAN, H. T.; CAVALETTO, C. G. Dehydration and storage stability of papaya leather. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1723-1725, 1978.

CHIRIFE, J.; BUERA, M. P. A critical review of some non-equilibrium situations and glass transitions on water activity values of foods in the microbiological growth range. **Journal of Food Engineering**, Barking, v.25, p.531-552, 1995.

COSTELL, E; TRUJILLO, C; DAMASIO, M.H ; DURAN, L. texture of sweet orange gels by free-choice profiling. **Journal of Sensory Studie**, v.10, p. 163-179, 1995.

DA SILVA, A. P.V.; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M. Características de qualidade do suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.) obtido por extração mecânico-enzimática. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n.3, p. 233-236, set./dez. 1997.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.342-350, set./dez. 2003.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.541-545, dez. 2001.

FIZMAN, S.M.; DURAN, L. Effect of fruit pulps and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.

FREITAS, S. M. L. **Utilização de alginato de sódio em texturizados de suco misto de laranja e cenoura de valor energético reduzido**. 1999. 110 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Occurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p.1306-1313, 1994.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage Fiber Analyses**: Apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington: USDA/Agricultural Research Service. 1970. p. 19.

GRAHAM, H. D. Alginate. In: \_\_\_\_\_ **Food Colloids**. Westport, CT: The Avi Publishing Company, Inc, 1977. p. 438-463.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J.M.; MENEZES, H.C. Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.691-697, out./dez. 2005a.

GRIZOTTO, R. K.; BRUNS, R. E.; AGUIRRE, J. M.; BATISTA, G. Otimização via metodologia de superfície de respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.158-164, jan./mar. 2005b.

KALENTUC, G.; NUSSINOVITCH, A.; PELEG, M. Alginate texturization of highly acid fruit pulps and juices. **Journal of Food Technology**, v. 55, n. 6, p. 1759-1761, 1990.

KRYNSKY, N.I. The biological properties of carotenoids. **Pure Appl. Chemistry**, v. 66, n. 5, p. 1003-1010, 1994.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S.; NASCIMENTO, P. P. Flavonóides em seleções de acerola (*Malpighia* sp L.). 1- Teor de antocianinas e flavonóis totais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.1063-1064, 2000.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, D. E. S. Efeito da luz e da temperatura de congelamento sobre a estabilidade das antocianinas da pitanga roxa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p. 92-94, 2005.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p.659-664, out./dez. 2005.

MATTIETTO, R.A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 2005. 299 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MORLEY, R. C; SHARMA, C. **Dietary fiber food products and methods of manufacture**. United States Patent , Patent number: 4,565,702. 1986.

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.539-543, jul/set. 2006.

MOUQUET, C.; DUMA, J.C.; GUILBERT, S. Texturization of sweetened mango pulp: optimization using Response Surface Methodology. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 6, p. 1395-1400, 1992.

MOUQUET, C.; AYMARD, C.; GUILBERT, S.; CUVELIER, G.; LAUNAY, B. Influence of initial pH on gelation kinetics of texturized passion fruit pulps. **Lebens. Wiss. Technol.**, v. 30, n. 2, p. 129-134, 1997.

MOYLS, A. L. Drying of apple puree. **Journal of Food science**, v. 46, p. 939-942, 1981.

NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2 ed. Campinas: UNICAMP, 1996.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (Ed.) **Açaí**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de Produção, 4).

NUSSINOVITCH, A; KOPELMAN, I.J ; MIZRAHI, S. Mechanical properties of composite fruit products based on hydrocolloid gel, fruit pulp and sugar. **Lebensm. Wiss M. Technol**, v. 24, p. 14-217, 1991.

NUSSINOVITCH, A; PELEG, M. Mechanical properties of a raspberry product texturized with alginate. **J. Food Proc. Pres.**, v. 14, n. 4, p. 267-278, 1995.

OWEN, S. R.; TUNG, M.A. Cuttigg resistance of a restructured fruit bar as influenced by water activity. **J. Food Text.**, v. 22, n. 2, p. 191-199, 1991.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p. 526-530, 2002.

PAPAGEORGIOUS, M.; KASAPIS, S. E.; GOTHARD, M. G. Structural and textural properties of calcium induced, hot –made alginate gels. **Carbohydrate Polymers**, v.24, p. 199-207, 1994.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Propriedades reológicas da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): efeito da concentração. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.3, p. 606-612. 2003.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais**: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Varela, 2005. 95 p.

RAO, S. V. ; ROY, S. K. **Indian Food Packer**, v.34, n. 3, p. 72, 1980.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; NASCIMENTO, S. R. C.; NUNES, G. H. S. Qualidade do mamão 'Formosa' submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n.1, p.75-80, jan./mar. 2007.

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

ROGEZ, H. **Açaí**: preparo, composição e melhoramento da conservação. Belém, PA: Universidade Federal do Pará, 2000. 313 p.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. **Food Chemistry**, v.103, p.935-943, 2007.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. DE. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42 p. (Série Frutas Nativas, 4).

SANTOS, C. N. P. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. 2003. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SENTANIN, M. A.; AMAYA, D. B. R. Teores de carotenóides em mamão e pêssegos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, p.13-19, jan./mar. 2007.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.2, n.1-2, p.7-19, 1999.

SILVA, A. P. V.; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M. Estudo da produção de suco clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p. 33-36, jan./abril. 1999.

SOUSA, C. L.; MELO, G. M. C.; ALMEIDA, S. C. S. Avaliação da qualidade do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) comercializado na cidade de Macapá – AP. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.17, n.2, p.127-136, jul./dez., 1999.

STATISTIC for Windows - versão 5.0. Tulsa, OK, USA: StatSoft, Inc., 1995. Copyright© StatSoft, Inc.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practies**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1993. 338 p.

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Versão II. 2.ed. Campinas, SP: NEPA – UNICAMP, 2006. 113 p. Disponível em: [www.unicamp.br/nepa/taco/](http://www.unicamp.br/nepa/taco/). Acesso em: 20 out. 2007.

TIRAPEGUI, J.; CASTRO, I. A. de. Taninos na dieta humana: aspectos funcionais. In: DE ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. Cap.44, p. 253-265.

UBOLDI EIROA, M. N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do ITAL**, Campinas, v.3, n.18, p.353-383, 1981.

VIJAYANAND, P.; YADAV, A. R.; BALASUBRAMANYAM, N.; NARASIMHAM, P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. **Lebens. Wiss. Technology**, v. 33, n. 1, p. 132-137, 2000.

WEINER, G.; NUSSINOVITCH, A. Succulent hydrocolloid –based, texturized grapefruit products. **Lebensm. Wiss. Technology**, v.27, p. 394-399, 1994.

WROLSTAD, R. E. Color and pigment analysis in fruits products. **Oregon Agricultural Exp. Stn. Corvallis. Bulletin**, n. 624, 1976.

**Embrapa**

---

***Amazônia Oriental***

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



CGPE 6772