

# ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE ESTRUTURADOS DE POLPA CONCENTRADA DE ABACAXI

Johnatt Alan Rocha de OLIVEIRA\*  
Ana Vânia CARVALHO\*\*  
Luiza Helena da Silva MARTINS\*\*\*  
Débora Kono Taketa MOREIRA\*\*\*\*

■ **RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo estudar o procedimento de estruturação de polpa concentrada de abacaxi, empregando-se diferentes hidrocoloides e altas concentrações de polpa de abacaxi. Os hidrocoloides utilizados foram: pectina de baixa metoxilação, gelatina, ágar-ágar e alginato de sódio. Utilizou-se como processo para concentração da polpa a desidratação osmótica e a concentração por evaporação a vácuo. O fruto *in natura* foi submetido a análises físico-químicas e para os estruturados foram realizadas análises físico-químicas e sensoriais. Os resultados mostraram ser possível obter estruturados a partir de polpa concentrada de abacaxi, com concentrações significativas de vitamina C, proteína e fibra. Quanto à análise sensorial, os estruturados de abacaxi obtiveram elevada aceitação por parte dos possíveis compradores, apresentando índices elevados de intenção de compra, com cerca de 90% dos provadores que afirmaram que certamente ou possivelmente comprariam o produto se o encontrassem à venda.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** *Annanas comosus*; frutas estruturadas; hidrocoloides.

## INTRODUÇÃO

A demanda por produtos naturais, saudáveis e a base de frutas e hortaliças tem crescido rapidamente, não apenas como produtos acabados, mas também como ingredientes a serem incluídos em alimentos mais elaborados, como sorvetes, cereais, laticínios, produtos de confeitaria e panificação.<sup>8, 18</sup> Desta forma, consideráveis pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de produzir polpas de frutas reformuladas que se assemelham a textura original da fruta.<sup>36</sup>

A tecnologia para a produção de fruta estruturada com elevados teores de polpa e hidrocoloides como agentes de ligação não foi totalmente estabelecida.<sup>13</sup> Os procedi-

mentos de estruturação descritos por diversos pesquisadores,<sup>11, 16, 24</sup> ainda apresentam limitações.

É consenso 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.<sup>23, 25</sup> A extensão deste efeito depende do tipo de polpa empregada e suas interações com os outros componentes, especialmente o açúcar e o hidrocoloide utilizado.<sup>16, 19</sup>

A adição de maiores teores de cálcio resulta no aumento da força do gel, mas acima de certo limite, os géis tornam-se quebradiços.<sup>27</sup>

A adição de sacarose também promove géis mais firmes e mais resistentes à ruptura do que aqueles isentos dela.<sup>9</sup> Tal adição promove o aumento da atração intermolecular do polímero, mas também pode causar uma falta de homogeneidade a altas concentrações.<sup>36</sup>

Dessa forma, observa-se que existe um complexo e distinto comportamento mecânico em produtos formulados contendo goma, polpa e açúcar e isso possibilita a obtenção de certas propriedades mecânicas com diferentes combinações e concentrações de componentes e tratamento da polpa.<sup>26</sup>

O objetivo deste trabalho foi investigar os parâmetros do processo para a estruturação de polpa de abacaxi concentrada, avaliando-se os efeitos das misturas de alginato, pectina, gelatina e glicerol sobre as características físico-químicas e sensoriais do produto elaborado.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Foram utilizados abacaxis da variedade Pérola, com cascas ligeiramente amareladas e teor de sólidos solúveis variando de 12,5 a 14°Brix, sem danos físicos,

\* Faculdade de Nutrição – Universidade Federal do Pará – 66120-300 – Belém – PA – Brasil. E-mail: johnattrocha@yahoo.com.br. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – Curso de Doutorado – Faculdade de Engenharia Química – UNICAMP – 13083-862 – Campinas – SP – Brasil.

\*\* Pesquisadora – Embrapa Amazônia Oriental – 66095-100 – Belém – PA – Brasil.

\*\*\* Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – Curso de Doutorado – Faculdade de Engenharia Química – UNICAMP – 13083-862 – Campinas – SP – Brasil.

\*\*\*\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – 37890-000 – Muzambinho – MG – Brasil.

os quais foram obtidos no comércio local de Belém-PA. Os frutos foram sanificados com imersão em água com 200mg.L<sup>-1</sup> de cloro por 10 minutos, e em seguida descascados com o auxílio de facas de aço inoxidável. A polpa obtida foi cortada em cubos de ± 15mmx15mmx15mm e pesada em balança eletrônica da marca GEHAKA, modelo BG-4000. Seguindo para as etapas de concentração e desidratação osmótica.

Os hidrocoloides utilizados para as formulações foram: pectina de baixa metoxilação (CP KELKO, Brasil), gelatina 120 Bloom (REBIÉRE, Brasil) e ágar-ágar (ARCOLOR, Brasil); todos de grau alimentício. Os coadjuvantes tecnológicos utilizados no processo de estruturação foram: fosfato de cálcio bibásico anidro (VETEC, Brasil), glicerina bidestilada (C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>5</sub>) (ARCOLOR, Brasil) e sacarose refinada comercial (UNIÃO, Brasil).

## Métodos

### *Desidratação osmótica*

A desidratação osmótica empregada para a concentração da polpa de abacaxi seguiu procedimento adaptado de Torreggiani & Bertolo,<sup>34</sup> como mostrado na Figura 1.

### *Concentração da polpa (evaporação)*

Assim como para a desidratação osmótica descrita no item anterior, na concentração a vácuo utilizou-se baixas temperaturas com o objetivo de manter as características sensoriais e nutricionais originais do fruto. O procedimento utilizado foi adaptado de Pelegrini et al.<sup>28</sup> Na Figura 2 observa-se o fluxograma do procedimento realizado.

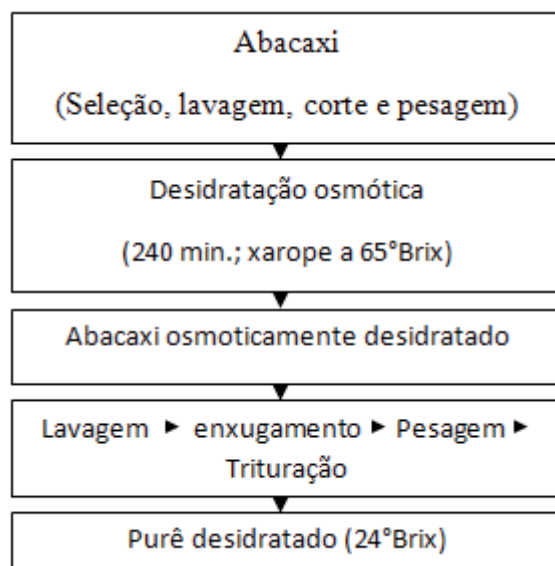


FIGURA 1 – Fluxograma do processo de desidratação-osmótica do abacaxi.

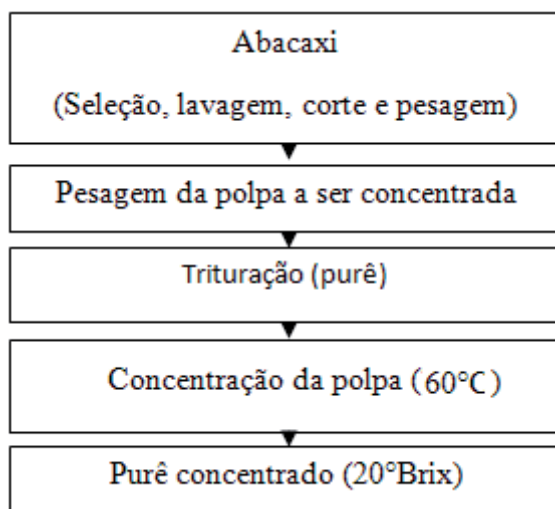


FIGURA 2 – Fluxograma do processo de concentração da polpa de abacaxi.

### *Testes preliminares de formulação para os estruturados*

Testaram-se os seguintes hidrocoloides: pectina de baixa metoxilação, gelatina e ágar-ágar. As concentrações de pectina de baixa metoxilação variaram de 1 a 3%, em relação à massa de polpa utilizada. A utilização de pectina de baixa metoxilação necessitou da adição de fosfato de cálcio bibásico (0,8% em relação à massa de polpa). Foram ainda testadas diferentes concentrações de gelatina 180 Bloom e ágar-ágar. O pH inicial das polpas foi corrigido para 3,5, utilizando-se solução de ácido cítrico a 50%.

As formulações selecionadas foram aquelas que promoveram uma estruturação firme no qual o gel não rompia por ocasião do corte e que apresentavam menor alteração do sabor pela adição do hidrocoloide utilizado.

### *Processamento dos estruturados de abacaxi*

À polpa desidratada osmoticamente (24°Brix) e mantida sob aquecimento (60°C) em banho-maria e intensa agitação (misturador da marca Yamato Labo – Stirrer, modelo L35), foram adicionados os demais ingredientes. Foram preparadas duas formulações empregando-se polpa de abacaxi desidratada osmoticamente: Formulação 1 (15% de gelatina, 3% de pectina de baixa metoxilação, 10% de glicerina bidestilada, 0,8% de fosfato de cálcio bibásico e açúcar suficiente para elevar os sólidos solúveis até 50°Brix) e Formulação 2 (5,5% de ágar-ágar, 3% de pectina de baixa metoxilação, 10% de glicerina bidestilada, 0,8% de fosfato de cálcio bifásico e açúcar suficiente para elevar os sólidos solúveis até 50°Brix). A mistura foi agitada vigorosamente até que se verificasse completa e homogênea dissolução dos ingredientes.

A mistura foi em seguida distribuída em placas de Petri de 15x140mm, em lâminas de 0,5cm de espessura. As frutas assim estruturadas foram mantidas sob refrigeração a 10°C durante 24h, para completar a geleificação. Após o período de refrigeração os estruturados foram fracionados utilizando-se moldes de aço inoxidável e os produtos assim obtidos foram transferidos para estufa com circulação de ar a 45°C durante 15h, para reduzir a umidade e aumentar a estabilidade do produto final.

A polpa concentrada a vácuo (20°Brix) foi mantida sob aquecimento (60°C) em banho-maria e intensa agitação utilizando-se misturador da marca Yamato Labo – Stirrer, modelo L35 e em seguida foi adicionado 10% de glicerina bidestilada, e em função do teor de sólidos solúveis, calculou-se a quantidade de sacarose suficiente para elevar o teor de sólidos solúveis para 50°Brix, <sup>13</sup> como realizado para as Formulações 1 e 2.

Em seguida, à polpa submetida ao aquecimento (60°C) e agitação foram adicionados: açúcar, 10% de ágar-ágar, 3% de pectina de baixa metoxilação e 0,8% de fosfato de cálcio bibásico, mantendo-se intensa agitação por 5 minutos. Essa formulação foi considerada como Formulação 3.

A mistura foi em seguida distribuída em placas de Petri, seguindo-se o mesmo procedimento das demais for-

mulações. As frutas assim estruturadas foram mantidas sob refrigeração a 10°C durante 48h para completar a geleificação. Por razões que não ficaram muito bem elucidadas, os estruturados obtidos com polpa concentrada a vácuo exigiram maior tempo para completar e geleificação sob refrigeração, realizando-se em seguida secagem em estufa com circulação de ar a 45°C durante 15 horas.

### *Caracterização físico-química da polpa e dos estruturados*

A polpa de abacaxi e os estruturados obtidos foram caracterizados quanto ao pH,<sup>1</sup> acidez titulável, <sup>1</sup> sólidos solúveis, <sup>1</sup> atividade de água (medição direta em analisador de atividade de água da marca DECAGON®, modelo Pawkit, Pullman, EUA), umidade, <sup>1</sup> cinzas, <sup>1</sup> proteínas, <sup>1</sup> lipídios, <sup>3</sup> fibras totais pelo método de detergência, segundo Goering & Van Soest, <sup>12</sup> açúcares totais e redutores por titulação de oxi-redução de acordo com Lane & Eynon, <sup>17</sup> vitamina C segundo método n. 43.065 da AOAC, <sup>1</sup> modificado por Benassi, <sup>2</sup> carboidratos (calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas) e valor energético total (utilizando-se a equação VET=(Cx4)+(Ax4)+(Bx9), onde C: carboidratos, A: proteína total e B: extrato etéreo).

### *Avaliação da composição mineral*

A composição mineral dos frutos *in natura* e dos estruturados foi realizada de acordo com Clesceri et al., <sup>6</sup> analisando-se: zinco, cálcio, cobre, magnésio, ferro e manganês por espectrofotometria de absorção atômica), potássio por fotometria de chama e fósforo por espectrofotometria de UV-visível.

### *Análise sensorial*

Realizou-se teste de aceitação no qual 40 provadores não treinados e de ambos os sexos demonstraram o quanto gostaram ou desgostaram das amostras em relação à aparência, aroma, textura, sabor e impressão global. <sup>33</sup> Utilizou-se escala hedônica não estruturada de 9cm, tendo como limites os termos “desgostei muitíssimo” à esquerda e “gostei muitíssimo” à direita. <sup>33</sup> A atitude dos provadores com relação à compra do produto também foi avaliada por meio de escala de intenção de compra de cinco pontos, que varia de “certamente compraria” e “certamente não compraria o produto”. <sup>21</sup> As amostras foram servidas monadicamente em pratos plásticos descartáveis codificados de maneira casualizada.

### *Análise estatística*

Os resultados das características físico-químicas e sensoriais foram submetidos à análise de variância, e as médias, quando significativas, comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa SAS 8.0 (Statistical Analysis System).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização Físico-Química do Abacaxi

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas do abacaxi estão apresentados na Tabela 1.

O valor de pH obtido (3,99) está próximo aos valores de 3,80 e 3,75 encontrados por Sarzi & Durigan<sup>32</sup> e de 3,60 observados por Medina et al.,<sup>20</sup> para a polpa de abacaxi Pérola. Para a acidez titulável observou-se valor ligeiramente inferior (0,57%) aos encontrados por Sarzi & Durigan<sup>32</sup> (0,64%) e semelhantes aos encontrados por Reinhardt et al.,<sup>30</sup> (0,48 a 0,71%) para a mesma variedade de abacaxi. Pereira et al.,<sup>29</sup> e Reinhardt et al.,<sup>30</sup> caracterizaram abacaxis da variedade Pérola e obtiveram valores de sólidos solúveis que variaram de 12,4 a 15,7°Brix e 9 a 13°Brix respectivamente, os quais foram coerentes com aqueles obtidos neste trabalho.

Sarzi & Durigan<sup>32</sup> encontraram para o teor de fibras totais 1,36%, valor ligeiramente superior ao observado neste trabalho (0,99%). Para os teores de lipídios e proteínas não foram encontrados dados na literatura para a variedade Pérola. Em razão disso foram utilizados dados relatados por Franco<sup>10</sup> para abacaxis da variedade Smooth Cayene. Dessa forma quanto ao teor de lipídeos o valor encontrado (0,29%) foi próximo ao verificado por Franco,<sup>10</sup> que foi de 0,20%. Para as proteínas o mesmo autor relata um valor de 0,40%, inferior ao encontrado neste trabalho (0,72%).

Segundo Huet,<sup>14</sup> dentre as vitaminas encontradas no abacaxi destacam-se a vitamina C e a pró-vitamina A. Para

a comparação do teor de ácido ascórbico todos os autores citados caracterizaram polpas nas mesmas condições as utilizadas neste trabalho, o qual obteve o teor de 287,2mg.kg<sup>-1</sup>. Reinhardt et al.,<sup>30</sup> relatou que a concentração de vitamina C existente na polpa do abacaxi Pérola maduro está entre 130 e 200mg.kg<sup>-1</sup>. Enquanto que Sarzi & Durigan<sup>32</sup> encontraram um valor de 218,1mg.kg<sup>-1</sup>, inferior aquele obtido neste trabalho.

### Caracterização Físico-Química dos Estruturados de Abacaxi

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas dos estruturados de abacaxi são apresentados na Tabela 2.

O processo de reestruturação proposto neste trabalho permitiu a utilização de um elevado nível de polpa de abacaxi (462 a 667g.kg<sup>-1</sup>). Já Grizotto et al.,<sup>13</sup> em estudo com estruturados de abacaxi utilizaram teor de polpa de 770-830g.kg<sup>-1</sup>. Para a quantidade de sacarose neste trabalho foi necessária uma quantidade de 150 a 500g.kg<sup>-1</sup>, quantidades superiores às relatadas por Grizotto et al.,<sup>13</sup> (73 a 173g.kg<sup>-1</sup>), porém muito semelhantes aos teores relatados por Kalentuc et al.,<sup>16</sup> de 300 a 400g.kg<sup>-1</sup>.

Em relação à caracterização físico-química, Grizotto et al.,<sup>13</sup> cita valores de 3,24 a 3,93 para o pH de estruturados de abacaxi, semelhantes aos encontrados neste trabalho (3,85 a 3,86).

Com relação à atividade de água foram obtidos valores inferiores a 0,70 após a secagem em estufa, os quais variaram de 0,58 a 0,68, enquanto que Grizotto et al.,<sup>13</sup>

Tabela 1 – Caracterização físico-química de abacaxi da variedade Pérola, em base úmida.

Determinações*	Valor Médio*
pH (25°C)	3,06 ± 0,02
Sólidos solúveis (°Brix)	13,56 ± 0,05
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,57 ± 0,05
Atividade de água (Aw)	0,97 ± 0,01
Umidade (%)	85,50 ± 0,03
Lipídios (%)	0,29 ± 0,09
Proteínas (%)	0,72 ± 0,05
Cinzas (%)	0,31 ± 0,02
Fibras (%)	0,99 ± 0,09
Açúcares totais (%)	9,60 ± 0,53
Açúcares redutores (%)	4,36 ± 0,06
Açúcares não redutores (%)	4,97 ± 0,05
Carboidratos (%)	13,18 ± 0,55
Vitamina C (mg.kg <sup>-1</sup> ).	287,20 ± 24,70
Valor energético total (kcal/kg <sup>-1</sup> )	58,21 ± 2,23

\*Análises realizadas em triplicata.

encontrou valores que variaram entre 0,82 a 0,92. Já Santos<sup>31</sup> estudou estruturados de manga obtidos com polpa osmoticamente desidratada e obteve valor de atividade de água de 0,58, semelhante aos valores obtidos neste trabalho. Foi possível classificar os estruturados obtidos como alimentos de atividade de água intermediária e conseqüentemente com significativa estabilidade, uma vez que alimentos com teor intermediário de água apresentam níveis de umidade entre 20% e 50% e  $0,60 \leq A_a \leq 0,85$ , entretanto sujeitos a processos de deterioração provocados por bolores e leveduras.<sup>35</sup>

A umidade dos estruturados de abacaxi variou entre 21,33% a 25,16%, valores semelhantes aos observados por Santos<sup>31</sup> que relatou umidade de 23,11%. Já Che Man & Irwandí<sup>5</sup> apresentaram umidade de 15,9 a 17,10% para estruturados de durião (fruta asiática) obtida por concentração (evaporação) e secos em estufa.

Em relação ao teor de proteínas, observou-se que a Formulação 1, na qual empregou-se 15% de gelatina, obteve teor significativamente superior aos das Formulações 2 e 3. Este fato era esperado, visto que a gelatina é um ingrediente composto por cerca de 84% de proteína.<sup>22</sup>

Quanto aos teores de cinzas e lipídios não foi observada diferença estatística entre as três formulações de estruturado de abacaxi. Com relação aos açúcares totais, para as Formulações 1 (40,53%) e 2 (40,49%) não foram

observadas diferenças estatísticas a 5% de significância, porém as mesmas se diferenciaram em relação a Formulação 3 (58,87%). Estes valores estão abaixo dos 78,89% de açúcares totais para estruturado obtido de polpa de manga desidratada por osmose encontrados por Santos,<sup>31</sup> o que pode ser explicado pelas diferentes formulações e frutas utilizadas. Para os teores de açúcares redutores observou-se o mesmo comportamento, não sendo encontradas diferenças estatísticas para as Formulações 1 e 2, apesar de ambas se diferenciarem da Formulação 3.

Em relação ao teor de fibras totais foram encontrados valores que variaram de 3,75% a 3,81%, não sendo detectada diferença estatística a 5% de probabilidade entre as três formulações. Segundo a Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar, os estruturados de abacaxi podem ser classificados como alimentos fonte de fibras, pois apresentam valores superiores ao mínimo de 3g de fibras por 100g de alimentos sólidos exigido pela legislação para alimentos incluídos nessa categoria.<sup>4</sup>

Os teores de vitamina C encontrados para as Formulações 1, 2 e 3, de 316,7, 316,9 e 294,3mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, não apresentaram diferença significativa para as duas primeiras formulações, embora tenham se diferenciado da terceira formulação. Essa diferença da Formulação 3 em relação às demais pode ser explicada pelo processo de

Tabela 2 – Caracterização físico-química dos estruturados de abacaxi.

Determinações*	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
pH (25°C)	3,85 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,86 ± 0,05 <sup>a</sup>	3,85 ± 0,17 <sup>a</sup>
Atividade de água	0,58 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,58 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,68 ± 0,05 <sup>a</sup>
Sólidos solúveis (°Brix)	57,20 ± 0,53 <sup>a</sup>	50,16 ± 0,01 <sup>b</sup>	55 ± 0,32 <sup>c</sup>
Acidez titulável (% de ácido cítrico)	0,30 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,30 ± 0,27 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,52 <sup>a</sup>
Umidade (%)	21,35 ± 0,47 <sup>a</sup>	21,33 ± 0,45 <sup>a</sup>	25,16 ± 0,17 <sup>b</sup>
Fibras (%)	3,75 ± 0,21 <sup>a</sup>	3,79 ± 0,36 <sup>a</sup>	3,81 ± 0,50 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	10,65 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,19 ± 0,50 <sup>b</sup>	2,20 ± 0,49 <sup>b</sup>
Cinzas (%)	1,75 ± 0,44 <sup>a</sup>	1,77 ± 0,36 <sup>a</sup>	1,80 ± 0,01 <sup>a</sup>
Lipídios (%)	0,32 ± 0,36 <sup>a</sup>	0,32 ± 0,58 <sup>a</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>a</sup>
Carboidratos (%)	65,93 ± 0,46 <sup>a</sup>	74,60 ± 0,39 <sup>b</sup>	70,51 ± 0,34 <sup>c</sup>
Vitamina C (mg.kg <sup>-1</sup> )	316,7 ± 0,78 <sup>a</sup>	316,9 ± 0,01 <sup>a</sup>	294,3 ± 0,50 <sup>b</sup>
Açúcares totais (%)	40,53 ± 0,90 <sup>a</sup>	40,49 ± 0,57 <sup>a</sup>	58,87 ± 0,01 <sup>b</sup>
Açúcares redutores (%)	29,59 ± 0,58 <sup>a</sup>	29,57 ± 0,59 <sup>a</sup>	35,67 ± 0,60 <sup>b</sup>
Açúcares não-redutores (%)	10,39 ± 0,51 <sup>a</sup>	10,37 ± 0,49 <sup>a</sup>	22,04 ± 0,61 <sup>b</sup>

\*Análises realizadas em triplicata.

Médias com letras iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Formulação 1 = polpa desidratada osmoticamente, 15% de gelatina, 3% de pectina de baixa metoxilação, 10% de glicerina bidestilada, 0,8% de fosfato de cálcio bibásico e 15% de açúcar; Formulação 2 = polpa desidratada osmoticamente, 5,5% de ágar-ágar, 3% de pectina de baixa metoxilação, 10% de glicerina bidestilada, 0,8% de fosfato de cálcio bifásico e 15% de açúcar; Formulação 3 = polpa concentrada, 10% de ágar-ágar, 3% de pectina de baixa metoxilação, 0,8% de fosfato de cálcio bibásico e açúcar.

concentração aplicado à polpa nesta formulação, que foi a concentração por evaporação, na qual utilizou-se temperatura bem superior àquela utilizada na desidratação osmótica (Formulação 1 e 2), estando assim o ácido ascórbico muito mais sujeito a degradação pelo calor na Formulação 3.

### Composição Mineral da Polpa *in natura* e dos Estruturados

A Tabela 3 apresenta a composição mineral da polpa de abacaxi *in natura* e dos estruturados elaborados.

Para a composição mineral observa-se que o abacaxi é um fruto rico em potássio, sendo encontrado para a polpa o valor 1305,00mg.kg<sup>-1</sup>. Logo em seguida, em teores bem menores, destaca-se o magnésio com valor de 198,9mg.kg<sup>-1</sup>. Ambos os resultados mostraram-se coerentes com os valores observados por Cunha & Cabral,<sup>7</sup> de 1410mg.kg<sup>-1</sup> e 190mg.kg<sup>-1</sup>, para o potássio e o magnésio respectivamente.

A análise de minerais dos estruturados mostrou que os mesmos podem ser caracterizados como produtos com teores consideráveis de minerais, principalmente cálcio, fósforo e potássio. Para os minerais cálcio e fósforo observaram-se os maiores teores, 2400,9 a 3239mg.kg<sup>-1</sup> e 2032 a 3968mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente. A ingestão recomendada de fósforo para indivíduos com idades entre 19 a 30 anos é de 5800 a 8000mg/dia<sup>15</sup> enquanto que para o cálcio a ingestão sugerida é de 8000mg/dia.<sup>4</sup>

### Análise Sensorial dos Estruturados Obtidos

Os resultados do teste de aceitação para as três formulações de estruturados de abacaxi são apresentados na Tabela 4.

Os estruturados avaliados obtiveram médias de aceitação elevadas, com notas situadas no intervalo de 6 a 9, as quais correspondem às categorias “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”, respectivamente. Em relação à aparência, as três formulações não apresentaram diferenças significativas entre si a 5% de probabilidade. Para o atributo aroma, as Formulações 1 e 3 não se diferiram entre si, porém foi constatada diferença estatística quando comparadas à Formulação 2 elaborada com polpa osmo-desidratada e sem adição de gelatina, o que proporcionou a tal formulação as maiores médias para o referido atributo.

Na avaliação do atributo textura, as Formulações 1 e 2 não demonstraram diferenças entre si. No entanto, quando comparadas com a Formulação 3, elaborada com polpa concentrada por evaporação, mostraram diferença em relação à mesma. Esta última mostrou média relativamente inferior, apresentando gel visualmente menos firme que as demais formulações. Alguns dos comentários mais comuns pelos provadores foram de “pouco aroma e gosto de abacaxi” para a Formulação 3.

Em termos gerais, a Formulação 2 foi a que apresentou as maiores médias para a maioria dos atributos avalia-

Tabela 3 – Composição mineralógica da polpa de abacaxi *in natura* e das formulações de estruturado de abacaxi.

Determinação*	Resultados (mg.kg <sup>-1</sup> )*			
	Abacaxi <i>in natura</i>	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Cálcio	15,90 ± 0,31	2400,90 ± 0,74 <sup>a</sup>	3129,00 ± 0,70 <sup>b</sup>	3230,10 ± 1,03 <sup>c</sup>
Ferro	2,20 ± 0,07	4,40 ± 0,70 <sup>a</sup>	14,00 ± 0,43 <sup>b</sup>	25,50 ± 0,01 <sup>c</sup>
Fósforo	83,00 ± 0,44	2032,00 ± 0,23 <sup>a</sup>	2999,00 ± 0,31 <sup>b</sup>	3968,00 ± 0,74 <sup>c</sup>
Potássio	1305,00 ± 1,13	1454,00 ± 0,31 <sup>a</sup>	2107,00 ± 0,07 <sup>b</sup>	2872,00 ± 0,70 <sup>c</sup>
Magnésio	198,90 ± 0,43	213,00 ± 0,07 <sup>a</sup>	269,00 ± 0,44 <sup>b</sup>	311,00 ± 0,25 <sup>c</sup>
Manganês	2,90 ± 0,01	2,20 ± 0,44 <sup>a</sup>	3,00 ± 1,13 <sup>b</sup>	4,90 ± 0,01 <sup>c</sup>
Zinco	1,80 ± 0,01	24,90 ± 1,13 <sup>a</sup>	55,50 ± 0,43 <sup>b</sup>	69,80 ± 0,01 <sup>c</sup>
Cobre	0,30 ± 0,01	0,50 ± 0,43 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,70 <sup>b</sup>	0,80 ± 0,01 <sup>c</sup>

\*Valores médios de três replicatas.

Médias com letras iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Média das notas atribuídas pelos provadores, para as diferentes formulações de estruturados de abacaxi.

Atributos	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Aparência	7,6 ± 0,70 <sup>a</sup>	7,5 ± 0,68 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,66 <sup>a</sup>
Aroma	6,9 ± 0,65 <sup>b</sup>	8,1 ± 0,63 <sup>a</sup>	6,5 ± 0,63 <sup>b</sup>
Textura	7,7 ± 0,55 <sup>a</sup>	7,9 ± 0,62 <sup>a</sup>	6,6 ± 0,63 <sup>b</sup>
Sabor	7,3 ± 0,71 <sup>a</sup>	7,2 ± 0,50 <sup>ab</sup>	6,8 ± 0,52 <sup>b</sup>
Impressão global	7,3 ± 0,56 <sup>b</sup>	7,8 ± 0,54 <sup>a</sup>	6,8 ± 0,57 <sup>b</sup>

Médias com letras iguais, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Intenção de compra

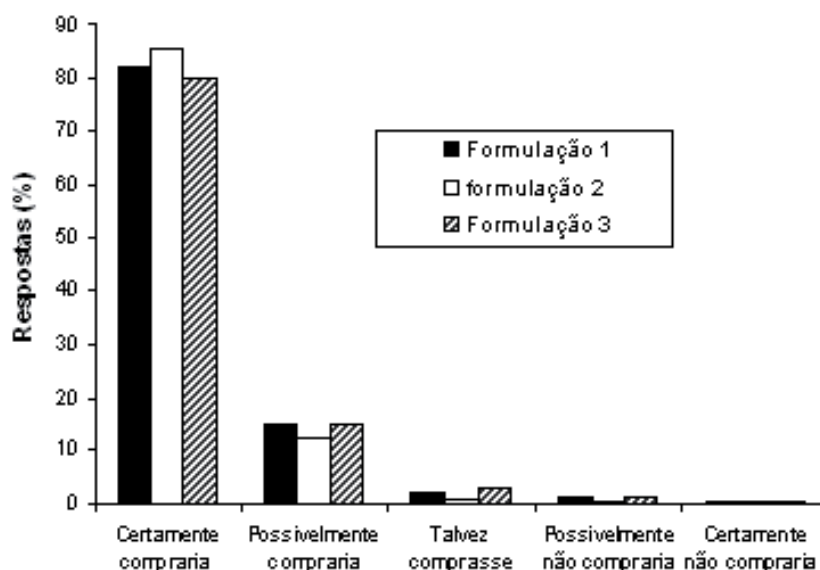


FIGURA 3 – Histograma de frequência dos valores hedônicos atribuídos à intenção de compra das amostras de estruturados de abacaxi.

dos, provavelmente pelo elevado teor de polpa utilizado e ausência de gelatina.

Quanto à intenção de compra (Figura 3) é possível perceber grande aceitação para as três formulações de estruturado de abacaxi elaboradas. Observou-se para as Formulações 1, 2 e 3 que 82,03%, 85,40% e 79,86% dos provadores certamente comprariam os produtos se os encontrassem à venda.

## CONCLUSÃO

O glicerol atua como supressor de atividade de água e a secagem como eficiente processo na produção de frutas estruturadas de reduzida atividade de água. Todas as formulações obtiveram excelentes graus de aceitação sensorial e intenção de compra.

A mistura dos hidrocoloides utilizados permitiu a obtenção de produtos estáveis, com textura e aparência desejável e boa aceitabilidade na avaliação sensorial. Do ponto de vista físico-químico os produtos obtidos apresentaram teores significativos de fibras e vitamina C.

A produção de fruta estruturada de abacaxi com elevada porcentagem de polpa é possível e os produtos finais apresentam potencial de consumo na forma similar às barras de frutas, podendo ser considerado um produto de conveniência e saudável.

OLIVEIRA, J. A. R.; CARVALHO, A. V.; MARTINS, L. H. S.; MOREIRA, D. K. T. Elaboration and physicochemical and sensory characterization of restructured of concentrated pineapple pulp. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 23-31, jan./mar. 2012.

■ABSTRACT: This work aimed to study the process of structuring concentrated pineapple pulp, using different hydrocolloids and high concentrations of pineapple pulp. The hydrocolloids used were: low methoxy pectin, gelatin, agar-agar and sodium alginate. It was used as a concentration process for pulp dehydration and concentration by evaporation. The fresh fruit was subjected to physicochemical analysis and the structured analysis was performed by physicochemical and sensory properties. The results proved that it is possible to obtain structured from concentrated pineapple pulp, with significant concentrations of vitamin C, protein and fiber. As for the sensory evaluation, structured pineapple obtained high acceptance by prospective buyers, showing high levels of purchase intent, with about 90% of the panelists who said they definitely or probably would buy the product if they found the sale of approximately 90%.

■KEYWORDS: *Annanas comosus*; restructured fruits; hydrocolloids.

## REFERÊNCIAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16<sup>th</sup> ed. 1997. methods.
2. BENASSI, M. T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
3. BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, v. 37, n. 911-917, 1959.

4. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 33, de 13 de janeiro de 1998**. Ingestão diária recomendada para proteínas, vitaminas e minerais. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/33\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/33_98.htm). Acesso em: 15 ago. 2010.
5. CHE MAN, Y. B.; WANDI, I. R. Durian leather: development, properties and storage stability. *J. Food Qual.*, v. 19, n. 6, p. 479-489, 1996.
6. CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> ed. Washington, DC, 1998. methods.
7. CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S. Taxonomy, species, cultivars and morphology. In: CUNHA, G. A. P.; CARVALHO, V. D. (Org.) **The pineapple: cultivation, agriculture and economy – products and uses**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. p. 389-402.
8. FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ. **Pineapple**. 2009. Disponível em: <http://www.faep.com.br/legislacao/anexo1.asp>. Acesso em: 25 jun. 2009.
9. FIZMAN, S. M.; DURAN, L. Effect of fruit pulps and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. *Carbohydr. Polym.*, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.
10. FRANCO, G. **Table of chemical composition of foods**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1989. 230p.
11. FREITAS, S. M. L. **Use of sodium alginate in textured orange juice and carrot mix of energy-reduced**. 1999. 110f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
12. GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).
13. GRIZOTTO, R. K. et al. Technological aspects for restructuring concentrated pineapple pulp. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, v. 40, n. 5, p. 759-765. 2007.
14. HUET, R. The chemical composition of pineapple. *Fruits*, v. 13, n. 5, p. 183-197, 1958.
15. INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride**. Washington, DC: National Academy, 1997. 448p.
16. KALENTUC, G.; NUSSINOVITCH, A.; PELEG, M. Alginate texturization of highly acid fruit pulps and juices. *J. Food Sci.*, v. 55, n. 6, p.1759-1761, 1990.
17. LANE, J. H.; EYNON, L. **Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator**. London: Normam Rodge, 1934. 8p.
18. LIMA, A. S. et al. Study of process variables on the kinetics of the osmotic dehydration of melon. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 24, n. 2, p. 282-286, 2004.
19. MANCINI, F.; MCHUGH, T. H. Fruit-alginate interactions in novel restructured products. *Nahrung-Food*, v. 44, n. 3, p. 152-157, 2000.
20. MEDINA, J. C. et al. **Pineapple: culture, raw materials, processing and aspects**. 2<sup>nd</sup> ed. Campinas: ITAL, 1978. p. 1-110. (ITAL. Série Frutas Tropicais, 2).
21. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Boca Raton, 1999. 387p.
22. MOTHÉ, J. R. A. **Manufacturing technology candies and caramels**. 3<sup>rd</sup> ed. San Diego: Academic, 1996. p. 51-55.
23. MOUQUET, C.; DUMA, J. C.; GUILBERT, S. Texturization of sweetened mango pulp: optimization using response surface methodology. *J. Food Sci.*, v. 57, n. 6, p. 1395-1400. 1992.
24. MOUQUET, C. et al. Influence of initial pH on gelation kinetics of texturized passion fruit pulps. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, v. 30, n. 2, p. 129-134. 1997.
25. NUSSINOVITCH, A.; PELEG, M. Mechanical properties of a raspberry product texturized with alginate. *J. Food Process. Preserv.*, v. 14, n. 4, p. 267-278, 1990.
26. NUSSINOVITCH, A.; KOPELMAN, I. J.; MIZRAHI, S. Mechanical properties of composite fruit products based on hydrocolloid gel, fruit pulp and sugar. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, v. 24, n. 3, 214-217. 1991.
27. PAPAGEORGIOUS, M.; GOTHARD, M. G. Structural and textural properties of calcium induced, hot-made alginate gels. *Carbohydr. Polym.*, v. 24, n.3, p. 199-207, 1994.
28. PELEGRINI, D. H.; SILVA, F. C.; GASPARETTO, C. A. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, v. 35, n. 3, p. 645-648, 2002.
29. PEREIRA, M. A. B. et al. Quality of pineapple commercialized by Cooperfruto/ Miranorte/Tocantins/ Brazil. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 31, n. 4, p. 1049-1053, 2009.
30. REINHARDT, D. H. et al. Quality gradients in 'Pérola' pineapple in function of fruit size and maturation stage. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 26, n. 3, p. 544-546, 2004.
31. SANTOS, C. N. P. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.



32. SARZI, B.; DURINGAN, J. F. Physical and chemical study of minimally processed products of 'pérola' pineapples. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 24, n. 2, p. 333-337, 2002.
33. STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Academic, 1993. p. 338.
34. TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **J. Food Eng.**, Oxford, v. 49, n. 2-3, p. 247-256, 2001.
35. UBOLDIEIROA, M. N. Water activity: influence on the development of microorganisms and determination methods in food. **B. ITAL**, v. 3, n. 18, p. 353-383, 1981.
36. WEINER, G.; NUSSINOVITCH, A. Succulent hydrocolloid – based, texturized grapefruit products. **Lebensm.-Wiss. Technol.**, v. 27, n. 4, p. 394-399, 1994.

Recebido em: 24/09/2010

Aprovado em: 25/07/2011