



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

AMANDA RODRIGUES LEAL

UTILIZAÇÃO DE HIDROCOLOIDES NA ESTRUTURAÇÃO DE FRUTAS
TROPICAIS: AVALIAÇÃO DE ASPECTOS TECNOLÓGICOS,
BIOACESSIBILIDADE *IN VITRO* E PERFIL SENSORIAL

FORTALEZA

2017

AMANDA RODRIGUES LEAL

UTILIZAÇÃO DE HIDROCOLOIDES NA ESTRUTURAÇÃO DE FRUTAS TROPICAIS:
AVALIAÇÃO DE ASPECTOS TECNOLÓGICOS, BIOACESSIBILIDADE *IN VITRO* E
PERFIL SENSORIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

Co-orientadora: Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L47u Leal, Amanda Rodrigues.
Utilização de hidrocoloides na estruturação de frutas tropicais : avaliação de aspectos tecnológicos, bioacessibilidade in vitro e perfil sensorial / Amanda Rodrigues Leal. – 2017.
136 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.
Coorientação: Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira.
1. Goma gelana. 2. Ágar-ágar. 3. Bioacessibilidade. 4. Compostos bioativos. 5. CATA. I. Título.
CDD 664
-

AMANDA RODRIGUES LEAL

UTILIZAÇÃO DE HIDROCOLOIDES NA ESTRUTURAÇÃO DE FRUTAS TROPICAIS:
AVALIAÇÃO DE ASPECTOS TECNOLÓGICOS, BIOACESSIBILIDADE *IN VITRO* E
PERFIL SENSORIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 07 / 04 / 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Maria de Fátima Lopes Fernandes
Universidade Federal do Ceará

Dra. Delane da Costa Rodrigues
Universidade Federal do Ceará

A Deus.

A minha mãe, Angela.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita bondade e por ter me concedido saúde, força e determinação para concluir mais essa etapa de minha vida.

A minha amada mãe, Angela, que desde as primeiras batidas de meu coração me amou e dedicou sua vida e seus esforços para fazer de mim uma pessoa melhor, e que inúmeras vezes renunciou seus sonhos para que eu pudesse alcançar os meus.

A minha madrinha, Socorro, que muito me apoiou durante toda a vida com sua imensa generosidade e amor.

A minha irmã, Paula Vitória, por sua companhia e amizade.

Ao meu namorado e companheiro, Anderson, que com seu amor, amizade e dedicação me apoiou durante toda essa etapa, me tranquilizando e incentivando nos momentos felizes ou difíceis.

A Universidade Federal do Ceará por todas as maravilhosas experiências vividas em seu âmbito, e por me possibilitar a realização de dois grandes sonhos, que foram ingressar e concluir a graduação e o mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa, por suas valiosas orientações, imenso apoio, confiança, paciência, compreensão e pela disposição em sempre ajudar.

A minha co-orientadora, Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira, pelo apoio e orientação durante a realização desse trabalho.

Aos membros convidados da banca examinadora, Profa. Dra. Maria Mozarina Beserra Almeida, Profa. Dra. Maria de Fátima Lopes Fernandes e Dra. Delane da Costa Rodrigues, por aceitarem o convite e pelas valiosas sugestões propostas, as quais enriqueceram grandemente o trabalho.

A querida Juliana Nascimento que me ajudou e apoiou grandemente desde o início dos experimentos, transmitindo seus conhecimentos e auxiliando durante a realização das análises. Agradeço também por sua amizade, a qual contribuiu bastante para que esse período fosse mais agradável e alegre.

Aos bolsistas Carlos Artur, Lorena Machado, Gildevânia Moreira, Luís Gustavo, Matheus Henrique e Thomé Wilson por toda a imensa ajuda na realização das análises e pela amizade, vocês fizeram do ambiente de trabalho bem mais leve, divertido e agradável. Sem vocês não teria sido possível concluir esse trabalho com tanto êxito.

A todos os colegas da turma de mestrado, em especial aos meus amigos Brena Kelle e Luan Costa pela amizade, companheirismo, apoio e por todos os momentos vividos juntos.

Ao Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo pelo incentivo à realização desta pesquisa no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal do Ceará.

A todos os funcionários, bolsistas e colegas do Laboratório de Frutas e Hortaliças, em especial ao Sr. Omar e Luci, pela companhia, atenção e gentileza, Livia Xerez, Ana Cristina de Lima, Soraya Sancho e Delane Rodrigues pela companhia, apoio e transmissão de conhecimentos, Ana Erbênia por ceder parte do material para realização da bioacessibilidade, e a Profa. Eveline de Alencar pelo apoio e incentivo desde a graduação.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Alimentos, especialmente, ao Secretário da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos Paulo Mendes pela ajuda durante todo o curso, e, em memória, ao Sr. Luís por sua imensa disposição e satisfação em ajudar em tudo que podia.

A Profa. Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo e aos bolsistas e funcionários do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pela realização das análises microbiológicas.

A Profa. Dra. Maria Raquel Alcântara de Miranda por me permitir realizar as análises de ácido ascórbico pelo método espectrofotométrico no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Pós-Colheita de Frutos do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da

Universidade Federal do Ceará. E aos bolsitas e integrantes desse laboratório, principalmente, Jadilson, Amanda, Mônica e Marília pelo apoio e ajuda durante a realização das análises

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelo fornecimento da estrutura para realização da análise de textura.

A Pomar da Polpa pelo fornecimento das polpas de frutas necessárias para a realização do estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que torceram por mim e me ajudaram de forma direta ou indireta na realização desse sonho.

Muito obrigada!

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve, e a vida é muito para ser insignificante.” (Augusto Branco)

RESUMO

Estruturados de frutas são produtos resultantes da combinação entre polpas de frutas e hidrocoloides gelificantes, sendo uma alternativa para a redução do desperdício de frutas. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi desenvolver estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola, e avaliar a influência dos hidrocoloides utilizados sobre as características sensoriais e de textura, e na retenção de compostos bioativos. Os estruturados mistos foram elaborados a partir da combinação de polpas de frutas e os hidrocoloides ágar-ágar, goma gelana de baixa acilação – LA (do inglês *low acyl*) e de alta acilação – HA (do inglês *high acyl*), isolados ou combinados, na concentração de 0,75% do peso da polpa mista. Foi avaliada a influência dos hidrocoloides sobre as características sensoriais, físico-químicas e de textura, além dos conteúdos de ácido ascórbico, polifenóis e atividade antioxidante total, antes e após digestão gastrointestinal *in vitro* (DGI). Os resultados obtidos mostraram que o pH e os sólidos solúveis aumentaram significativamente em relação às polpas mistas, os valores de atividade de água permaneceram inalterados, e pequenas variações na coloração foram observadas. As amostras contendo 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana LA e 0% de goma gelana HA (LA100/HA0), 75% de goma gelana LA e 25% de goma gelana HA (LA75/HA25) e 50% de goma gelana LA e 50% de goma gelana HA (LA50/HA50) apresentaram características físico-químicas bem semelhantes entre si, porém, o ágar-ágar proporcionou maior acidez e, conseqüentemente, menor pH aos estruturados com ele elaborados. Antes da DGI, os teores de ácido ascórbico dos estruturados se mantiveram os mesmos ou, até, foram maiores que os das polpas, e houve redução dos polifenóis, exceto nas amostras de sabor manga com acerola, nas quais foi observada a manutenção desses componentes. A atividade antioxidante se manteve nos estruturados de manga com cajá e de manga com acerola, e foi reduzida nos de sabor manga com caju. Os estruturados mantiveram percentuais bioacessíveis de compostos bioativos bastante semelhantes aos das polpas mistas. E, em geral, os estruturados de frutas não apresentaram diferenças entre si quanto aos componentes bioativos. As amostras contendo ágar-ágar apresentaram menor dureza em relação às contendo goma gelana, e LA100/HA0 foi mais dura que as demais. Já a adesividade foi maior em LA100/HA0, além disso, esse parâmetro reduziu conforme o aumento das proporções de HA. Os valores de elasticidade e coesividade foram os mesmos em todas as formulações. Nenhum estruturado ou polpa apresentou crescimento de microorganismos. Todos foram bem aceitos sensorialmente, havendo maior preferência pelas amostras contendo LA50/HA50 e menor por LA100/HA0.

Diante do exposto, acredita-se que os estruturados de frutas do presente estudo são bastante promissores por apresentarem características muito semelhantes às das polpas mistas de frutas.

Palavras-chave: Goma gelana. Ágar-ágar. Bioacessibilidade. Compostos bioativos. CATA.

ABSTRACT

Structured fruits are products resulting from the combination of fruit pulps and gelling hydrocolloids, being an alternative for the reduction of fruit waste. In this context, the objective of the present study was to develop mixed structured fruits of mango with caja, mango with cashew apple and mango with acerola, evaluating the influence of the hydrocolloids on the sensorial, texture characteristics and on the retention of bioactive compounds. The mixed structured fruits were made combining fruit pulps with hydrocolloids ágar-ágar, low acyl gellan gum (LA) and high acyl gellan gum (HA), isolated or combined, in concentration of 0.75% of the weight of the pulps. It was evaluated the influence of hydrocolloids on sensory, physical-chemical and texture characteristics, as well as ascorbic acid content, polyphenols and total antioxidant activity, before and after gastrointestinal digestion in vitro. The results showed that pH and soluble solids of the structured fruits increased significantly compared to mixed pulps, while values of water activity remained unchanged, and it was observed a small variation in the coloration. Samples containing 100% ágar-ágar, 100% LA gellan gum with 0% gellan gum HA (LA100 / HA0), 75% LA gellan with 25% HA gellan (LA75 / HA25) and 50% LA gellan with 50% HA gellan (LA50 / HA50) presented physical-chemical characteristics very similar to each other. However, the structured fruits elaborated with ágar-ágar provided higher acidity, consequently, lower pH. The ascorbic acid contents of the structured fruits remained the same or, even, were higher than the content of the mixed pulps. There was a reduction of the polyphenols, except for the mango with acerola samples, which the maintenance of these components was observed. The antioxidant activity remained the same in the mango with caja and mango with acerola samples, and it was reduced in mango with cashew apple samples. The structured fruits maintained bioaccessible percentages of bioactive compounds similar to those found for the mixed pulps. In general, the structures fruits did not present differences in relation to the bioactive components comparing to each other. The samples containing ágar-ágar presented lower hardness than samples containing gellan gum, and LA100 / HA0 formulation was harder than the others. Otherwise, the adhesiveness was higher in LA100 / HA0, and this parameter reduced as the HA proportion increased. The values of elasticity and cohesiveness were the same in all formulations. The structured fruits or mixed pulps did not present growth of microorganisms. All formulations were well accepted in the sensory evaluation, with higher preference for samples containing LA50 / HA50 and less preference for LA100 / HA0 samples. In view of the above, it is believed that the structured fruits presented in this study

are very promising, because they present characteristics very similar comparing with mixed fruit pulps.

Keywords: Gellan gum. Ágar-ágar. Bioaccessibility. Bioactive compounds. CATA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura primária de goma gelana de alta acilação.....	42
Figura 2 - Estrutura primária de goma gelana de baixa acilação.....	42
Figura 3 - Estrutura primária de ágar-ágar.....	44
Figura 4 - Esquema das fases de formação de géis de polissacarídeos.....	46
Figura 5 - Exemplos de modelos esquemáticos para zonas de junção de géis de polissacarídeos.....	47
Figura 6 - Estruturados mistos de manga com caju, manga com cajá e manga com acerola.....	60
Figura 7 - Curva de TPA típica gerada por texturômetro durante dois ciclos de compressão com as indicações dos parâmetros dureza, coesividade, adesividade e elasticidade.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

- Grafico 1 - Mapa de Preferência Interno, do atributo impressão global, para as amostras de estruturados mistos de manga com cajá elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50)..... 90
- Grafico 2 - Análise de Componentes Principais (ACP) para as amostras de estruturados mistos de manga com cajá elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), atributos sensoriais e o produto ideal..... 94
- Grafico 3 - Análise de Componentes Principais (ACP) entre atributos sensoriais das amostras de estruturados mistos de manga com cajá elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), em relação à impressão global..... 95
- Grafico 4 - Mapa de Preferência Interno, do atributo impressão global, para as amostras de estruturados mistos de manga com caju elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50)..... 97
- Grafico 5 - Análise de Componentes Principais (ACP) para as amostras de estruturados mistos de manga com caju elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação

(LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), atributos sensoriais e o produto ideal.....	100
Grafico 6 - Análise de Componentes Principais (ACP) entre atributos sensoriais das amostras de estruturados mistos de manga com caju elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), em relação à impressão global.....	101
Grafico 7 - Mapa de Preferência Interno, do atributo impressão global, para as amostras de estruturados mistos de manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	104
Grafico 8 - Análise de Componentes Principais (ACP) para as amostras de estruturados mistos de manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), atributos sensoriais e o produto ideal.....	107
Grafico 9 - Análise de Componentes Principais (ACP) entre atributos sensoriais das amostras de estruturados mistos de manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), em relação à impressão global.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informação nutricional de manga de acordo com diferentes autores.....	30
Tabela 2 – Informação nutricional de pedúnculo de caju de acordo com diferentes autores.....	32
Tabela 3 – Informação nutricional de cajá de acordo com a TACO.....	33
Tabela 4 – Informação nutricional de acerola de acordo com diferentes autores.....	35
Tabela 5 – Soma das ordens de preferência das seis combinações de estruturados mistos de frutas tropicais.....	59
Tabela 6 – Caracterização físico-química das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola, elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	62
Tabela 7 – Caracterização da cor instrumental das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola, elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	64
Tabela 8 – Valores das médias para os teores de ácido ascórbico, pelo método titulométrico, das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), antes e após a digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	68
Tabela 9 – Valores das médias para os teores de ácido ascórbico pelo método espectrofotométrico das amostras de polpas e estruturados mistos de manga	

	com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), antes e após a digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	72
Tabela 10 –	Valores das médias para os teores de polifenóis totais das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), antes e após a digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	74
Tabela 11 –	Valores das médias para os teores de atividade antioxidante total das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), antes e após a digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	78
Tabela 12 –	Correlação de Pearson entre a atividade antioxidante total pelo método ABTS e os compostos bioativos das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), antes e após digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	80
Tabela 13 –	Médias dos resultados obtidos na análise do perfil de textura das amostras de estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com	

acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	82
Tabela 14 – Resultados das análises microbiológicas das amostras de polpas e estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	86
Tabela 15 – Caracterização dos provadores das amostras de estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	87
Tabela 16 – Resultados do teste de aceitação das amostras de estruturados mistos de manga com cajá elaboradas com elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....	89
Tabela 17 – Resultado do <i>check all that apply</i> (CATA) das amostras de estruturados mistos de manga com cajá elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), utilizando o teste Cochran Q para comparação entre amostras.....	92
Tabela 18 – Resultados do teste de aceitação das amostras de estruturados mistos de manga com caju elaboradas com elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-	

	<p>ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....</p>	96
Tabela 19 –	<p>Resultado do <i>check all that apply</i> (CATA) das amostras de estruturados mistos de manga com caju elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), utilizando o teste Cochran Q para comparação entre amostras.....</p>	99
Tabela 20 –	<p>Resultados do teste de aceitação das amostras de estruturados mistos de manga com acerola elaboradas com elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100 % de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50).....</p>	102
Tabela 21 –	<p>Resultado do <i>check all that apply</i> (CATA) das amostras de estruturados mistos de manga com acerola elaboradas com 100% de ágar-ágar (ágar-ágar), 100% de goma gelana de baixa acilação (LA100/HA0), 75% de goma gelana de baixa acilação e 25% de goma gelana de alta acilação (LA75/HA25) e 50% de goma gelana de baixa acilação e 50% de goma gelana de alta acilação (LA50/HA50), utilizando o teste Cochran Q para comparação entre amostras.....</p>	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Ácido Ascórbico
Aa	Atividade de Água
ABTS	2,2'-Azinobis (3-tilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
ACP	Análise de Componentes Principais
AGE	Ácido Gálico Equivalente
ANOVA	Análise de Variância
BPF	Boas Práticas de Fabricação
BVB	Caldo Bile Verde Brilhante
CATA	<i>Check All That Apply</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CP	Componente Principal
DFI	2,6-diclorofenolindofenol
DGI	Digestão Gastrointestinal <i>In vitro</i>
dms	Valores absolutos críticos de diferença
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazil
E.C	Caldo <i>E.coli</i>
EC50	Half maximal effective concentration (Concentração efetiva para inibir 50% da concentração inicial de radical)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
HA	<i>High acyl</i> (alta acilação)
HCl	Ácido clorídrico
HE	Ágar Entérico de Hectoen
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDA	Ingestão Diária Aceitável
IN	Instrução Normativa
INS	<i>International Numbering System</i> (Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares)
LA	<i>Low acyl</i> (baixa acilação)
LST	Caldo Lauril Sulfato Triptose
MPI	Mapa de Preferência Interno

NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
NMP	Número Mais Provável
PET	Polifenóis Extraíveis Totais
pH	Potencial hidrogeniônico
PIQ	Padrão de Identidade e Qualidade
q.s	<i>Quantum satis</i>
r	Coefficiente de Correlação
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RV	Caldo <i>Rappaport-Vassiliadis</i>
Secex	Secretaria de comércio exterior
SS	Sólidos Solúveis
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCA	Ácido tricloroacético
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TE	Trolox Equivalente
TEAC	Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox
TPA	Análise do perfil de textura
Trolox	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico
UFC	Unidade formadora de colônia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UV/VIS	Ultravioleta Visível
XLD	Ágar Xilose Lisina Desoxicolato

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
2	OBJETIVOS	28
2.1	Objetivo geral	28
2.2	Objetivos específicos	28
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
3.1	Manga	29
3.2	Caju	31
3.3	Cajá	32
3.4	Acerola	34
3.5	Frutas estruturadas	36
3.5.1	<i>Fatores que interferem nas características dos estruturados de frutas</i>	38
3.6	Hidrocoloides	40
3.6.1	<i>Goma gelana</i>	41
3.6.2	<i>Ágar-ágar</i>	43
3.6.3	<i>Formação de géis</i>	45
4	MATERIAIS E MÉTODOS	48
4.1	Obtenção da matéria-prima	48
4.2	Elaboração dos estruturados mistos de frutas tropicais	48
4.3	Seleção das combinações de polpas de frutas tropicais	49
4.4	Caracterização físico-química das amostras de polpas e estruturados mistos de frutas tropicais	50
4.4.1	<i>pH</i>	50
4.4.2	<i>Sólidos solúveis</i>	50
4.4.3	<i>Acidez titulável</i>	50
4.4.4	<i>Atividade de água (Aa)</i>	50
4.4.5	<i>Cor instrumental</i>	50
4.5	Determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante total das amostras de polpas e estruturados mistos de frutas tropicais, antes e após digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	51
4.5.1	<i>Digestão Gastrointestinal in vitro (Teste de Bioacessibilidade) nos</i>	

	<i>estruturados mistos</i>	51
4.5.1.1	<i>Ácido ascórbico</i>	52
4.5.1.2	<i>Compostos fenólicos</i>	53
4.5.1.3	<i>Atividade antioxidante total</i>	54
4.6	Avaliação do perfil de textura instrumental (TPA)	55
4.7	Análises microbiológicas	55
4.8	Análise sensorial	56
4.9	Delineamento experimental e análise estatística	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1	Seleção das combinações de polpas de frutas tropicais	59
5.2	Caracterização físico-química e química das polpas e estruturados mistos de frutas tropicais	60
5.3	Compostos bioativos e atividade antioxidante total, antes e após digestão gastrointestinal <i>in vitro</i>	67
5.3.1	<i>Determinação de ácido ascórbico segundo os métodos titulométrico e espectrofotométrico</i>	67
5.3.2	<i>Polifenóis totais</i>	73
5.3.3	<i>Atividade antioxidante total</i>	77
5.3.4	<i>Correlação de Pearson entre os ensaios de atividade antioxidante, ácido ascórbico e polifenóis</i>	79
5.4	Análise do perfil de textura instrumental (TPA)	81
5.5	Análises microbiológicas	85
5.6	Avaliação sensorial dos estruturados mistos de frutas tropicais	86
5.6.1	<i>Caracterização dos provadores das amostras de estruturados mistos de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola</i>	86
5.6.2	<i>Estruturados mistos de manga com cajá</i>	88
5.6.2.1	<i>Teste de aceitação</i>	88
5.6.2.2	<i>Mapa de Preferência Interno (MPI)</i>	89
5.6.2.3	<i>Check-All-That-Apply (CATA)</i>	91
5.6.2.4	<i>Teste da amostra ideal</i>	93
5.6.2.5	<i>Teste dos componentes principais para o atributo impressão global</i>	94
5.6.3	<i>Estruturados mistos de manga com caju</i>	95
5.6.3.1	<i>Teste de aceitação</i>	95

5.6.3.2	<i>Mapa de Preferência Interno (MPI)</i>	96
5.6.3.3	<i>Check-All-That-Apply (CATA)</i>	98
5.6.3.4	<i>Teste da amostra ideal</i>	100
5.6.3.5	<i>Teste dos componentes principais para o atributo impressão global</i>	101
5.6.4	<i>Estruturados mistos de manga com acerola</i>	102
5.6.4.1	<i>Teste de aceitação</i>	102
5.6.4.2	<i>Mapa de Preferência Interno (MPI)</i>	103
5.6.4.3	<i>Check-All-That-Apply (CATA)</i>	104
5.6.4.4	<i>Teste da amostra ideal</i>	106
5.6.4.5	<i>Teste dos componentes principais para o atributo impressão global</i>	107
6	CONCLUSÃO	109
	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE A - FICHA DE TESTE DE ORDENAÇÃO-PREFERÊNCIA	125
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	126
	APÊNDICE C – FICHA PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES	127
	APÊNDICE D – LISTA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS AMOSTRAS DE ESTRUTURADO MISTO DE MANGA COM CAJÁ...	128
	APÊNDICE E – LISTA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS AMOSTRAS DE ESTRUTURADO MISTO DE MANGA COM CAJU...	129
	APÊNDICE F – LISTA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS AMOSTRAS DE ESTRUTURADO MISTO DE MANGA COM ACEROLA	130
	APÊNDICE H – LISTA DE AVALIAÇÃO DA AMOSTRA IDEAL RELACIONADA AOS ESTRUTURADOS MISTOS DE MANGA COM CAJU	132
	APÊNDICE I – LISTA DE AVALIAÇÃO DA AMOSTRA IDEAL RELACIONADA AOS ESTRUTURADOS MISTOS DE MANGA COM ACEROLA	133
	ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	134