



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

BIOATIVAÇÃO DE ÁGUA MINERAL COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS
DE SUCO DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis*) OBTIDAS PELO
PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA

Alaíza Barros Lima Moraes

São Cristóvão – SE
Fevereiro/2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

BIOATIVACÃO DE ÁGUA MINERAL COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS
DE SUCO DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis*) OBTIDAS PELO
PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA

Alaíza Barros Lima Moraes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Orientador(a): Prof.^a Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani

Co-orientador(a): Prof.^a Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva

Agência Financiadora: CAPES

São Cristóvão – SE
Fevereiro/2015

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M827b Moraes, Alaíza Barros Lima
Bioativação de água mineral com adição de microcápsulas de suco de maracujá amarelo (*passiflora edulis*) obtidas pelo processo de gelificação iônica / Alaíza Barros Lima Moraes ; Alessandra Almeida Castro Pagani. – São Cristóvão, 2015.
109 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Maracujá. 3. Águas minerais. I. Pagani, Alessandra Almeida Castro, orient. II. Título.

CDU 663.64.05:634.776.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

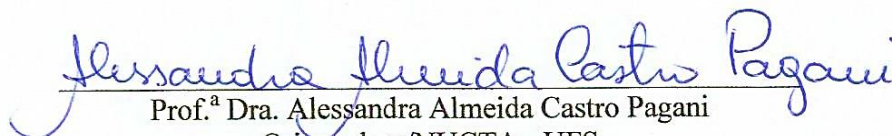
**BIOATIVACÃO DE ÁGUA MINERAL COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS
DE SUCO DE MARACUJÁAMARELO (*Passiflora edulis*) OBTIDAS PELO
PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA**

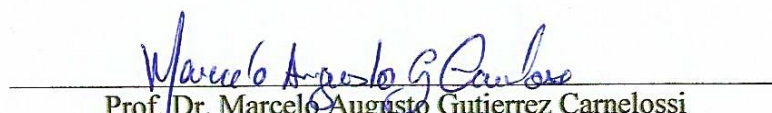
Autor: Alaíza Barros Lima Morais

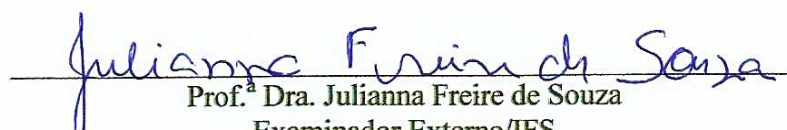
Orientador(a): Prof.^a Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani

Co-orientador(a): Prof.^a Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva

Banca Examinadora:


Prof.^a Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani
Orientadora/NUCTA - UFS


Prof. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnellosi
Examinador Interno/NUCTA - UFS


Prof.^a Dra. Julianna Freire de Souza
Examinador Externo/IFS

VITAE DO CANDIDATO

Alaíza Barros Lima Moraes, filha de Maria Auxiliadora de Barros Lima Moraes e Marcos Moura de Moraes, nasceu em 15 de julho de 1989, em Aracaju-SE.

Em dezembro de 2012, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) em São Cristóvão-SE.

Em março de 2013, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Sergipe em São Cristóvão-SE.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Marcos e Auxiliadora, pelo amor, dedicação e conselhos.

Ao meu namorado, Bruno, pela amizade, companheirismo e incentivo.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Alessandra Almeida Castro, pela confiança e incentivo primordiais na realização deste trabalho.

A minha colega de curso e pesquisa, Anne Caroline Rocha Xavier, pela sua contribuição no desenvolvimento dessa pesquisa. Obrigada pelo carinho e paciência.

Aos membros da banca de qualificação – Prof. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnellosi e Prof.^a Dra. Julianna Freire de Souza – por aceitarem o convite para avaliar este trabalho.

A todos os professores e técnicos do DTA, pelos ensinamentos e contribuições, em especial a minha co-orientadora Prof.^a Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva.

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOATIVAÇÃO DE ÁGUA MINERAL COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE SUCO DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis*) OBTIDAS PELO PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA

RESUMO

A gelificação iônica é uma técnica de microencapsulação por meio de uma reação entre uma solução polimérica e uma solução iônica. Essa técnica pode proteger os compostos bioativos nutracêuticos. O trabalho utilizou o processo de gelificação iônica com solução de alginato de sódio para obter um novo produto: uma água bioativa, a partir de microcápsulas de maracujá acondicionadas em água mineral gaseificada. Verificou-se estabilidade física, físico-química, nutricional, microbiológica e microscópica do produto acondicionado em garrafas de vidro a 5 ± 1 °C por 35 dias. Também foi observada a percepção dos consumidores em relação à tecnologia de microencapsulação e às alegações nutricionais da água bioativa. Para as microcápsulas, durante o período de armazenamento foi possível verificar que os teores de ácido ascórbico e carotenóides diminuíram e, os fenóis permaneceram constantes (a $p \leq 0,05$). As microcápsulas e a água apresentaram equilíbrio dos teores de ácido ascórbico, carotenóides e fenóis (a $p \leq 0,05$). Não foi observada contaminação microbiana. O tempo de armazenamento do produto não causou alterações microscópicas na superfície das microcápsulas. Os resultados sensoriais indicam que os consumidores não perceberam risco na tecnologia de microencapsulação, utilizada para elaborar a água bioativa, e valorizaram as suas características nutricionais. O presente estudo evidenciou a bioativação da água por meio da migração dos compostos bioativos das microcápsulas de maracujá com características nutricionais relevantes. Além disso, o novo produto mostrou-se viável para um futuro estudo econômico e comercial.

Palavras-chave: Gelificação iônica. Maracujá. Água. Migração. Compostos bioativos.

**BIOACTIVATION OF MINERAL WATER WITH ADDED PASSION FRUIT
(*Passiflora edulis*) MICROCAPSULES OBTAINED BY
IONIC GELATION PROCESS**

ABSTRACT

The ionic gelation is a technique of microencapsulation by a reaction between a polymer solution and an ionic solution. This technique can protect the nutraceutical bioactive compounds. This study used the process of ionic gelation solution with sodium alginate in order to obtain a new product: a bioactive water from passion fruit microcapsules placed in the carbonated mineral water. The physical, physical-chemical, nutritional, microbiological, and microscopic stability were verified in the product packaged in glass bottles at 5 ± 1 ° C for 35 days. It was also observed the perception of consumers toward the microencapsulation technology and nutritional claims of bioactive water. For the microcapsules, it was possible to verify that the levels of ascorbic acid and carotenoids decreased during the storage period, and phenols remained constant ($p \leq 0,05$). Microcapsules and water presented balance of the ascorbic acid, carotenoids and phenols levels ($p \leq 0,05$). Microbial contamination was not observed. The storage time of the product did not cause microscopic changes in the microcapsules surface. Sensory results indicate that consumers do not realize the risk microencapsulation technology, used to prepare the bioactive water, and appreciated its nutritional characteristics. This study showed the bioactivation of water through the migration of bioactive compounds of passion fruit microcapsules presents relevant nutritional characteristics. Furthermore, the new product revealed viable for future commercial and economic study.

Keywords: Ionic gelation. Passion fruit. Mineral water. Migration. Bioactive compounds.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
SUMÁRIO	iv
ÍNDICE DE TABELAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos Específicos	4
3. REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1 Água Mineral.....	5
3.2 Preparados Líquidos Aromatizados (Águas “aromatizadas”)	8
3.3 Maracujá	11
3.4 Compostos Bioativos Nutracêuticos	14
3.4.1 Vitamina C (Ácido ascórbico)	16
3.4.2 Carotenóides	18
3.4.3 Compostos fenólicos	20
3.5 Gelificação Iônica	23
3.5.1 Alginato de sódio	26
3.6 Embalagem de Vidro	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Materiais	32
4.2 Métodos	32
4.2.1 Obtenção do suco	33
4.2.2 Gelificação iônica	33
4.3 Análises Físicas	35
4.3.1 Rendimento	35
4.3.2 Análise do tamanho das microcápsula	35

4.3.3 Perda de massa das microcápsulas	35
4.3.4 Quantidade de polpa encapsulada (QPA)	35
4.4 Análises Físico-químicas e Nutricionais	35
4.4.1 Teor de umidade	36
4.4.2 Cinzas ou minerais	36
4.4.3 pH	36
4.4.4 Acidez	36
4.4.5 Sólidos solúveis (°Brix)	36
4.4.6 Ácido ascórbico	37
4.4.7 Carotenóides totais	37
4.4.8 Fenóis totais	37
4.4.9 Cor	37
4.5 Análise Microbiológica	38
4.6 Análise Microscópica	38
4.7 Análise Sensorial	38
4.7.1 Efeito da tecnologia e alegações nutricionais sobre a percepção dos consumidores	38
4.8 Análise Estatística	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Análises Físicas	40
5.1.1 Rendimento	40
5.1.2 Análise do tamanho das microcápsula	40
5.1.3 Perda de massa das microcápsulas	41
5.1.4 Quantidade de polpa encapsulada (QPA)	41
5.2 Análises Físico-químicas e Nutricionais	42
5.2.1 Caracterização da polpa, do suco e das microcápsulas	42
5.2.2 Caracterização da água bioativa durante o armazenamento	45
5.3 Análise Microbiológica	54
5.4 Análise Microscópica	56
5.5 Análise Sensorial	57
5.5.1 Efeito da tecnologia e alegações nutricionais sobre a percepção dos	57

consumidores	
6. CONCLUSÃO	67
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO A.1 – Teste Cego	91
ANEXO A.2 – Teste Cego	92
ANEXO B – Teste de Expectativa	93
ANEXO C – Teste de Avaliação Informada	94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural	6
Tabela 2. Composição química da polpa congelada de maracujá-azedo (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>)	13
Tabela 3. Resultado do peso das microcápsulas armazenadas em água por 35 dias	41
Tabela 4. Caracterização da polpa, do suco e das microcápsulas	42
Tabela 5. Resultados do teor de umidade (%) dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	45
Tabela 6. Resultados do teor de cinzas (%) dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	46
Tabela 7. Resultados do pH dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	47
Tabela 8. Resultados do teor de acidez dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	48
Tabela 9. Resultados do teor de sólidos solúveis totais (SST) dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	48
Tabela 10. Resultados dos teores de ácido ascórbico dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	50
Tabela 11. Resultados do teor de carotenóides totais dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	51
Tabela 12. Resultados do teor de fenóis totais dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	52
Tabela 13. Resultados dos parâmetros de cor da microcápsula da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	53
Tabela 14. Resultados obtidos na análise microbiológica da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro	54
Tabela 15. Resultados dos parâmetros analisados no teste cego aplicado à água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$	58

Tabela 16. Média dos valores apresentados pelos julgadores para aceitação e intenção de compra da água bioativa, nos três testes – teste cego (C), de expectativa (E) e avaliação informada (I) - e diferenças estatísticas entre eles. (n = 60 julgadores não treinados)	63
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Projeções de crescimento do consumo mundial até 2021	8
Figura 2. Bebida <i>Orbitz</i> , produzida pela empresa <i>Clearly Canadian Beverage Corporation</i>	10
Figura 3. Bebidas <i>Capsela</i> produzida pela empresa <i>Suntory Co Ltda</i>	11
Figura 4. Representação da reação de oxidação do ácido ascórbico	17
Figura 5. Estruturas de alguns carotenóides	19
Figura 6. Fórmula estrutural de alguns ácidos hidroxicinâmicos	21
Figura 7. Estrutura básica dos flavonóides	22
Figura 8. Alguns modelos de microcápsulas. (A): matriz (microsfera); (B): microcápsula simples; (C): simples, irregular; (D): duas paredes; (E): vários núcleos; (F): agrupamento de microcápsula	24
Figura 9. Estrutura dos blocos que constituem a molécula de alginato	26
Figura 10. Redes de alginatos com blocos M e G, apresentando estruturas tipo “caixa de ovo”	27
Figura 11. Fluxograma das etapas do processo de obtenção da água bioativa	32
Figura 12. Esquema da gelificação iônica por gotejamento para obtenção da água bioativa	34
Figura 13. Etapas de processamento da água bioativa. (A) Kit Caviar Box®; (B) Sucção da polpa pelo Caviar Box®; (C) Gotejamento da Solução 1 no cloreto de cálcio; (D) Microcápsulas de maracujá; (E) Produto final	34
Figura 14. Medição das microcápsulas com o auxílio de um paquímetro digital	40
Figura 15. Microscopia das microcápsulas de polpa de maracujá da água bioativa a 5±1°C em embalagens de vidro nos tempos: 0 (a); 17 (b) e; 35 dias (c). Inteira (1) e em corte transversal (2)	57
Figura 16. Frequência (%) de notas atribuídas à água bioativa avaliada no teste cego quanto à aceitação global (1 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei extremamente)	61
Figura 17. Frequência (%) de notas atribuídas à água bioativa avaliada no teste	

cego com relação à intenção de compra (1 = certamente não compraria; 5 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 9 = certamente compraria)	60
Figura 18. Atributos sensoriais da água bioativa que mais agradaram ou desagradaram aos consumidores e frequência com que foram citados (teste cego) ..	61
Figura 19. Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa sobre a aceitação da água bioativa (C = teste cego; E = teste de expectativa; I = avaliação informada). Os números próximos aos pontos indicam a frequência de indivíduos. (nº de desconfirmação = 39)	65
Figura 20. Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa sobre a intenção de compra da água bioativa (C = teste cego; E = teste de expectativa; I = avaliação informada). Os números próximos aos pontos indicam a frequência de indivíduos. (nº de desconfirmação = 33)	66

1. INTRODUÇÃO

A água mineral natural é caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, considerando as flutuações naturais (Brasil, 2005a). Além disso, é livre de quaisquer calorias, açúcares ou ingredientes artificiais (Mineral Waters of the World, 2013).

A água desempenha um papel essencial no corpo humano. É utilizada para a digestão, absorção e transporte de nutrientes; mantém a temperatura do corpo estável; é necessária na formação de todos os tecidos, entre outros atributos (Oliveira & Marchini, 1998; Castro *et al.*, 2010).

Compõem cerca de 60% do corpo de um adulto, enquanto o corpo de uma criança é composto por até 75% de água. A perda de 3% da água corporal total causa fadiga e 10% é sério risco de morte. Dependendo do clima, dieta, idade, peso, nível de atividade física e função renal, o ser humano deve beber cerca de 1,5 a 3 litros de água por dia (Mineral Waters of the World, 2013).

A venda de água mineral engarrafada aumenta desde 2010 no Brasil. Em 2013, foram vendidos 17 litros a mais por domicílio quando comparado a 2012, apresentando uma produção de 11 bilhões de litros. Para produção final de 2014, espera-se um crescimento de 35% nas vendas (SM, 2014).

O aumento do consumo de água mineral se deve ao comportamento do consumidor, que cada vez mais procura um estilo de vida saudável e bem estar (Moura *et al.*, 2011). Outro fator que colabora fortemente com o aumento da demanda de água mineral é o crescimento da população e a diminuição da oferta de água potável pelos governos (Moura *et al.*, 2011). Nesse cenário, o Brasil é o sétimo maior produtor de água do planeta e apresenta taxa de crescimento anual da produção próxima de 20% (Água & Vida, 2012).

Sabe-se que a população mundial nas últimas décadas está mais preocupada com a saúde. A busca pela qualidade de vida se estende aos cuidados com a alimentação, caracterizada por uma crescente demanda por produtos saudáveis e com características nutricionais e sensoriais próximas dos alimentos *in natura* (Endo *et al.*, 2009).

Fundamentadas no consumo de produtos saudáveis e com o intuito de gerar uma maior diferenciação, para aumentar o consumo diário de água, pesquisas investem em

produtos à base de água incorporando aromas, vitaminas e/ou sais minerais, sendo, por este motivo, conhecidos nos Estados Unidos e na Europa como “águas com valor agregado” (Embalagemmarca, 2007; Endo *et al.*, 2009). No Brasil, em 2005, a ANVISA publicou a RDC nº 273 (Brasil, 2005b) que definiu “Preparado Líquido Aromatizado” como sendo o produto composto por água e, obrigatoriamente, aromas de frutas, como o maracujá.

O maracujá é uma fruteira tropical nativa do Brasil, cujo cultivo tem evoluído muito rapidamente (Rizzi *et al.*, 1998). Atualmente o país detém a liderança mundial do setor, representando em torno de 70% do maracujá produzido mundialmente (IBGE, 2012^a; SBF, 2013). O maracujá é um fruto conhecido pelo sabor forte e como fontes de constituintes nutricionais que apresentam várias ações benéficas ao ser humano, como por exemplo, a atividade antioxidante. Dentre esses compostos bioativos, destacam-se o ácido ascórbico, os compostos fenólicos e os carotenóides (Rotili *et al.*, 2013).

Os compostos bioativos presentes em frutos podem ser preservados pela técnica de encapsulação (Pasin *et al.*, 2012). Sendo a Gelificação iônica o método de encapsulação de alimentos que se utiliza hidrocolóides e soluções iônicas em concentrações adequadas. Por meio da gelificação iônica com alginato de sódio Pagani *et al.* (2014) e Xavier (2014) obtiveram gotas de mamão e de maracujá respectivamente, concluindo que frutas poderiam ser utilizadas pela técnica de gelificação, apresentando boa aceitabilidade nas características nutricionais e sensoriais.

A bioativação de produtos pode ser realizada pela adição de alimentos ricos em compostos bioativos em outros alimentos que não os possuem. Esse processo ocorre por meio da migração e/ou interação entre os componentes das matrizes alimentares, podendo ocorrer de forma mais rápida ou lenta, o que vai depender da composição dos alimentos estudados. Baseado nisso, em 2014, foi concedido o pedido de patente do invento “Bebidas fortificadas com microcápsulas de polpa de frutas”. A invenção refere-se o processo de gelificação iônica para produção de microcápsulas de polpas de frutas utilizadas para o enriquecimento (bioativação) de bebidas destinadas ao consumo humano, preferencialmente água mineral, com gás ou sem gás. Esse produto tem como objetivo agregar valor as polpas de frutas, além de bioativar a água mineral e incentivar a população a consumir a quantidade diária recomendável de água (UFS, 2014).

Com base nas propriedades da água e no crescimento do seu consumo pela população, acoplado a liderança do Brasil na produção de maracujá e aos compostos bioativos dos frutos de maracujá, o trabalho utilizou o processo de gelificação iônica com solução de alginato de sódio para produção de microcápsulas de maracujá, no qual foi verificada a estabilidade das microcápsulas na água mineral gaseificada e a bioativação dessa água por meio da migração dos compostos bioativos do maracujá.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Obter uma água bioativa a partir de microcápsulas de maracujá adicionadas em água mineral gaseificada. Estudar a estabilidade do produto acondicionado em garrafas de vidro a 5 ± 1 °C por 35 dias. Verificar a percepção dos consumidores em relação à água bioativa.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a caracterização físico-química e nutricional da polpa e suco de maracujá-amarelo (umidade, cinzas, pH, sólidos solúveis totais, acidez, ácido ascórbico, carotenóides totais, compostos fenólicos e cor);
- Obter as microcápsulas de suco de maracujá pelo processo de gelificação iônica com o alginato de sódio e cloreto de cálcio;
- Analisar fisicamente as microcápsulas (tamanho, rendimento, quantidade do princípio ativo e perda de peso);
- Realizar a caracterização físico-química e nutricional das microcápsulas (umidade, cinzas, pH, sólidos solúveis totais, acidez, ácido ascórbico, carotenóides totais, compostos fenólicos e cor);
- Estudar a estabilidade físico-química, nutricional, microbiológica e microscópica das microcápsulas adicionadas à água mineral gaseificada durante o armazenamento refrigerado (5 ± 1 °C) em garrafas de vidro;
- Verificar a migração de compostos das microcápsulas para a água;
- Avaliar o efeito da tecnologia e alegações nutricionais sobre a percepção dos consumidores.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Água Mineral

A água mineral é um tipo de água subterrânea que, ao chegar à superfície, passou por um processo de transformação na própria natureza. É formada quando as águas das chuvas penetram no solo e atravessam diversas camadas até chegar às impermeáveis, onde estacionam. Nesse trajeto por baixo do solo, a água passa por várias rochas cheias de substâncias minerais, como carbonato e sulfato de cálcio, que se diluem na água, enriquecendo-a. Quando a água acumulada no subterrâneo sofre pressão de um novo volume d'água, ela sobe para a superfície e surge em locais específicos, conhecidos como nascentes (Castro *et al.*, 2010).

A RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005a) define Água Mineral Natural como a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, considerando as flutuações naturais. As etapas às quais a água mineral natural deve ser submetida, desde a captação até o armazenamento, não podem produzir, desenvolver e/ou agregar substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor e/ou alterem a composição original do produto (Brasil, 2005a).

Segundo a mesma Resolução (Brasil, 2005a), a água mineral natural não deve conter concentrações acima dos limites máximos permitidos para as substâncias químicas que representam risco à saúde como: Chumbo (limite máximo permitido: 0,01 mg/L), Mercúrio (0,001 mg/L), Acrilamida (0,5 mg/L), Triclorobenzenos (20 mg/L), agrotóxicos como: Heptacloro e Heptacloroepóxido (0,03 µg/L), desinfetantes e produtos secundários da desinfecção como o Cloro livre (5 mg/L), entre outros.

A água é fundamental para a vida. Desempenha um papel essencial em quase todas as funções do corpo humano. É utilizada para a digestão, absorção e transporte de nutrientes; assume o papel de solvente para resíduos do corpo e também os dilui para reduzir sua toxicidade. Além disso, mantém a temperatura do corpo estável, e proporciona uma camada protetora para as células do corpo (Oliveira & Marchini, 1998; Castro *et al.*, 2010).

A água é necessária ainda na formação de todos os tecidos do corpo, sendo base para o sangue e todas as secreções líquidas (lágrimas, saliva, sucos gástricos, líquido sinovial, dentre outros), que lubrificam os diversos órgãos e juntas (RGNUTRI, 2010).

Sendo um excelente meio para o crescimento microbiano, a água mineral deve ser colocada no mercado com sua qualidade garantida, em conformidade com os padrões rigorosos do Ministério da Saúde (Brasil, 2005b) (Tabela 1). São adotados como microrganismos indicadores da contaminação da água mineral os mesmos que contaminam as águas dos rios e lençóis freáticos, destacando-se os coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* e Clostrídios sulfito redutores a 46°C.

Tabela 1. Características microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural.

Microrganismo	Amostra indicativa Limites	Amostra representativa			
		n	C	m	M
<i>Escherichia coli</i> ou Coliforme termotolerantes, em 100 mL	Ausência	5	0	-	Ausência
Coliformes totais, em 100mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP
<i>Enterococcus</i> , em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP
Clostrídios sulfito redutores ou <i>Clostridium perfringens</i> , em 100 mL	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	5	1	<1,0 UFC; <1,1 NMP ou ausência	2,0 UFC ou 2,2 NMP

n: número de unidades da amostra representativa a serem coletadas e analisadas individualmente; c: número aceitável de unidades da amostra representativa que pode apresentar resultado entre os valores "m" e "M"; m: limite inferior (mínimo) aceitável, valor que separa qualidade satisfatória de qualidade marginal do produto; M: limite superior (máximo) aceitável. Fonte: Brasil (2005b).

Adefala *et al.* (2013) avaliaram as percepções sobre as qualidades, marcas e preços de águas engarrafadas consumidas pelos habitantes da cidade de Ijebu-Ode, Ogun, Nigéria. Os autores observaram que os consumidores de áreas de baixa renda não se preocupavam com a qualidade da água que consumiam, mas estavam preocupados com as informações de preços e o status sócio econômico. Consequentemente, eles enfrentam potenciais riscos para a saúde.

Mata *et al.* (2015) detectaram a presença de micotoxinas em amostras de águas envasadas. A aflatoxina B2 foi a micotoxina mais frequentemente detectada, com uma concentração máxima de $0,48 \pm 0,05 \text{ ng L}^{-1}$ seguida da aflatoxina B1, G1 e ocratoxina A.

Apesar de algumas marcas de água apresentarem qualidade insatisfatória, o envasamento de água mineral surgiu com o objetivo de assegurar a saúde do consumidor. Além disso, para que a água fosse transportada para locais mais distantes, onde pessoas que não tivessem condições de se locomover até as suas fontes, pudessem se beneficiadas (Moura *et al.*, 2011).

No Brasil, a primeira informação disponível sobre produção de água mineral envasada data de 1911 (Brasil, 2012). Logo após, surgiram máquinas capazes de aumentar a produção e simultaneamente, os meios de transporte também evoluíram, tornando a distribuição desse produto mais fácil, bem como o acesso dos consumidores (Macedo, 2001).

Se no início do século XX a água mineral envasada era vista como símbolo de status, cuja aquisição se restringia aos indivíduos de maior poder aquisitivo. Hoje, a água se apresenta como necessidade, constituindo parte dos gastos do orçamento doméstico de muitas famílias (Endo *et al.*, 2009).

O mercado brasileiro de águas envasadas segue em franca expansão. Caso as projeções se concretizem, o consumo mundial do produto deverá registrar crescimento maior de 100% até 2021, contra aproximadamente 30% das bebidas carbonatadas e das cervejas (Figura 1) (Água & Vida, 2012). Nesse cenário, o Brasil reafirma posição como mercado com grande potencial de expansão, sendo o sétimo maior produtor do planeta, com crescimento a taxas próximas a 20% ao ano (Água & Vida, 2012).

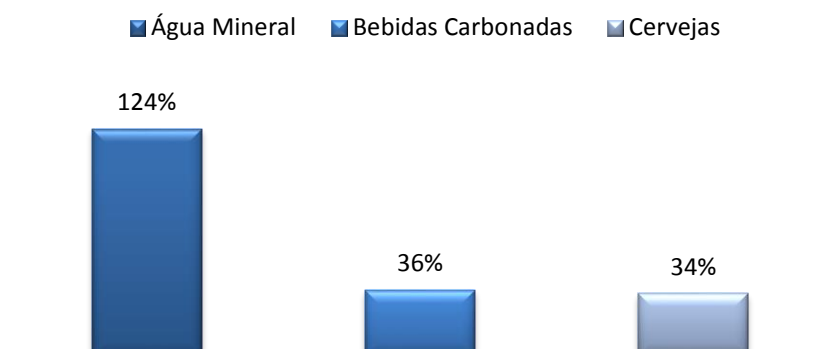


Figura 1. Projeções de crescimento do consumo mundial até 2021. Fonte: Água & Vida (2012).

A expansão desse mercado está conectada a diversos fatores. Dentre eles estão às intensas atividades de marketing praticadas pelas empresas. Uma das estratégias usadas é identificar a imagem da água mineral a um público específico, com um estilo de vida mais saudável (Guerra, 2009). Outro fator que favorece é à entrada de novos produtos no setor. Antigamente, o consumidor era limitado à escolha de água mineral com ou sem gás. Hoje, o consumidor encontra outras opções de águas, sendo a de maior destaque as águas “aromatizadas” (Guerra, 2009; Parra *et al.*, 2010).

3.2 Preparados Líquidos Aromatizados (Águas “aromatizadas”)

Baseadas na boa perspectiva do comércio de águas e com o intuito de gerar uma maior diferenciação, empresas investem em produtos à base de água com a incorporação de aromas, vitaminas e/ou sais minerais (Embalagemmarca, 2007; Endo *et al.*, 2009). As águas “aromatizadas” estão no ramo da indústria para competir com o mercado de refrigerante e, se destacam nos últimos anos (Parra *et al.*, 2010). As vendas no mercado norte-americano aumentaram mais de 200%, movimentando cerca de 455 milhões de dólares e correspondendo a 14% das vendas de águas engarrafadas (Embalagemmarca, 2007). Na Europa e na Argentina, este percentual é ainda mais expressivo, representando cerca de 30% do mercado de águas minerais (Endo *et al.*, 2009).

O Código Alimentar Argentino estabeleceu a Lei nº18.284, no Capítulo XII – Art. 994 (Argentina, 1994) a seguinte regulamentação para Água Mineral Aromatizada: produto água mineral ou aromatizado feito com água mineral natural, com adição de substâncias aromatizantes naturais de uso permitido.

Em 2004, a empresa Danisco Brasil Ltda. propôs a ANVISA (Brasil, 2004a) incluir o conceito de Água Mineral Aromatizada entre as águas minerais brasileiras. A empresa justificou que a definição seria uma opção interessante para o consumidor, já que o produto existe em diversos países e diferencia-se dos refrescos por não conter açúcares ou edulcorantes, corantes, ácidos, ou outros aditivos.

Entretanto, a proposta da empresa Danisco Brasil Ltda não foi aceita tendo em vista que o código brasileiro de águas minerais não permite a adição de outros ingredientes, exceto gás carbônico (Brasil, 2004a). Assim, na Consulta Pública 86/2004 (Brasil, 2004b) e na RDC nº 273 (Brasil, 2005b), foi incluído o produto “Preparado Líquido Aromatizado” sendo o produto obtido com água mineral e, obrigatoriamente, aroma(s). Não podendo conter açúcares e outros ingredientes, exceto edulcorante(s). Acrescido da denominação "sabor" ou "sabor artificial", conforme o caso, seguido do nome(s) do(s) aroma(s)/aromatizante(s) adicionados. Sendo que nesse produto não são permitidas as seguintes expressões: "água mineral", "água mineral natural", "água adicionada de sais", "água mineralizada", "água aromatizada" ou expressões equivalentes (Brasil, 2005b).

Apesar desta restrição, os Preparados Líquidos Aromatizados são comercialmente conhecidos como “águas aromatizadas” ou “águas saborizadas” verificando que o mercado brasileiro acompanha a tendência externa, ganhando força em razão do lançamento destes produtos por grandes multinacionais (Endo *et al.*, 2009; Guerra, 2009).

Na década de 90, na América do Norte verificava o crescente aumento no mercado de bebidas aromatizadas diferenciadas. Nesta época, a empresa *Clearly Canadian Beverage Corporation* lançou o produto *Orbitz*, uma bebida com sabor de fruta, sem gás, que tinha pequenas bolas comestíveis flutuantes. A bebida foi comercializada em garrafas de vidro de 300 mL (Figura 2) (The Free Library, 1997). Segundo Graham (1999), a bebida era composta por água, xarope de milho com alto

teor de frutose, açúcar, aromas naturais, ácido cítrico, citrato de sódio, corantes e pelas gomas xantana e gelana.



Figura 2. Bebida *Orbitz*, produzida pela empresa *Clearly Canadian Beverage Corporation*. Fonte: Spector (2011).

De acordo com The Free Library (1997), as pequenas bolas na bebida *Orbitz* flutuavam devido à sua densidade aproximadamente igual ao do líquido, e mantinham-se em suspensão com a ajuda da goma gelana, que é um polissacarídeo de elevado peso molecular. A utilização da goma proporcionava o encapsulamento do produto aromatizado na água e liberava o sabor para o líquido (FAO, 1997). A transparência do produto proporcionava a visualização do encapsulado (The Free Library, 1997). O objetivo da bebida segundo The Free Library (1997) era atingir como público-alvo os adolescentes e jovens adultos.

A *Orbitz* foi lançada em cinco misturas de sabores: Mirtilo, morango e melão; Abacaxi, banana, cereja e coco; Framboesa e citros; Baunilha e laranja e; Amora silvestre e groselha (BEVNET, 2002). Entretanto, a bebida rapidamente desapareceu do mercado devido às baixas vendas. Garrafas fechadas do produto tornaram-se um item de colecionador, aparecendo em sites de leilão online (BEVNET, 2002; Spector, 2011).

Em 2007, com o mesmo objetivo anterior, a empresa japonesa *Suntory Ltda* (Suntory Co. Ltda, 2007) lançou a bebida *Capsela* com sabor de limão ou pêssgo e rica em vitaminas C, B1 e B6, na fase líquida, bem como as pequenas cápsulas de suplementos saborizados que continham vitaminas D e E (Figura 3). A *Capsela* sabor

pêssego possuía ainda colágeno encapsulado, sendo as mulheres o seu público-alvo (Asia Food Journal, 2007).



Figura 3. Bebidas *Capsela* produzida pela empresa *Suntory Co Ltda*.

Fonte: Suntory Co. Ltda (2007).

Parra *et al.* (2010) estudou o mercado de bebidas aromatizadas na cidade de Guayaquil, Equador e avaliou uma água aromatizada obtida a partir de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), rica em antocianinas, e extrato de limão, fonte de ácido ascórbico, carotenóides, e flavonóides. O estudo concluiu que a população manifestou um alto grau de intenção de compra deste novo produto e está disposta a consumi-lo.

Um fator interessante é que o consumo das “águas aromatizadas”, incentivado pelo sabor, embalagens criativas e modernas, e pela tendência do mercado, acaba sendo um ponto positivo para ajudar a atingir a quantidade diária, recomendável de água. Tornando-se interessante realizar pesquisas para a incorporação de compostos bioativos nutracêuticos nesta bebida, para aquisição de novos produtos. O Brasil é um país rico em vários tipos de frutas nutritivas, como o maracujá, que podem ser utilizadas na elaboração de microcápsulas para serem adicionadas à água. Beneficiando a população com uma água com compostos bioativos e que provavelmente agradaria.

3.3 Maracujá

Maracujá é uma denominação indígena, de origem tupi, que significa ‘alimento em forma de cuia’ (Faleiro *et al.*, 2005). O maracujazeiro pertence à família

Passifloraceae, que é amplamente distribuída nos trópicos e regiões temperadas. É composta por 18 gêneros e mais de 630 espécies (Cervi *et al.*, 2010). O gênero *Passiflora* é o mais importante economicamente e possui 24 subgêneros e 465 espécies, sendo entre 150 e 200 originárias do Brasil, cujo maior centro de distribuição geográfica localiza-se no Centro-Norte do País (Faleiro *et al.*, 2005; Embrapa, 2014a).

No Brasil, as principais espécies comercializadas são: *Passiflora edulis* Sims. (maracujá-roxo) - que apresenta fruto púrpuro quando maduro, polpa doce e aromática; *Passiflora alata* Dryand (maracujá-doce), fruto ovóide, amarelo ou laranja brilhante quando maduros e; *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujá-amarelo ou azedo) - frutos são amarelos quando maduros (Embrapa, 2014a).

O maracujá-amarelo ou azedo é o mais conhecido, cultivado e comercializado no Brasil devido à qualidade de seus frutos e ao seu maior rendimento industrial, representando mais de 95% dos pomares (Meletti & Brückner, 2001; Faleiro *et al.*, 2005; Embrapa, 2014b).

O maracujazeiro pode ser cultivado na maioria das regiões tropicais e subtropicais. Os solos mais indicados são os arenosos ou levemente argilosos, profundos e bem drenados. Com precipitações de 800 a 1750 mm, distribuídas regularmente durante o ano (Embrapa, 2014b).

A cultura do maracujá vem ocupando um lugar de destaque na fruticultura tropical, um segmento que adquiriu importância econômica após 1970, a partir do desenvolvimento da indústria de processamento de sucos e também pela crescente demanda da fruta fresca pelo mercado consumidor (Cunha, 2013). O maracujá representa uma boa opção entre as frutas por oferecer o mais rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma renda distribuída pela maior parte do ano (Meletti, 2011).

A produção de maracujá apresenta importância econômica no Brasil, colocando o país como o maior produtor e consumidor mundial (IBGE, 2010; Embrapa, 2014b). A participação da fruta fresca no total das exportações de maracujá do Brasil tem-se restringido a 1,5%, porque o mercado interno absorve quase a totalidade da produção. Os sucos concentrados representam a maior parcela da exportação, sendo atualmente comercializado com Holanda, Estados Unidos, Porto Rico, Japão e Alemanha, os quais importam 76% do suco concentrado produzido no Brasil (Meletti, 2011).

Em 2012, a produção nacional de maracujá foi de 776.097 toneladas. Sendo o Nordeste a principal região produtora de maracujás (com 72,59% da produção nacional). A Bahia é o estado que apresenta maior área colhida e produção do fruto, representando 41,35% da produção total no país. Já o Estado de Sergipe, tem a quarta maior produção nacional do fruto, com 4,64%. A região Sudeste detém 14,79% da produção nacional de maracujá, seguida da região Norte (5,9%), Centro-Oeste (4,3%) e Sul (2,5%) (IBGE, 2012b).

O maracujá é um produto de aroma e acidez acentuados, que faz parte da dieta dos brasileiros principalmente como suco. Além do aroma característico, o maracujá é fonte de minerais, vitaminas e fibras (Tabela 2). Os altos teores de ácidos no maracujá também é uma característica importante, principalmente para a indústria de processamento, favorecendo a redução de adição de acidulantes.

Tabela 2. Composição química da polpa congelada de maracujá-azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).

Composição Química por 100g	Polpa congelada de maracujá-amarelo
Umidade (%)	88,9
Energia (kcal)	39
Glicídios (g)	9,6
Proteínas (g)	0,8
Lipídios (g)	0,2
Fibra Alimentar (g)	0,5
Cinzas (g)	0,5
Cálcio (mg)	5
Magnésio (mg)	10
Manganês (mg)	0,07
Fósforo (mg)	15
Ferro (mg)	0,3
Sódio (mg)	8
Potássio (mg)	228
Cobre (mg)	0,05
Zinco (mg)	0,2
Tiamina (mg)	Tr
Riboflavina (mg)	0,09
Piridoxina (mg)	0,06
Niacina (mg)	Tr
Ácido Ascórbico (mg)	7,3

Tr: traço

Fonte: TACO (2011).

Subprodutos provenientes do processamento do maracujá (casca e sementes) e as folhas da planta também têm sido materiais de estudos de alguns autores. Leão *et al.* (2014) concluíram que o óleo do resíduo do processamento do maracujá possui um perfil aromático semelhante ao de maracujá fresco e um bom potencial para utilização no fabrico de produtos aromatizantes. Espírito-Santo *et al.* (2013) observaram que a adição de fibra de maracujá não influencia as características sensoriais de iogurtes probióticos e agrega alto valor ao produto. Da Silva *et al.* (2013) concluíram que o extrato de folha de maracujá pode ser uma opção para aumentar a oferta de antioxidantes e proteger contra o estresse oxidativo.

Vários estudos ainda indicam a presença de metabólitos secundários no fruto, incluindo os compostos bioativos nutracêuticos como os carotenóides (Da Silva & Mercadant, 2002) e compostos fenólicos (Zeraik & Yariwake, 2010; Da Silva *et al.*, 2013; Da Silva *et al.*, 2014) que são importantes para a nutrição humana.

3.4 Compostos Bioativos Nutracêuticos

Os alimentos de origem vegetal, além de macro e micronutrientes, contêm uma série de metabólitos secundários que são conhecidos como substâncias bioativas. Esses compostos geralmente estão relacionados com os sistemas de defesa das plantas contra a radiação ultravioleta ou contra agressões de insetos ou patógenos (Manach *et al.*, 2004).

As substâncias bioativas podem ser classificadas como tóxicas ou nutracêuticas. As tóxicas são compostos químicos de ocorrência natural nos tecidos vegetais ou induzidos por processos, que exercem efeitos adversos à saúde humana (Ho *et al.*, 2010). As nutracêuticas, também chamadas de fitoquímicos ou fitonutricionais, são compostos ativos e derivados naturais que promovem a saúde, previnem doenças e têm propriedades medicinais (Manach *et al.*, 2004; Ho *et al.*, 2010). A maioria das frutas e vegetais consumidos apresentam-se mais substâncias nutracêuticas que tóxicas (Ho *et al.*, 2010).

Apesar de não terem uma função nutricional classicamente definida, e não serem considerados essenciais para o ser humano, os compostos bioativos nutracêuticos atuam como antioxidantes, protege contra danos ao DNA, melhora o sistema imunológico e

modulação hormonal (Hannum, 2004; Ho *et al.*, 2010). Chisté (2011) os considera promotores da saúde humana, pois diminuem o risco de desenvolvimento de diversas desordens crônico-degenerativas, tais como câncer, inflamações, doenças cardiovasculares e catarata, que são causadas por radicais livres e outros oxidantes. Isso indica que essas substâncias, da mesma forma que os demais nutrientes, são essenciais para a longevidade da vida (Atoui *et al.*, 2005; Holst & Williamson, 2008).

Os fitonutricionais presentes nos alimentos podem agir de diferentes formas, tanto no que se refere aos alvos fisiológicos como aos seus mecanismos de ação. Gerhardt *et al.* (2012) relatam o potencial antimicrobiano de alguns compostos bioativos. Entretanto, a principal função dessas substâncias é a ação antioxidante. Essa função deve-se ao potencial de óxido-redução de determinadas moléculas, que competem por sítios ativos e receptores nas diversas estruturas celulares dos radicais livres, ou atuam como quelantes de metais e inativadores de oxigênio *simplet*, inibindo os catalizadores oxidativos (Azeredo, 2004; Bastos *et al.*, 2009).

Embora seja reconhecido que os compostos bioativos nutracêuticos presentes na dieta atuem na manutenção da saúde, é necessário reconhecer que o efeito protetor às doenças crônicas não se reproduz pela sua ingestão isolada, ou seja, na forma de suplementos. Estudos clínicos em que dietas suplementadas com β -caroteno, vitamina C ou vitamina E, mostraram que essas substâncias, isoladas da matriz do alimento, não foram eficazes na diminuição de risco à doenças crônicas não transmissíveis, indicando que fatores como a biodisponibilidade e a ação sinérgica atuam nesse processo (Liu, 2004).

Devido aos importantes empregos, os bioativos nutracêuticos ocupam uma área de investigação emergente. É importante também relatar a enorme variedade de alimentos que os contêm. Economos & Clay (1999), Manach *et al.* (2004) e Pimentel *et al.* (2005) descrevem as frutas cítricas como alimentos ricos nesses constituintes bioativos com a principal função de antioxidante. Zibadi & Watson (2004) e López-Vargas *et al.* (2013) relatam compostos bioativos no maracujá com funções antioxidante e antimicrobiana. Silva *et al.* (2013) e Silva *et al.* (2014) concluíram em seus estudos que além da polpa, a folha do maracujá e subprodutos (cascas, restos de polpa e semente do maracujá e de outras frutas) são fontes de compostos bioativos.

Estima-se que milhares de fitonutricionais foram identificados em frutas, verduras e grãos (Liu, 2004). Dentre esses compostos bioativos conhecidos, destaca-se: o ácido ascórbico, os carotenóides e compostos fenólicos (Johnston & Bowling, 2002).

3.4.1 Vitamina C (Ácido Ascórbico)

O ácido ascórbico é um poderoso antioxidante. Ação esta ocasionada pela sua facilidade de oxidação devido à presença do grupo fortemente redutor em sua estrutura, denominado de redutona, a qual se refere também as hidroxilas do grupo C=C (Coultate, 2004). A vitamina C é observada em tecido de plantas quase exclusivamente em sua forma reduzida (ácido L-ascórbico), mas também pode ser encontrado em sua forma oxidada (ácido L-dehidroascórbico) (Gregory III, 2010).

É um composto com seis carbonos, estruturalmente relacionado com a glicose e outras hexoses. Por ser instável, é reversivelmente oxidado no organismo em ácido dehidroascórbico, que exibe, aproximadamente, a mesma atividade vitamínica que o ácido ascórbico (Teixeira *et al.*, 2006; Franco, 2008; Gregory III, 2010). Quando em presença de íons metálicos de transição (Cu^{2+} e Fe^{2+}), o ácido dehidroascórbico é convertido a ácido 2,3-dicetogulônico, no qual ocorre a perda da função do ácido ascórbico e forma pigmentos escuros (Figura 4) (Coultate, 2004; Ribeiro & Seravalli, 2007).

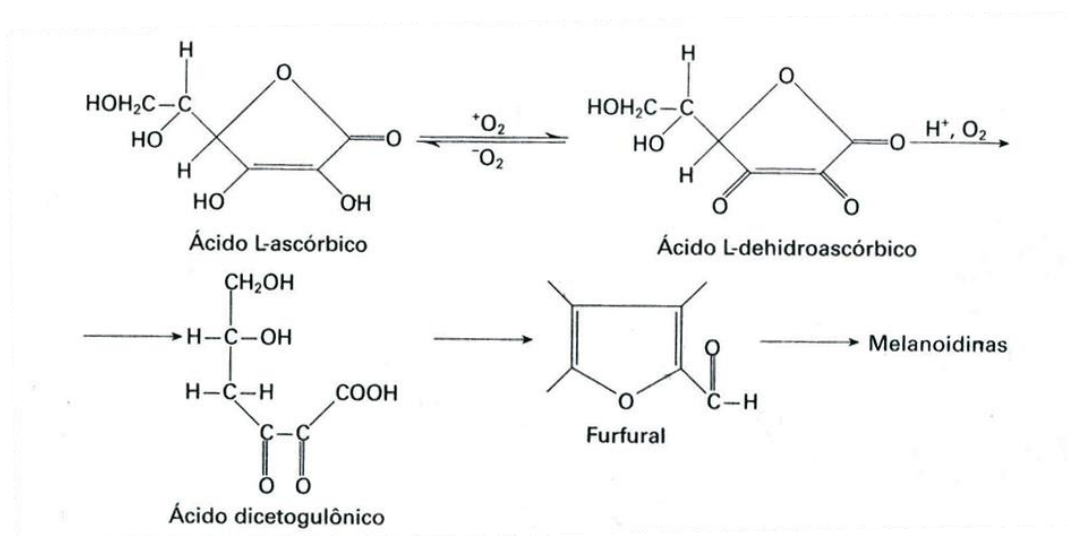


Figura 4. Representação da reação de oxidação do ácido ascórbico. Fonte: Ribeiro & Seravalli (2007).

O ácido ascórbico possui grande número de funções em numerosas reações químicas e é elemento de grande importância não só pela sua função tampão nos processos de oxirredução, como também pelas particularidades de sua estrutura molecular capaz de transferir íons de hidrogênio em processos reversíveis, estando envolvido em processos de hidroxilação. Exerce importante papel na biossíntese do hormônio corticoide e do neurotransmissor catecolamina. Além de participar na síntese e manutenção dos tecidos, formação dos ossos, dentes e sangue (Franco, 2008).

O escorbuto é a mais grave manifestação da carência de vitamina C no organismo, afetando primariamente o sistema mesenquimal. As principais transformações estruturais na deficiência de ácido ascórbico resultam do fato de que essa vitamina é essencial para a função e manutenção da substância básica colágena e do colágeno presentes intercelular. Como a substância básica é essencial à matriz do tecido conectivo e constituinte de estrutura de todos os órgãos, a deficiência de ácido ascórbico converge para a extensão das lesões. Por isso, recomenda-se a ingestão diária de 45 mg para adultos e, para crianças, 30 a 35 mg diários (Brasil, 2005c).

O teor de vitamina C é apreciável nas frutas, incluindo-se caju, citros, manga e maracujá (Franco, 2008). Mas a concentração de ácido ascórbico nos vegetais varia de acordo com o tipo de cultivar, estágio de maturação, condições de cultivo entre outras.

Os principais fatores que podem afetar a degradação do ácido ascórbico em sucos de fruta incluem o tipo de processamento, condições de estocagem, tipo de embalagem, pH, presença de oxigênio, luz, catalisadores metálicos e enzimas. Como também, a influência da concentração de sais e de açúcar, concentração inicial de ácido ascórbico e carga microbiana (Duzzioni, 2009). A estabilidade do ácido ascórbico aumenta em baixas temperaturas e a sua perda ocorre com facilidade durante o aquecimento dos alimentos (Gregory III, 2010).

Bosch *et al.* (2013) estudaram a cinética de degradação do ácido ascórbico (AA) em um produto infantil à base de frutas (suplementado com AA). As análises foram determinadas após armazenamento a 4, 25, 37 e 50 °C durante 4, 8, 12, 16 e 32 semanas em embalagem a vácuo. Nenhuma perda de AA a 4 °C foi registrada durante todo armazenamento. Em contraste, foi observada uma diminuição do AA nas outras temperaturas com o aumento do tempo de armazenamento. Percentagem de retenção de

AA no final do armazenamento variou entre 6,4% (50 °C/16 dias) e 100,9% (4° C/32 semanas).

Borrmann *et al.* (2013) encapsularam suco de maracujá com derivado de amido usando spray-dryer e armazenados em duas temperaturas diferentes. As amostras armazenadas a 7 e 25 ° C mantiveram 77,1% e 71,5%, respectivamente, da vitamina C, após 77 dias de armazenamento. Os autores concluíram que a encapsulação mostrou ser uma técnica interessante para o encapsulamento de suco de maracujá e, a técnica de spray-dryer provou-se como uma alternativa barata para a secagem.

3.4.2 Carotenóides

São compostos terpenóides formados por oito unidades de isopreno divididos em dois subgrupos: os carotenos e seus derivados oxigenados – as xantofilas. Apresentam coloração que varia do vermelho ao laranja, amarelo ou marrom (Chitarra & Chitarra, 2005). Sendo que a sua estrutura pode ser cíclica em uma ou em ambas extremidades e tem relação com a coloração, bem como a quantidade de ligações conjugadas duplas (Liu, 2004; Chitarra & Chitarra, 2005).

O traço mais característico dos carotenóides é a longa série de ligações duplas conjugadas que formam a parte central da molécula (Figura 5). Isto dá-lhes a sua forma reatividade química e as propriedades de absorção de luz (Liu, 2004). De acordo com Liu (2004), mais de 600 carotenóides diferentes foram identificados na natureza. Estão entre os mais estudados o α -caroteno, β -caroteno, luteína e licopeno.

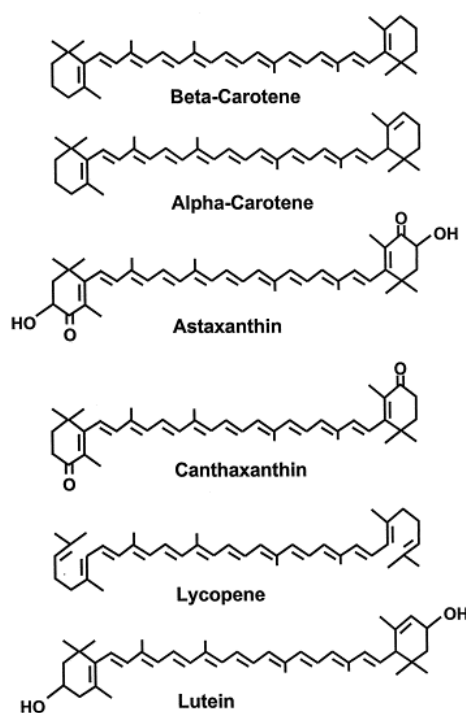


Figura 5. Estruturas de alguns carotenóides. Fonte: Palace *et al.* (1999)

Nas plantas, os carotenóides desempenham funções importantes como a proteção da clorofila e do aparelho fotossintético contra a fotodegradação (Chitarra & Chitarra, 2005). Têm capacidade de saciar e inativar espécies reativas de oxigênio, tais como oxigênio *singlet* formado a partir da exposição de luz e ar (Liu, 2004).

Este papel de fotoproteção também está associado com a sua atividade antioxidante na saúde humana. Os carotenóides, em concentrações suficientes, podem prevenir a oxidação lipídica e estresse oxidativo relacionado, eliminando o oxigênio reativo e os radicais livres (Liu, 2004). Além de aumentar a imunidade, proteger a pele contra queimaduras solares e inibição de alguns tipos de câncer (Ho *et al.*, 2010).

Outra importante função é a sua atuação como pró-vitamina. Cerca de 50% dos carotenóides podem resultar em vitamina A, sendo nomeados pró-vitamina A (Smith *et al.* 1997). A conversão em vitamina A é realizada na parede do intestino delgado, sendo influenciada pela ingestão de gorduras e proteínas (Franco, 2008).

A vitamina A exerce numerosas funções no organismo, como ação protetora na pele e mucosas e papel essencial na função da retina e da capacidade funcional dos órgãos de reprodução (Franco, 2008). O β -caroteno é o mais abundante e mais eficaz

pró-vitamina A presente nos alimentos (Smith *et al.* 1997). O α -caroteno e a β -criptoxantina também são capazes de funcionar como pró-vitamina A (Liu, 2004).

As necessidades nutricionais de vitamina A são expressas em retinol, sendo que 1 μg de retinol equivale a 0,6 μg de β -caroteno. As necessidades nutricionais para adultos são de 600 μg de retinol e, para crianças varia de 400 a 500 μg (Brasil, 2005c).

A luteína e a zeaxantina, são exemplos de carotenóides não precursores de vitamina A. Porém, elas contribuem para a saúde, retardando a degeneração de substâncias nos tecidos oculares e, em menor escala, o câncer e as doenças cardiovasculares (Chew, 1995 *apud* Ho *et al.*, 2010).

Por apresentarem estrutura com alto grau de insaturação, os carotenóides são susceptíveis à oxidação e a degradação oxidativa na presença de luz, ao calor e ao oxigênio. Portanto, é importante o controle em todas as etapas de produção, para evitar perdas (Uenojo *et al.*, 2007).

Sánchez *et al.* (2014) avaliaram o efeito da alta pressão (HP) e de alta pressão alta temperatura (HPHT) (625 MPa, 5 min, 20, 70 e 117 °C) no processamento de seis legumes em relação ao conteúdo de carotenóides e clorofila. Em geral, o teor de carotenóides não foi significativamente influenciado pelos tratamentos. Em relação clorofilas, tratamento HP não causou degradação, entretanto os processos HPHT degradou clorofila *a* e *b*. Apesar dos carotenóides permanecerem nos legumes estudados, as clorofilas e, portanto, a sua cor foram afetados.

Dias *et al.* (2014) analisaram os efeitos do congelamento (-20 e -70 °C) no armazenamento de α e β -caroteno, β -criptoxantina, luteína, licopeno e zeaxantina em produtos minimamente processados. O congelamento não afetou a fração de massa de carotenóides nas condições estudadas. Carotenóides em laranja, cereja, pêssego, maçã, couve e mantiveram-se estáveis (exceto α -caroteno e zeaxantina em pêssego) para 13, 9,7, 5,7, 2,5 e 7,5 meses, respectivamente. Por estas matrizes de amostras de alimentos, não houve diferença significativa entre o armazenamento a -20 e -70 °C.

3.4.3 Compostos Fenólicos

São compostos que possuem um ou mais anéis aromáticos com um ou mais grupos hidroxílicos (OH) (Liu, 2004). Na dieta humana, os compostos fenólicos tem

função de antioxidante primário, formando produtos intermediários relativamente estáveis devido à ressonância do seu anel aromático (McClements & Decker, 2010).

Em geral, são classificados como ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos, cumarinas e taninos. Entretanto, estima-se que os flavonóides representam cerca de dois terços dos compostos fenólicos em nossa dieta e os restantes um terço são de ácidos fenólicos (Liu, 2004).

Os ácidos fenólicos caracterizam-se por terem um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula, conferindo propriedades antioxidantes tanto para os alimentos como para o organismo (Abe *et al.*, 2007). São divididos em duas classes: os ácidos hidroxibenzóicos e os hidroxicinâmicos. Os primeiros são componentes das complexas estruturas dos taninos hidrolisáveis e são menos abundantes nos vegetais consumidos pelos humanos. Os ácidos hidroxicinâmicos estão presentes em vários alimentos e bebidas de origem vegetal. Exemplos desta classe de compostos são o ácido cafeico, *p*-cumárico e ferúlico que, na maioria dos alimentos, se encontram esterificados com ácidos ou carboidratos e derivados (Figura 6) (Oliveira & Bastos, 2011).

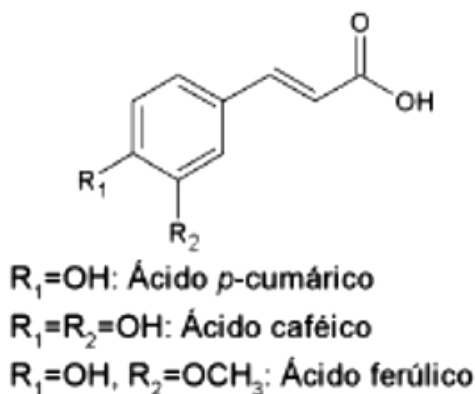


Figura 6. Fórmula estrutural de alguns ácidos hidroxicinâmicos. Fonte: Adaptado de Oliveira & Bastos (2011).

Kiliç & Yeşiloğlu (2013) relataram que o ácido *p*-cumárico (ácido 4-hidroxicinâmico) inibiu 71,2% da peroxidação lipídica de uma emulsão de ácido linoleico a 45 µg/mL de concentração. Os antioxidantes BHA, BHT, α -tocoferol e ácido ascórbico apresentaram 66,8%, 69,8%, 64,5% e 59,7% de inibição da peroxidação de emulsão de ácido linoléico na mesma concentração, respectivamente.

Os flavonóides são um grupo de compostos fenólicos que também possuem atividade antioxidante. Mais de 4000 flavonóides distintos foram identificados (Liu, 2004). Os flavonóides têm geralmente uma estrutura genérica que consiste em dois anéis aromáticos (anéis A e B), ligados por três átomos de carbono que formam um oxigenado anel heterocíclico, ou um anel C (Figura 7). Diferenças na estrutura genérica do anel heterociclo C classificá-los como flavonóis, flavonas, catequinas, flavanonas, antocianinas, isoflavonas, diidroflavonóis e chalconas (Harborne & Williams, 2000; Ross & Kasume, 2002; Liu, 2004).

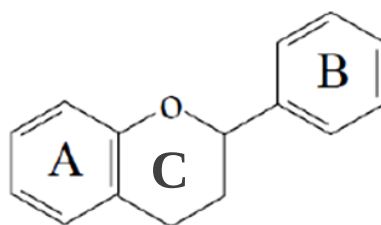


Figura 7. Estrutura básica dos flavonóides. Fonte: Martinez-Flórez *et al.* (2002).

Além da atividade antioxidante, presente na maioria dos compostos bioativos, os flavonóides são também reconhecidos pela sua atividade anti-inflamatória. A ligação dupla C-2,3 é essencial para a atividade anti-inflamatória *in vivo* dos flavonóides e esta depende dos padrões e números de hidroxilações/metoxilações no anel (Kim *et al.*, 2004).

A atividade antibacteriana dos flavonóides foi comprovada por Cushnie & Lamb (2011). O efeito inibitório dos flavonóides contra os microrganismos pode ser associado à interação do composto com a membrana celular dos microrganismos alvo, provavelmente devido à capacidade de complexar com proteínas extracelular e com a parede celular (Cowan, 1999).

Duzzioni *et al.* (2010) avaliaram três variedades de frutas cítricas (laranja valência, tangormurcote e limão tahiti) quanto ao teor de flavonóides totais, carotenóides totais, ácido ascórbico, fenólicos totais e atividade antioxidante. O limão tahiti apresentou o maior teor de ácido ascórbico e flavonóides totais, já a laranja valência obteve o maior conteúdo de fenólicos totais e a tangormurcote o maior teor de carotenóides totais.

3.5 Gelificação Iônica

Um hidrocolóide é definido como um polímero de polissacarídeos que se pode dissolver ou dispersar na água para dar origem a soluções ou dispersões viscosas e/ou à formação de géis. São usados como aditivos que garantem a uniformidade, consistência da textura e fazem realçar não só o aspeto visual, como o paladar e o gosto do produto final, e ainda permitem que o produto tenha um maior tempo de vida. Em geral, os polissacarídeos tais como a pectina, o amido, celulose e alginatos têm um bom desempenho na formação de filme devido à sua natureza química (Leon *et al.*, 2009; Santos, 2012).

Os filmes produzidos a partir de polissacarídeos têm boas propriedades mecânicas, mas são sensíveis à umidade, devido à hidrófila natureza desses componentes. Assim, é necessário testar as suas propriedades mecânicas em diferentes condições de umidade para a utilização desejada, devendo-se levar em conta a aceitação do consumidor e o aspeto económico do processo (Leon *et al.*, 2009). A maioria dos polissacarídeos usados como gelificantes em alimentos é extraída de plantas e de algumas algas (Santos, 2012).

De uma forma geral, o processo de gelificação de polissacarídeos ocorre através da formação de ligações não covalentes entre cadeias ou outras estruturas terciárias. Este processo origina a formação de um sistema coloidal constituído por dois componentes (disperso e dispersivo) em que o componente disperso, constituído por uma rede tridimensional formada pelas cadeias poliméricas, pode ser visualizado como um sólido que forma uma estrutura interpenetrável, enclausurando o segundo componente, o dispersivo que é o solvente (Gil, 1990).

O material encapsulado é denominado de recheio ou núcleo, e o material que forma a cápsula, encapsulante, cobertura ou parede. As cápsulas podem ser classificadas por tamanho em três categorias: macro- ($>5000\ \mu\text{m}$), micro- ($0,2\text{-}5000\ \mu\text{m}$) e nanocápsulas ($<0,2\ \mu\text{m}$) (Baker, 1986).

Pasin *et al.* (2012) adota a definição que as microcápsulas são como uma membrana esférica formada por filmes de polissacarídeos, semipermeável e de arame em torno de um núcleo. As microcápsulas podem ser formadas por uma membrana única,

de várias camadas e até vários núcleos cuja matriz pode ser o mesmo material ou uma combinação, como mostrado na Figura 8 (Pasin *et al.*, 2012).

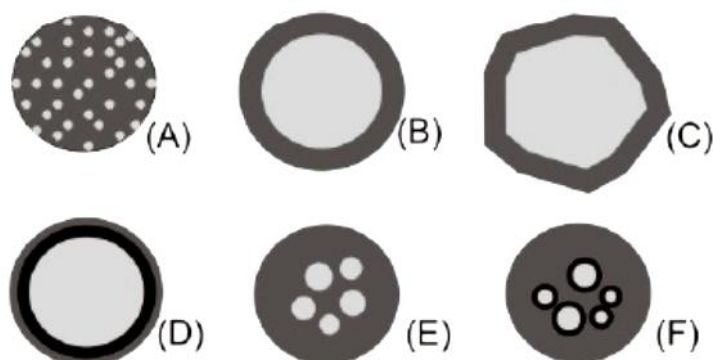


Figura 8. Alguns modelos de microcápsulas. (A): matriz (microesfera); (B): microcápsula simples; (C): simples, irregular; (D): duas paredes; (E): vários núcleos; (F): agrupamento de microcápsula. Fonte: Arshady (1993).

Fang & Bhandari (2010), referiram-se a microencapsulação como uma técnica de obtenção de uma barreira que retarda as reações químicas com o ambiente circundante. O qual promove um aumento na vida útil do produto e a liberação gradual do composto encapsulado. Além de facilitar o manuseio de produtos líquidos ou gasosos, que a partir dessa técnica permanecem em uma forma sólida encapsulada.

Flores *et al.* (2014) analisaram a mudança no teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante de antocianinas microencapsuladas digerida *in vitro*. As microcápsulas de antocianinas extraídas de mirtilo foram preparadas a partir de dois materiais de parede (isolado protéico de soro de leite e goma arábica). Durante a digestão *in vitro*, as microcápsulas de goma arábica apresentaram taxas elevadas de liberação de fenólicos com alta atividade antioxidante durante a fase gástrica. As microcápsulas de proteína de soro de leite teve taxas de liberação comparativamente mais baixas, mas de alta atividade antioxidante em toda a digestão.

Pasin *et al.*, 2012 relatam a importância da microencapsulação para a proteção de compostos bioativos nutraceuticos, evitando sua degradação química causada pela oxidação e hidrólise dos compostos, a fim de manter as propriedades funcionais dos produtos. Trabalhos relatados por Pasin *et al.* (2012) referem-se ao encapsulamento de

ácidos graxos, como ômega-3 e ômega-6, tradicionalmente aplicadas para o enriquecimento de produtos alimentícios que são altamente oxidável e intragável.

A seleção da técnica de microencapsulamento adequado é determinada pelas propriedades físico-químicas do material de suporte e da aplicação final desejada, a fim de garantir a biodisponibilidade dos compostos, a sua funcionalidade e ainda a sua fácil incorporação em alimentos, sem alterar propriedades sensoriais (Pal *et al.*, 2009 *apud* Pasin *et al.*, 2012).

A gelificação iônica é uma técnica de microencapsulação que ocorre por meio de uma reação entre uma solução polimérica contendo os nutrientes e uma solução iônica em concentrações adequadas (Mukai-Correa *et al.*, 2005). Este método resulta na formação instantânea de pequenas partículas que encapsulam o produto.

Mukai-Correa *et al.* (2005) relata que o processo de produção de microcápsulas por gelificação iônica é simples e de baixo custo. Além disso, pode-se obter razoáveis níveis de recheio e microcápsulas de diferentes formas e tamanhos como de gotas, pérolas e fios, estas formas de apresentação são influenciadas por alguns parâmetros físicos, como densidade, pH da solução e configuração do dispositivo de extrusão (Mukai-Correa *et al.*, 2005; Santos, 2012).

De acordo com Tsuru (2008) existem basicamente duas maneiras de se realizar a gelificação iônica: pela metodologia de esferificação básica e pela inversa.

A esferificação básica ou por difusão (método clássico) consiste em submergir um líquido com o gelificante num banho de uma solução iônica (Tsuru, 2008). A fonte mais comum de íons para este método é o cloreto de cálcio. O cálcio difunde-se para a mistura, reagindo com o gelificante formando o gel (Santos, 2012).

O método de esferificação inversa que, como o próprio nome indica, consiste na inversão dos componentes do processo por difusão, ou seja, inserir o produto já homogeneizado com a solução iônica num banho com o gelificante (Santos, 2012).

No processo de gelificação iônica, pode-se utilizar vários tipos de hidrocolóides, tanto de origem vegetal, animal e microbianos. Os alginatos são um dos hidrocolóides mais importantes usados na indústria alimentar devido à sua capacidade para reter água, propriedades gelificantes e por possuírem boa estabilidade na produção de alimentos (Santos, 2012).

3.5.1 Alginato de Sódio

Alginatos são polissacarídeos que se encontram nas paredes celulares e espaços intermoleculares de algas marinhas castanhas da classe *Phaeophyceae* (uma variedade de algas marinhas que se desenvolve em águas pouco profundas de regiões temperadas) e são responsáveis pela flexibilidade das plantas (Santos, 2012).

Ácido algínico é a forma livre do alginato e um produto intermediário na produção comercial de alginatos. Tal como as outras formas ácidas livres de polissacarídeos, o ácido algínico tem estabilidade limitada, apresenta insolubilidade em meio aquoso. De modo a tornar estáveis os produtos de alginato solúveis em água, o ácido algínico é incorporado por sais, tais como sódio, potássio e amônio, exceto os de cálcio – que torna o alginato insolúvel em água (Bobbio & Bobbio, 2001; Santos, 2012; Aditivos & Ingredientes, 2013).

Em termos moleculares, o alginato é um copolímero linear composto de dois blocos principais formados por unidades de ácido β -D-manurônico (M) e ácido α -L-gulurônico (G) unidos por ligações 1,4 podendo variar em composição e sequência (Figura 9) (Müller *et al.*, 2011).

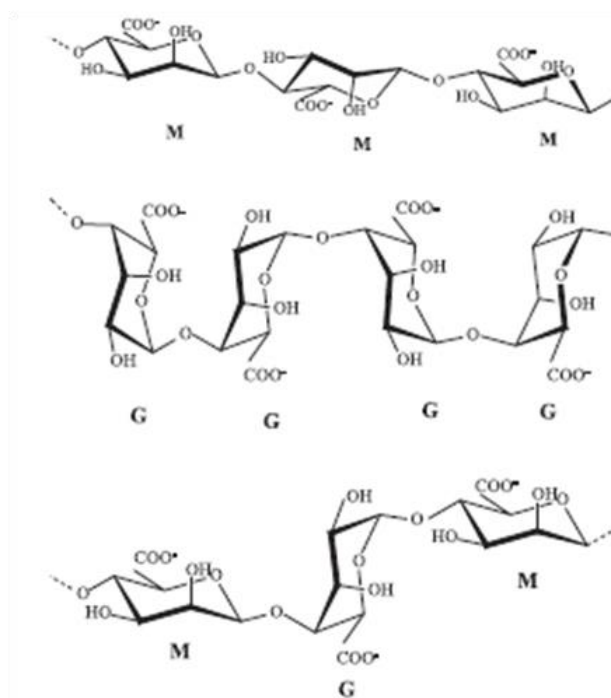


Figura 9. Estrutura dos blocos que constituem a molécula de alginato.

FONTE: Adaptado de Iwamoto *et al.* (2005).

A proporção e distribuição dos monômeros M e G determinam grande parte das propriedades dos alginatos e varia de acordo com as espécies das algas marinhas (Azeredo *et al.*, 2011). Os alginatos ricos em guluronato (G) formam géis fortes, mas quebradiços, enquanto que aqueles ricos em manuronato (M) formam géis mais fracos, contudo flexíveis (Curatec, 2013).

É necessário ressaltar a dependência de cátions para a formação de gel. A presença de grupos carboxila (COO^-) faz com que os alginatos sejam capazes de fazer ligações cruzadas com cátions metálicos di- ou trivalentes, especialmente com íons cálcio (Ca^{2+}) para produzir géis ou filmes, sendo utilizado para isso o cloreto de cálcio (Nakamura *et al.*, 1995; Hambleton *et al.*, 2009).

As ligações cruzadas entre o alginato e íons cálcio resultam na formação de uma estrutura conhecida como “caixa de ovo”, em que os íons Ca^{2+} ficam localizados em cavidades ligando blocos G de cadeias adjacentes (Figura 10) (Nakamura *et al.*, 1995; Hambleton *et al.*, 2009).

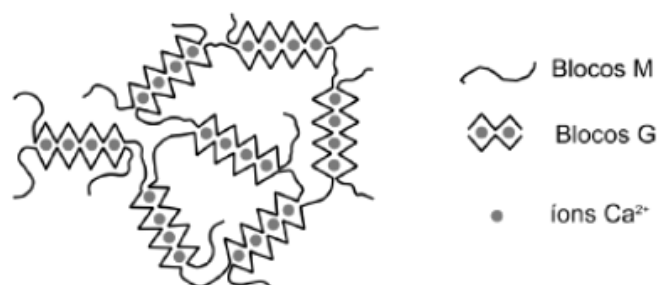


Figura 10. Redes de alginatos com blocos M e G, apresentando estruturas tipo “caixa de ovo”. Fonte: Brodtkorb (2011) *apud* Azeredo *et al.* (2011).

Embora os alginatos sejam solúveis em água, as ligações cruzadas com Ca^{2+} causam a insolubilidade dos alginatos (Nakamura *et al.*, 1995). Em contraste com a maioria dos polissacarídeos, as formas de alginato gelificam praticamente independente da temperatura. No entanto, a exposição prolongada ao calor, escassez de agentes quelantes de íons de Ca^{2+} e variações extremas do pH degradam o polímero, apresentando como consequência a perda das propriedades do gel (Paulo *et al.*, 2009; Pasin *et al.*, 2012).

Santos (2012) estudou os fatores que influenciam a produção e nas características de esferas de alginato e concluiu que concentrações elevadas de alginato originaram esferas com massa e firmeza superiores e adesividade inferior do que concentrações mais baixas deste composto. Em relação ao cloreto de cálcio, observou que concentrações mais elevadas deram origem a esferas mais firmes e com maior adesividade. Sobre a temperatura do preparado, observou que esta tinha efeito na eficiência, na produtividade e no tempo de operação e, pouco significativo nas características das esferas.

Por meio de avaliação toxicológica, se estabelece valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) para diversos aditivos. Para o alginato de sódio e cloreto de cálcio a RDC nº 386 (Brasil, 1999) especifica quantidade sem prescrição, ou seja, pode ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário. Segundo a mesma resolução, o alginato de sódio pode ser utilizado como espessante, estabilizante e gelificante e, o cloreto de cálcio como agente de firmeza e estabilizante (Brasil, 1999).

Entre os polissacarídeos, o alginato constitui um dos polímeros mais usados devido às suas propriedades coloidais e habilidades para formar géis fortes ou polímeros insolúveis ao ter reações com cátions metálicos polivalentes (King, 1983; Rhim, 2004 *apud* Oliveira, 2011). Principalmente o alginato de sódio, tem larga aplicação no mercado alimentício, destacando-se na fabricação de sorvetes para promover textura lisa e macia e evitar formação de cristais de gelo, laticínios em geral, reestruturados cárneos, preparados de frutas, panificação como anti-aglomerante em massas e recheios forneáveis. Também é utilizado como estabilizante em molhos e espessante para sucos naturais (Bobbio & Bobbio 2001; Food Ingredients Brasil, 2011).

Como agente microencapsulante, o alginato de sódio é comumente utilizado devido à sua alta solubilidade em água fria e característica de transição sol-gel de forma instantânea e irreversível diante dos íons cálcio quando comparado com outros sais de alginato (Funami *et al.*, 2009).

A microencapsulação com alginatos destaca-se em virtude dos benefícios da ingestão diária de alginatos como fibra para redução dos níveis de açúcar e colesterol no sangue, bem como sua capacidade de prolongar a vida dos produtos. Podendo resultar em um produto final que pode proteger os compostos bioativos nutracêuticos dos alimentos encapsulados de fatores negativos, tais como umidade e calor, e melhorar a

estabilidade e biodisponibilidade desses compostos. Neste sentido, a microencapsulação pode ser utilizada para a preservação dos alimentos durante o processamento e armazenamento (Pasin *et al.*, 2012).

Martins *et al.* (2014) avaliaram extratos fenólicos obtidos a partir de botões florais de amoras silvestres (*Rubus ulmifolius* Schoot). Foi realizada a liofilização e a microencapsulação dos extratos pela técnica de spray seguida de coagulação com alginato e, em seguida, foram incorporadas num iogurte natural. Os resultados obtidos mostraram a microencapsulação originou produtos com atividade antioxidante superior e com melhor preservação ao longo do tempo. Os autores relatam a eficiência da microencapsulação para a preservação dos fenóis.

Pagani *et al.* (2014) obteve gotas de mamão por gelificação iônica com alginato de sódio e analisou as mudanças físico-químicas e microbiológicas do produto por 21 dias em expositores a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$. Os resultados microbiológicos indicaram que as gotas de mamão estavam de acordo com a legislação até o 21º dias e apresentaram boas características nutricionais, tornando viável a futura comercialização.

Amine *et al.* (2014) estudaram a viabilidade de *Bifidobacterium longum* 15708 microencapsulado por extrusão e pela técnica de pulverização utilizando alginato como matriz para imobilização. Os resultados indicaram que as microcápsulas obtidas por pulverização foram as mais eficazes em preservar a viabilidade bacteriana, com uma perda de viabilidade de 2 log ao fim de 24 h, em comparação com os grânulos de extrusão e as células livres, no qual, respectivamente, foram observados uma perda de 2,9 log e 2,75. Os resultados mostraram a viabilidade da encapsulação do probiótico com alginato.

3.6 Embalagem de vidro

Além do microencapsulante, também é importante o conhecimento sobre o material de armazenamento do alimento. A embalagem é uma parte das operações de processamento de alimentos e, em alguns casos (como o enlatamento) ela é a operação propriamente dita. Em seu papel protetor, a embalagem pode ser definida como o meio de se obter a distribuição segura de produtos em condições adequadas para o consumidor final com o menor custo (Fellows, 2006).

A vida de prateleira dos alimentos é controlada pelas propriedades do próprio alimento, como: composição química, atividade de água, pH, umidade, entre outros. E também pelas propriedades de barreira da embalagem (Fellows, 2006).

O vidro é um dos mais antigos materiais que se tem conhecimento, remonta ao ano 4000 a.C. (Akerman, 2000). No Brasil, a indústria do vidro teve início no século XVII com as invasões holandesas em Olinda e Recife, Pernambuco. Em 1810, foi instalada a primeira indústria de vidro no Brasil, localizada na Bahia, com produção através de processos de sopro e de prensagem (Valt, 2004).

Do ponto de vista físico, o vidro pode ser definido como um líquido sub-resfriado, rígido, sem ponto de fusão definido e com uma viscosidade suficientemente elevada para impedir a cristalização. Do ponto de vista químico, o vidro é a união de óxidos inorgânicos não voláteis (como o óxido de sódio) resultantes da decomposição e da fusão principalmente de compostos alcalinos, alcalino-terrosos e de areia (sílica) (Valt, 2004).

A sílica (SiO_2), obtida através da areia, é o principal componente usado na fabricação do vidro, tendo a função de vitrificante. O óxido de sódio (Na_2O) provém principalmente da soda (barrilha), por meio do carbonato de sódio e atua como fundente para ajudar na fusão da sílica. Como estabilizantes, normalmente utiliza-se o óxido de cálcio (proveniente do calcário) ou o óxido de magnésio (dolomite) (Valt, 2004).

De acordo com Fellows (2006) as embalagens de vidro são materiais inertes e, por isso, não reagem com os alimentos ou migram compostos para eles. Sendo, portanto, higiênica, não interferindo no sabor dos alimentos e bebidas, garantindo assim a qualidade original do seu conteúdo (Fellows, 2006).

Prado (2007) destaca como características do vidro a retornabilidade (uso do vidro para o mesmo fim várias vezes), reutilização (uso da embalagem de maneiras diferentes para as quais foi fabricada) e total reciclabilidade (sem perda de volume ou de propriedades do material).

O vidro é resistente ao processo de fabricação, sendo moldável a uma determinada temperatura, sem qualquer tipo de degradação e aceita produtos quentes ou gelados, antissépticos, pasteurizados ou esterilizados (Cabral *et al.*, 1984 *apud* Barão, 2011). Além de ter a vantagem da transparência, que permite ver o produto embalado (Bobbio & Bobbio, 2001). Uma desvantagem desse tipo de embalagem é a característica

de ser quebrável, o que requer maior cuidado durante o transporte, como também o seu custo elevado (Bobbio & Bobbio 2001; Fellows, 2006).

As garrafas de bebidas com volumes inferiores a 5 litros representam a maior porcentagem de uso no mercado de vidro brasileiro. São utilizadas principalmente em cervejas, refrigerantes, vinhos, aguardentes, licores, água mineral e azeites (Cabral *et al.*, 1984 *apud* Barão, 2011).

A embalagem de vidro é ideal para armazenar produtos naturais por longos períodos, em razão de sua inércia. Arévalo-Pinedo *et al.* (2010) desenvolveram um processo de obtenção de pasta de pequi (*Caryocar brasiliense*) e avaliaram a sua estabilidade quando acondicionada em embalagens de plástico e de vidro durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente (28 ± 1 °C) e submetido a análises físico-químicas de pH e acidez e a análises microbiológicas de contagem de fungos e leveduras, coliformes totais e termotolerantes. Quanto ao tipo de embalagem utilizada, o vidro mostrou-se mais eficiente que a embalagem plástica na proteção contra deterioração microbiana e físico-química.

Pagani *et al.* (2014) estudou o acondicionamento de gotas de mamão, obtidas pela gelificação iônica, em embalagens de polipropileno e de vidro. A embalagem de polipropileno foi a mais indicada para a conservação dos teores de carotenóides totais, licopeno e betacaroteno, por apresentar uma melhor proteção a incidência de luz que a embalagem de vidro. Entretanto, a embalagem de vidro conservou melhor os teores de vitamina C e apresentou os melhores resultados microbiológicos, devido a menor permeabilidade ao oxigênio deste tipo de embalagem.

Revi *et al.* (2014) avaliaram os parâmetros enológicos e compostos voláteis de vinho branco em embalagens de vidro de cor escura e de duas bolsas comerciais *bag-in-box* (BIB) (polietileno de baixa densidade e etileno-acetato de vinila). Os materiais de embalagem BIB afetaram a acidez titulável, SO₂ total e livre, a cor do vinho. Uma parte dos compostos voláteis do vinho foi adsorvida pelos materiais plásticos ou perdida para o ambiente por vazamento da peça móvel da válvula. Já os vinhos embalados em vidro, retiveram a maior parte de seus compostos aromáticos. Os testes sensoriais mostraram que os vinhos armazenados em garrafas de vidro apresentaram uma qualidade aceitável de pelo menos seis meses, o dobro do tempo de armazenamento de ambos os plásticos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimento e no Laboratório de Análise Sensorial - Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), na cidade de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

4.1 Materiais

A polpa de maracujá foi fornecida pela agroindústria de polpa de frutas Nova Descoberta – Boquim, Sergipe, Brasil. O material foi conduzido em caixas térmicas até o Laboratório de Análises de Alimentos (LAA) e armazenado a -18 °C.

A água mineral natural gaseificada (de uma determinada marca registrada) foi obtida no comércio local da cidade de Aracaju–SE. Utilizou-se água gaseificada devido ao efeito bactericida do gás carbônico por reduzir o pH da água.

4.2 Métodos

A Figura 11 representa as operações executadas para a obtenção do produto.

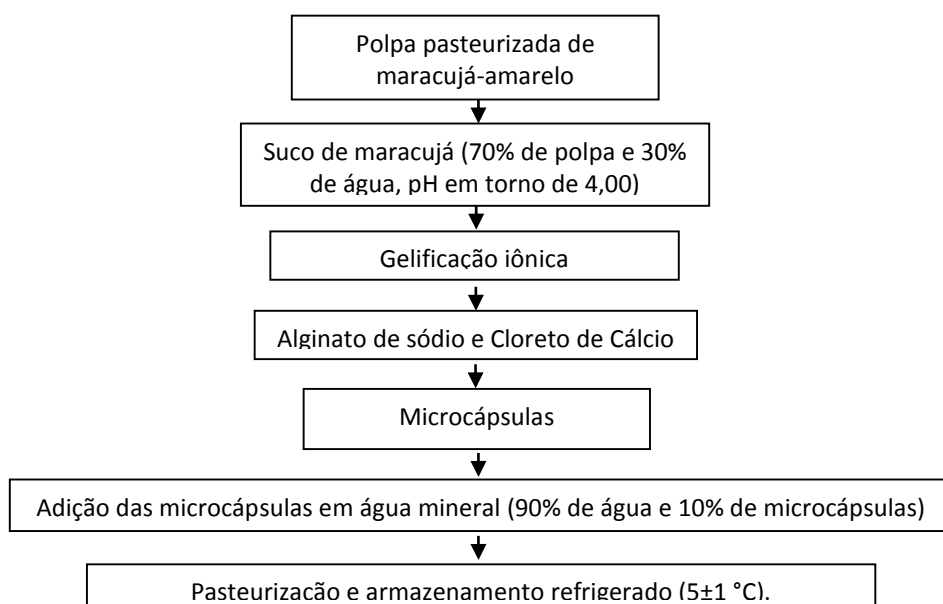


Figura 11. Fluxograma das etapas do processo de obtenção da água bioativa.

4.2.1 Obtenção do Suco

A polpa de maracujá foi filtrada em peneira e o suco foi obtido por meio da adição de água (para 70 mL de polpa foram adicionados 30 mL de água) seguido de homogeneização em um liquidificador industrial Arbel LQX.

4.2.2 Gelificação iônica

Para o processo de gelificação iônica foi utilizado a metodologia de gotejamento (Figura 12) com kit Caviar Box®, no qual foram utilizadas duas soluções: *Solução (1)*: uma solução composta de suco de maracujá, citrato de sódio (ajuste do pH do suco para 4,00) e, alginato de sódio (na proporção de 1,8%, já que percentuais mais baixos não gelificaram e mais altos gelificaram o suco antes da imersão em cloreto de cálcio). *Solução (2)*: solução aquosa de 1% de cloreto de cálcio.

A *solução (1)* foi sugada pelo kit Caviar Box® e gotejada sobre a *solução (2)* (Figura 13). Com um instrumento perfurado as esferas formadas foram drenadas e imersas em um recipiente com água para a retirada de algum resíduo da *solução 2*.

Após a lavagem, as microcápsulas foram acondicionadas em garrafas de vidro esterilizadas de 300 mL (com a proporção de 90% de água gaseificada e 10% de microcápsulas em cada garrafa) (Figura 13). O produto foi lacrado, pasteurizado a 60°C por 30 minutos e armazenado a 5 ± 1 °C em expositores por 35 dias.

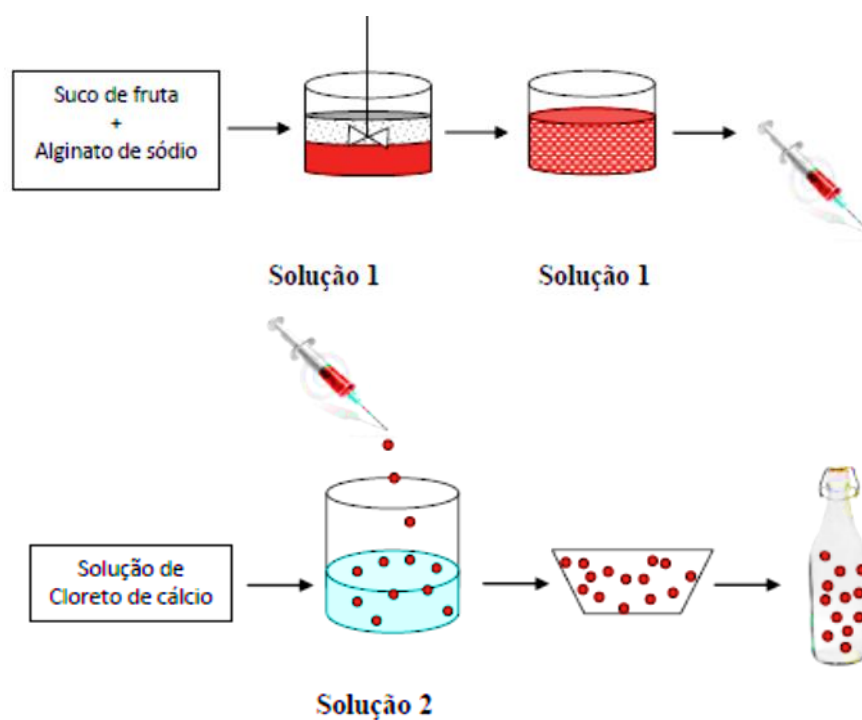


Figura 12. Esquema da gelificação iônica por gotejamento para obtenção da água bioativa.

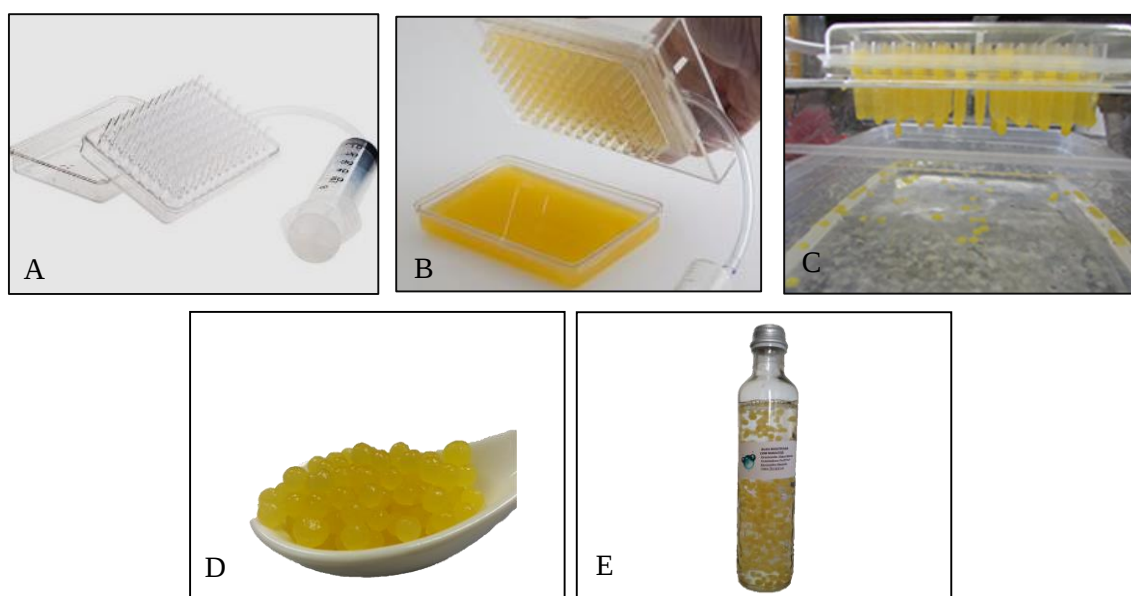


Figura 13. Etapas de processamento da água bioativa. (A) Kit Caviar Box®; (B) Sucção da polpa pelo Caviar Box®; (C) Gotejamento da solução 1 na solução; (D) Microcápsulas de maracujá; (E) Produto final.

4.3 Análises físicas

4.3.1 Rendimento

O rendimento foi obtido por meio da pesagem do suco de maracujá e em seguida a pesagem após a obtenção das microcápsulas, calculando-se a razão entre a diferença multiplicada por 100.

4.3.2 Análise do tamanho das microcápsulas

Foram avaliados o tamanho das microcápsulas de maracujá utilizando um paquímetro digital Pantec com a escala de 0 a 150 mm.

4.3.3 Perda de massa das microcápsulas

Observou-se o peso drenado das microcápsulas armazenadas na água no período de 35 dias para saber se houve perda de massa do princípio ativo encapsulado para a água.

4.3.4 Quantidade de polpa encapsulada (QPE)

Faz-se referência a quantidade de polpa de maracujá encapsulada pela gelificação iônica, e se calcula com a seguinte equação.

$$\%QPA = \text{Quantidade de polpa encapsulada} / \text{peso das microcápsulas} * 100$$

4.4 Análises físico-químicas e nutricionais

Foram efetuadas análises para caracterização da polpa, do suco e das microcápsulas de maracujá, bem como do produto final (água bioativa) durante 35 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. Para a água bioativa, as análises foram realizadas separadamente nas microcápsulas e na água mineral gaseificada, devido ao estudo da migração de

compostos entre os dois componentes do produto. As amostras foram submetidas às seguintes análises:

4.4.1 Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem direta em estufa a 105°C até peso constante, seguindo o método 012 do capítulo IV do Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.4.2 Cinzas ou minerais

Foi utilizado o método de incineração em mufla segundo metodologia descrita pelo método 900.02 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1996).

4.4.3 pH

Para determinação do pH foi utilizado o método Potenciométrico seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.4.4 Acidez

O teor de acidez foi determinado pelo método de acidez titulável determinada por titulação com NaOH 0,1M de acordo com o método nº 22.058 (AOAC, 1984) e expressa em g de ácido cítrico/100g.

4.4.5 Sólidos solúveis (°Brix)

Para a determinação de sólidos solúveis utilizou um refratômetro de bancada Abbé e o resultado foi expresso em °Brix.

4.4.6 Ácido ascórbico

Foi determinado de acordo com o método nº 43.065 da AOAC (1984), modificado por Benassi & Antunes (1988) expresso em mg/g. No qual substitui a solução de extração de ácido metafosfórico por ácido oxálico.

4.4.7 Carotenóides totais

Os teores de carotenóides foram avaliados seguindo o método proposto por Lichtenthaler (1987) expressos em µg/g.

4.4.8 Fenóis totais

Os teores de fenóis foram avaliados seguindo Ragazzi & Veronesi (1973) com adaptações. Foi utilizado 0,5mL da amostra filtrada adicionado de 2mL de Folin 0,02N e 2 mL da solução aquosa de Na₂CO₃ 10%. Os tubos foram homogeneizados em vortex e permaneceram por 30 minutos em repouso no escuro. A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 765nm. Os teores de fenóis foram expressos em mg ácido gálico/100g

4.4.9 Cor

As leituras da cor foram obtidas com a utilização do colorímetro Color Meter Minolta 200b. No qual luminosidade (L) é um parâmetro que pode variar do zero (preto) a 100 (branco); a* varia de vermelho (+a) a verde (-a); b* refere-se à variação de cor entre o amarelo (+b) e o azul (-b) e; ângulo Hue (Hue°) varia de 0 a 360°, sendo que o 0° corresponde à cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul.

4.5 Análise Microbiológica

Foram efetuadas análise microbiológica da polpa de maracujá e água bioativa. As análises da polpa de maracujá foram realizadas antes da produção das microcápsulas, a fim de caracterizar a sanidade da polpa. A análise microbiológica da água bioativa teve como finalidade verificar a sanidade do produto e a avaliação da vida de prateleira foi realizada a cada no intervalo de 7 dias até a identificação de deterioração sensorial e microbiológica do produto, definindo a validade do produto.

A técnica do Número Mais Provável (NMP) foi utilizada para quantificar os coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* e Clostrídios sulfito redutores a 46°C (Hartman *et al.*, 1992; APHA, 1998; Silva *et al.*, 2007).

A contagem de bolores e leveduras foi realizada em superfície com o meio de cultura Ágar Batata Dextrose (PDA) acidificado com ácido tartárico e solidificado, as placas foram incubadas em estufa a 25°C por 5 dias para a contagem das colônias (Silva *et al.*, 2007).

4.6 Análise Microscópica

A microscopia foi realizada para verificar a morfologia das microcápsulas armazenadas em água por 35 dias. Nesta análise, utilizou-se um microscópio digital da marca Dino-Lite Plus, Modelo AM313T com aproximação de 60x.

4.7 Análise Sensorial

4.7.1 Efeito da tecnologia e alegações nutricionais sobre a percepção dos consumidores

Os testes para avaliar os efeitos que as informações sobre a tecnologia (microencapsulação) e o valor nutricional da água bioativa geravam na percepção dos consumidores foram realizados com 60 julgadores não treinados. O grupo foi composto

basicamente por estudantes dos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Sergipe (58,3% dos participantes) com idade média de 28 anos.

A metodologia foi fundamentada nos trabalhos de Deliza (1996), Deliza & MacFie (1996), Deliza *et al.* (2003) e Behrens *et al.* (2007), nos quais os julgadores cumpriram três etapas de avaliação: i) inicialmente foi realizado um **teste cego**, no qual os consumidores avaliaram a amostra e geraram escores de aceitação, intensidade de atributos e intenção de compra sem nenhuma informação sobre a natureza ou composição do produto (Anexo A); ii) na sequência, foi realizado um **teste de expectativa**, no qual os consumidores receberam apenas informações acerca do produto e indicaram o quanto esperavam gostar ou desgostar do produto e a intenção de comprá-lo ou não (Anexo B); iii) finalmente, os indivíduos realizaram um **teste de avaliação informada**, no qual avaliaram a amostra acompanhada de informações e, após avaliá-la sensorialmente geraram novos escores de aceitação e intenção de compra (Anexo C).

Os testes foram realizados com a bebida recém-processada em duas sessões no Laboratório de Análise Sensorial, UFS. Na primeira sessão os consumidores realizaram o teste cego. Uma semana depois, na segunda sessão, os consumidores realizaram o teste de expectativa seguido do teste de avaliação informada. As amostras foram servidas a 5 ± 1 °C numa quantidade de 30mL, em copos descartáveis de 50mL.

4.8 Análise Estatística

Para a melhor interpretação, os dados experimentais das amostras foram obtidos em triplicatas e avaliados estatisticamente pelo programa computacional Assistat, versão 7.7 beta, por Análise de Variância (ANOVA). Aplicou-se o Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para detecção de diferenças de médias entre a polpa, o suco e as microcápsulas recém-processadas e, para detecção de diferenças de médias dos componentes da água bioativa (microcápsulas e água mineral gaseificada) durante o armazenamento.

Os resultados dos testes sensoriais foram avaliados estatisticamente pelo programa computacional Assistat, versão 7.7 beta, por Análise de Variância (ANOVA) e teste *t*, seguindo procedimentos recomendados por Deliza (1996), Deliza & MacFie (1996), Deliza *et al.* (2003) e Behrens *et al.* (2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físicas

5.1.1 Rendimento

O rendimento das microcápsulas de maracujá foi de 62,12%, devido à perdas do produto no kit Caviar Box®, que reteve o suco de maracujá e, principalmente, a deformação de algumas microcápsulas, que tiveram de ser descartadas devido as suas diferenças do padrão estabelecido (forma esférica regular).

Ramos (2006) microencapsulou a fração volátil da oleoressina de copaíba em goma arábica por atomização e secagem em spray-dryer com rendimento médio de 64,4%, que para um processo piloto é considerado bom. Xavier (2014) observou em seus estudos com pérolas de maracujá obtidas pela gelificação iônica o rendimento de 70% em pérolas de maracujá.

5.1.2 Análise do tamanho das microcápsulas

A Figura 14 apresenta a medição de uma microcápsula de maracujá escolhida aleatoriamente. A média do tamanho das microcápsulas foi de 4,60 mm, confirmando a classificação das cápsulas por tamanho de Baker (1986), no qual define que as microcápsulas devem ter um tamanho entre 0,2 a 5000 μm .



Figura 14. Medição da microcápsula com o auxílio de um paquímetro digital.

5.1.3 Perda de massa das microcápsulas

De acordo com a Tabela 3 observou-se que a massa das microcápsulas permaneceram constante no período de armazenamento na água.

Tabela 3. Resultado do peso das microcápsulas armazenadas em água por 35 dias.

Tempo de armazenamento(dias)	Peso das microcápsulas¹(g)
0	26,00 ^a
7	25,61 ^a
14	26,18 ^a
21	25,55 ^a
28	25,07 ^a
35	26,94 ^a

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ramos (2006) microencapsulou oleoressina de copaíba em goma arábica por atomização e secagem em spray-dryer. As temperaturas de 25 °C e 40 °C com umidade relativa de 50% por 60 dias mostraram que a microencapsulação da fração volátil minimizou, porém não impediu a oxidação e a perda de massa.

Vicentino *et al.* (2011) observaram que uvas recobertas com amido de mandioca acetilado a 5 °C e UR 70% perderam menor quantidade de massa (7,46%) quando comparados às uvas controle (14,1%) em 25 dias. A refrigeração retardou a perda de massa do produto, o que também ocorreu no presente trabalho, aliado a capacidade do alginato de retenção de água (Mukai-Correa *et al.*, 2005).

5.1.4 Quantidade de polpa encapsulada (QPA)

A QPA foi de 52,8%, já que a polpa de maracujá foi diluída com 43% de água e, adicionados: 2,4% de citrato de sódio e 1,8% de alginato de sódio. Caso o presente estudo não realizasse a diluição da polpa - utilizada com o propósito de diminuir a acidez e suavizar o sabor forte do maracujá – a QPA seria de 95,8%.

5.2 Análises físico-químicas e nutricionais

5.2.1 Caracterização da polpa, do suco e das microcápsulas

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise físico-química e nutricional da polpa, do suco e das microcápsulas de maracujá para comparação das mudanças ocorrida após o processamento. A polpa apresentou diferença significativa do suco e das microcápsulas a 5% (Tabela 4) na maioria das análises.

Tabela 4. Caracterização da polpa, do suco e das microcápsulas.

Composição química¹	Polpa pasteurizada	Suco de maracujá	Microcápsula pasteurizada
Umidade (%)	91,50 ^b	94,76 ^a	92,98 ^a
Cinzas (%)	0,66 ^b	1,31 ^a	1,34 ^a
pH	3,07 ^b	4,00 ^a	3,61 ^a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	11,40 ^a	8,79 ^b	6,17 ^b
Acidez (g de ácido cítrico/100g)	2,63 ^a	0,91 ^b	0,89 ^b
Ácido ascórbico (mg/g)	10,20 ^a	8,88 ^a	7,53 ^a
Carotenóides totais (µg/g)	20,46 ^a	19,99 ^a	19,91 ^a
Fenóis totais (µg de ácido gálico/g)	598,37 ^a	418,86 ^a	170,26 ^b
Cor (L)	18,40 ^b	35,57 ^a	34,03 ^a
Cor (a*)	+2,37 ^b	+4,20 ^a	+3,23 ^a
Cor (b*)	+12,30 ^b	+28,76 ^a	+28,43 ^a
Cor (Hue°)	79,10 ^a	84,62 ^a	83,47 ^a

¹Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de umidade para a polpa foi de 91,50% (Tabela 4) que se encontra em concordância com os valores reportados por outros autores, como: Oliveira *et al.* (2011) e Xavier (2014), que ao estudar polpa de maracujá-amarelo encontraram teor de 84,87% e 90,57% respectivamente. Quando se compara a polpa com o suco e as microcápsulas, verifica-se que as últimas apresentaram maior teor de umidade em comparação com a

polpa, com diferença significativa. O aumento da umidade é justificado devido a adição de água para a obtenção do suco e, a pequena diminuição do teor de umidade do suco para as microcápsulas ocorreu por causa da adição do alginato.

Em relação ao teor de cinzas (Tabela 4), o valor para a polpa foi de 0,66 que foi maior que o encontrado por Xavier (2014), que ao analisar polpa de maracujá verificou teor de 0,47. O teor de cinzas da polpa foi menor que o teor de cinzas do suco e das microcápsulas devido a película de alginato formada durante a gelificação iônica, bem como o citrato de sódio e o cloreto de cálcio, incorporaram cinzas ao produto final.

O pH da polpa (3,07) (Tabela 4) está de acordo com Brasil (2000) e teve valor menor que o do suco (4,00) e das microcápsulas (3,61) devido ao ajuste do efeito no pH do suco com citrato de sódio, para a obtenção do suco de maracujá com pH adequado para a gelificação. Visto que variações extremas do pH degradam o polímero de alginato, apresentando como consequência a perda das propriedades do gel (Paulo *et al.*, 2009; Pasin *et al.*, 2012).

O valor encontrado neste estudo para o teor de sólidos solúveis totais da polpa (Tabela 4) foi de 11,4 °Brix que se enquadra dentro dos padrões estabelecidos por Brasil (2000) (mínimo de 11 °Brix). A polpa apresentou maior valor de °Brix que o suco e a microcápsula. A redução dos teores de sólidos solúveis é justificada pela correção do pH, que foi realizada com uso de água e citrato de sódio e pela lixiviação dos sólidos solúveis que pode ter ocorrido durante a imersão em solução de cloreto de cálcio e em seguida na água, para retirar o excesso de cálcio na microcápsula.

Para a acidez, a polpa apresentou 2,63 g de ácido cítrico/100g (Tabela 4) valor de acordo com Brasil (2000), que estabelece o mínimo de 2,5 g de ácido cítrico/100g de polpa de maracujá. O citrato de sódio, utilizado como regulador de acidez, e a adição de água favoreceu a redução significativa (a 5%) no teor de acidez para o suco e as microcápsulas (Tabela 4).

A polpa de maracujá apresentou valor médio de ácido ascórbico de 10,20 mg/100g (Tabela 4), valor superior ao exibido por TACO (2011) que apresenta valor de 7,3 mg/100g de vitamina C em polpa congelada de maracujá

Os teores de ácido ascórbico e carotenóides totais não variaram significativamente nas três amostras (Tabela 4), o que indica a capacidade da microcápsula de alginato de imobilizar água na cadeia (impedindo a hidrólise) e evitar a

oxidação dos respectivos compostos, mesmo com as microcápsulas pasteurizadas. Resultado também observado por De’Nobili *et al.* (2013) que avaliaram filmes de alginato com composição de copolímeros diferentes e glicerol para uma maior estabilidade do ácido ascórbico.

A diminuição, não significativa, do teor de ácido ascórbico pode ser atribuída à incorporação de ar durante o processamento, que favoreceu a oxidação química e/ ou degradação térmica através da pasteurização.

Para o teor de fenóis totais (Tabela 4), nota-se que a polpa de maracujá apresentou 598,3660 mg ácido gálico/100g. Valor diferente do obtido por Couto *et al.* (2011) e Lessa (2011), que obtiveram valores entre 35 a 210,85 mg de ácido gálico/100g. De acordo com Kim *et al.* (2003) a discrepância entre os resultados de fenóis encontrados nos trabalhos pode ser explicada por variações na maturidade, variedade, práticas culturais, origem geográfica, estágio de maturação e condições de colheita dos frutos.

No processamento houve uma diminuição significativa dos compostos fenólicos quando realizou-se a microencapsulação (Tabela 4). Rosa *et al.* (2014) relatam que a eficiência da encapsulação depende do composto fenólico encapsulado e do polissacarídeo utilizado. Rosa *et al.* (2014) verificou que para a encapsulação dos compostos fenólicos da Amora-silvestre (*Rubus fruticosus*) a quitosana encapsulou somente o ácido gálico e a epicatequina, porém foi mais eficiente na encapsulação do ácido gálico. A goma xantana teve encapsulação similar para o ácido gálico e a epicatequina. A combinação de quisotana e xantana obteve maior capacidade de encapsular catequina do que o ácido gálico.

Os resultados dos parâmetros de cor ($L = 18,4$; $a^* = +2,37$; $b^* = +12,3$; $Hue^\circ = 79,1$) mostraram a coloração amarela da polpa (Tabela 4). Quando comparados os parâmetros de cor da polpa com os parâmetros de cor do suco, nota-se que apresentam diferença significativa. Entretanto, as microcápsulas não diferiram significativamente do suco em todos os parâmetros. Nota-se que a diluição da matéria-prima contribuiu mais para a mudança de cor do que a gelificação com alginato. Para o Hue° não houve diferença significativa entre as amostras.

Em relação ao suco e as microcápsulas, notou-se uma pequena redução nos parâmetros L , a^* e b^* , que também foi observado por Passos *et al.* (2009), quando

aplicaram revestimentos a base de alginato em mangas e, Silva *et al.* (2010), na encapsulação de antocianinas com maltodextrina, evidenciando a perda da coloração originou, devido a coloração opaca que o alginato proporciona.

5.2.2 Caracterização da água bioativa durante o armazenamento

Os resultados das análises físico-químicas e nutricionais da água bioativa armazenadas em embalagem de vidro são apresentados a seguir.

A Tabela 5 apresenta os resultados da umidade da microcápsula e da água separadamente. A umidade da água mineral permaneceu constante no armazenamento. O teor de umidade das microcápsulas aumentou após sete dias de armazenamento na água e, permaneceu constante até o 35º dia de análise (Tabela 5). Esse resultado foi esperado devido a osmose, já que o alginato possui uma alta capacidade de retenção de água (Mukai-Correa *et al.*, 2005).

Lozano (2010) selecionou três alimentos comercializados para estudar a gelificação iônica com envase em líquidos: suco de uva-oxicoco, sendo o seu líquido de envase o próprio suco; polpa de pêsego, em xarope (pH= 3,61 e 16 °Brix) e; polpa de *cuitlacoche*, em salmoura a 3%. Os produtos foram esterilizados e armazenados por 6 meses. Para os alimentos, a umidade aumentou com o armazenamento.

Tabela 5. Resultados do teor de umidade (%) dos componentes da água bioativa a 5±1°C em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsula de maracujá (%) ¹	Água mineral (%) ¹
0	92,98 ^{bB}	99,99 ^{aA}
7	97,46 ^{aB}	99,40 ^{aA}
14	97,28 ^{aB}	99,50 ^{aA}
21	97,28 ^{aB}	99,43 ^{aA}
28	96,97 ^{aB}	99,48 ^{aA}
35	97,34 ^{aB}	99,55 ^{aA}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outro fator que pode ter ocasionado o aumento da umidade nas microcápsulas foi a diminuição significativa (a 5%) de 74,12% no teor de cinzas nas microcápsulas durante o armazenamento (Tabela 6). Sendo que uma parte do teor de cinzas migrou da microcápsula para a água, como observado na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados do teor de cinzas (%) dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsulas de maracujá (%) ¹	Água mineral (%) ¹
0	1,34 ^{aA}	0,01 ^{aB}
7	0,42 ^{bA}	0,17 ^{aB}
14	0,52 ^{bA}	0,11 ^{aB}
21	0,47 ^{bA}	0,08 ^{aB}
28	0,38 ^{bA}	0,06 ^{aB}
35	0,35 ^{bA}	0,05 ^{aB}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pagani *et al.* (2014) verificou um aumento no teor de cinzas de gotas de mamão obtidas com alginato de sódio armazenadas em embalagem de vidro (aumento de 1,56%) e em embalagem de polipropileno (aumente de 10,14%) após 21 dias. Xavier (2014) não observou diferença significativa a 5% no teor de cinzas para pérolas de maracujá obtidas pela gelificação iônica em 35 dias de armazenamento.

A diferença dos resultados de cinzas (minerais) obtidos nesse trabalho dos citados anteriormente pode ser justificada devido ao acondicionamento das microcápsulas na água gaseificada, no qual ocorreu uma migração de uma parte das cinzas (minerais) da microcápsula para a água.

Não foram observadas oscilações significativas no pH nas microcápsulas no armazenamento (Tabela 7). Exceto no tempo de 21 dias, que tanto as microcápsulas quanto a água diferiram dos outros dias de armazenamento.

Para a água, notou-se que a partir do 7º dia de armazenamento, houve uma diminuição significativa no pH e, equilíbrio com o pH das microcápsulas (Tabela 7). A

constância do pH é justificada devido ao efeito tamponante dos fluidos celulares devido a interação dos ácidos orgânico do maracujá (principalmente o ácido cítrico) com o citrato de sódio (adicionado para o ajuste do pH no suco) que não permite amplas variações de pH.

Tabela 7. Resultados do pH dos componentes da água bioativa a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsulas de maracujá¹	Água mineral ¹
0	3,61 ^{bB}	6,07 ^{aA}
7	3,69 ^{bA}	3,63 ^{cA}
14	3,67 ^{bA}	3,60 ^{cA}
21	4,53 ^{aA}	4,27 ^{bA}
28	3,43 ^{bA}	3,60 ^{cA}
35	3,60 ^{bA}	3,57 ^{cA}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Almeida *et al.*, (2006) de uma maneira geral, a redução da acidez está relacionado com o aumento dos valores de pH, como foi observado também por Xavier (2014), na obtenção de pérolas de maracujá por gelificação iônica armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. Entretanto, neste trabalho foi possível observar uma diminuição de 87,53% do teor de acidez da microcápsula com o armazenamento (Tabela 8) em pH constante (Tabela 7). Observou-se um equilíbrio entre a acidez dos componentes, sendo que para a água gaseificada, a acidez permaneceu constante entre os dias de armazenamento.

Tabela 8. Resultados do teor de acidez dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Armazenamento	Microcápsulas de maracujá (g de ácido cítrico/100g)¹	Água mineral (g de ácido cítrico/100g)¹
0 dias	0,89 ^{aA}	0,00 ^{bB}
7 dias	0,10 ^{cA}	0,10 ^{aA}
14 dias	0,19 ^{bA}	0,12 ^{aB}
21 dias	0,08 ^{cA}	0,10 ^{aA}
28 dias	0,09 ^{cA}	0,10 ^{aA}
35 dias	0,11 ^{cA}	0,12 ^{aA}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o teor de sólidos solúveis totais (SST) (Tabela 9) houve diferença significativa na microcápsula na primeira análise (tempo 0) e no armazenamento, sendo verificada quantidade traço de SST. A água apresentou teores de SST no armazenamento.

Tabela 9. Resultados do teor de sólidos solúveis totais (SST) dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsulas de maracujá (°Brix) ¹	Água mineral (°Brix) ¹
0	6,1667 ^a	-
7	Tr	0,70 ^a
14	Tr	0,50 ^{bc}
21	Tr	0,53 ^{ab}
28	Tr	0,33 ^c
35	Tr	0,53 ^{ab}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tr: quantidade traço

Jiang (2013) estudou cogumelos (*Agaricus bisporus*) mergulhados durante 2 minutos, em diferentes concentrações (1%, 2% e 3%) de alginato, em seguida, colocados em frascos e arejado continuamente com O₂ a 100% até 16 dias, a 4 °C. Os resultados indicaram que o tratamento com película de alginato (2%) atrasou alterações da concentração de sólidos solúveis.

No presente trabalho, as microcápsulas feitas com alginato (1,8%) foram armazenadas em água com gás carbônico, o que degradou inicialmente um elevado teor de SST. Além disso, nota-se que a água lixiviou uma pequena parte dos SST (Tabela 9). Lozano (2010) relata que encapsulados envasados em água ou em um meio de diferente ao o interior do encapsulado, a difusão dos sólidos solúveis totais ocorre exponencialmente.

Os SST lixiviados para a água tiveram variação de comportamento, entretanto o valor obtido no 7º dia de armazenamento não diferiu significativamente do valor obtido no 35º dia (Tabela 9).

Durante o período de armazenamento foi constatado a migração do ácido ascórbico (AA) das microcápsulas de maracujá para a água gaseificada pelo fenômeno de difusão (Tabela 10). A partir do 7º dia observou-se a equiparação no teor de ácido ascórbico dos dois componentes do produto (microcápsula e água). Não houve diferença significativa do teor de ácido ascórbico da microcápsula e da água no armazenamento (Tabela 10).

Tabela 10. Resultados dos teores de ácido ascórbico dos componentes da água bioativa a 5±1°C em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsulas de maracujá (mg/g) ¹	Água mineral (mg/g) ¹
0	7,53 ^{aA}	0,00 ^{cB}
7	7,81 ^{aA}	7,43 ^{aA}
14	5,76 ^{abA}	5,82 ^{abA}
21	6,30 ^{abA}	6,30 ^{abA}
28	5,44 ^{abA}	5,57 ^{abA}
35	3,52 ^{bA}	3,54 ^{bA}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar de diminuir com o armazenamento, a diferença significativa (a 5%) nos teores de AA só foi observada no 35º dia de armazenamento para os dois componentes do produto (microcápsula e água) (Tabela 10).

Jiang (2013) observaram a degradação do ácido ascórbico de cogumelos (*Agaricus bisporus*) mergulhados durante 2 minutos, em diferentes concentrações de alginato, armazenados a 4 °C por 16 dias em frascos arejados continuamente com O₂ a 100%. A degradação do ácido ascórbico de cogumelos controles e tratados com revestimento de alginato (1%, 2% e 3%) foi de 72,63%, 70,58%, 61,93% e 57,82%, respectivamente.

A incorporação de alginato em formulações de revestimento pode reduzir a difusão de O₂ no alimento e, conseqüentemente, melhor preservar o conteúdo de ácido ascórbico (Jiang, 2013). Neste trabalho verificou-se uma perda de ácido ascórbico, em torno de 53,35% e 52,35% para as microcápsulas e água gaseificada, respectivamente, armazenadas conjuntas a 5 ± 1 °C entre o 7º e 35º dias (Tabela 10).

Com relação aos teores de carotenóides totais, observou-se que houve uma redução significativa (67,0174%) dos carotenóides das microcápsulas na primeira semana do armazenamento (Tabela 11). Entretanto, esta diminuição não foi devido a degradação dos carotenóides, mas pela migração majoritária dos compostos das microcápsulas para a água observada a partir 7º dia de armazenamento. Somente 8,93%

dos carotenóides iniciais do produto foram degradados na primeira semana. A partir do 14º dia de armazenamento, os dois componentes do produto apresentaram valores similares de carotenóides totais que permaneceram até o último dia de armazenamento.

Tabela 11. Resultados do teor de carotenóides totais dos componentes da água bioativa a 5±1°C em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsulas de maracujá (µg/g) ¹	Água mineral (µg/g)¹
0	19,91 ^{aA}	0,00 ^{bB}
7	6,57 ^{bA}	11,57 ^{aA}
14	7,34 ^{bA}	7,20 ^{aA}
21	7,56 ^{bA}	6,92 ^{aA}
28	5,70 ^{bA}	7,25 ^{aA}
35	6,51 ^{bA}	6,44 ^{aA}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após os 35 dias de armazenamento, a redução total dos carotenóides na água bioativa foi de 39,97% quando comparado com o teor dos compostos das microcápsulas no tempo 0 (Tabela 11). Nos estudos de Xavier (2014), observou-se uma perda de carotenóides totais de 78,79% em pérolas de polpa de maracujá encapsuladas com 1,75% de alginato e armazenadas em embalagens de vidro a 5 °C por 35 dias.

Guadarrama-Lezama *et al.* (2012) obtiveram e caracterizaram extratos não aquosos de pimenta (*Capsicum annuum* L.), utilizando três óleos diferentes (milho, girassol e cártamo), bem como os seus microencapsulados com goma arábica e maltodextrina. A redução dos carotenóides nas microcápsulas foi de entre 16% e 14%.

Qv *et al.* (2011) utilizaram o método de coacervação complexa para aumentar a estabilidade da luteína com 1% de gelatina e goma arábica (1:1) e pH 4,2. A taxa de redução da luteína foi de 7,14%, a 4 °C; 9,84%, a 25 °C após 30 dias de armazenamento.

De acordo com a análise de variância, não houve diferença significativa a 5% no teor de fenóis totais nas microcápsulas no armazenamento da água bioativa (Tabela 12).

A partir do 7º dia, observou-se um equilíbrio do teor de fenólicos nos dois componentes do produto (microcápsula e água). Comportamento justificado devido ao alginato formar uma membrana permeável, que facilita a difusão por meio da osmose dos compostos fenólicos da microcápsula para a água. Não houve diferença significativa dos fenólicos da microcápsula e da água no mesmo tempo de armazenamento, exceto no 28º dia (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados do teor de fenóis totais dos componentes da água bioativa a $5\pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Tempo de armazenamento (dias)	Microcápsulas de maracujá (μg de ácido gálico/g)¹	Água mineral (μg de ácido gálico/g)¹
0	170,26 ^{aA}	0,00 ^{cB}
7	177,45 ^{aA}	185,29 ^{abA}
14	205,56 ^{aA}	231,70 ^{aA}
21	161,11 ^{aA}	175,49 ^{bA}
28	190,53 ^{aA}	167,65 ^{aB}
35	172,22 ^{aA}	172,88 ^{bA}

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Rutz (2013) microencapsulou, pelo processo de liofilização, o suco de pitanga roxa nas matrizes de vários hidrocolóides. A estabilidade dos carotenóides e compostos fenólicos das micropartículas foram avaliadas durante o armazenamento na presença e ausência de luz pelo período de 28 dias, e a 4°C e 25°C pelo período de 84 dias. Todos os hidrocolóides apresentaram degradação dos carotenóides e, os compostos fenólicos apresentaram altos percentuais de preservação no armazenamento. O mesmo comportamento foi observado no presente estudo (Tabelas 11 e 12).

Arrazola *et al.* (2014) concluíram que a microencapsulação de antocianinas de beringela (*Solanum melongena* L.) por secagem por pulverização com maltodextrina foi eficiente para reter o composto bioativo em bebidas isotônicas e bebidas com aloé vera armazenadas por 40 dias a 4°C .

A cor é a característica sensorial do alimento mais marcante e está relacionada com a qualidade dos alimentos e caracteriza-os, constituindo-se como o primeiro critério aplicado para a aceitação ou rejeição do produto (Della Modesta, 1989).

No presente estudo, as microcápsulas de maracujá apresentaram valores de L entre 34,0333 a 20,6667 (Tabela 13), diminuindo significativamente no período de armazenamento, o que indica escurecimento da microcápsula. Constatou-se uma oscilação dos parâmetros a^* e b^* com o armazenamento em água (Tabela 13), o que mostra uma diminuição na coloração alaranjada e amarelada do produto. Porém, sem apresentar diferença significativa entre o tempo 0 e o tempo 35 (Tabela 13). A mudança dos parâmetros pode ter relação com a ocorrência da reação de oxidação, uma vez que houve deterioração do ácido ascórbico e dos carotenóides no período de armazenamento estudado.

O parâmetro de cor ângulo Hue oscilou no armazenamento, mas não apresentou diferença significativa, evidenciando que o ângulo obtido nas microcápsulas correspondeu à coloração amarela (Tabela 13).

Tabela 13. Resultados dos parâmetros de cor da microcápsula da água bioativa a $5\pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Armazenamento	Microcápsulas de maracujá			
	L^1	a^{*1}	b^{*1}	Hue ^{o1}
0 dias	34,0333 ^a	+3,2333 ^{ab}	+28,4333 ^a	83,4667 ^a
7 dias	21,3667 ^b	+3,0667 ^{ab}	+25,2000 ^{ab}	82,9333 ^a
14 dias	25,8333 ^{ab}	+3,2333 ^{ab}	+20,4667 ^{ab}	81,9000 ^a
21 dias	20,6667 ^b	+4,4000 ^a	+19,0333 ^b	75,6000 ^a
28 dias	22,0000 ^b	+2,7333 ^b	+23,0667 ^{ab}	83,1667 ^a
35 dias	22,4667 ^b	+2,8000 ^b	+21,6333 ^{ab}	82,6667 ^a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Lozano (2010) encapsulou uma solução isotônica (sacarose 0,3M – NaCl 0,1M), com corante artificial lima (0,1%), em alginato (0,8; 1; 1,2%), utilizando cloreto de

cálcio a 1%. Os encapsulados foram envasados em solução isotônica e em água, e armazenado sob refrigeração durante 15 dias. A difusão de cor ocorreu exponencialmente nos encapsulados envasados em água. Este fato deve ser levado em conta durante o armazenamento de um alimento encapsulado, porque a difusão no interior do encapsulado, no sentido do líquido de envase, pode ter consequências para a aparência e aceitação sensorial do produto (Lozano, 2010).

A adição de ácido ascórbico e cítrico é uma alternativa viável para a manutenção da cor, do teor de compostos bioativos e aumentar a atividade antioxidante do produto, como observado por Robles-Sánchez *et al.* (2013). Os autores estudaram o efeito de revestimento comestível à base de alginato e de agentes antibrowning (ácido ascórbico e cítrico) na cor, teor de compostos bioativos e atividade antioxidante de mangas 'Kent' minimamente processadas e armazenadas a 4 °C. A aplicação de revestimento comestível alginato em conjunto com agentes antibrowning mantiveram os valores de cor mais elevados (L^* e Hue°), aumentou o teor de vitamina C, de fenóis totais e também aumentou o potencial antioxidante das mangas minimamente processadas.

5.3 Análise microbiológica

A polpa utilizada como matéria-prima para elaboração das microcápsulas de maracujá não apresentou contaminação por coliformes termotolerantes e coliformes totais e, também foi constatada ausência de bolores e leveduras.

Após o processamento das microcápsulas, adição na água mineral com gás e a pasteurização, análises de controle de qualidade foram novamente realizadas para garantir a sanidade do produto final. Durante todo o armazenamento a água bioativa não apresentou contaminação para os microrganismos analisados (Tabela 14).

Tabela 14. Resultados obtidos na análise microbiológica da água bioativa a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro.

Armazenamento	Água bioativa					
	Coliformes Totais	Coliformes termotolerantes	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Enterococcus</i>	Clostrídios sulfito redutores	Bolores e leveduras
0 dias	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
7 dias	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
14 dias	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
21 dias	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
28 dias	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
35 dias	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus

Xavier (2014) analisou pérolas de maracujá pasteurizadas obtidas por gelificação iônica e armazenadas em embalagem de vidro a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$. A autora observou que a partir do 28º dia de armazenamento as amostras apresentaram contaminação de fungos *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp.

Mata *et al.* (2015) observaram que os gêneros *Cladosporium*, *Fusarium* e *Penicillium* foram os fungos mais frequentemente detectados em águas engarrafadas. Os autores também observaram que a Aflatoxina B2 foi a micotoxina mais frequentemente detectada, com uma concentração máxima de $0,48 \pm 0,05 \text{ ng L}^{-1}$ seguido de aflatoxina B1, a aflatoxina G1 e ocratoxina A.

O CO_2 , proveniente da água gaseificada utilizada neste estudo, ocasiona efeito bactericida por reduzir o pH da água. Esse fator aliado com a adição do citrato de sódio, a pasteurização do produto e ao armazenamento refrigerado apresentaram-se como barreiras múltiplas para o crescimento de microrganismos na água bioativa.

Devido aos excelentes resultados para a água bioativa, decidiu-se continuar a análise microbiológica do produto semanalmente. Somente no 70º dia de armazenamento, a água bioativa apresentou crescimento de fungos, exibindo 2×10^4 UFC/g. Porém, não apresentou contaminação para os outros microrganismos analisados.

5.4 Análise Microscópica

Como apresentado na Figura 18, o tempo de armazenamento não causou alterações microscópicas na superfície das microcápsulas. Moghaddam *et al.*, (2015) encapsularam o composto n-nonadecano com alginato de sódio, obtendo também uma microcápsula esférica regular.

No núcleo da microcápsula houve a dispersão da polpa encapsulada, evidenciando no 35º de armazenamento um núcleo mais claro e com concentrações da película de alginato (Figura 15). Resultado justificado pela migração de compostos observado nas análises físico-químicas e nutricionais deste trabalho, como: cinzas, sólidos solúveis totais e carotenóides e, também pela degradação dos parâmetros de cor.

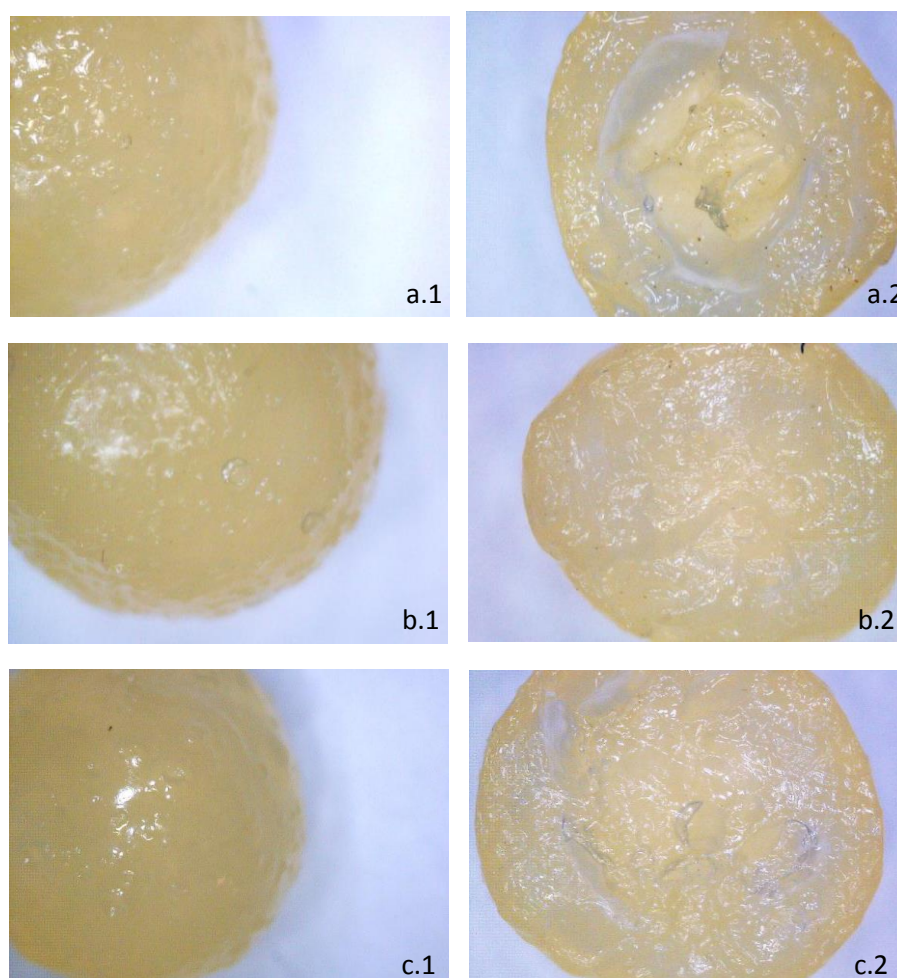


Figura 15. Microscopia das microcápsulas de polpa de maracujá da água bioativa a 5 ± 1 °C em embalagens de vidro nos tempos: 0 (a); 17 (b) e; 35 dias (c). Microcápsula inteira (1) e com corte transversal (2).

5.5 Análise sensorial

5.5.1 Efeito da tecnologia e alegações nutricionais sobre a percepção dos consumidores

Os resultados da Tabela 15 expressam os valores médios de aceitação da água bioativa com relação à aparência, sabor, textura das microcápsulas e aceitação global, obtidos junto aos 60 consumidores que avaliaram a amostra em teste cego. A tabela expressa também o quão ideal estava a doçura, acidez e intensidade de sabor de

maracujá da amostra, assim como a intenção com que os consumidores comprariam ou não o produto.

Conforme pode ser observado (Tabela 15), a aparência da água bioativa na garrafa foi bem aceita junto aos julgadores, obtendo média 7,9, na escala de hedônica, o que corresponde ao termo “gostei muito”. O sabor, a textura das microcápsulas e aceitação global apresentaram médias próximas a 7, correspondente ao termo “gostei moderadamente” da escala.

Observa-se também na Tabela 15 que a doçura e o sabor de maracujá foram avaliados como “ligeiramente menos forte que o ideal” (Tabela 15). Já a acidez apresentou-se bastante próxima do valor 0,0 (zero), indicando que a mesma estava próxima ao ideal, segundo a percepção dos consumidores. A intenção de compra permaneceu entre “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “possivelmente compraria” o produto (Tabela 15).

Tabela 15. Resultados dos parâmetros analisados no teste cego aplicado à água bioativa a $5 \pm 1^\circ\text{C}$.

Atributos sensoriais	Médias e Desvio padrão
Aparência ¹	7,9 $\pm$ 1,1
Sabor ¹	6,7 $\pm$ 1,0
Textura das microcápsulas ¹	7,1 $\pm$ 1,6
Aceitação Global ¹	6,9 $\pm$ 1,5
Doçura ²	- 0,8 $\pm$ 1,0
Acidez ²	0,3 $\pm$ 0,9
Sabor de maracujá ²	- 0,9 $\pm$ 1,0
Intenção de Compra ³	6,3 $\pm$ 1,9

¹ Escala hedônica: 9 = gostei extremamente; 1 = desgostei extremamente.

² Escala do ideal: +3 = muito mais forte que o ideal; -3 = muito menos forte que o ideal.

³ Intenção de compra: 9 = certamente compraria; 1 = certamente não compraria.

A Figura 16 apresenta a distribuição dos julgadores com relação à aceitação global da água bioativa, após avaliá-la em teste cego. Nota-se que aproximadamente 68% dos consumidores deram notas iguais ou superiores a 7,0 (sete) à amostra, indicando que baseados nas características sensoriais do produto, os consumidores

gostaram do mesmo em um grau igual ou superior a “gostei moderadamente”. Somente 8,3% dos consumidores deram notas iguais ou inferior a 4 à água bioativa, indicando que desgostaram da mesma em um grau igual ou maior a “desgostei ligeiramente”. Conclui-se, portanto, que a água bioativa foi bem aceita pelos consumidores quando eles/elas avaliaram a amostra em teste cego, sem qualquer informação sobre a tecnologia ou vantagens nutricionais do produto.

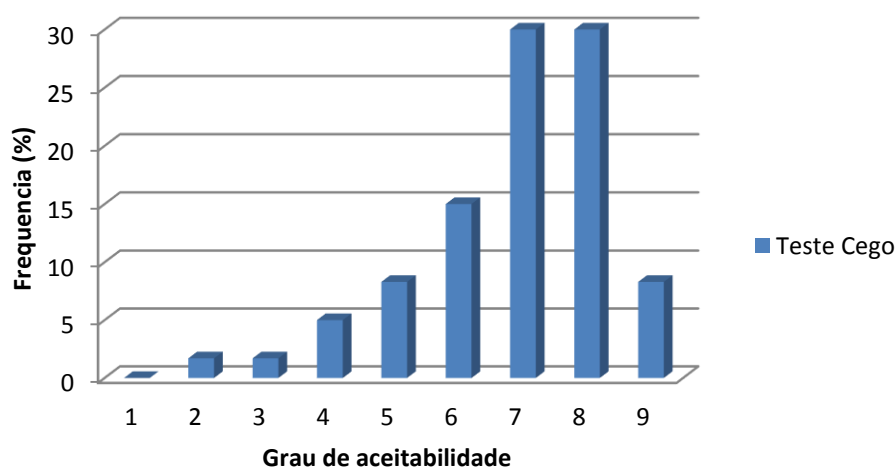


Figura 16. Frequência (%) de notas atribuídas à água bioativa avaliada em teste cego quanto à aceitação global (1 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei extremamente).

Em relação à intenção de compra (Figura 17), verifica-se que 60% dos consumidores deram notas iguais ou superiores a 7,0 para a água bioativa, quando a mesma foi avaliada em teste cego. Isso indica que, baseados apenas nas características sensoriais do produto, esses indivíduos comprariam a água com um grau de certeza igual ou superior a “possivelmente compraria”. Por sua vez, cerca de 15% dos consumidores deram notas iguais ou inferiores a 4 para a água, indicando que não comprariam o produto com um grau de certeza igual ou superior a “possivelmente não compraria”. A intenção de compra dos consumidores revela que o produto, apesar de ser inovador e nenhuma alegação para incentivar o seu consumo ter sido feita sobre ele, obteve intenção de compra da maioria dos consumidores, pressupondo seu sucesso comercial.

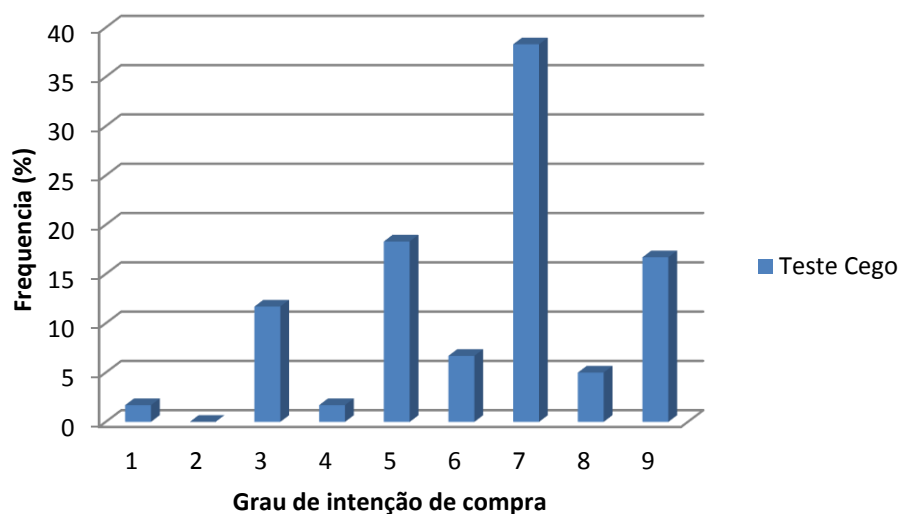


Figura 17. Frequência (%) de notas atribuídas à água bioativa avaliada no teste cego com relação à intenção de compra (1 = certamente não compraria; 5 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 9 = certamente compraria).

Na Figura 18 estão dispostos os atributos que os julgadores mais gostaram e menos gostaram ao avaliarem a água bioativa em teste cego, bem como a frequência com que cada atributo foi citado pelos consumidores. Observando a Figura 21, percebe-se que a aparência da água, bem como a presença e textura das microcápsulas foram as características que mais agradaram os consumidores. Por sua vez, o sabor da água desagradou a aproximadamente 28,3% dos julgadores. Provavelmente a diluição da polpa de maracujá, necessária para adequar o pH da fruta para o processamento das microcápsulas ocasionou esse efeito. Assim, a despeito da bebida ter sido bem aceita pela maioria dos consumidores, ela ainda tem potencial para aumentar sua aceitação caso seja realizada a otimização do sabor do produto. Isso pode ser alcançado por meio da elaboração das microcápsulas com uma polpa mais concentrada, ou então adicionar maior quantidade de microcápsulas, ou os dois. Sendo possível também adicionar adoçantes como açúcar, xarope e caramelo.

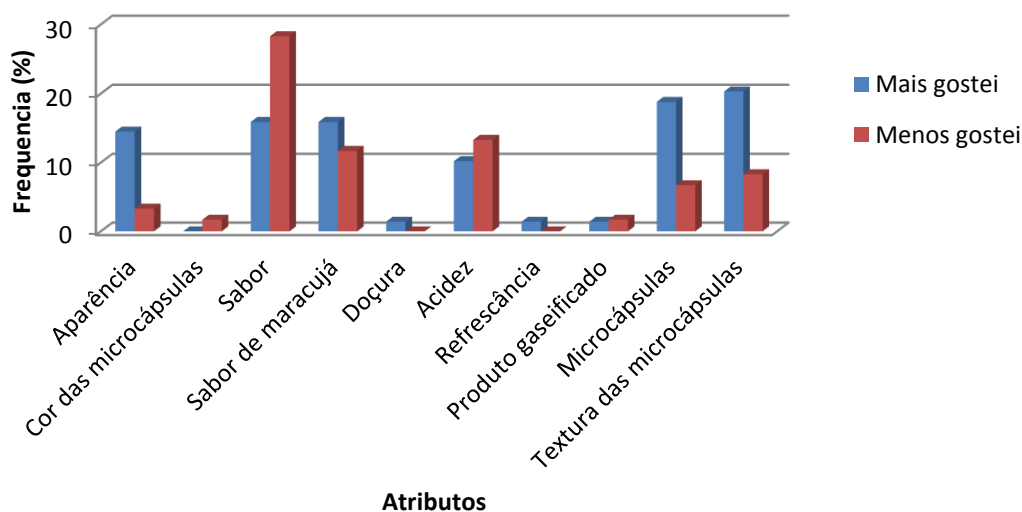


Figura 18. Atributos sensoriais da água bioativa que mais agradaram ou desagradaram aos consumidores e frequência com que foram citados (teste cego).

A Tabela 16 apresenta as médias e estatísticas dos dados de aceitação global e intenção de compra da água bioativa quando ela foi avaliada sob três diferentes condições: teste cego, expectativa e avaliação informada. Conforme pode ser observado, a média de aceitação e intenção de compra da amostra no teste de expectativa foi significativamente maior ($p \leq 0,05$) que aquela obtida na condição de teste cego e avaliação informada. Isso indica que as informações e alegações sobre o produto fornecidas aos consumidores promoveram uma expectativa positiva nos indivíduos.

De acordo com Henson (1995) a aceitação ou rejeição de um alimento produzido a partir de uma tecnologia emergente é resultado de um complexo processo de tomada de decisão que envolve a avaliação de riscos e benefícios associados à tecnologia e às alternativas disponíveis. No entanto, é comum que novas tecnologias gerem expectativas negativas nos consumidores, reduzindo a aceitação dos alimentos em segmentos da população. Esse efeito é demonstrado nos estudos de Huffman *et al.* (2007) e Montuori *et al.* (2012) nos quais, o conhecimento prévio influenciou negativamente a percepção dos consumidores sobre alimentos geneticamente modificados. Mas no presente estudo, o uso da nova tecnologia, associada aos benefícios alegados sobre o seu emprego, promoveram uma expectativa positiva nos consumidores (Tabela 16). Isso pode ser explicado pelo fato da aceitação dos alimentos

não ser baseada apenas no tipo de processo empregado na fabricação dos mesmos, mas também nas necessidades, crenças e atitudes dos consumidores, além do contexto econômico, político e social em que as escolhas acontecem, sendo que a aceitação é maior quando os produtos oferecem benefícios (Henson, 1995). É muito provável que no presente estudo, os benefícios nutricionais alegados sobre o produto tenham sido valorizados pelos consumidores, que em consequência elevaram seus níveis de aceitação e intenção de compra ($p \leq 0,05$) da água, comparativamente a se nenhuma informação tivesse sido oferecida.

Resultados similares foram observados por Wezemael *et al.* (2012), que investigaram como as informações sobre as tecnologias de corte influenciam as expectativas dos consumidores de carne bovina na Bélgica e Noruega. Os resultados indicaram que a informação detalhada sobre as tecnologias aumentou as expectativas de aceitação dos consumidores de carne bovina. Compreender as percepções de risco-benefício dos consumidores, e a confiança dos mesmos nas informações oferecidas, são cruciais para o sucesso dos avanços tecnológicos.

Pode ser observado também na Tabela 16 que embora as informações oferecidas tenham gerado expectativas positivas nos consumidores, elas não foram suficientes para elevar significativamente ($p \leq 0,05$) as médias de aceitação e intenção de compra, comparativamente ao teste cego, quanto nenhuma informação foi oferecida aos indivíduos. Mas em estudos com consumidores, testes de média não expõe todas as informações, sendo necessário avaliar os resultados indivíduos de cada consumidor (Deliza, 1996; Deliza & MacFie, 1996; Deliza *et al.*, 2003; Noronha *et al.*, 2005 e Behrens *et al.*, 2007)

Tabela 16. Média dos valores de aceitação e intenção de compra da água bioativa obtidas sob três condições de testes - cego (C), de expectativa (E) e avaliação informada (I) - e diferenças estatísticas entre elas. (n = 60 julgadores não treinados).

Testes	Médias	
	Aceitação global	Intenção de compra
Teste cego (C)	6,85	6,32
Teste de expectativa (E)	8,03	7,57
Teste de avaliação informada (I)	7,30	6,95
Valores de <i>t</i> e níveis de significância (p) de comparações entre as médias		
Teste cego x Teste de expectativa (Cx E)		
<i>t</i>	-13,355	-7,395
p	<0,001	<0,001
Teste de avaliação informada x Teste cego (Ix C)		
<i>t</i>	1,517	1,674
p	0,084	0,070
Teste de avaliação informada x Teste de expectativa (Ix E)		
<i>t</i>	-6,160	-2,080
p	<0,001	0,044

Segundo Deliza (1996), Deliza & MacFie (1996), Deliza *et al.* (2003), Noronha *et al.* (2005) e Behrens *et al.* (2007) diferenças entre os escores obtidos no teste cego e no teste de expectativa ($E \neq C$) indicam uma desconfirmação da expectativa do consumidor, ou seja, o produto não atendeu às expectativas do indivíduo. Neste caso, esta desconfirmação poderá ser positiva ($E < C$), quando o produto for melhor do que o esperado ou, negativa ($E > C$), quando o produto for pior do que o esperado pelo consumidor.

No caso da ocorrência de desconfirmação positiva ($E < C$) dois efeitos podem ocorrer: i) assimilação, no qual o consumidor assimila a baixa expectativa gerada pelas informações associadas ao produto e diminui a aceitação do mesmo na avaliação informada ($I < C$) ou, ii) contraste, no qual o consumidor aumenta a aceitação do produto ($I > C$). Por outro lado, na ocorrência de desconfirmação negativa ($E > C$) os

dois efeitos também podem ocorrer: i) assimilação, no qual o consumidor assimila a alta expectativa gerada pelas informações associadas ao produto e aumenta a aceitação do mesmo na avaliação informada ($I > C$) ou, ii) contraste, no qual o consumidor diminui a aceitação do produto ($I < C$) (Noronha *et al.*, 2005).

No presente estudo, dos 60 indivíduos que realizaram os testes, 21 (35%) tiveram suas expectativas sobre o produto confirmadas, ou seja, o escore de aceitação da água no teste cego foi igual àquele obtido no teste de expectativa ($E = C$).

Por sua vez, 65% dos consumidores (39 indivíduos) que participaram da pesquisa não tiveram suas expectativas de aceitação confirmadas, ou seja, para eles/elas $E \neq C$. Destes, 92,3% apresentaram desconfirmação negativa, isto é, para eles, o produto foi pior que o esperado. Os consumidores que apresentaram desconfirmação negativa alegaram no teste cego que a doçura do produto estava abaixo do ideal e consequentemente o sabor da bebida não foi muito apreciado. Apenas 7,7% dos indivíduos tiveram desconfirmação positiva, reportando que o produto foi melhor que o esperado.

Conforme pode ser verificado na Figura 19, dos indivíduos que apresentaram desconfirmação negativa, mais de 60% seguiram o modelo de assimilação, ou seja, eles assimilaram as suas altas expectativas do produto ($E > C$) melhorando a percepção do mesmo na avaliação informada ($I > C$). Para eles/elas, as informações de que se tratava de uma bebida inovadora, formulada com polpa de fruta, com adequado valor nutricional e sem quaisquer riscos à saúde criou alta expectativa de aceitação do produto ($E > C$), e embora a água não tenha atendido às expectativas geradas, houve assimilação das informações positivas associadas ao produto, observando-se um aumento da aceitação do produto na avaliação informada comparativamente ao teste cego ($I > C$).

Assim, embora a Tabela 16 mostre que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os escores de aceitação obtidos em teste cego (C) e aqueles obtidos na avaliação informada (I), a Figura 19 demonstra que para a maior parte dos indivíduos que não tiveram suas expectativas sobre o produto confirmadas, a percepção da bebida melhorou após os consumidores receberem informações e alegações sobre ela, e a aceitação do produto no teste de avaliação informada foi maior que aquela verificada no teste cego ($I > C$).

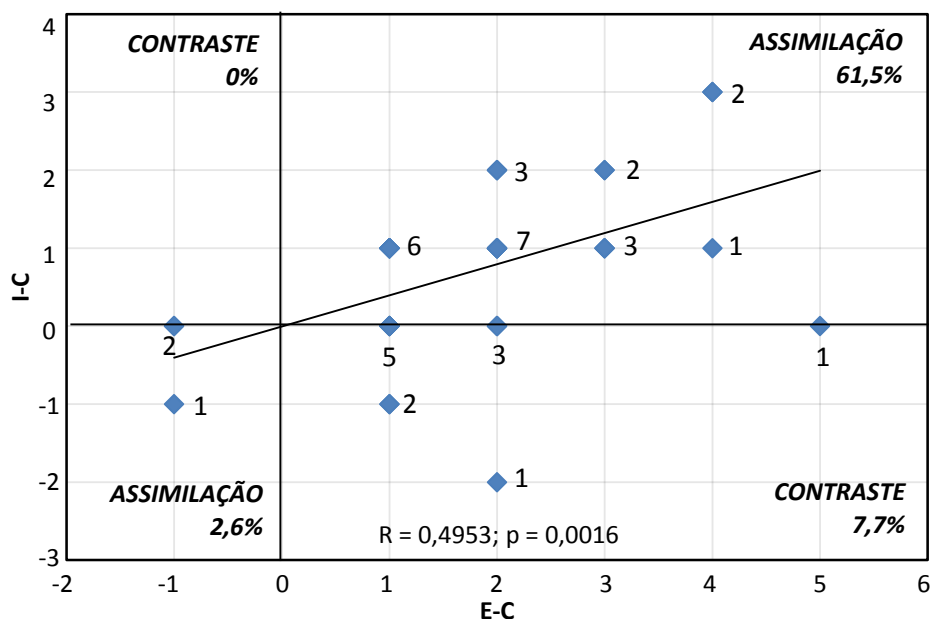


Figura 19. Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa sobre a **aceitação** da água bioativa (C = teste cego; E = teste de expectativa; I = avaliação informada). Os números próximos aos pontos indicam a frequência de indivíduos. (nº de desconfirmação = 39).

Com relação à intenção de compra, dos 60 indivíduos que participaram da pesquisa, 33 (55%) mostraram desconfirmação, ou seja $E \neq C$ (Figura 20). Destes, 93,9% apresentaram desconfirmação negativa, ou seja, acharam o produto pior que o esperado. Dos indivíduos que apresentaram desconfirmação negativa, 61,3% seguiram o modelo de assimilação, ou seja, eles assimilaram as altas expectativas sobre o produto ($E > C$) aumentando a intenção de compra do mesmo na avaliação informada ($I > C$).

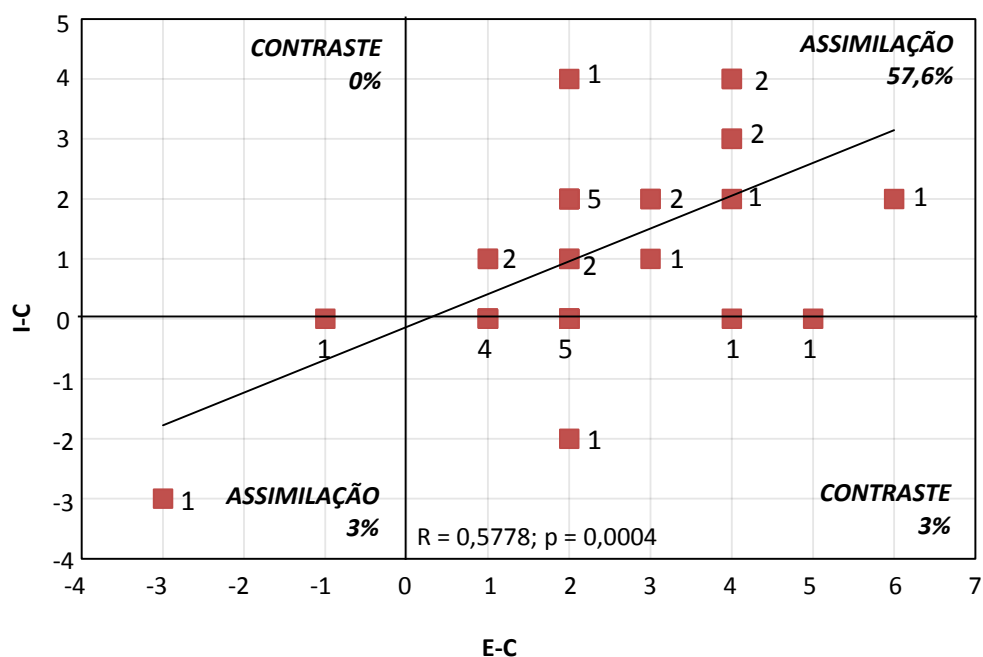


Figura 20. Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa sobre a **intenção de compra** da água bioativa (C = teste cego; E = teste de expectativa; I = avaliação informada). Os números próximos aos pontos indicam a frequência de indivíduos. (nº de desconfirmação = 33).

No presente estudo, o modelo de assimilação da expectativa foi aquele preferencialmente seguido pelos consumidores. Segundo Noronha *et al.* (2005), o modelo de assimilação, observado neste estudo, é reportado como o que mais frequentemente ocorre com os consumidores.

ARCIA *et al.* (2012) estudaram a aceitação e a disposição do consumidor para comprar queijos uruguaiois com baixo teor de gordura. Quando as expectativas de aceitação não foram atendidas, a assimilação ocorreu, observando-se que as expectativas positivas acerca do produto tiveram um efeito positivo sobre a aceitação dos queijos. A marca, aparência e conhecimento prévio do produto foram as características no rótulo com maior impacto sobre os consumidores.

Tarancón *et al.* (2014) também obtiveram um modelo de assimilação quando estudaram a forma como os consumidores percebiam a informação sobre a gordura nos rótulos de biscoitos. Neste caso, os autores estudaram o uso do azeite de oliva ou óleo de girassol em substituição à gordura saturada.

6. CONCLUSÃO

A polpa apresentou diferença significativa a 5% na maioria das análises físico-químicas em relação ao suco e a microcápsula.

Para as microcápsulas da água bioativa foi possível verificar durante o armazenamento que o teor de umidade aumentou. Os teores de cinzas, SST, ácido ascórbico, carotenóides e o parâmetro de cor L diminuíram. Os fenóis, Hue°, os parâmetros a* e b* e, pH permaneceram constantes na microcápsula (a $p \leq 0,05$).

A partir do 7º dia de armazenamento, as microcápsulas e a água apresentaram equiparação dos teores de ácido ascórbico, carotenóides e fenóis totais (a $p \leq 0,05$). Este resultado indica a migração dos compostos bioativos da microcápsula para a água.

A água bioativa não apresentou contaminação pelos microrganismos analisados durante o armazenamento por 35 dias a 5 ± 1 °C.

O tempo de armazenamento do produto não causou alterações microscópicas na superfície das microcápsulas. Entretanto, no núcleo houve uma dispersão do encapsulado, resultado justificado pela migração dos compostos bioativos.

O produto foi bem aceito pelos consumidores que avaliaram a amostra em teste cego; 68% dos consumidores deram notas iguais ou superiores a 7,0 (sete) à amostra. Por sua vez, 60% dos consumidores afirmaram que comprariam o produto com um grau de certeza igual ou superior a “possivelmente compraria”, demonstrando que a água bioativa tem potencial de mercado.

A aparência da água bioativa, bem como a presença e textura das microcápsulas foram as características que mais agradaram os consumidores; mas, a doçura e o sabor de maracujá estavam ligeiramente mais fracos que o ideal, indicando que o produto pode ser otimizado.

As informações e alegações sobre o produto promoveram uma expectativa positiva nos consumidores. Porém ao avaliar a amostra em teste cego, a maioria deles sofreu desconfirmação negativa, demonstrando que acharam o produto pior que o esperado. Isso possivelmente ocorreu porque a doçura e o sabor de maracujá se encontravam ligeiramente fracas.

A maioria dos consumidores que sofreu desconfirmação negativa assimilou as expectativas positivas geradas pelas informações e alegações e melhorou a percepção da água comparativamente a se nenhuma informação tivesse sido oferecida.

De um modo geral, os resultados indicam que os consumidores não perceberam risco na tecnologia utilizada para elaborar a água bioativa e valorizaram as suas características nutricionais. A otimização do sabor da água poderá aumentar ainda mais a aceitação e intenção de compra do produto junto aos consumidores.

O presente estudo evidenciou a bioativação da água por meio da migração dos compostos bioativos das microcápsulas de maracujá apresentando características nutricionais relevantes. Além disso, o novo produto mostrou-se viável para um futuro estudo econômico e comercial.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitislabrusca* L. e *Vitisvinifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2, 2, 394-400, 2007.

ADEFALA, O. O.; SOLAJA, O. O.; ADEGBITE, A. A.; LAWAL, O. A. Evaluation of information sharing and consumers' buying behaviours: The health implications from packaged water consumed Ijebu-Ode southwestern Nigeria. *International Journal of Physical and Social Sciences*, 3, 11, 2013.

ADITIVOS & INGREDIENTES. As grandes gomas. Aditivos & Ingredientes, São Paulo. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/297.pdf>. Acesso em 16 de julho de 2013.

ÁGUA & VIDA. Água mineral lidera ranking de vendas no primeiro bimestre de 2011. Água & Vida, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaaguaevida.com.br/?p=56>>. Acesso em 15 de julho de 2013.

AKERMAN, M. Natureza, estrutura e propriedades do vidro. 2000. Disponível em: <http://www.dimensaodigital.com.br/ufpr/cf361/vidro_SaintGobain.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2013.

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*, 26, 3, 577-581, 2006.

AMINE, K. M.; CHAMPAGNE, C. P.; SALMIERI, S.; BRITTEN, M.; ST-GELAIS, D.; FUSTIER, P.; LACROIX, M. Effect of palmitoylated alginate microencapsulation

on viability of *Bifidobacterium longum* during freeze-drying. *Food Science and Technology*, 56, 1, 111–117, 2014.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Compendium of methods for the microbiological examination of foods 3º ed. New York: Vanderzant, 1998.

ARCIA, P. L.; CURUTCHET, A.; COSTELL, E.; TÁRREGA, A. Influence of expectations created by label on consumers acceptance of uruguayan low-fat cheeses. *Journal of Sensory Studies*, 27, 5, 344–351, 2012.

ARÉVALO-PINEDO, A.; MACIEL, V. B. V.; CARVALHO, K. M.; COELHO, A. F. S.; GIRALDO-ZUÑIGA, A. D.; ARÉVALO, Z. D. S.; ALVIM, T. C. Processamento e estudo da estabilidade de pasta de pequi (*Caryocar brasiliense*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 3, 664-668, 2010.

ARGENTINA. Lei 18.284 de 1994. Código Alimentar Argentino. Capítulo XII: “Bebidas hidricas, agua y agua gasificada”. Buenos Aires, 1994. Disponível em: <http://biblio.fb.uner.edu.ar/biblioteca/caa/capitulo_xii.htm>. Acesso em 16 de julho de 2013.

ARRAZOLA, G., HERAZO, I.; ALVIS, A. Obtención y evaluación de la estabilidad de antocianinas de berenjena (*Solanum melongena* L.) en bebidas. *Información Tecnológica*, 25, 3, 43-52, 2014.

ARSHADY, R. Microcapsules for food. *Journal of Microencapsulation*, 10, 413-435, 1993.

ASIA FOOD JOURNAL. Capsela (Japan). Asia Food Journal, 2007. Disponível em: <<http://www.asiafoodjournal.com/article/capsela-japan/4390>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14^aed. Arlington: A.O.A.C., 1984.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Arlington: A.O.A.C., 1996.

ATOUI, A. K. MANSOUR, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, 89, 1, 27-36, 2005.

AZEREDO, H. M. C. *Fundamentos de estabilidade de alimentos*. 1^a ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 195p., 2004.

AZEREDO, H. M. C.; MAGALHÃES, U. S.; OLIVEIRA, S. A.; BRITO, E. S.; RIBEIRO, H. L. Comunicado Técnico: Filmes Comestíveis de Alginato e Goma de Cajueiro. *EMBRAPA*, 2011.

BARÃO, M. Z. Embalagens para produtos alimentícios. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. *Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*, 2011.

BAKER, R. *Controlled release of biologically active agents*. New York: John Wiley & Sons, 1986.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 53, 5, 646-656, 2009.

BEHRENS J. H.; VILLANUEVA, N. D. M.; DA SILVA, M. A. A. P. Effect of nutrition and health claims on the acceptability of soya milk beverages. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1, 50-56, 2007.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 31, 4, 507-513, 1988.

BEVNET. Manufacturer's Brand Overview: Orbitz. BevNET, 2002. Disponível em: <<http://www.bevnet.com/reviews/orbitz>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. *Química de processamento de alimentos*. 3ªed. São Paulo: Varela, 143 p., 2001.

BORRMANN, D.; PIERUCCI, A. P. T. R.; LEITE, S. G. F.; LEÃO, M. H. M. R. Microencapsulation of passion fruit (*Passiflora*) juice with *n*-octenylsuccinate-derivatised starch using spray-drying. *Food and Bioproducts Processing*, 91, 1, 23-27, 2013.

BOSCH, V.; CILLA, A.; GARCÍA-LLATAS, G.; GILABERT, V.; BOIX, R.; ALEGRÍA, A. Kinetics of ascorbic acid degradation in fruit-based infant foods during storage. *Journal of Food Engineering*, 116, 2, 298-303, 2013.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 386, de 05 de agosto de 1999. Aprova o "Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções *Diário Oficial da União*, Brasília, 09 de agosto de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de Janeiro de 2000. Aprova o "Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta". *Diário Oficial da União*, Brasília, 07 de janeiro de 2000.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº 89, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento técnico para águas envasadas. *Diário Oficial da União*, Brasília, 17 de dezembro de 2004a.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº 86, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo. *Diário Oficial da União*, Brasília, 17 de dezembro de 2004b.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Anexo: “Regulamento técnico para águas envasadas e gelo”. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de setembro de 2005a.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo". *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de setembro de 2005b.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais”. *Diário Oficial da União*, Brasília, 22 de setembro de 2005c.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. Água Mineral. 2012. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=46#consideracoes>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

CASTRO, L. R. S.; CARVALHO, J. S.; VALE, V. L. C. Avaliação microbiológica de diferentes marcas de água mineral. *Revista Baiana de Saúde Pública*, 34, 4, 835-844, 2010.

CERVI, A. C.; AZEVEDO, M. A. M. de; BERNACCI, L. C. *Passifloraceae*. In FORZZA, R. F. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, V.2, 1432-1436, 2010.

CHISTÉ, R. C. *Avaliação da extração de compostos bioativos com propriedades antioxidantes e corantes presentes em urucum e piquiá*. 2011. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutos hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2ª ed. Lavras: UFLA, 785p., 2005.

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

COUTO, A. B. B.; AGUIAR, I. B.; OLIVEIRA, C. S.; GOMES, F. S.; FREIRE JR., M.; CABRAL, L. M. C.; LEAL JR., W. F. Caracterização físico-química maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* fo. *Flavicarpa*) cultivado em sistema orgânico e convencional. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos. **Artigo em anais de congresso (ALICE)**, 3p., 2011.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12, 4, 564–582, 1999.

CUNHA, M. *Produtividade e características de frutos de pomares de maracujá implantados com sementes originais e reaproveitadas do híbrido BRS Gigante Amarelo*. 2013. 46p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

CURATEC. Alginato de Cálcio. CURATEC, 2013. Disponível em: <<http://www.curatec.com.br/sobre-feridas/faq/>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

CUSHNIE, T. P. T.; LAMB, A. J. Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38, 2, 99-107, 2011.

DA SILVA, S. R.; MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa) *in natura*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, 3, 254-258, 2002.

DA SILVA, J. K.; CAZARIN, C. B. B.; COLOMEU, T. C.; BATISTA, A. G.; MELETTI, L. M. M.; PASCHOAL, J. A. R.; BOGUSZ JR, S.; FURLAN, M. F.; REYES, F. G. R.; AUGUSTO, F.; MARÓSTICA JR, M. R.; ZOLLNER, R. L. Antioxidant activity of aqueous extract of passion fruit (*Passiflora edulis*) leaves: in vitro and in vivo study. *Food Research International*, 53, 2, 882–890, 2013.

DA SILVA, L. M. R.; DE FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; DE FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 398-404, 2014.

DELIZA, R. *The effects of expectation on sensory perception and acceptance*. 1996. 198 p. Tese (Doutorado) - School of Food Biosciences, The University of Reading. Inglaterra.

DELIZA, R.; MACFIE, H. J. H. The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. *Journal of Sensory Studies*, 11, 2, 103–128, 1996.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; SILVA, A. L. S. Consumer attitude towards information on non conventional technology. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 1, 39-43, 2003.

DELLA MODESTA, R. C. *Análise sensorial de alimentos e bebidas. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA)*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 120p., 1989.

DE'NOBILI, M. D.; CURTO, L. M.; DELFINO, J. M.; SORIA, M.; FISSORE, E. N.; ROJAS, A. M. Performance of alginate films for retention of L-(+)-ascorbic acid. *International Journal of Pharmaceutics*, 450, 1-2, 95-103, 2013.

DIAS, M. G.; CAMÕES, M. F. G. F. C.; OLIVEIRA, L. Carotenoid stability in fruits, vegetables and working standards – effect of storage temperature and time. *Food Chemistry*, 156, 37-41, 2014.

DUZZIONI, A. G. *Avaliação da atividade antioxidante e quantificação dos principais constituintes bioativos de algumas variedades de frutas cítricas*. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Departamento de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Araraquara.

DUZZIONI, A. G.; FRANCO, A. G.; DUZZIONI, M.; SYLOS C. M. Determinação da atividade antioxidante e de constituintes bioativos em frutas cítricas. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, 21, 4, 643-649, 2010.

ECONOMOS, C.; CLAY, W. D. Nutritional and health benefits of citrus fruits. *Food, Nutrition and Agriculture*, 24, 11-18, 1999.

EMBALAGEMMARCA. Ao sabor das águas. *EmbalagemMarca*, 91, 38-41, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPMF - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Maracujá. EMBRAPA: Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-maracuja.php#especies>. Acesso em 28 de outubro de 2014a.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPMF - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Maracujá. EMBRAPA: Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-maracuja.php>. Acesso em 28 de outubro de 2014b.

ENDO, E.; BERTOLDI, M. C.; PINHEIRO, N. M. S.; ARRUDA, A. C.; MINIM, V. P. R. Caracterização do mercado consumidor de “água aromatizada”: hábitos e motivações para o consumo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 2, 365-370, 2009.

ESPÍRITO-SANTO, A. P.; LAGAZZO, A.; SOUSA, A. L. O. P.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*, 50, 1, 224–231, 2013.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. *Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - Desafios da pesquisa*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 677p., 2005.

FANG, Z.; BHANDARI, B. Encapsulation of polyphenols - a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 10, 510-523, 2010.

FAO – Food and Agriculture Organization. Compendium of food additive specifications: Gellan gum. *FAO food and nutrition paper*, Roma, 49-52, 1997.

FELLOWS, P. J. *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 602p., 2006.

FLORES, F. P.; SINGH, R. K.; KERR, W. L.; PEGG, R. B.; KONG, F. Total phenolics content and antioxidant capacities of microencapsulated blueberry anthocyanins during *in vitro* digestion. *Food Chemistry*, 153, 272-278, 2014.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. As gomas exudadas de plantas. *Food Ingredients Brasil*, 17, 26-48, 2011.

FRANCO, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. 9ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 307p., 2008.

FUNAMI, T.; FANG, Y.; NODA, S.; ISHIHARA, S.; NAKAUMA, M.; DRAGET I. NISHINARI, K.; PHILLIPS, G. O. Rheological properties of sodium alginate in an aqueous system during gelation in relation to supermolecular structures and Ca^{2+} binding. *Food Hydrocolloids*, 23, 7, 1746-1756, 2009.

GERHARDT, C.; WIEST, J. M.; GIROLOMETTO, G.; SILVA, M. A. S.; WESCHENFELDER, S. Aproveitamento da casca de citros na perspectiva de alimentos: prospecção da atividade antibacteriana. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15, 11-17, 2012.

GIL, A. M. P. C. *Gelificação de Polissacarídeos: Métodos físico-químicos no estudo da influência de íons*. Portugal: Universidade Aveiro, 1990.

GRAHAM, T. An Orbitz Investigation. *American Chemical Society*, 1999.

GREGORY III, J. F. *Vitaminas*. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.

GUADARRAMA-LEZAMA, A. Y.; DORANTES-ALVAREZ, L.; JARAMILLO-FLORES, M. E.; PÉREZ-ALONSO, C; NIRANJAN, K.; ALAMILLA-BELTRÁN, L. Preparation and characterization of non-aqueous extracts from chilli (*Capsicum annum* L.) and their microencapsulates obtained by spray-drying. *Journal of Food Engineering*, 112, 1-2, 29-37, 2012.

GUERRA, C. K. *Influências no consumo de água mineral em Porto Alegre*. 2009. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HAMBLETON, A.; DEBEAUFORT, F.; BONNOTTE, A.; VOILLEY, A. Influence of alginate emulsion-based films structure on its barrier properties and on the protection of microencapsulated aroma compound. *Food Hydrocolloids*, 23, 2116-2124, 2009.

HANNUM, S. M. Potential impact of strawberries on human health: a review of the science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 1, 1-17, 2004.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in Flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 52, 481-504, 2000.

HARTMAN, P. A.; DEIBEL, R. H.; SIEVERDING, L. M. Enterococci. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. *Compendium of methods for microbiological examination of foods*. 3^a ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

HENSON, S. Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. *Food Policy*, 20, 111-127, 1995.

HO, C.; RAFI, M. M.; GHAI, G. *Substâncias bioativas: nutracêuticas e tóxicas*. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.

HOLST, B; WILLIAMSON, G. Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. *Current Opinion Biotechnology*, 19, 2, 73-82, 2008.

HUFFMAN, M. E.; ROUSU, M.; SHOGREN, J. F.; TEGENE, A. The effect of prior beliefs and learning on consumers' acceptance of genetically modified foods. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 63, 1, 193-206, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Banco de dados agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 28 de janeiro de 2014

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 28 de janeiro de 2014

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Produção Agrícola Municipal - culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro: IBGE, V. 39, 101p., 2012b.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3ªed. São Paulo: IAL, 2005.

IWAMOTO, M.; KURACHI, M.; NAKASHIMA, T.; KIM, D.; YAMAGUCHI, K.; ODA, T.; IWAMOTO, Y.; MURAMATSU, T. Structure–activity relationship of alginate oligosaccharides in the induction of cytokine production from RAW264.7 cells. *FEBS Letters*, 579, 20, 4423-4429, 2005.

JIANG, T. Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 91–97, 2013.

KILIÇ, I.; YEŞİLOĞLU, Y. Spectroscopic studies on the antioxidant activity of *p*-coumaric acid. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 115, 719-724, 2013.

KIM, D. O.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemical*, 81, 3, 321-326, 2003.

KIM, H. P.; SON, K. H.; CHANG, H. W.; KANG, S. S. Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *Journal of Pharmacological Sciences*, 96, 3, 229-45, 2004.

LEÃO, K. M. M.; SAMPAIO, K. L.; PAGANI, A. A. C.; DA SILVA, M. A. A. P. Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressed oil from industrial passion fruit residues. *Industrial Crops and Products*, 58, 280–286, 2014.

LESSA, A. O. *Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial para processamento da polpa de frutos de maracujá das espécies silvestres (Passiflora setacea DC, Passiflora cincinnata MAST)*. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

LEON, P. G.; CHILLO, S.; CONTE, A.; GERSCHENSON, L. N.; DEL NOBILE, M. A.; ROJAS, A. M. Rheological characterization of deacylated/acylated gellan films carrying L-(p)-ascorbic acid. *Food Hydrocolloids*, 23, 1660–1669, 2009.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology*, 148, 350-382, 1987.

LIU, R. H. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. *The Journal of Nutrition*, 134, 12, 3479S-3485S, 2004.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Food Research International*, 51, 2, 756–763, 2013.

LOZANO, M. I. C. *Efecto de las condiciones de proceso en la conservación de alimentos encapsulados por el método de gelificación iónica*. 127f. 2010. Dissertação

(Mestrado em Ciência de Alimentos) – Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politecnico Nacional, México.

MACEDO, J. A. B. *Águas*. São Paulo: Varela, 2001.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal Clinical Nutrition*, 5, 79, 727-747, 2004.

MARTÍNEZ-FLÓREZ, S.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; CULEBRAS, J. M. TUÑÓN, M. J. Los Flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17, 6, 271-278, 2002.

MARTINS, A.; BARROS, L.; CARVALHO, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; FERNANDES, I. P.; BARREIRO, M. F.; FERREIRA, I. C. F. R. Extratos fenólicos de flores de *Rubus ulmifolius* Schoot: Caracterização química, microencapsulação e incorporação em iogurtes para benefícios antioxidantes. *Instituto Politécnico de Bragança*, 2014.

MATA, A. T.; FERREIRA, J. P.; OLIVEIRA, B. R.; BATORÉU, M. C.; BARRETO CRESPO, M. T.; PEREIRA, V. J.; BRONZE, M. R. Bottled water: Analysis of mycotoxins by LC–MS/MS. *Food Chemistry*, 176, 1, 2015.

MCCLEMENTS, J.; DECKER, E. A. Lipídeos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. *Melhoramento Genético*. In: BRÜCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. *Maracujá: Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 345-385, 2001.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, especial, 83-91, 2011.

MINERAL WATERS OF THE WORLD. Health Issues. Mineral Waters of the World. Disponível em: <http://www.mineralwaters.org/index.php?func=f&parval=health/index>>. Acesso em 15 de julho de 2013

MOGHADDAM, M. K.; MORTAZAVI, S. M.; KHAYAMIAN, T. Preparation of calcium alginate microcapsules containing *n*-nonadecane by a melt coaxial electrospray method. *Journal of Electrostatics*, 73, 56-64, 2015.

MONTUORI, P.; TRIASSI, M.; SARNACCHIARO, P. The consumption of genetically modified foods in Italian high school students. *Food Quality and Preference*, 26, 246-251, 2012.

MOURA, L. R. C.; PORTO, G. D.; CUNHA, N. R. S.; MOURA, L. E. L.; VEIGA, R. T. O comportamento de compra e a percepção dos atributos da água mineral pelos consumidores. *Perspectiva*, 35, 130, 97-112, 2011.

MUKAI-CORREA, R.; PRATA, A. S.; ALVIM, I. D.; GROSSO, C. Caracterização de microcápsulas contendo caseína e gordura vegetal hidrogenada obtidas por gelificação iônica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 8, 1, 73-80, 2005.

MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGIDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. *Polímeros*, 21, 4, 305-310, 2011.

NAKAMURA, K.; NISHIMURA, Y.; HATAKEYAMA, T.; HATAKEYAMA, H. Thermal properties of water insoluble alginate films containing di- and trivalent cations. *Thermochimica Acta*, 267, 343-353, 1995.

NORONHA, R. L. F.; DELIZA, R.; SILVA, M. A. A. P. A expectativa do consumidor e seus efeitos na avaliação sensorial e aceitação de produtos alimentícios. *Alimentos e Nutrição*, 16, 3, 299-308, 2005.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. *Química Nova*, 34, 6, 1051-1056, 2011.

OLIVEIRA, E. M. S.; REGIS, S. A.; RESENDE, E. D. Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo. *Ciência Rural*, 6p., 2011.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S. *Ciências Nutricionais*. São Paulo: Sarvier, 60p., 1998.

OLIVEIRA, M. C. *Estudo do processo de obtenção de gotas de mamão (Caricapapaya L.) por esferificação básica*. 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

PAGANI, A. A. C.; OLIVEIRA, M. C.; XAVIER, A. C. R.; MORAIS, A. B. L.; NUNES, T. P.; SILVA, G. F. Study of the process of getting the drops of papaya (carica papaya l.) per basic spherification. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 4, 6, 9, 2014.

PALACE, V. P.; KHAPER, N.; QIN, Q; SINGAL, P. K. Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. *Free Radical Biologyand Medicine*, 26, 5-6, 746–761, 1999.

PARRA, A. D. J.; TOWNSEND, G. A. G.; CEVALLOS, N. Y. S. *Comercialización y distribución del agua de Jamaica com sabor a limón en la ciudad de Guayaquil*. 2010. 138f. Dissertação – Escuela Superior Politecnica Del Litoral, Facultad de Economía y Negocios, Guayaquil.

PASIN, B. L.; AZÓN, C. G.; GARRIGA, A. M. Microencapsulación com alginato en alimentos - técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 1, 130-151, 2012.

PASSOS, M. C. L. M. S.; LIMA, M. A. C.; AMARIZ, A.; RIBEIRO, T. P.; TRINDADE, D. C. G.; ANTÃO, T. S. Utilização de revestimentos à base de alginato na conservação pós-colheita de manga “Tommy Atkins”. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos. **Artigo em anais de congresso** (ALICE), p.181-187, 2009.

PAULO, E. M.; ASSIS, S. A.; SANTOS, V. L. C. S. Polímeros constituídos por carboidratos utilizados no processo de microencapsulação de bactérias: uma revisão. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 9, 4, 185-191, 2009.

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

PRADO, M. R. *Análise do inventário do ciclo de vida de embalagens de vidro, alumínio e PET utilizadas em uma indústria de refrigerantes no Brasil*. 2007. 188f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

QV, X.; ZENG, Z.; JIANG, J. Preparation of lutein microencapsulation by complex coacervation method and its physicochemical properties and stability. *Food Hydrocolloids*, 25, 6, 1596–1603, 2011.

RAGAZZI, E.; VERONESE, G. Quantitative analysis of phenolics compounds after thin-layer chromatographic separation. *Journal of Chromatography*, 77, 369–375, 1973.

RAMOS, M. F. S. *Desenvolvimento de microcápsulas contendo fração volátil de copaíba por spray-drying: estudo da estabilidade e avaliação farmacológica*. 2006. 132

f. Tese de doutorado (Ciências farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

REVI, M.; BADEKA, A.; KONTAKOS, S.; KONTOMINAS, M. G. Effect of packaging material on enological parameters and volatile compounds of dry white wine. *Food Chemistry*, 152, 1, 331–339, 2014.

RGNUTRI – Identidade em Nutrição. Diferentes Tipos de Água e Suas Propriedades. RgNutri, 2010. Disponível em: <<http://www.rgnutri.com.br/sqv/curiosidades/tipo-aguas.php>>. Acesso em 15 de julho de 2013.

RIBEIRO, E. A.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 184p., 2007.

RIZZI, L. C.; RABELLO, L. A.; MOROZINI FILHO, W.; SAVASAKI, E. T.; KAVATI, R. *Cultura do maracujá-azedo*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, SAA (Boletim Técnico, 235), 23p., 1998.

ROBLES-SÁNCHEZ, R. M.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; ODRIOZOLA-SERRANO, I.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.; MARTIN-BELLOSO, O. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *Food Science and Technology*, 50, 1, 240–246, 2013.

ROSA, C. G.; BORGES, C. D.; ZAMBLIAZI, R. C.; RUTZ, J. K.; LUZ, S. R.; KRUMREICH, F. D.; BENVENUTTI, E. V.; NUNES, M. R. Encapsulation of the phenolic compounds of the blackberry (*Rubus fruticosus*). *Food Science and Technology*, 58, 2, 527–533, 2014.

ROSS, J. A.; KASUME, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annual Review Nutrition*, 22, 19-34, 2002.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. *Semina: Ciências Agrárias*, 34, 1, 227-240, 2013.

RUTZ, J. K. *Caracterização e microencapsulação de suco de pitanga roxa (Eugenia uniflora L.)*. 2013. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SÁNCHEZ, C.; BARANDA, A. B.; MARAÑÓN, I. M. The effect of High Pressure and High Temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables. *Food Chemistry*, 163, 37-45, 2014.

SANTOS, R. S. B. *Estudo dos fatores que influenciam os atributos de esferas de alginato*. 2012. 126f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Aveiro, Portugal.

SBF – Sociedade Brasileira de Fruticultura. Projeto da Embrapa faz produção de maracujá aumentar mais de 300% em 16 anos. SBF, 2013. Disponível em: <<http://www.fruticultura.org/noticias/229-projeto-da-embrapa-faz-producao-de-maracuja-aumentar-mais-de-300-em-16-anos>>. Acesso em 28 de outubro de 2014.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3ª ed. São Paulo: Varela, 2007.

SILVA, J. K.; CAZARIN, C. B. B.; COLOMEU, T. C.; BATISTA, A. G.; MELETTI, L. M. M.; PASCHOAL, J. A. R.; BOGUSZ JR, S.; FURLAN, M. F.; REYES, F. G. R.; AUGUSTO, F.; MARÓSTICA JR, M. R.; ZOLLNER, R. L. Antioxidant activity of aqueous extract of passion fruit (*Passiflora edulis*) leaves: *in vitro* and *in vivo* study *Food Research International*, 53, 2, 882–890, 2013.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 15, 398-404, 2014.

SM. Indústria de água mineral quer vendas 35% maiores em 2014. SM, 2014. Disponível em: <<http://www.sm.com.br/Editorias/Ultimas-Noticias/Industria-de-agua-mineral-quer-vendas-35%25-maiores-em-2014-22632.html>>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.

SMITH, W.; MITCHELL, P.; ROCHESTER, C. Serum beta carotene, alpha tocopherol, and age-related maculopathy: the blue mountains eye study. *American Journal of Ophthalmology*, 6, 838-40, 1997.

SPECTOR, D. The 11 biggest food flops of all time. Business Insider, 2011. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/major-food-flops-2011-1?op=1>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

SUNTORY CO. LTDA. Suntory Kapusera. 2007. Disponível em: <<http://www.suntory.co.jp/news/2007/9940.html>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

TACO. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. 4ª ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 161 p., 2011.

TARANCÓN, P.; SANZ, T.; FISZMAN, S.; TÁRREGA, A. Consumers' hedonic expectations and perception of the healthiness of biscuits made with olive oil or sunflower oil. *Food Research International*, 55, 197–206, 2014.

TEIXEIRA, J.; PETRARCA, M. H.; TADIOTTI, A. C.; SYLOS, C. M. Degradação do ácido ascórbico em goiabada industrializada submetida a diferentes condições de estocagem. *Alimentos e Nutrição*, 17, 3, 281-286, 2006.

THE FREE LIBRARY. Clearly Canadian launches Orbitz in Canada. The Free Library, 1997. Disponível em:

<<http://www.thefreelibrary.com/Clearly+Canadian+launches+Orbitz+in+Canada.-a019309350>>. Acesso em 16 de julho de 2013.

TSURU, V. H. Esferificação: que tal caviar de cenoura, beterraba, maracujá? Molecular: ABC dos Métodos Básicos – Parte 2. Prato Fundo: Conversas sobre comida, 2008. Disponível em: <<http://pratofundo.com/molecular-abc-dos-metodos-basicos-parte-2/>>. Acesso em 15 de julho de 2013.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Química Nova*, 30, 3, 616-622, 2007.

UFS (Universidade Federal de Sergipe), São Cristóvão - SE, Alaíza Barros Lima Moraes, Anne Caroline Rocha Xavier, Gabriel Francisco da Silva, Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, German Dario Pagani e Alessandra Almeida Castro Pagani. **Bebidas fortificadas com microcápsulas de polpa de frutas**. BR 10 2014 024628 2. 12 set. 2014. Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

VALT, R. B. G. *Análise do ciclo de vida de embalagens de pet, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais*. 2004. 208f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VICENTINO, S. L.; FLORIANO, P A.; DRAGUNSKI, D. C.; CAETANO, J. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. *Química Nova*, 34, 8, 1309-1314, 2011

XAVIER, A. C. R. *Pérolas de maracujá obtidas por processo de gelificação iônica*. 2014. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

WEZEMAEL, L. V.; UELAND, Ø.; RØDBOTTEN, R.; SMET, S. D.; SCHOLDERER, J.; VERBEKE, W. The effect of technology information on consumer expectations and liking of beef. *Meat Science*, 90, 444-450, 2012.

ZERAIK M. L.; YARIWAKE, J. H. Quantification of isoorientin and total flavonoids in *Passiflora edulis* fruit pulp by HPLC-UV/DAD. *Microchemical Journal*, in press, 96, 1, 86–91, 2010.

ZIBADI, S.; WATSON, R. R. Passion Fruit (*Passiflora edulis*). *Evidence-Based Integrative Medicine*, 1, 3, 183-187, 2004.

ANEXO A.1 – Teste Cego

Nome: _____ Data: _____

1. Você está recebendo uma garrafa de água aromatizada fortificada com microcápsulas de sabor de maracujá. Avalie o produto e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA do produto.

9 Gostei extremamente

8 Gostei muito

7 Gostei moderadamente

6 Gostei ligeiramente

5 Nem gostei/nem desgostei

Nota _____

4 Desgostei ligeiramente

3 Desgostei moderadamente

2 Desgostei muito

1 Desgostei extremamente

Comentários:

ANEXO A.2 – Teste Cego

Nome: _____ Data: _____

1. Você está recebendo 1 amostra de água aromatizada fortificada com microcápsulas de sabor de maracujá. Prove o produto e indique utilizando a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou do SABOR da água aromatizada.

- 9 Gostei extremamente
- 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 extremamente

Nota: _____

2. Utilizando a escala abaixo indique o quão ideal estar a DOÇURA, ACIDEZ e o SABOR DE MARACUJÁ.

- +3 Muito mais forte que o ideal
- +2 Moderadamente mais forte que o ideal
- +1 Ligeiramente mais forte que o ideal
- 0 Ideal
- 1 Ligeiramente menos forte que o ideal
- 2 Moderadamente menos forte que o ideal
- 3 Muito menos forte que o ideal

Nota: DOÇURA: _____
ACIDEZ: _____
SABOR DE MARACUJÁ: _____

3. Indique por meio da escala da Questão 1 o quanto você gostou ou desgostou da TEXTURA DAS MICROCÁPSULAS na bebida.

Nota: _____

4. Indique por meio da escala da Questão 1 o quanto você gostou ou desgostou da bebida DE UM MODO GERAL

Nota: _____

5. Indique por meio da escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria esta bebida se ela estivesse à venda.

- 9. Certamente compraria
- 8.
- 7. Possivelmente compraria
- 6.
- 5. Talvez comprasse/talvez não comprasse
- 4.
- 3. Possivelmente não compraria
- 2.
- 1. Certamente não compraria

Nota: _____

6. Finalmente, descreva o que você mais gostou e menos gostou na bebida.

Mais gostei

Menos gostei

ANEXO B – Teste de Expectativa

Nome: _____ Data: _____

Foi desenvolvida na Universidade Federal de Sergipe uma água aromatizada fortificada com microcápsulas de polpa de maracujá. Trata-se de um produto gaseificado e aromatizado com ingredientes naturais da polpa de maracujá, contidos em microcápsulas de cor amarela que permanecem imersas na água. As microcápsulas são elaboradas com a polpa do maracujá, e por isso contêm compostos nutritivos e vitaminas naturais da fruta, como vitaminas do complexo B e vitamina C, todas benéficas à saúde humana. As microcápsulas são elaboradas com ingredientes que não oferecem qualquer risco à saúde e protegem os compostos nutritivos do produto durante o armazenamento. Além disso, a bebida ajuda a atingir a quantidade diária, recomendável de água ao ser humano.

1. Baseado(a) nas informações acima indique o quanto você espera gostar ou desgostar da bebida DE UM MODO GERAL.

9 Gostei extremamente

8 Gostei muito

7 Gostei moderadamente

6 Gostei ligeiramente

5 Nem gostei/nem desgostei

Nota: _____

4 Desgostei ligeiramente

3 Desgostei moderadamente

2 Desgostei muito

1 Desgostei extremamente

2. Indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria o produto se ele estivesse à venda.

9. Certamente compraria

8.

7. Possivelmente compraria

6.

Nota: _____

5. Talvez comprasse/ talvez não comprasse

4.

3. Possivelmente não compraria

2.

1. Certamente não compraria

Comentários:

ANEXO C – Teste de Avaliação Informada

Nome: _____ Data: _____

Foi desenvolvida na Universidade Federal de Sergipe uma água aromatizada fortificada com microcápsulas de polpa de maracujá. Trata-se de um produto gaseificado e aromatizado com ingredientes naturais da polpa de maracujá, contidos em microcápsulas de cor amarela que permanecem imersas na água. As microcápsulas são elaboradas com a polpa do maracujá, e por isso contêm compostos nutritivos e vitaminas naturais da fruta, como vitaminas do complexo B e vitamina C, todas benéficas à saúde humana. As microcápsulas são elaboradas com ingredientes que não oferecem qualquer risco à saúde e protegem os compostos nutritivos do produto durante o armazenamento. Além disso, a bebida ajuda a atingir a quantidade diária, recomendável de água ao ser humano.

1. Prove a amostra da bebida mencionada acima e indique o quanto você gostou ou desgostou DE UM MODO GERAL deste produto.

9 Gostei extremamente

8 Gostei muito

7 Gostei moderadamente

6 Gostei ligeiramente

5 Nem gostei/nem desgostei

Nota: _____

4 Desgostei ligeiramente

3 Desgostei moderadamente

2 Desgostei muito

1 Desgostei extremamente

2. Indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria o produto se ele estivesse à venda.

9. Certamente compraria

8.

7. Possivelmente compraria

6.

5. Talvez comprasse/talvez não comprasse

Nota: _____

4.

3. Possivelmente não compraria

2.

1. Certamente não compraria

Comentários:
