

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS**

**BEBIDAS FERMENTADAS DE GOIABA:
COMPOSTOS BIOATIVOS, CARACTERIZAÇÃO
VOLÁTIL E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS**

TESE DE DOUTORADO

Silvana Maria Michelin Bertagnolli

**Santa Maria, RS, Brasil
2014**

**BEBIDAS FERMENTADAS DE GOIABA: COMPOSTOS
BIOATIVOS, CARACTERIZAÇÃO VOLÁTIL E
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS**

Silvana Maria Michelin Bertagnolli

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Neidi Garcia Penna

**Santa Maria, RS, Brasil.
2014**

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Silvana Maria Michelin Bertagnolli. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Agostinho Sangoi, n. 71, Bairro Nossa Senhora das Dores, Santa Maria, RS, Brasil.
CEP: 97050-790

Fones: (55) 3307-7717; (55) 9972-2042; E-mail: silvibert@yahoo.com.br

Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Ciências Rurais

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Tese de Doutorado

**BEBIDAS FERMENTADAS DE GOIABA: COMPOSTOS BIOATIVOS,
CARACTERIZAÇÃO VOLÁTIL E APROVEITAMENTO DE
RESÍDUOS**

elaborada por

Silvana Maria Michelin Bertagnoli

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Neidi Garcia Penna, Dra.
(Presidente/Orientadora)

Aline de Oliveira Fogaça, Dra. (UNIFRA)

Carlos Eugenio Daudt, PhD. (CONSULTOR VITIVINÍCOLA)

Luisa Helena Rychcki Hecktheuer, Dra. (UFSM)

Roger Wagner, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 10 de julho de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese

*Aos meus pais, Jair e Elenita pelos princípios, apoio e
orientação,*

*Ao meu esposo Luciano e as minhas filhas Flávia e Laís pelo
carinho, paciência e compreensão nas horas em que não podemos estar juntos.*

Amo muito vocês!!!

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Neidi Garcia Penna, por mais de 06 anos (incluindo o mestrado) de amizade, apoio e paciência. Agradeço, sobretudo pelo desafio de aceitar, mais uma vez, a orientação.

À minha colega e amiga, Prof^ª. Dr^ª. Aline de Oliveira Fogaça pela ajuda imprescindível durante todas as etapas deste trabalho, pelos sábios conselhos e palavras de incentivo. Sem ela não conseguiria chegar até aqui.

Ao Prof^º. Dr. Roger Wagner, por incentivar o desenvolvimento das bebidas fermentadas, bem como ceder os equipamentos e apoiar as análises dos compostos voláteis.

Aos bolsistas e agora novos amigos, Gabriele Bernardi, Stephanie Ribeiro e Jossê Donadel pelo auxílio e dedicação nas análises e interpretação dos dados cromatográficos.

Às minhas orientandas e, agora, colegas, Marcia Liliane Rippel Silveira, Liziane Umann, Marciane Welter, Bibiana Aldrich e alunas dos estágio I pelo auxílio, ajuda na parte experimental e pelo intercâmbio de idéias científicas.

À Vinícola Velho Amâncio que cedeu o espaço e todas as condições necessárias para a realização das fermentações e análises físico-químicas, na pessoa do Sr. Rubens e Sr^ª. Arilene Fogaça. Obrigada pela confiança em mim depositada.

Ao Colégio Politécnico da UFSM que gentilmente cedeu a fruta para a realização desta tese.

Aos membros da banca examinadora desta tese por terem aceitado e avaliado este trabalho.

Ao Centro Universitário Franciscano pela oportunidade de realização das análises laboratoriais, sem a qual seria muito difícil realizar e concretizar este trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, pela atenção e auxílio.

À UFSM pela oportunidade de realizar esta tese de forma gratuita e de qualidade.

A todos que tenham contribuído de alguma forma para a realização deste trabalho.

A Deus e a Mãezinha do Céu que permitiram que tudo se tornasse realidade.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

BEBIDAS FERMENTADAS DE GOIABA: COMPOSTOS BIOATIVOS, CARACTERIZAÇÃO VOLÁTIL E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

AUTOR: SILVANA MARIA MICHELIN BERTAGNOLLI

ORIENTADOR: NEIDI GARCIA PENNA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 10 de julho de 2014.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) tem apresentado largo consumo, quer *in natura*, quer na forma industrializada. É uma fruta rica em fibras, polifenóis totais, vitamina C e carotenóides, em especial o licopeno. Por ser altamente perecível, faz-se necessário o estudo de novas formas de processamento para obtenção de produtos diferentes dos convencionais. Neste sentido, as bebidas fermentadas apresentam-se como alternativa para a obtenção de produtos derivados com maior período de vida útil e maior valor agregado. Certamente estas bebidas poderiam ter uma ótima aceitação entre os consumidores, além da possibilidade do aproveitamento dos resíduos dessa produção na forma de farinha devido sua composição físico-química e propriedades funcionais. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo elaborar bebidas fermentadas a partir de goiaba, avaliando os teores de compostos bioativos e compostos voláteis bem como fazer um aproveitamento dos resíduos proveniente da produção das bebidas na obtenção de farinha para a produção de biscoitos tipo *cookies*. O fermentado e o espumante de goiaba apresentaram razoáveis teores de compostos bioativos e voláteis, com parâmetros físico-químicas semelhantes aos das bebidas tradicionais. Sensorialmente, o espumante de goiaba apresentou melhor aceitabilidade indicando assim que o fermentado de goiaba obtido pode ser usado como vinho base para a elaboração de espumante de goiaba, comprovado pelos parâmetros físico-químicos apresentados. A análise da composição volátil do espumante de goiaba revelou muitos compostos com potencial odorífero. O aproveitamento dos resíduos do processamento de goiaba como farinha da casca demonstrou ser viável e seu uso na substituição parcial da farinha de trigo na preparação de biscoitos tipo *cookies* demonstrou ter muitas vantagens nutricionais, fornecendo um incremento de fibra alimentar, conteúdo de minerais, baixo teor de umidade e aumento nos teores de compostos ativos, além de reduzir a contaminação ambiental.

Palavras-chave: fermentado de goiaba, espumante de goiaba, compostos bioativos, compostos voláteis, resíduos.

ABSTRACT

Doctoral Thesis
Graduate Program in Food Science and Technology
Federal University of Santa Maria

FERMENTED BEVERAGES MADE FROM GUAVA: BIOACTIVE COMPOUNDS, VOLATILE CHARACTERISTICS, AND USE OF BY-PRODUCTS

AUTHOR: SILVANA MARIA MICHELIN BERTAGNOLLI

ADVISOR: NEIDI GARCIA PENNA

Date and Venue of Thesis Defense: Santa Maria, July 10th, 2014

Guava (*Psidium guajava* L.) consumption, either industrialized or *in natura*, has increased significantly. It is rich in fiber, total polyphenols, vitamin C, and carotenoids, particularly lycopene. Since guava is highly perishable, it is necessary to investigate new processing methods focusing on products that are different from conventional ones. Accordingly, fermented beverages can be an alternative to obtain by-products with longer shelf-life and higher value added. These beverages could also have a great and wide consumer acceptance. In addition there is the possibility of using the by-products, such as in the production of flour due to its physicochemical composition and functional properties. Therefore, the objectives of this study were to produce fermented beverages using guava and to evaluate the bioactive and volatile compound contents as well as to use the by-products from the beverage's production to obtain flour for the production of cookies. The wine and sparkling guava beverages produced showed reasonable concentration of bioactive and volatile compounds with physicochemical parameters similar to those of traditional beverages. In terms of sensory attributes, the sparkling guava beverages achieved better acceptability indicating that the base wine can be used to produce the sparkling wine, which is evidenced by their physicochemical parameters. The analysis of the volatile composition of the sparkling guava revealed the presence of many odoriferous compounds. The use of by-products, such as guava peel flour, proved feasible, and its use to partially replace wheat flour in the preparation of cookies showed several important nutritional benefits such as an increase in dietary fiber and mineral content, low moisture content, and increased levels of active compounds, besides reducing environmental impact.

Keywords: fermented guava beverage, sparkling guava beverage, bioactive compounds, volatile compounds, by-products.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Cultivares de goiaba branca e vermelha.....	12
Figura 2- Cultivar de goiaba variedade Paluma.....	12
Figura 3- Representação esquemática geral do destino dos polifenóis <i>in vivo</i>	19
Figura 4- Estrutura dos principais carotenóides presentes na dieta humana.....	22
Figura 5- Papel dos carotenóides na prevenção de doenças crônicas.....	23
Figura 6- Estrutura química e clivagem do β -caroteno.....	24
Figura 7- Estrutura química do licopeno.....	25
Figura 8- Estrutura química da vitamina C.....	27
Figura 9- Esquema geral para a formação de compostos de aroma por meio da clivagem de carotenóides.....	31
Figura 10- Formação de β -ionona a partir de β -caroteno.....	31
Figura 11- Rotas de formação dos compostos voláteis de alguns dos diferentes grupos químicos.....	32

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1- Usos médicos da <i>Psidium guajava</i> L.....	112
Apêndice 2- Alguns dos principais compostos de aroma originados a partir de carotenóides.....	113

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Goiaba	11
1.2 Bebidas fermentadas	15
1.3 Compostos fenólicos	18
1.4 Carotenóides	21
1.5 Licopeno	25
1.6 Vitamina C	27
1.7 Compostos voláteis	29
1.8 Resíduos do processamento de goiaba	35
1.9 Objetivos	37
1.9.1 Objetivo geral	37
1.9.2 Objetivos específicos	37
2 ARTIGOS	38
2.1 ARTIGO 1 – Espumante natural de goiaba: caracterização volátil e físico-química	39
Resumo	39
Abstract	40
Introdução	41
Material e métodos	43
Resultados e discussão	46
Conclusão	50
Literatura citada – Referências bibliográficas	50
2.2 ARTIGO 2 – Caracterização e aceitação de fermentado e espumante natural de goiaba	58
Resumo	58
Abstract	58
Introdução	59
Material e métodos	60
Resultados e discussão	62
Conclusão	65
Literatura citada – Referências bibliográficas	65
2.3 ARTIGO 3 – Bioactive compounds and acceptance of <i>cookies</i> made with guava peel flour	71
Resumo	72
Abstract	72
Introduction	73
Materials and methods	74
Results and discussion	77
Conclusion	85
References	86
3 DISCUSSÃO	91
4 CONCLUSÕES	100
5 PERSPECTIVAS FUTURAS	101
5 REFERÊNCIAS	102
6 APÊNDICES	112

1 INTRODUÇÃO

1.1. Goiaba

A *Psidium guajava* L., conhecida como goiabeira, pertence à família *Myrtaceae*, é uma das espécies mais estudadas desta família e compreende cerca de 130 gêneros e 3,6 mil espécies de arbustos e árvores distribuídos principalmente nos trópicos e subtropicais (HAIDA et al., 2011). É considerada nativa do México, e estende-se pela América do Sul, Europa, África e Ásia (GUTIÉRREZ; MITCHELL; SOLIS, 2008). O Brasil é um dos maiores produtores de goiaba no mundo, com volume de produção de 316.366 mil toneladas e área plantada de aproximadamente 15.677 mil hectares em 2010, segundo AGRICULTURAL (2012). É cultivada no Brasil, do estado do Rio Grande do Sul até o estado do Maranhão (MANICA et al., 2000; DE ABREU et al., 2012).

A fruta é uma baga, que consiste em um pericarpo e uma polpa sucosa e doce (ESCRIG et al., 2001), de coloração amarela quando maduros com cerca de 5 cm de diâmetro, e seu mesocarpo contém inúmeras sementes (GUTIÉRREZ; MITCHELL; SOLIS, 2008; FREIRE et al., 2012). É caracterizada por um baixo conteúdo de carboidratos (13,2%), gordura (0,53%) e proteína (0,88%) e por um alto conteúdo de água (84,9%). Os valores por 100g de produto são: calorias 36-50 Kcal, umidade 77-86 g, fibra bruta 2,8-5,5 g, cinzas 0,43-0,7 g, cálcio 9,1-17 g, fósforo 17,8-30 mg, ferro 0,30-0,70 mg, vitamina A 200-400 UI, tiamina 0,046 mg, riboflavina 0,03-0,04 mg, niacina 0,6-1,068 mg, ácido ascórbico 100 mg (GUTIÉRREZ; MITCHELL; SOLIS, 2008).

Os frutos quando maduros são muito aromáticos e variáveis em seu tamanho, forma, sabor e peso. Existem dois tipos mais comuns da fruta, a vermelha (*P. guajava* variedade pomifera) e a branca (*P. guajava* variedade pyrifer) (Figura 1) (HAIDA et al., 2011). As variedades de polpa branca são destinadas para consumo *in natura* e as de polpa vermelha tem dupla aptidão, para consumo *in natura* e para a indústria (MANTOVANI et al., 2004; MORGADO et al., 2010). A coloração rosada da goiaba se deve, principalmente, a presença de carotenóides, onde o licopeno representa cerca de 80% dos carotenóides da fruta (PADULA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1987; PRATTI et al., 2009). Haida et al. (2011)

concluíram que a goiaba de polpa vermelha apresenta características funcionais superiores à goiaba de polpa branca e o seu consumo pode ser indicado como parte de uma dieta equilibrada para a manutenção da saúde.



Figura 1. Cultivares de goiaba branca e vermelha. Fonte: Durigan; Mattiuz; Morgado (2009).

O cultivar ‘Paluma’ (Figura 2) é muito explorado comercialmente no Brasil, com frutos de cor vermelha e forma semelhante a uma pera (ALVES; FREITAS, 2006; SIQUEIRA et al., 2014). Segundo Kohatsu; Evangelista; Leonel (2009), esta variedade é um clone de consistência firme, bom sabor e boa capacidade de conservação pós-colheita, adequados para a produção de massa e consumo ao natural.



Figura 2. Cultivar de goiaba variedade Paluma. Fonte: Durigan; Mattiuz; Morgado (2009).

O fruto é rico em nutrientes e é considerada uma das melhores fontes de vitamina C, com valores de 6 a 7 vezes superiores ao das frutas cítricas. É uma fruta rica em carotenóides, em especial o licopeno, pigmento importante na prevenção de alguns tipos de câncer (FERNANDES et al., 2007). A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, cultivar e grau de maturação do vegetal bem como das condições edafoclimáticas do cultivo (FREIRE et al., 2012). Apresenta também vitaminas A e B, tais como a tiamina e niacina, além de bom conteúdo de P, Fe e Ca (MANICA et al., 2000; DE ABREU et al., 2012).

Contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Estudo realizado por Oliveira et al. (2011), comparando teores de compostos bioativos e atividade antioxidantes entre goiaba, mamão e manga, a goiaba vermelha foi a fruta que mais se destacou, apresentando os teores mais elevados de compostos fenólicos (159,8 mg de EAG 100 g⁻¹ de matéria fresca (MF)), vitamina C (85,9 mg 100 g⁻¹ de MF) e licopeno (6,99 mg 100 g⁻¹ de MF), além dos maiores valores para atividade antioxidante. Estes autores sugerem que a inclusão frequente desta fruta na dieta deve ser estimulada.

Essas substâncias ativas presentes na fruta são capazes de atuar na prevenção de várias doenças. Dentre as propriedades biológicas dessas substâncias, destacam-se sua ação antioxidante, antiplaquetária, anti-inflamatória, anti-diarréica, anti-hipertensiva e hipoglicemiante (GUTIÉRREZ; MITCHELL; SOLIS, 2008), conforme apresentado na Apêndice 1. Essas propriedades têm sido atribuídas à presença de fibras alimentares, minerais e fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, vitamina C e betacaroteno (FREIRE et al., 2012). Estes compostos são considerados como os responsáveis pelo efeito protetor de certas doenças crônicas devido a capacidade de captar radicais livres, como na prevenção de enfermidades cardiovasculares e circulatórias, cancerígenas, no diabetes e no mal de Alzheimer (XUE et al., 2009). Além disso, a atividade antioxidante dos compostos polifenólicos tem sido estudada indicando que a goiaba pode ser um tipo natural de antioxidante substituído pelos sintéticos (SILVA et al., 2010).

Estudos epidemiológicos recentes indicam que o consumo frequente de frutas está associado a um menor risco de doenças crônicas. A combinação de vitaminas, minerais, antioxidantes fenólicos e fibra parecem ser os responsáveis por estes efeitos. Frutas tem sido objeto de vários estudos realizados ao redor do mundo, relatando em seus valores nutricionais, dados, especialmente em relação à avaliação da atividade antioxidante (VASCO et al., 2008;

MOO-HUCHIN et al., 2014). Sabendo que a prevenção é uma estratégia mais eficaz que o tratamento para doenças crônicas, um constante fornecimento de vegetais e frutas contendo fitoquímicos benéficos à saúde, além da nutrição básica, é essencial para fornecer um mecanismo de defesa que reduza o risco de doenças crônicas em seres humanos (VIEIRA et al., 2011).

Não existe uma padronização e um consenso do estágio de maturação ideal para a colheita de goiaba. Estas normalmente são colhidas quando a polpa ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escuro para verde-claro ou começando a amarelecer (MANICA et al., 2000; KOHATSU; EVANGELISTA; LEONEL, 2009). No entanto, a colheita de goiabas em estágio de maturação avançado pode resultar em rápida perda de qualidade, diminuindo o período de comercialização (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004).

A goiaba é uma fruta considerada muito importante dentro do contexto da fruticultura brasileira. Suas qualidades nutricionais fazem com que a goiaba tenha merecido atenção especial, tanto para o consumo *in natura* como para o desenvolvimento de novos produtos (DURIGAN; MATTIUZ; MORGADO, 2009; MORGADO et al., 2010). Embora a sua produção no Brasil esteja concentrada nos meses de fevereiro e março, a comercialização da fruta ocorre o ano todo. Por se tratar de uma fruta altamente perecível, o conhecimento de sua fisiologia pós-colheita é fundamental para o emprego adequado de tecnologias, visando aumentar o período de conservação (ZANATTA; ZOTARELLI; CLEMENTE, 2006).

Já é notório que a goiaba é uma excelente fruta para o consumo humano, dada sua riqueza em vitamina C, carotenóides, potássio, fibras, cálcio e ferro, além de possuir baixo conteúdo calórico e ótimo potencial antioxidante, bem como, para o desenvolvimento de novos produtos (MORGADO et al., 2010). Goiaba é um fruto climatérico, apresenta altas taxas de transpiração e perda de massa (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2005). Devido ao intenso metabolismo durante o amadurecimento, esses frutos senescem rapidamente, impedindo o armazenamento por períodos prolongados (SIQUEIRA et al., 2014). Este aspecto torna difícil ou mesmo impossível enviar os frutos para mercados consumidores distantes (XISTO et al., 2004). A fruta tem uma vida útil de cerca de 3 a 5 dias em temperatura ambiente (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2005; DE ABREU et al., 2012). Tem como desvantagem ainda, a fruta ser sazonal, dificultando sua oferta durante o ano inteiro (REIS et al., 2007). O desenvolvimento de novos produtos utilizando esta matéria-prima seria promissor, evitando assim maiores perdas pós-colheita e melhor aproveitamento dos frutos durante a safra, fazendo-se necessário, portanto, o estudo de tecnologias para

produção de novos produtos, com maior período de vida útil e maior valor agregado. Neste sentido, bebidas fermentadas de frutas constituem produtos promissores devido a tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de contribuírem para a redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis (SANDHU; JOSHI, 1995).

1.2 Bebidas fermentadas

Há uma abundância de frutas tropicais no Brasil com potencial para ser utilizado pela indústria de alimentos (DA SILVA et al., 2014). Para o processamento dessas frutas, novos usos e métodos diferenciados precisam ser desenvolvidos para minimizar as perdas de produção e gerar mais lucro. Um possível uso desses frutos é na produção de fermentados de fruta (DUARTE et al., 2010).

A produção de fermentado de frutas que não sejam uvas tem aumentado nos últimos anos. Os fermentados de fruta foram preparados de várias frutas diferentes, como o kiwi, banana, cajá, cacau, manga, gabirola e o cupuaçu (DUARTE et al., 2010). No Brasil, foram realizados estudos com diferentes espécies de frutos tropicais como cajá, cacau, siriguela, graviola, camu-camu, acerola e kiwi alcançando resultados promissores, demonstrando, dessa forma, mais uma opção para o aproveitamento destes frutos tropicais (AZEVEDO et al., 2007). Além disso, não há tecnologias voltadas para a elaboração destas bebidas no que diz respeito à levedura a ser utilizada, a temperatura ideal de fermentação, o tipo de tratamento que o mosto da fruta, ou a própria fruta, deve sofrer na fase pré-fermentativa (DIAS; SCHAWN; LIMA, 2003).

O fermentado é uma bebida obtida da fermentação alcoólica do mosto de qualquer fruta que apresente na sua composição açúcares fermentáveis (ALMEIDA; VILARDAGA, 1987). A legislação brasileira prevê a produção de fermentados alcoólicos de frutas no Decreto n. 6871 de 04/06/2009 que regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, lei esta que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. No artigo 44, esta lei denomina fermentado de fruta como a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do respectivo suco integral ou concentrado, ou polpa, que poderá nestes casos, ser adicionado

de água. Ainda, em seu parágrafo 3º, refere que o fermentado será denominado “fermentado de ...”, acrescido do nome da fruta utilizada (BRASIL, 2009).

As técnicas utilizadas para a produção de fermentados de frutas se assemelham às aquelas para a produção de vinhos feitos de uvas brancas e tintas. As diferenças surgem de dois fatos: é um pouco mais difícil de extrair o açúcar e outros materiais solúveis da polpa de alguns frutos do que na uva, e em segundo lugar, os sucos obtidos a partir da maioria dos frutos têm baixos teores de açúcar e conteúdo mais elevado em ácidos (AMERINE; OUGH, 1980). Uma solução para os problemas acima mencionados seria a utilização de equipamento especializado em picar ou desintegrar os frutos tais como bagas, seguida de prensagem para extrair o suco da polpa finamente dividida. O segundo problema é resolvido através da adição de água para diluir o ácido em excesso e a adição de açúcar para corrigir a deficiência de açúcar (AMERINE; OUGH, 1980). Alguns dos sucos extraídos para vinificação podem ser obtidos pelo tratamento enzimático de polpas de frutas (BYARUGABA-BAZIRAKE, 2008).

Além do fermentado de goiaba, podemos ainda usar o fruto para a produção de espumante de goiaba. O consumo de espumantes apresenta uma alta sazonalidade no Brasil, estando associado a datas de fim de ano e comemorações especiais, o consumo é mais baixo do que as demais categorias de vinhos, no entanto, vêm crescendo acentuadamente nos últimos anos. Novos produtos fermentados podem eventualmente modificar esse hábito e, assim, esses produtos serem consumidos durante o ano inteiro.

A produção de vinho espumante no mundo é pequena quando comparada à produção de vinhos (CALIARI; ROSIER; BORDIGNON-LUIZ, 2013). Ainda, segundo os mesmos autores, a economia de várias regiões de países como a Itália, França e Espanha é praticamente baseada na elaboração de vinhos espumantes. A definição legal de espumantes é bastante restritiva, variando de país para país, segundo suas denominações de origem e indicações geográficas de procedência. Contudo, sua elaboração decorre essencialmente de dois principais métodos: tradicional ou clássico (*champenoise*) e o charmat (BRUCH, 2009). Em todos os métodos são utilizadas leveduras na geração de gás carbônico e promoção da efervescência característica da bebida (CALIARI; ROSIER; BORDIGNON-LUIZ, 2013).

O método de elaboração de vinho espumante tradicional, fermentação na garrafa, também conhecido como clássico ou champenoise, foi desenvolvido na região de Champagne, na França e também é utilizado em outras regiões vitivinícolas do mundo (CALIARI; ROSIER; BORDIGNON-LUIZ, 2013). Espumantes elaborados pelo método tradicional na Alemanha são denominados como “Sekt”, na Itália como “Talento”, na Espanha como

“Cava” e na França como “Champagne”. Este método requer menor volume de investimentos e pode ser executado na propriedade vitícola (RIZZON; MENEGUZZO; ABARZUA, 2000).

No Brasil, segundo o artigo 11 da lei N°10970 de 12 de novembro de 2004, a definição de espumante passou a ser a seguinte:

Art. 11. Champanha (Champagne), Espumante ou Espumante Natural é o vinho cujo anidrido carbônico provém exclusivamente de uma segunda fermentação alcoólica do vinho em garrafas (método Champenoise/tradicional) ou em grandes recipientes (método Chaussepied/Charmat), com uma pressão mínima de 4 (quatro) atmosferas a 20°C (vinte graus Celsius) e com teor alcoólico de 10% (dez por cento) a 13% (treze por cento) em volume” (BRASIL, 2004).

Pelo mesmo artigo, são classificados quanto à cor em:

- a) tinto;
- b) rosado, rosé ou clarete ;
- c) branco;

Recebem ainda uma classificação quanto ao seu teor de açúcar:

- a) nature: até 3 g/l de açúcar.
- b) extra-brut: superior a 3 e até 8 g/l de açúcar
- c) brut: superior a 8 e até 15g /l de açúcar
- d) seco, sec ou dry: superior a 15 e até 20g/l de açúcar.
- e) meio doce, meio seco ou demi-sec: superior a 20 e até 60g/l de açúcar.

Os espumantes são elaborados em duas etapas: a primeira consiste na elaboração de um vinho base com características de um vinho tranquilo (CALIARI; ROSIER; BORDIGNON-LUIZ, 2013). O vinho base é elaborado de modo que estejam presentes algumas características como grau alcoólico baixo, acidez total mais elevada que a acidez de um vinho tranquilo, ausência de oxidações e aromas desagradáveis (RIZZON; MENEGUZZO; ABARZUA, 2000). A segunda etapa consta de uma segunda fermentação que, dependendo do processo de elaboração, pode ser realizado na garrafa (tradicional) ou em grandes recipientes de aço inoxidável e resistentes à pressão (charmat). Esta etapa de elaboração do vinho espumante é responsável por uma das características principais que é a formação do dióxido de carbono, através de uma segunda fermentação alcoólica que ocorre na garrafa. Nesses processos, a segunda fermentação ocorre com os tanques hermeticamente fechados, e, após, são filtrados e transferidos para garrafas isobaricamente (CALIARI; ROSIER; BORDIGNON-LUIZ, 2013).

No período da segunda fermentação ocorre o processo de autólise das leveduras. Este processo consiste na hidrólise intracelular de biopolímeros por enzimas endógenas que resultam no desenvolvimento de compostos intracelulares como aminoácidos, peptídeos, proteínas, polissacarídeos, derivados de ácidos nucleicos e lipídios e que tem um efeito positivo na qualidade dos espumantes (TORRESI; FRANGIPANE; ANELLI, 2011).

Os espumantes são ricos em compostos fenólicos, com atividade antioxidante conhecida (STEFENON et al., 2010), mas não existem na literatura científica artigos relacionados à produção de espumantes de frutas e, portanto não há trabalhos que reportem os parâmetros de qualidade e nem a presença de compostos bioativos neste tipo de bebida.

1.3 Compostos fenólicos

Os polifenóis, produtos secundários do metabolismo vegetal, constituem um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, com mais de 8000 estruturas conhecidas (MELO et al., 2011). São definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais, possibilitando aos compostos fenólicos eliminar e estabilizar radicais livres, reduzir o oxigênio *singlete*, atuar nas reações de oxidação lipídica, assim como na quelação de metais (OLIVEIRA et al., 2011). As suas funções na natureza vão desde a cor e polinização das plantas, defesa contra agressores (fungos, herbívoros), proteção contra condições climáticas (radiação UV), indução de genes envolvidos em processos de simbiose, ou ainda, propriedades fisiológicas (suporte e desenvolvimento) (MATEUS, 2009).

Os fenóis são, em muitos aspectos semelhantes a alcoóis alifáticos, estruturas onde o grupo hidroxila está ligado a uma cadeia de carbonos. O grupo hidroxila fenólica, no entanto, é influenciado pela presença de anel aromático. Devido a presença do anel aromático, o hidrogênio da hidroxila fenólica é lábil, o que torna os fenóis, ácidos fracos (VERMERRIS; NICHOLSON, 2006). Estes compostos surgem biogeneticamente de duas vias principais: a via xiquimato e via do acetato (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011).

Os polifenóis encontram-se usualmente divididos em dois grandes grupos: os flavonóides e os não-flavonóides. Os flavonóides constituem o grupo mais abundante que engloba diferentes classes de compostos como os flavanóis, os flavonóis, os flavanonóis, as antocianidinas, as flavonas, as isoflavonas, as flavanonas, etc. O grupo dos não-flavonóides

inclui, entre outras classes, os ácidos fenólicos e os estilbenos. De uma forma geral, os flavonóides constituem uma grande classe de compostos presentes na dieta alimentar, responsáveis por propriedades organolépticas, com potenciais propriedades biológicas benéficas para a saúde humana (MATEUS, 2009).

Os polifenóis, ou compostos fenólicos, têm sido largamente estudados em razão dos efeitos benéficos que propiciam à saúde, como uma potente atividade antioxidante na prevenção de reações oxidativas e de formação de radicais livres (CAMPOS et al., 2008). Os compostos fenólicos são os antioxidantes mais abundantes na alimentação e sua ingestão é, em média, dez vezes maior que a da vitamina C e 100 vezes maior do que a de vitamina E ou carotenóides (OLIVEIRA et al., 2011).

É importante saber qual a quantidade do composto que está presente num alimento, mas é ainda mais importante saber quanto dessa quantidade está biodisponível. A biodisponibilidade diz respeito à proporção de nutriente que é digerido, absorvido e metabolizado/biotransformado através das vias normais. Uma vez absorvidos, os polifenóis podem ter diferentes destinos no organismo, conforme ilustrado na Figura 3.

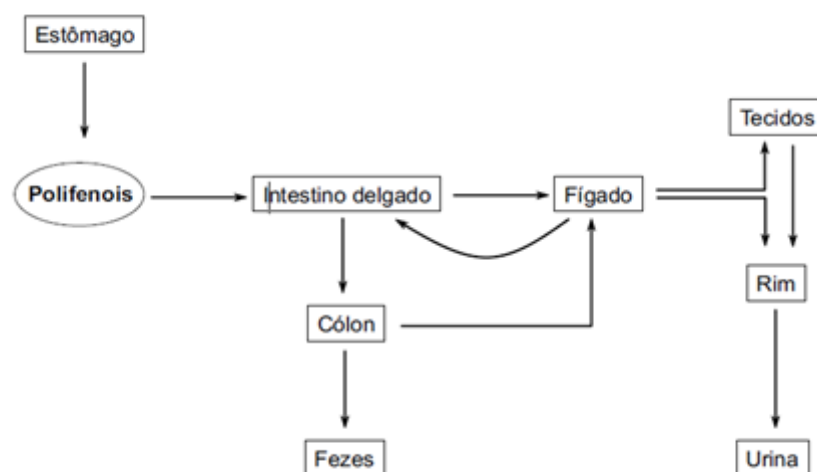


Figura 3- Representação esquemática geral do destino dos polifenóis *in vivo*. Fonte: Mateus (2009).

Um antioxidante é qualquer substância que, quando presente em baixas concentrações comparado com um substrato oxidável, evita ou retarda significativamente a oxidação desse substrato, e que após oxidação deve ser suficientemente estável de forma a não desencadear

novas reações de oxidação (MATEUS, 2009). Os compostos fenólicos agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também por causa de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários constituintes do alimento, particularmente de ácidos graxos e de óleos (HAIDA et al., 2011). Eles podem agir tanto na fase lipídica como em fase aquosa (CAMPOS et al., 2008).

A capacidade antioxidante dos polifenóis é devida, principalmente, às suas propriedades redutoras, cuja intensidade da ação antioxidante exibida por estes fitoquímicos é diferenciada uma vez que depende, fundamentalmente, do número e posição de hidroxilas presentes na molécula (HAIDA et al., 2011). Por sua vez, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (MELO et al., 2011).

As frutas, reconhecidas fontes de vitaminas, minerais e fibras, são alimentos nutricionalmente importantes da dieta. No entanto, nos últimos anos, maior atenção tem sido dada a estes alimentos uma vez que evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais e frutas está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis. O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os polifenóis (MELO et al., 2011). As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes (MELO et al., 2011). Os efeitos positivos para a saúde são as propriedades anti-inflamatória, anticarcinogênica, antiteratogênica, antitrombótica, antimicrobiana, analgésica e vasodilatadora, comprovadas por estudos científicos (FONTANA et al., 2000).

Os compostos fenólicos encontrados na goiaba são considerados antioxidantes, vasodilatadores e anti-microbianos. Além de possuir funções para a defesa da planta em relação à luz, temperatura e umidade possui também funções relacionadas a fatores internos como genética, nutrientes e hormônios (SILVA et al., 2010). A união de compostos fenólicos juntamente com o ácido ascórbico ajudam a diminuir os riscos de saúde relacionados ao estresse oxidativo (ZARDO et al., 2009).

Nos vinhos, os polifenóis presentes intervêm de forma decisiva no sabor e especialmente na sensação de adstringência característica, sobretudo dos vinhos novos. De fato o vinho tinto é extremamente rico em polifenóis e uma das características de um vinho de boa qualidade é ter uma adstringência equilibrada: se for demasiado adstringente torna-se um

vinho duro, seco, agressivo, se tiver pouca adstringência é descrito como um vinho plano, sem volume, sem corpo. Hoje em dia, os polifenóis presentes no vinho são igualmente responsáveis pelo surgimento de novas tendências terapêuticas como é o caso da vinoterapia (MATEUS, 2009).

1.4 Carotenóides

Os carotenóides constituem um grupo de pigmentos que confere cor, que vão do amarelo ao vermelho, a diversos alimentos (CAMPOS et al., 2008). Esse grupo de pigmentos tem recebido atenção substancial por causa de funções tanto provitamina e antioxidante. Identificados em organismos fotossintetizantes e não fotossintetizantes, plantas superiores, algas, fungos, bactérias e alguns animais (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). Eles estão presentes como micro-componentes em frutas e vegetais (RAO; RAO, 2007). Laranja, legumes e frutas, incluindo cenouras, batata doce, abóbora, papaia, manga e melão são ricas fontes de carotenóide (SENTANIN; AMAYA, 2007)

Carotenóides diferentes derivam essencialmente por modificações na estrutura base por ciclização dos grupos finais e pela introdução de funções oxigenadas, dando-lhes suas cores características e propriedades antioxidantes (RAO; RAO, 2007). Carotenóides compostos somente de carbono e hidrogênio são chamados de carotenos e os carotenóides oxidados, as xantofilas, apresentam grupos substituintes com o oxigênio, como hidroxilas, grupos ceto e epóxi (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). O β -caroteno e o licopeno são exemplos de carotenos, enquanto a luteína e a zeaxantina são xantofilas (LONG et al, 2006).

A cadeia poliênica pode ter de 3 a 15 duplas ligações conjugadas e o comprimento do cromóforo determina o espectro de absorção e a cor da molécula (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). As respectivas colorações vão desde o amarelo, passando pelo laranja, até o vermelho intenso resultam da multiplicidade de duplas ligações conjugadas na estrutura mais frequente do tipo C40 e se prestam à caracterização de cada variante estrutural por meio da espectrofotometria no visível com comprimentos de onda máximos de absorção na faixa de 410 a 510 nm (FONTANA et al., 2000). Em decorrência da presença das

insaturações, os carotenóides são sensíveis à luz, temperatura, acidez, bem como reações de oxidação. São compostos hidrofóbicos, lipofílicos, insolúveis em água e solúveis em solventes, como acetona, álcool e clorofórmio (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Já foram identificados mais de 600 carotenóides na natureza. No entanto, apenas cerca de 40 estão presentes na dieta humana típica. Destes, 20 carotenóides foram identificados nos tecidos e sangue humano sendo representados por β -caroteno, α -caroteno, licopeno, luteína e criptoxantina (RAO; RAO, 2007). Estruturas de alguns carotenóides comuns são mostradas na Figura 4.

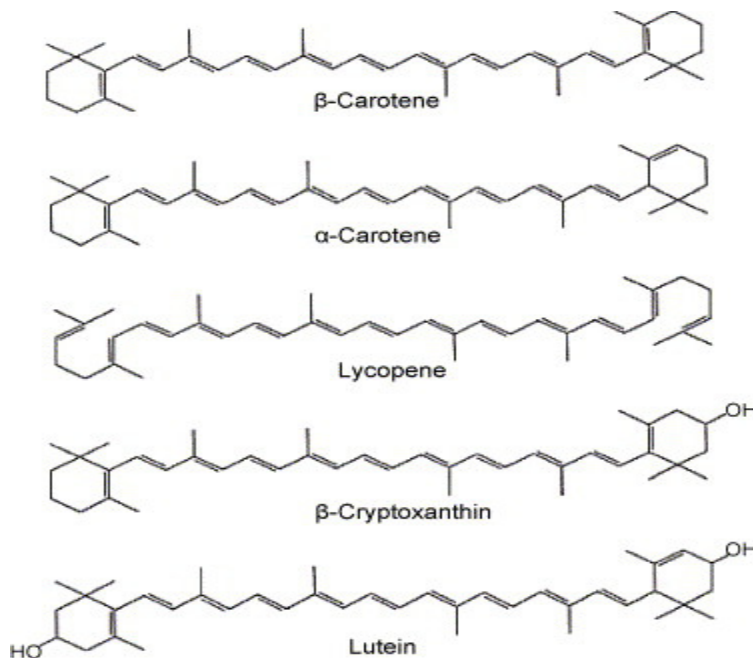


Figura 4 – Estrutura dos principais carotenóides presentes na dieta humana. Fonte: Rao; Rao (2007).

O papel de carotenóides na prevenção de doenças crônicas e suas ações biológicas estão resumidos na Figura 5.

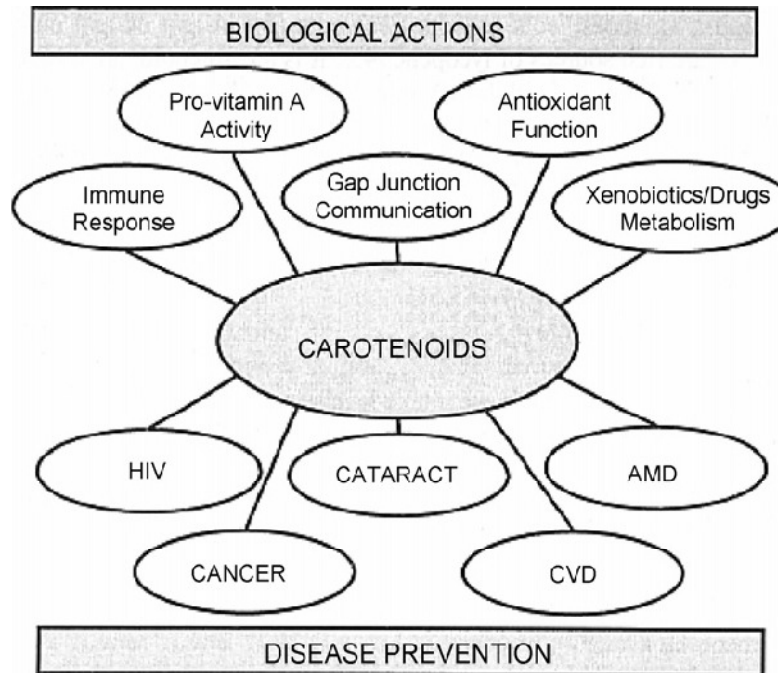


Figura 5 – Papel dos carotenóides na prevenção de doenças crônicas. Fonte: Rao; Rao (2007)

Os carotenóides, juntamente com as vitaminas, são as substâncias mais investigadas como agentes quimiopreventivos, funcionando como antioxidantes em sistemas biológicos. Os carotenóides captam energia do oxigênio “singlet”, que volta ao estado fundamental (O_2). O carotenóide excitado resultante não é capaz de causar danos ao meio celular (TAVARES et al., 2000). Dos mais de 600 carotenóides conhecidos, aproximadamente 50 são precursores da vitamina A (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006), sendo que essa conversão ocorre naturalmente no fígado. O carotenóide precursor possui pelo menos um anel β -ionona não substituído, com cadeia lateral poliênica com um mínimo de 11 carbonos (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). Entre os carotenóides, o β -caroteno é o mais abundante em alimentos e o que apresenta a maior atividade de vitamina A (Figura 6).

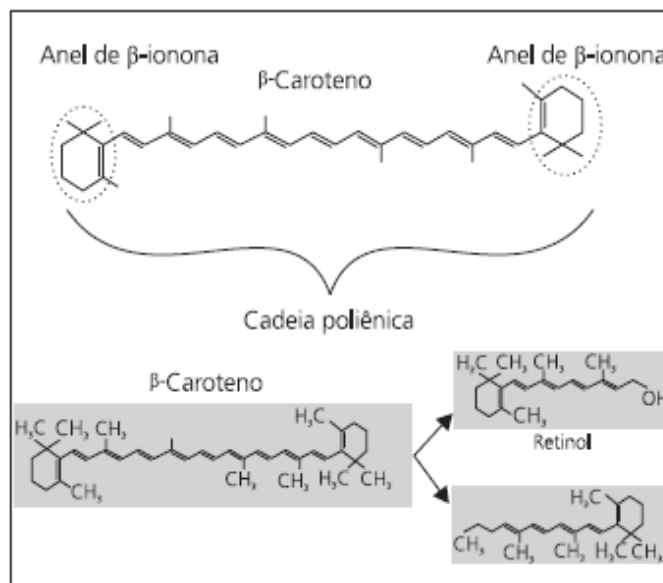


Figura 6 – Estrutura química e clivagem do β -caroteno. Fonte: Ambrósio; Campos; Faro (2006)

Tanto os carotenóides precursores de vitamina A como os não precursores, como a luteína, a zeaxantina e o licopeno, parecem apresentar ação protetora contra o câncer, e os possíveis mecanismos de proteção são por intermédio do sequestro de radicais livres, modulação do metabolismo do carcinoma, inibição da proliferação celular, aumento da diferenciação celular via retinóides, estimulação da comunicação entre as células e aumento da resposta imune (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

O β -caroteno é um potente antioxidante com ação protetora contra doenças cardiovasculares. A oxidação do colesterol LDL é um fator crucial para o desenvolvimento da aterosclerose e o β -caroteno atua inibindo o processo de oxidação da lipoproteína. Sua deficiência causa xerofthalmia e cegueira (LONG et al., 2006).

Estudos demonstram a relação entre o aumento no consumo de alimentos ricos em carotenóides e a diminuição no risco de várias doenças. A proteção contra tais doenças, oferecida pelos carotenóides, é associada especialmente à sua ação antioxidante. Todavia, outros mecanismos também são conhecidos: modulação do metabolismo carcinógeno, aumento da resposta imune, inibição da proliferação celular, incremento da diferenciação celular, estímulo da comunicação célula-célula e filtração de luz azul (SENTANIN; AMAYA, 2007). Embora sejam lipofílicos, os carotenóides, em geral, atuam em situações diferentes da vitamina E, influenciados pela tensão de oxigênio do meio (CAMPOS et al., 2008).

1.5 Licopeno

Licopeno ($C_{40}H_{56}$), um membro da família dos fitoquímicos carotenóides, é um antioxidante solúvel em lipídios que é sintetizado por muitas plantas e micro-organismos, mas não pelos animais e humanos (RAO; RAO, 2007). Em vários países, especialmente em países desenvolvidos, a principal fonte de licopeno é o tomate e seus produtos derivados. No Brasil, porém, várias fontes são disponíveis como a melancia, pitanga, mamão e goiaba (SENTANIN; AMAYA, 2007). Este pigmento pertence ao subgrupo dos carotenóides não oxigenados, é caracterizado por uma estrutura acíclica e simétrica contendo 11 ligações duplas conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas (RAO; RAO, 2007), conforme apresentado na figura 7.

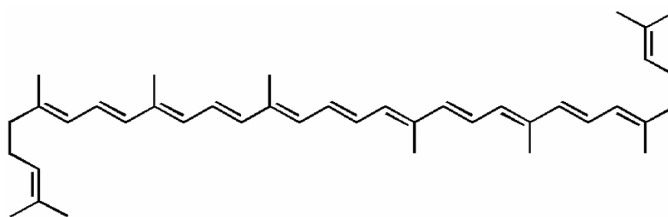


Figura 7 – Estrutura química do licopeno. Fonte: Rao; Rao (2007).

Devido a sua estrutura química, o licopeno figura como um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigênio, podendo doar elétrons para neutralizar as moléculas de oxigênio *singlete* e outras moléculas oxidantes antes que elas prejudiquem as células (CARVALHO et al., 2005). Estudos epidemiológicos revelaram que o consumo de alimentos ricos em licopeno é inversamente associado com o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares, câncer de próstata, comprometimento cognitivo e outras doenças. Desempenha papel na função pulmonar, bem como no crescimento fetal, além da ação sinérgica com outros compostos bioativos presentes em frutas e produtos hortícolas (BAHIELDEN et al., 2014). Este composto não possui atividade pró-vitamina A, mas apresenta um efeito protetor direto contra radicais livres (FERNANDES et al., 2007). É considerado o carotenóide com a maior capacidade de eliminar o oxigênio *singlete*, possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe

confere maior reatividade (SHAMI; MOREIRA, 2004). Ele exerce função antioxidante em fases lipídicas, bloqueando radicais livres que danificam as membranas proteicas (SHAMI; MOREIRA, 2004; OLIVEIRA et al., 2010). Estudos têm demonstrado que o licopeno protege moléculas lipídicas, lipoproteínas de baixa densidade, proteínas e DNA contra o ataque de radicais livres, desempenhando um papel essencial na proteção contra doenças (OLIVEIRA et al., 2010).

Na indústria alimentar, o licopeno é usado como aditivo alimentar para manter a qualidade nutricional, sensorial e impedindo a oxidação durante o processamento ou armazenamento (KONGA; ISMAIL, 2011). Ele é usado como um ingrediente de cor em muitas formulações de alimentos (BAHIELDEN et al., 2014).

A estrutura e a propriedade física e química do licopeno presente nos alimentos irão determinar o seu aproveitamento pelo organismo. A biodisponibilidade do licopeno parece, também, estar relacionada às formas isoméricas apresentadas (MORITZ; TRAMONTE, 2006). Licopeno existe naturalmente sob a forma trans, e a formação do isômero cis, que ocorre principalmente durante o aquecimento e iluminação, leva à uma diminuição ou um aumento da atividade biológica, dependendo da literatura citada (KONGA; ISMAIL, 2011). Segundo Moritz e Tramonte (2006), o cis isômero é a forma mais encontrada e a mais bem absorvida no corpo humano, devido ao seu comprimento reduzido e sua melhor solubilidade nas micelas.

O processamento de alimentos pode aumentar a biodisponibilidade do licopeno, devido à liberação da matriz do alimento, sendo o molho de tomate e o purê de tomate as melhores fontes biodisponíveis de licopeno em relação às demais fontes de alimentos não processados, tais como o tomate *in natura* (FERNANDES et al., 2007). Shami e Moreira (2004) verificaram que o consumo de molho de tomate aumenta as concentrações séricas de licopeno em taxas maiores que o consumo de tomates crus ou suco de tomate fresco. Segundo eles, o licopeno, ingerido na sua forma natural, é pouco absorvido e que os nutrientes presentes podem contribuir para a estabilidade dos trans-isômeros de licopeno na fruta. Isto porque durante a digestão e absorção, o licopeno é separado dos demais nutrientes e incorporado a micelas. Alguns tipos de fibras, encontradas nos alimentos, como a pectina, podem reduzir a biodisponibilidade do licopeno, diminuindo sua absorção devido ao aumento da viscosidade (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

A goiaba destaca-se por apresentar elevado conteúdo de licopeno (4 a 5 mg de licopeno/100g de goiaba madura), superior aos níveis encontrados no tomate (1,5 a 5,5 mg/100g), que é o vegetal mais citado na literatura como fonte deste componente

(WILBERG; RODRÍGUEZ-AMAYA, 1995; SENTANIN; AMAYA, 2007). A coloração rosada intensa de algumas variedades de goiaba se deve aos carotenóides presentes, sendo que o licopeno representa mais de 80% dos carotenóides da fruta (PRATTI et al., 2009). Para o processamento da goiaba deve-se levar em conta a instabilidade do licopeno durante processos de extração e manipulação o que torna essa produção uma tarefa extremamente delicada, muitas vezes exigindo sucessivos e complexos procedimentos (BAHIELDEN et al., 2014).

1.6 Vitamina C

A vitamina C (Figura 8), na forma reduzida, é conhecida como ácido ascórbico ou ácido L-ascórbico e na forma oxidada como ácido L-dehidroascórbico. O ácido L-ascórbico é um composto biologicamente ativo, instável, fácil e reversivelmente oxidado a ácido L-dehidroascórbico, também biologicamente ativo (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006).

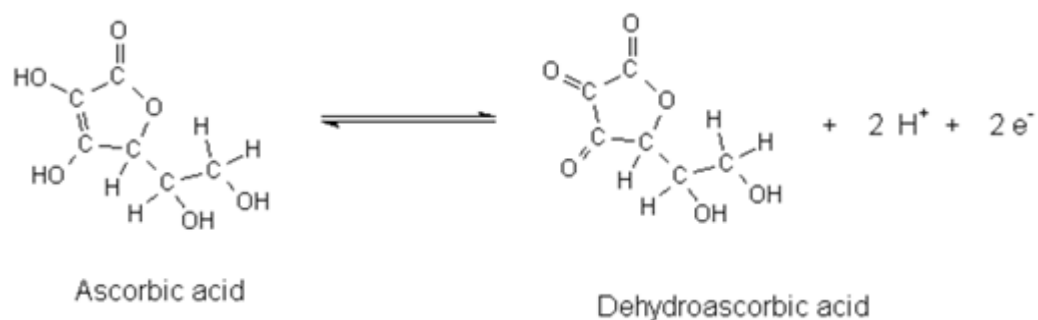


FIGURA 8 - Estrutura química da vitamina C. Fonte: Teixeira; Monteiro (2006).

A vitamina C é um derivado de hexose sintetizado por vegetais e pela maioria dos animais, a partir da glicose e da galactose. O homem, além de outros primatas, alguns morcegos e algumas espécies de aves, entretanto, não possuem a enzima L-gluconolactona oxidase que participa da biossíntese da vitamina C ou do ascorbato, sendo necessária a ingestão desta vitamina pela dieta alimentar (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006). Segundo o

RDA (Recommended Dietary Allowances), a cota dietética recomendada de vitamina C para homens adultos é 90 mg/dia e para mulheres adultas 75mg/dia (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006). Mais de 85% da vitamina C é proveniente de frutas e hortaliças. Nesse sentido, a vitamina C é considerada o antioxidante hidrossolúvel mais importante no organismo. O ácido ascórbico quando adicionado pode ser empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma do alimento. Além de ser utilizado como conservante, o ácido ascórbico enriquece o alimento, recuperando o valor nutricional perdido durante o processamento (CHAVES et al., 2004).

Estudos indicam que o ácido ascórbico pode prevenir mutações em DNA de humanos, uma vez que altas concentrações do ácido reduzem mutações causadas por estresse oxidativo em células humanas *in vitro* (OLIVEIRA et al., 2011). Além disso, a vitamina C age como sequestrante de espécies reativas do oxigênio, formadas, em geral, durante o metabolismo normal das células. O ácido ascórbico doa elétrons à espécies reativas como: hidroxil, peroxil, superóxido, peroxinitrito e oxigênio 'singlet', formando compostos menos reativos. Os produtos da oxidação do ácido ascórbico (radical ascorbila e dehidroascórbico) são pouco reativos, quando comparados a outros radicais livres. Esta propriedade torna o ácido ascórbico um eficiente antioxidante, capaz de eliminar espécies altamente reativas e formar um radical de reatividade baixa (TAVARES et al., 2000). A vitamina C age como antioxidante em vários locais, como: pulmões, mucosa gástrica e leucócitos. Mas a sua atuação na prevenção da oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) tem sido, provavelmente, a mais estudada (SILVA et al, 2010). Por causa da sua hidrossolubilidade, a vitamina C atua como antioxidante em ambientes aquosos, mas tem ação limitada na prevenção da peroxidação lipídica em ambientes lipofílicos. No entanto, a vitamina C está envolvida na regeneração do α -tocoferol oxidado, portanto, atua indiretamente na proteção contra a lipoperoxidação (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006).

A vitamina C também pode atuar na prevenção do câncer, pela inibição da formação de nitrosaminas cancerígenas, e no tratamento da doença; pode atuar na diminuição do risco de doenças cardiovasculares; no tratamento da hipertensão e na redução da incidência de cataratas. Porém, muitas dessas funções estão baseadas em estudos epidemiológicos, não sendo totalmente confirmadas, ainda, em estudos experimentais. A associação encontrada entre vitamina C e câncer nos estudos epidemiológicos baseia-se na existência de uma relação inversa entre frequência de tumores e consumo de alimentos ricos nesta vitamina (OLIVEIRA et al., 2011). As maiores fontes de vitamina C são as frutas como acerola, cupuaçu, goiaba,

laranja, limas e limões; as hortaliças como brócolis e pimentão; mas esses teores podem variar com as condições de crescimento e grau de maturação (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006).

A goiaba é uma fruta rica em vitamina C, com valores seis a sete vezes superiores aos dos frutos cítricos (KOHATSU; EVANGELISTA; LEONEL, 2009). Desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune, formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e atividade antioxidante, além de facilitar o uso do cálcio na construção dos ossos e vasos sanguíneos (SILVA et al., 2010).

Segundo Gutiérrez; Mitchell; Solis (2008), ácido ascórbico é o principal constituinte da casca da goiaba e o segundo lugar na massa fresca, variando de 56-600mg e chegando a 350-450mg no fruto quase maduro. Kohatsu; Evangelista; Leonel (2009) verificando os teores de ácido ascórbico na casca, miolo e polpa de goiaba em diferentes estágios de maturação encontraram teores de ácido ascórbico que variaram entre 71-209mg/100g de massa fresca, sendo os maiores valores encontrados na casca dos frutos verdes, diminuindo no decorrer da maturação. Segundo Vazquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990), o conteúdo de ácido ascórbico aumenta no fruto durante os estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente.

1.7 Compostos voláteis

Aroma é um dos fatores mais importantes na identificação da qualidade sensorial de frutas e produtos alimentícios (CORREA et al., 2010). O aroma de um alimento pode ser explicado pela ocorrência de compostos químicos cuja principal característica é a volatilidade, a qual permite que tais compostos sejam percebidos pelos receptores nasais, tanto durante a degustação do alimento (detecção retro-nasal), como pelo odor exalado a distância (NÓBREGA, 2003). Análises qualitativas e quantitativas desses compostos são necessárias no monitoramento do aroma de um produto, bem como no desenvolvimento destes em produtos frescos e processados (SONG et al., 1997; CORREA et al., 2010). Nem todos os compostos voláteis presentes em um alimento são capazes de interagir com os receptores olfativos humanos. Em vez disso, apenas um número menor dos chamados odorantes chave é detectado pelos receptores olfativos humanos e, conseqüentemente, participam na criação da respectiva impressão do aroma no cérebro (PINO; QUERIS, 2011).

Os compostos voláteis da goiaba foram reportados na literatura por SOARES et al. (2007) que encontraram em frutos maduros, ésteres como acetato de Z-3-hexenil e acetato de E-3-hexenil e sesquiterpenos cariofileno, α - humuleno e β - bisaboleno. Correa et al. (2010), analisando néctar de goiaba encontraram oito compostos identificados e quantificados: hexanal, (E)-hex-2-enal, 1-hexenol, (Z)-hex-3-enol, (Z)-hex-3-enyl acetato, fenil-3-propil acetato, cinamil acetato e ácido acético.

Compostos de aroma derivados de carotenóides têm sido detectados em produtos folhosos (tabaco, chá, mate), em óleos essenciais, frutas (uva, maracujá, carambola, marmelo, maçã, nectarina, melão, tomate), vegetais, condimentos (açafraão, páprica) e em outras fontes, como vinho, rum, café, carvalho, mel, algas marinhas, etc (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). Estes compostos podem ser produzidos via enzimática ou não enzimática. Um exemplo desta reação é a formação de β -damascenona a partir de neoxantina (Figura 9). Por outro lado, o β -caroteno é convertido a β -ionona (Figura 10) por meio de apenas uma clivagem (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007).

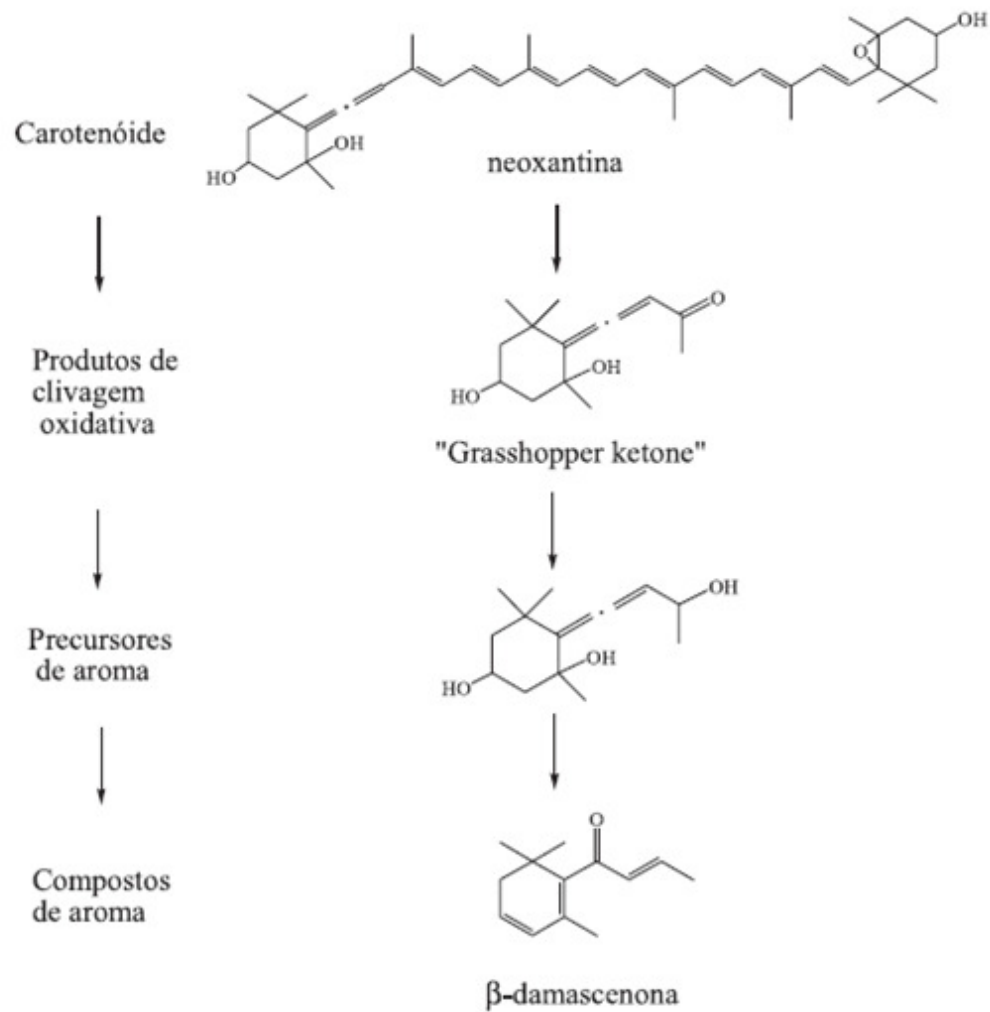


Figura 9 – Esquema geral para a formação de compostos de aroma por meio da clivagem de carotenóides. Fonte: Uenojo; Maróstica Junior; Pastore (2007).

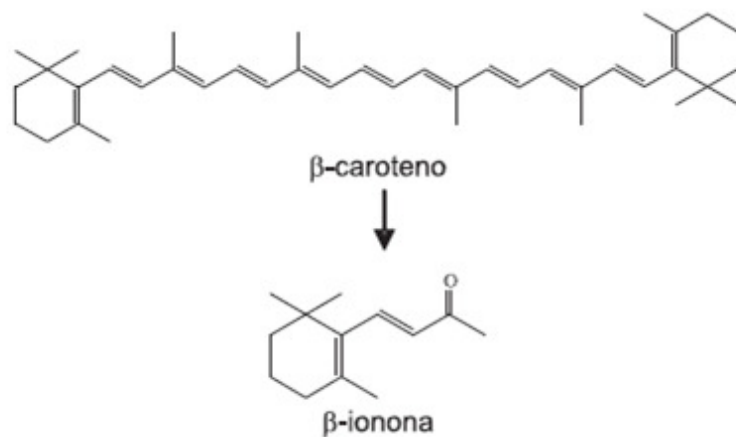


Figura 10 – Formação de β -ionona a partir de β -caroteno. Fonte: UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE (2007).

Os compostos de aroma advindos da degradação enzimática e fotoxidação de carotenóides possuem em geral 9, 10, 11 e 13 carbonos, sendo essenciais para o perfil de aroma dos vegetais nos quais estão presentes (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). Exemplos de compostos de aroma produzidos por biotransformação são mostrados na Apêndice 2.

Compostos de aroma são especialmente importantes em vinho de fruta por contribuírem para a qualidade do produto final. Para Pino e Queris (2011), a fração volátil de um vinho é extremamente complexa, devido ao grande número de compostos presentes, que pode ter diferentes volatilidades e, além disso, pode ser encontrado em uma ampla gama de concentrações. As rotas químicas e bioquímicas responsáveis pela formação dos compostos voláteis em alimentos também ocorrem nas bebidas, havendo variações conforme as características intrínsecas de cada matriz e o tipo de processamento a que cada uma foi submetida (MOREIRA; NETTO; MARIA, 2012). As vias catabólicas que contribuem para a formação da fração volátil em bebidas alcoólicas são mostradas na figura 11.

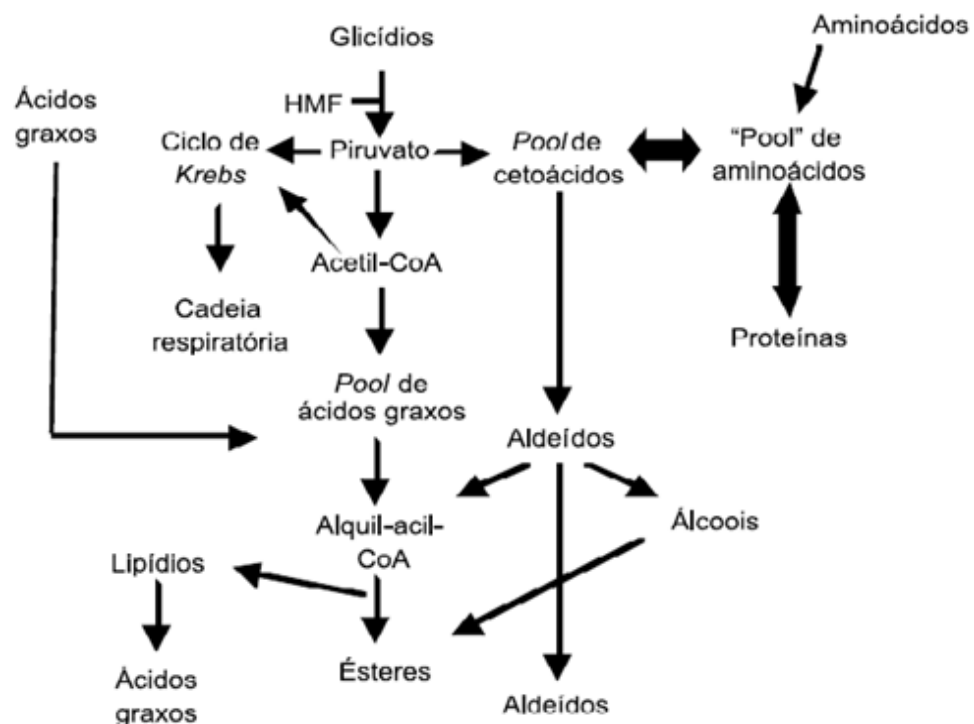


Figura 11- Rotas de formação dos compostos voláteis de alguns dos diferentes grupos químicos. Fonte: Moreira; Netto; Maria (2012).

O processo de fermentação para a elaboração de bebidas fermentados depende da forma como a levedura irá converter açúcares em álcool, ésteres e outros compostos voláteis e não-voláteis. Devido às diferenças na composição de frutas, as cepas de leveduras usadas para a fermentação tem que se adaptar a diferentes condições, por exemplo, concentração e composição dos açúcares, presença de ácidos orgânicos, etc. (DUARTE et al., 2009). É importante saber o potencial de várias cepas de leveduras na biossíntese volátil para selecionar a melhor variedade para produzir um vinho de boa qualidade. O uso de cepas de leveduras selecionadas pode afetar o perfil sensorial e composição de vinho e, conseqüentemente, pode afetar a qualidade do vinho (DUARTE et al., 2010).

Os compostos voláteis secundários da fermentação alcoólica (alcoóis superiores, acetato de etila e acetaldeído) interferem diretamente na qualidade do aroma, também o glicerol, subproduto da fermentação, contribui para a viscosidade, doçura e corpo dos vinhos. Os álcoois, ácidos e ésteres formam, quantitativa e qualitativamente, os maiores grupos presentes na fração volátil das bebidas alcoólicas. Os compostos carbonílicos, como aldeídos e cetonas, são minoritários, mas podem ter grande importância para o sabor e aroma desses produtos (CORREA et al., 2010).

Pino e Queris (2011) analisando vinho de goiaba detectaram 124 voláteis, destes 102 foram positivamente identificados. A composição do vinho de goiaba inclui ésteres (52), álcoois (24), cetonas (11), ácidos (7), aldeídos (6), terpenos (6), fenóis e derivados (4), lactonas (4), compostos de enxofre e compostos diversos (5).

Na elaboração de espumantes, durante a segunda fermentação quando ocorre o processo de autólise das leveduras, que continua até 30-32 meses, ocorre o amadurecimento e modificação do espectro aromático e gustativo do vinho espumante. Assim, os aromas precedentes do vinho base e que se mantém nos vinhos espumantes jovens, frescos e ligeiros, vão sendo substituídos por aromas tostados, característicos de dois ou mais anos de permanência em contato com as borras (WITT, 2006). Os diferentes meios de formação dos compostos voláteis no espumante faz dele uma matriz complexa e com grande número destes compostos presentes. Os compostos podem ter diferentes polaridades, volatilidades e, além disso, podem ser encontrados numa ampla gama de concentrações (ETIEVANT; MAARSE, 1991).

Em estudos recentes, alguns compostos formados durante a segunda fermentação são descritos como marcadores de envelhecimento, usados desta maneira, para discriminar os espumantes jovens dos mais velhos (TORRESI; FRANGIPANE; ANELLI, 2011). Muitos compostos voláteis são formados durante esse período, muitos deles com baixo *threshold*

(TORRESI; FRANGIPANE; ANELLI, 2011). Os compostos voláteis provenientes deste processo são caracterizados como o aroma terciário do espumante, uma vez que, aromas primários provêm da fruta e são encontrados em produtos mais jovens e os aromas secundários são, em sua maioria, originados na primeira fermentação (UBIGLI, 2004).

A influência da autólise da levedura se faz notar sobre os compostos voláteis responsáveis pelo aroma dos vinhos espumantes, particularmente os ésteres, entre os quais figuram caprilato de etilo, acetato de etilo, caproato de etilo e caproato de isoamilo. Os ésteres de alto ponto de ebulição – caproato de isoamilo e geranilacetato – são os que conferem maior qualidade ao aroma (WITT, 2006).

A microextração em fase sólida (SPME - *solid phase microextraction*) consiste numa técnica em que o processo de extração e concentração de analitos ocorre através da sorção das substâncias presentes no *headspace* da amostra por uma fase extratora imobilizada na superfície de uma fibra de sílica fundida (MESTRES; BUSTO; GUASCH, 2002). A SPME foi aplicada pela primeira vez em 1989, para avaliar a presença de contaminantes em água (BELARDI; PAWLISZYN, 1989). A unidade de SPME consiste de uma fibra de sílica recoberta com material polimérico típico usado como fase estacionária e colunas cromatográficas tais como: carbowax, poliacrilato e polidimetilsiloxano. A extração fundamenta-se no equilíbrio de partição (polidimetilsiloxano) ou adsorção (poliacrilato) entre a fibra e os componentes da amostra ou seu *headspace*. Quando o equilíbrio é alcançado, a quantidade de composto extraído está diretamente relacionada à afinidade com a fase da fibra e sua concentração na amostra. Os compostos são desorvidos termicamente, separados, identificados e quantificados posteriormente (MATA et al., 2004).

SPME juntamente com cromatografia gasosa tornam possível a rápida identificação de compostos voláteis e, desta forma, podem ser adequados para monitoramento do processamento industrial. Ele fornece alta reprodutibilidade e não é afetado pela presença de água na amostra. Esta técnica, amplamente utilizada na análise de alimentos, é útil para controle de qualidade no monitoramento da eficiência dos processos químicos e da fabricação (BENÉ; LASKY; NTAMBI, 2001). O método é rápido, fácil de aplicar, de baixo custo e, ao mesmo tempo respeita o meio ambiente pois não utiliza qualquer tipo de solvente orgânico (RIU-AUMATELL, 2005). Possui bastante aplicação, como já reportado por vários autores na literatura, para a avaliação de compostos isolados (MESTRES; BUSTO; GUASCH, 2002), para a análise de poluentes (GANDINI; RIGUZZI, 1997; RIAL-OTERO et al., 2002), e para a caracterização aromática (BOSCH-FUSTE et al., 2007; PINO; QUERIS, 2010; PINO; QUERIS, 2011).

1.8 Resíduo do processamento de goiaba

A goiaba, além do consumo *in natura*, possui diversas aplicações comerciais podendo ser encontrada constituindo produtos industrializados como goiabada, geléia, fruta em calda, purê, alimentos para crianças, xaropes e suco (SANTOS et al., 2009). Porém, durante esse processamento são recolhidos materiais não aproveitados, os chamados resíduos, constituídos principalmente por cascas, sementes e polpas não utilizadas que são gerados em diferentes etapas do processamento industrial e, normalmente, não têm mais uso e são comumente desperdiçados ou descartados (DA SILVA, 2014). Esses resíduos poderiam ser utilizados como fonte alternativa de nutrientes e de fibras alimentares, portanto, saber o quanto cada parte do fruto contribui na alimentação do ser humano, principalmente, aquelas que são descartadas pela indústria alimentícia é de extrema importância (LIMA et al., 2014).

Atualmente, as agroindústrias investem no aumento da capacidade de processamento, gerando grandes quantidades de subprodutos, que em muitos casos são considerados custo operacional para as empresas ou fonte de contaminação ambiental (SIQUEIRA et al., 2014). Eliminação de subprodutos de processamento de alimentos é um grande problema enfrentado pela indústria de alimentos. Atualmente, existem tendências na exploração e utilização dos subprodutos no desenvolvimento de ingredientes funcionais, tais como antioxidantes, polifenóis e carotenóides (KONGA; ISMAIL, 2011).

A crescente demanda por alimentos seguros e que tragam algum benefício à saúde vem sendo fortemente acompanhada pela busca por processos limpos de produção, uma vez que o tratamento dos resíduos sólidos e líquidos que são gerados acarreta custos cada vez maiores para a indústria de alimentos (PIOVESANA; BUENO; KLAJN, 2013). Esses resíduos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes importantes para as funções fisiológicas (SOUZA et al., 2011). Esta abordagem poderia ajudar na redução do problema de gestão de resíduos e também o alto custo para a eliminação de subprodutos (KONG; ISMAIL, 2011).

Considerando o rejeito industrial, cascas de frutas, segundo Oliveira; Nascimento; Borges (2002), é constituído basicamente por carboidratos, proteínas e pectinas, o que possibilita o aproveitamento das mesmas para a fabricação de produtos podendo se tornar uma alternativa viável para resolver o problema da eliminação dos resíduos além de aumentar seu valor comercial.

Apesar de a goiaba ser considerada uma boa fonte de antioxidantes e ácidos ascórbico, pouco se sabe ainda sobre o valor e/ou potencial de aplicação de seus resíduos (MELO et al., 2011). De acordo com Mantovani e colaboradores (2004), do processamento industrial do fruto da goiaba, 8% são compostos de resíduos que têm sido descartados pelas indústrias a céu aberto ou, raramente, em aterros sanitários, com isso, uma grande quantidade de nutrientes presentes nesses resíduos é desperdiçada. Souza et al. (2011), analisando resíduos de polpa de goiaba encontraram teores de umidade em torno de 65%, cinzas 0,72%, proteínas 2,82%, lipídios 2,94%, carboidratos totais 28%, quanto aos teores de carotenóides, vitamina C e fenólicos totais encontraram 644,9 µg/100g, 75,90 mg/100g e 24,63 mg/100g, respectivamente.

Uma alternativa que vem crescendo desde o início da década de 1970 consiste no aproveitamento de resíduos (principalmente cascas) de certas frutas como matéria-prima para a produção de alguns alimentos perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana (ISHIMOTO et al., 2007). Neste contexto, um recurso econômico e tecnologicamente viável seria a transformação das cascas de frutas em farinhas para a elaboração de novos produtos ou, então, adição aos já existentes.

A utilização de farinhas mistas expandiu-se, sendo utilizada na fabricação de biscoitos, já que este é um produto altamente aceito e consumido por pessoas de todas as faixas etárias. Tais características, aliadas à sua enorme diversidade, apresentam-se como uma nova opção para o estudo de diferentes tipos de farinhas e suas propriedades físicas, químicas e sensoriais, possibilitando o aumento das propriedades tecnológicas e funcionais (PIOVESANA; BUENO; KLAJN, 2013). As farinhas, de acordo com o Regulamento Técnico da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005) são definidas como os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos.

Para Guilherme e Jokl (2005), por serem rica fonte de amido e sais minerais, a produção de farinhas proporciona grande variabilidade para a indústria de alimentos, sobretudo em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis. Além disto, os produtos devem apresentar valor nutricional pelo menos igual ao daqueles com farinha de trigo pura e o custo final das misturas deve ser igual ou inferior ao preço final da farinha de trigo pura. As farinhas de frutas, em relação às farinhas de cereais, apresentam como vantagens: uma maior conservação e concentração dos valores nutricionais, menor tempo de secagem, diferenciadas propriedades físicas e químicas o que permite uma ampla gama de

aplicações e diferenciadas possibilidades do uso do fruto inteiro ou da polpa como matéria-prima (SANTANA; SILVA, 2008).

A produção de formulações seguras e eficazes exige uma série de testes, durante a fase de desenvolvimento e após a definição das formulações, o que leva a seleção rigorosa das matérias-primas, o desenvolvimento tecnológico criterioso e a validação dos métodos utilizados, para garantir a segurança e eficácia do produto, parâmetros hoje tão importantes e de extrema necessidade (ALMEIDA et al., 2011).

1.9 Objetivos

1.9.1 Objetivo geral

Elaborar bebidas fermentadas a partir de goiaba, avaliando os teores de compostos bioativos e compostos voláteis bem como realizar um aproveitamento dos resíduos proveniente da produção destas bebidas para obtenção de farinha para a produção de biscoitos tipo *cookies*.

1.9.2 Objetivos específicos

- Elaborar o fermentado de goiaba e o espumante de goiaba em condições semelhantes à produção de fermentados de uva;
- Avaliar a composição volátil de espumante de goiaba.
- Determinar os teores de compostos bioativos como polifenóis totais, carotenóides, licopeno e vitamina C e a composição físico-química das bebidas obtidas.
- Verificar a aceitação das bebidas obtidas através de uma análise sensorial.
- Usar o resíduo da produção das bebidas fermentadas na obtenção de biscoitos tipo *cookies*, bem como a avaliação dos seus compostos bioativos e aceitação sensorial.

2 ARTIGOS

Artigo 1. Espumante natural de goiaba: caracterização volátil e físico-química

Manuscrito enviado segundo normas da Revista Ciência Rural

Artigo 2. Caracterização e aceitação de fermentado e espumante de goiaba

Manuscrito enviado segundo normas da Revista Brasileira de Fruticultura

Artigo 3. Bioactive compounds and acceptance of *cookies* made with Guava peel flour

Artigo aceito para publicação na Revista Food Science and Technology (Campinas), volume 34, número 2, 2014.

2.1 Artigo 1. Espumante natural de goiaba: caracterização volátil e físico-química

Sparkling Guava: volatile and physicochemical characterization

Bertagnolli, S.M.M.^{1*}; Bernardi, G.¹; Donadel, J.Z.¹; Fogaça, A.O.² Wagner, R.³; Penna, N.G.³

Resumo:

Os fermentados de frutas têm sido produzidos e consumidos em vários países inclusive no Brasil. Diferentes espécies de frutos tropicais vêm sendo utilizados para o desenvolvimento de bebidas fermentadas, mas não há referências sobre o uso de frutas diferentes da uva na produção de espumantes naturais. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e a caracterização físico-química e volátil de um espumante natural de goiaba produzido pelo método *champenoise*. A determinação dos compostos voláteis foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas utilizando a técnica de micro extração em fase sólida (HS-SPME) no *headspace* das amostras. O emprego do método *champenoise* para o desenvolvimento do espumante natural de goiaba mostrou-se adequado comprovado pelos parâmetros físico-químicos apresentados. Na composição volátil foram detectados 89 compostos, dos quais 52 foram identificados entre diferentes classes químicas. Os ésteres foram os compostos voláteis predominantes em número, totalizando 27 compostos. Foram identificados também álcoois (10), terpenos (9), cetonas (3) e ácidos (3). Entre os compostos voláteis identificados possivelmente os com impacto no odor/aroma dessa bebida, podemos relacionar os ésteres octanoato de etila e 5-hexenoato de etila, pelo fato de apresentarem concentrações próximas ou acima do limiar de detecção sensorial, sendo descritos na literatura com notas frutais e florais. Desta forma ficou evidenciada a viabilidade da utilização de frutas como a goiaba no desenvolvimento de novas bebidas como o espumante natural de goiaba e a importância da fração volátil na qualidade desta bebida.

Palavras-chave: Fermentação, *Psidium guajava* L., compostos voláteis, cromatografia gasosa

Abstract

The fermented fruits have been produced and consumed in several countries including Brazil. Different types of fruit have been used for the development of fermented beverages, but there are no references to the use of fruit in the production of natural sparkling wines. In this sense, the aim of this work was the development and physicochemical and volatile characterization of a natural sparkling guava produced by *champenoise* method. The determination of the volatile compounds was performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry using the technique of solid-phase micro extraction (HS-SPME) in the headspace of the samples. The employment of the method *champenoise* sparkling natural development of guava proved by appropriate physicochemical parameters presented. In volatile composition 89 compounds were detected, of which 52 were identified between different chemical classes. The esters were volatile compounds predominante in number, totaling 27 volatile compounds. Alcohols also have been identified (10), terpenes (9), ketones (3) and acids (3), being the class of the alcohols of higher concentration. Among the volatiles found possibly with impact on odor/scent of this drink, we can relate ethyl octanoate and 5-ethyl hexenoate esters, the fact that present concentrations close to or above the threshold of sensory detection, being described in the literature with fruit and floral notes. Thus, was demonstrated the feasibility of using fruits like guava in the development of new beverages like sparkling guava.

Key-words: Fermentation, *Psidium guajava* L., volatile compounds, gas chromatography

Introdução

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma árvore frutífera da família *Myrtaceae* originária de regiões tropicais da América Central e da América do Sul (LIMA et al., 2010). O fruto da goiabeira apresenta elevado valor nutritivo e aceitação sensorial, sendo consumida de

forma *in natura* ou industrializada, na forma de doce (goiabada), sucos, produtos de panificação, entre outros. O Brasil é um dos maiores produtores de goiaba no mundo, com volume de produção de 316.366mil toneladas e área plantada de aproximadamente 15.677mil ha em 2010, segundo AGRIANUAL (2012). O processamento de frutas minimiza perdas pós-colheita através da obtenção de produtos com vida-de-prateleira maior e de maior valor agregado. Bebidas fermentadas de frutas constituem produtos promissores devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de contribuírem para a redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis (SANDHU & JOSHI, 1995).

A comercialização de espumantes, ou “sparkling wine” como conhecido internacionalmente, teve uma considerável evolução no Brasil, representado pelo aumento no consumo desta bebida, influenciado pelo clima quente do país e pelo sabor e aroma agradável destas bebidas (RIZZON et al., 2000). Desta forma, usar frutas diferentes da uva para a elaboração deste tipo de bebida seria uma boa alternativa de aproveitamento desses frutos. Os termos Champanha (Champagne), Espumante ou Espumante Natural são denominados ao vinho cujo anidrido carbônico provém exclusivamente de uma segunda fermentação alcoólica do vinho em garrafas (método Champenoise/tradicional) ou em grandes recipientes (método Chaussepied/Charmat), com uma pressão mínima de 4atm a 20°C e com teor alcoólico de 10% a 13% em volume (NR) (Brasil, 2004). Durante a segunda fermentação, o espumante desenvolve compostos de aroma característicos do produto (TORRESI et al., 2011). Estes compostos são precursores de muitos compostos voláteis, atribuindo efeito positivo na qualidade dos espumantes, tais como o vitispirano e o succinato de dietila (BOSCH-FUSTÉ et al., 2007). O processo de autólise das leveduras que ocorre no período da segunda fermentação resulta na liberação de compostos intracelulares como aminoácidos, peptídeos, proteínas, polissacarídeos, derivados de ácidos nucléicos e lipídios, que servirão como precursores na formação de compostos voláteis. A fração volátil de fermentados de frutas

normalmente é bastante complexa, apresentando compostos com diferentes propriedades físico-químicas, como polaridade, volatilidade e solubilidade e, além disso, podem ser encontrados numa ampla faixa de concentrações (ETIEVANT & MAARSE, 1991).

Os compostos voláteis provenientes deste processo são caracterizados como o aroma terciário do espumante, uma vez que, aromas primários provêm da fruta e são encontrados em produtos mais jovens e os aromas secundários são, em sua maioria, originados na primeira fermentação (UBIGLI, 2004). Os compostos voláteis da fruta goiaba foram reportados na literatura por SOARES et al. (2007) que encontraram em frutos maduros, ésteres como acetato de Z-3-hexenil e acetato de E-3-hexenil e os sesquiterpenos cariofileno, α -humuleno e β -bisaboleno. Por outro lado, PINO & QUERIS (2011) trabalhando na caracterização de vinho de goiaba encontraram doze compostos de odor ativo, entre eles β -damascenona, etiloctanoato, hexenoato de etila e butanoato de etila.

A microextração em fase sólida (SPME) é uma técnica de isolamento dos compostos voláteis amplamente utilizada em muitos alimentos. Essa técnica apresenta como vantagem o fato de ser mais rápida e fácil do que a extração e destilação por solvente, assim como apresentar reprodutibilidade e sensibilidade (PINO & QUERIS, 2010), além de não empregar solventes orgânicos na etapa de extração (KATAOKA et al., 2000). Na literatura encontram-se trabalhos sobre a produção e caracterização de fermentados de diversas frutas, entretanto, não há artigos referindo-se a produção e caracterização volátil de espumantes naturais de frutas diferentes da uva. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi elaborar um espumante natural de goiaba produzido pelo método *champenoise* e caracterizá-lo quanto ao seu perfil volátil e propriedades físico-químicas. Na determinação dos compostos voláteis foi utilizada a técnica SPME no *headspace* da bebida para a extração, seguida da dessorção em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (GC/MS).

Materiais e Métodos

Preparo do vinho espumante natural de goiaba

Frutos maduros de goiaba da variedade 'Paluma' foram coletados no pomar do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria-RS. Após a colheita, os frutos foram lavados em água corrente e sanificados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 200mg/L por 15 min. Em seguida, os frutos foram cortados ao meio, as cascas e as sementes foram removidas manualmente com auxílio de facas de aço inox, sendo a polpa usada para a produção do espumante natural de goiaba.

A polpa foi batida em liquidificador para a obtenção do mosto, ao qual foi adicionado enzimas pectinolíticas (LAFAZYM[®], 2g/hL), então realizado os procedimentos de sulfitagem (10ppm), chaptalização (alcançando 16,2°Brix, 13,5g/L) e a adição de leveduras comerciais (20g/hL). A fermentação foi conduzida em vasilhames plásticos de 5L. Após o término da fermentação alcoólica foi realizada a trasfega e engarrafamento do fermentado base para a produção do espumante, seguindo a metodologia descrita por WITT (2006). O fermentado base contendo 5,8 °Brix foi retirado das garrafas, e então adicionado de sacarose (24g/L) e leveduras (0,2g/L de *Saccharomyces cerevisiae*, Laffort[®]). Após, foi adicionado um coadjuvante de clarificação do processo a base de bentonite e dióxido de silício (Pentagel[®] - 0,10g/L) e um ativante de fermentação a base de sulfato de amônio e tiamina (Thiazote, Laffort[®] - 0,10g/L) e, então, engarrafado novamente recebendo um opérculo de polietileno. Durante os três meses de fermentação foi realizada *remuage*, seguida de *degorgment* e posteriormente as garrafas foram fechadas com rolha de cortiça e proteção de arame e armazenadas por dois meses a temperatura ambiente. A limpeza foi realizada a temperatura de 5°C. Todo experimento foi realizado em triplicata.

Análises físico-químicas

O espumante natural de goiaba foi analisado quanto aos parâmetros físico-químicos: pH determinado através da leitura direta da amostra com o uso de um potenciômetro (Digimed[®]), acidez total por titulometria e expressa em mEq/L de ácido tartárico, acidez volátil foi determinada por destilação com arraste de vapor, seguida de titulação e expressa em mEq/L de ácido acético; determinação do teor alcoólico por destilação em destilador tipo Gibertini[®] (Gibertini, Itália), e açúcares redutores segundo o método de Lane e Eynon (AMERINE & OUGH, 1980). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Determinação dos compostos voláteis

A determinação dos compostos voláteis do espumante de goiaba foi realizada empregando a técnica de microextração em fase sólida no *headspace* (HS-SPME). A fibra utilizada na determinação foi a DVB/Car/PDMS (Supelco, 50/30 μ m de 2cm de comprimento). Duzentos mililitros da amostra foram degaseificados em banho de ultrassom em temperatura de 20°C por 40min. Alíquotas de 10mL da amostra adicionada de 3g de NaCl foram acondicionadas em frascos de 20mL e imediatamente fechadas com tampa de rosca e septo de politetrafluoretileno (PTFE). A extração dos compostos voláteis por HS-SPME foi realizada a temperatura de 35°C durante 50min de exposição da fibra ao *headspace* da amostra. Anterior a extração o frasco contendo a amostra foi mantido durante 5 min. nas mesmas condições de extração. Durante todo o tempo de determinação a amostra foi mantida sob agitação. As extrações foram realizadas em triplicata.

A determinação dos compostos voláteis foi realizada em um cromatógrafo à gás acoplado a espectrômetro de massas (GC/MS), Shimadzu QP-2010*Plus*. A fibra de SPME contendo o isolado foi dessorvida termicamente no injetor do GC/MS a uma temperatura de

250°C, por 2 min. no modo *splitless*. A separação dos compostos voláteis ocorreu em coluna capilar de sílica fundida revestida com fase estacionária apolar, ZB-5MS (30m×0,25mm×0,25µm, Phenomenex, USA). A programação de temperatura utilizada no forno da coluna para a separação dos compostos iniciou a 35°C e permaneceu nesta por 2 min, após a temperatura foi elevada a 80°C utilizando uma rampa de 4°C/min. Posteriormente, uma rampa 30°C/min foi acionada para elevar a temperatura a 200°C, onde permaneceu nesta por 5 min. Foi utilizado hélio como gás de arraste na vazão de 1,2mL/min. A interface do GC/MS e a fonte de ionização foram mantidas a 250°C. O analisador de massas quadrupolar operou no modo de varredura (35-350 *m/z*). A quantificação dos compostos voláteis foi realizada através da padronização interna com a adição do padrão interno 3-octanol (10µL de uma solução etanólica na concentração 82,2mg/L) à amostra, conforme BERNARDI et al. (2014). Os compostos voláteis foram identificados pela comparação dos espectros de massas dos analitos com os espectros de massa de uma biblioteca espectral (NIST 05), pela comparação do índice de retenção (IR) experimental do analito com o IR teórico obtidos na literatura (NIST, El-Sayed, 2014). Os IR experimentais foram calculados a partir dos tempos de retenção de uma série homóloga de alcanos (C8-C22) obtidos nas mesmas condições cromatográficas da amostra. Os compostos acetato de etila, hexenoato de etila, octanoato de etila, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, 1-hexanol, 1-octanol, álcool feniletílico e ácido hexanóico foram identificados positivamente através da comparação espectral e IR dos picos cromatográficos obtidos para as amostras e padrões analíticos. Para estimar o limiar odorífero dos compostos voláteis identificados no espumante natural de goiaba, os valores de *odor threshold* para alguns destes compostos foram reportados na tabela 2, a partir de uma matriz semelhante, fermentado de goiaba (PINO & QUERIS, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Físico-Química do Espumante Natural de Goiaba

Os resultados da análise da composição físico-química do espumante natural de goiaba produzido pelo método *champenoise* apresentam-se na Tabela 1.

Na literatura não foram encontrados trabalhos usando frutas diferentes de uva para a elaboração de espumantes naturais, desta forma os resultados foram discutidos baseados nos padrões usados para espumantes conforme a Lei nº 10970 de 2004 que trata dos Padrões e qualidade do vinho e dos derivados de uva e do vinho (Brasil, 2004). Sendo assim, o pH médio das amostras foi de 3,6, o que torna esse produto menos suscetível a degradação por bactérias acéticas (LOPES & SILVA, 2006). O resultado da acidez total (114mEq/L) permaneceu dentro do permitido pela legislação brasileira (50-130mEq/L de ácido tartárico), bem como a acidez volátil (13,1mEq/L de ácido acético), cuja legislação permite até 20mEq/L (BRASIL, 2004). O valor da graduação alcoólica enquadrou-se nos limites exigidos pela legislação brasileira, apresentando uma graduação alcoólica de 12% em volume a 20°C (BRASIL, 2004). Quanto aos teores de açúcar, os espumantes com até 6g/L são considerados como extra bruto, desta forma, o espumante natural de goiaba obtido pode ser classificado nesta categoria, pois apresentou um teor de açúcares de 4,2g/L (BRASIL, 2004).

Compostos voláteis do Espumante Natural de Goiaba

Foram detectados 89 compostos voláteis dos quais 43 foram tentativamente identificados e 9 foram positivamente identificados, pertencentes a diferentes classes químicas (Tabela 2). No cromatograma, 37 compostos voláteis não foram identificados e totalizaram cerca de 9,4% da área total do cromatograma. Os ésteres foram os compostos voláteis

predominantes na amostra de espumante natural de goiaba, totalizando 27. Em menor número foram identificados compostos das classes químicas álcoois (10), terpenos (9), cetonas (3) e ácidos (3).

A classe dos ésteres foram os compostos predominantes em número e somaram uma concentração de 1564,3 μ g/L. Os compostos dessa classe que possuíram as maiores concentrações foram o octanoato de etila (383,0 μ g/L), acetato de 2-metilbutila (335,0 μ g/L), acetato de hexila (176,0 μ g/L), decanoato de etila (116,0 μ g/L), 5-hexanoato de metila (106,3 μ g/L) e acetato de 2-feniletila (100,1 μ g/L). O octanoato de etila foi o éster majoritário na bebida, contribuindo com notas frutais e florais para o aroma do espumante (TORRESI et al., 2011). Este analito pode ser proveniente da própria matriz como reportado por CHEN et al. (2006), que encontraram na fruta a concentração de 159 μ g/L, reportado na literatura como aroma floral, de folhas verdes e anis (AZNAR, 2001) ou, ser ainda, um produto da fermentação primária como reportado por PINO & QUERIS (2011), que encontraram este composto na concentração de 235,4 μ g/L em vinhos de goiaba. Além deste, outros ésteres identificados também são reportados na matriz goiaba, como hexenoato de metila (2,78 μ g/L), hexenoato de etila (0,40 μ g/L), decanoato de etila (116 μ g/L) e acetato de 2-feniletila (100 μ g/L) (SCHEREIER & IDSTEIN, 1985; CHEN et al., 2006; SOARES et al., 2007). O hexenoato de etila e o octanoato de etila presentes em todas as amostras de vinho, segundo SOUZA (2010) são descritos como compostos de aroma frutal, morango e doce (AZNAR et al., 2001).

Os álcoois foram a classe de compostos com maior concentração total no vinho espumante natural de goiaba (4038,8 μ g/L). O álcool identificado com maior concentração na bebida foi o 3-metil-1-butanol, que possui um odor característico de uísque, malte, vínic, banana e doce (SOUZA et al., 2010). Os álcoois identificados (Z)-3-hexenol (269,0 μ g/L), 1-hexanol (227,0 μ g/L), 1-octanol (5,1 μ g/L) e álcool feniletílico (1059,0 μ g/L) já foram

reportados previamente na fruta (SCHEREIER & IDSTEIN, 1985) e também no vinho de goiaba (PINO & QUERIS, 2011). O álcool fenetílico representa a segunda maior fração (1059,0µg/L) e foi o maior componente aromático encontrado em vinhos *Xerez*, bem como em vinhos *Berry* finlandeses (NYKANEM, 1986). Os alcoóis superiores (2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, 1-hexanol) são alcoóis característicos de vinhos e detectados em todas as amostras analisadas na pesquisa de SOUZA (2010). Os compostos 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol são compostos voláteis característicos de espumantes brasileiros tipo *Brut* (RIZZON et al., 2000) e são formados durante o processo de fermentação alcoólica (PINO & QUERIS, 2011).

Tanto qualitativamente (09 compostos) como quantitativamente (99,5µg/L), os terpenos foram o terceiro grupo de compostos voláteis presentes no espumante natural de goiaba. No trabalho de PINO & QUERIS (2011), esta classe representou apenas 0,2% da fração volátil do vinho de goiaba, sendo seis terpenos identificados (α -terpineol, γ -terpineol, eugenol, β -damascenona, limoneno, p-cimeno), todos também identificados na matriz da fruta, desses 06 compostos somente dois foram identificados no espumante natural de goiaba, o α -terpineol e a β -damascenona. O α -terpineol pode ser formado durante a autólise das leveduras durante a segunda fermentação, bem como o citronelol (TORRESI et al., 2011). O composto (E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona também conhecido como geranyl acetona, devido a sua estrutura é classificado como um norisoprenóide derivado da degradação de terpenos de longa cadeia carbônica como a β -caroteno e o licopeno, que contribui com o aroma de flores aos frutos maduros (LEWINSOHN et al., 2005; CENTENO & RUST, 2009). Compostos C₁₃-norisoprenóides foram identificados no espumante, como vitispirano (21,5µg/L), β -ionona (10,4µg/L) e *trans*- β -damascenona (1,1µg/L). A formação destes compostos podem estar relacionadas à degradação de pigmentos existentes na matriz goiaba (MERCADANTE, 1999), possivelmente durante a fermentação. Esses compostos são

conhecidos pela sua contribuição no aroma das frutas e de seus derivados. O vitispirano pode ser usado para diferenciar espumantes jovens dos envelhecidos conforme TORRESI et al. (2011). A β -damascenona, apesar de encontrada no espumante em baixa concentração apresenta um valor de *odor threshold* baixo (0,1 μ g/L) e, desta forma, pode influenciar de maneira expressiva no aroma do produto.

Na classe das cetonas, foram identificados apenas três compostos, a 6-metil-hept-5-en-2-ona, 2-pentanona e a acetofenona, compostos que também foram reportados por PINO & QUERIS (2011) na composição volátil do vinho de goiaba. A 6-metil-hept-5-en-2-ona (4,9 μ g/L) e a acetofenona (2,8 μ g/L) já foram reportadas também em frutas de goiaba (SCHEREIER & IDSTEIN, 1985). O composto 6-metil-hept-5-en-2-ona foi previamente reportado como sendo oriundo da degradação química de licopeno (KOBORI et al. 2014), o pigmento majoritário da goiaba (PRATTI et al., 2009).

Três ácidos foram quantitativamente identificados, representando 80,3 μ g/L, ácidos hexanóico (1 μ g/L), octanóico (44,8 μ g/L) e decanóico (34,5 μ g/L). Os ácidos decanóico e hexanóico já foram reportados em espumante do tipo *Cava* por RIU-AUMATELL (2005). O ácido hexanóico (ácido cáprico) é responsável por um odor pungente desagradável, que lembra suor, cabra. O ácido decanóico também apresenta aroma desagradável associado a notas de ranço (MOREIRA et al., 2012). Segundo PINO & QUERIS (2011), estes ácidos já foram identificados na matriz goiaba e provavelmente contribuam pouco para o sabor, pois geralmente apresentam valores altos de *odor threshold*.

Não foram encontrados compostos aldeídos nas amostras do espumante natural de goiaba. Em estudos anteriores, SOARES et al. (2007), reportaram a abundância de compostos aldeídos em frutas de goiaba imaturas, porém os autores também reportaramo decréscimo dos aldeídos e o aumento dos ésteres ao longo do processo de maturação. Em outros trabalhos,

TORRESI et al. (2011) reportaram também o desaparecimento dos aldeídos durante o envelhecimento de espumantes e RIZZON et al. (2000) em seu trabalho afirmam que para elaborar espumantes os teores de aldeídos devem ser baixos, pois estão associados à efeitos desagradáveis no consumo excessivo desta bebida.

CONCLUSÃO

O emprego do método *champenoise* para a produção de um espumante natural de goiaba mostrou-se adequado comprovado pelos parâmetros físico-químicos caracterizados no produto. A determinação da composição volátil revelou muitos compostos voláteis, entre eles, compostos possivelmente responsáveis pelo aroma e sabor dessa bebida, como os ésteres octanoato de etila, 5-hexenoato de etila, acetato de fenetila, (E)- β -damascenona, (E)- cinamato de etila, acetato de 2-metil butila, 3-metil-1-butanol. Desta forma ficou evidenciada a viabilidade da utilização de frutas como a goiaba no desenvolvimento de novas bebidas como o espumante natural.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL, F. N. P. Anuário da agricultura brasileira. **São Paulo**, 2012. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/102361901/agriannual-2012>. Acessado em: 10 out. 2013.

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Methods for analysis of must and wines**. New York: Wiley-Interscience, 1980.341p.

AZNAR, M.; LÓPEZ, R.; CACHO, J. F.; FERREIRA, V. Identification and quantification of impact odorants of aged red wines from Rioja. GC-olfactometry, quantitative GC-MS, and

odor evaluation of HPLC fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, p. 2924-2929, 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11409988>. Acessado em: 10 out. 2012. doi: 11409988.

BERNARDI, G.; VENDRUSCULO, R. G.; FERRÃO, T. S.; BARIN, J. S.; CICHOSKI, A. J.; WAGNER, R. Jelly Palm (*Butia odorata*) Wine: Characterization of Volatile Compounds Responsible for Aroma. **Food Analytical Methods**. *In press*. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12161-014-9835-5#page-1>. Acessado em: 18 Jul. 2014. DOI 10.1007/s12161-014-9835-5

BRASIL 2004. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Altera dispositivos da Lei 7679/1088. Lei 10970 de 12 de novembro de 2004. Brasil, 2004. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/Leis/2004/lei10970.htm>. Acessado em: 12 feb 2014.

BOSCH-FUSTÉ, J. et al. Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) analysis. **Food Chemistry**, v. 105, p. 428–435, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607000398>. Acessado em: 15 Jul. 2012. doi: S0308814607000398.

CENTENO, D. C.; RUST, N.; Contribuidores do sabor em tomate (*Solanum lycopersicum* var. Moneymaker) e suas inter-relações. **Revista Tropicana – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 4, 2009. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/viewFile/44/29>. Acessado em: 21 de setembro de 2013.

CHEN, H.; SHEU, M.; WU, C. Characterization of Volatiles in Guava (*Psidium guajava* L. cv. Chung-Shan-Yueh-Pa) Fruit from Taiwan. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 14, n.

4, 2006. Disponível em: <http://ntur.lib.ntu.edu.tw/handle/246246/213686>. Acessado em: 10 de ago 2012. doi: 213686.

ETIEVANT, X. P., MAARSE H., **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker, p. 483–546, 1991.

KATAOKA, H., LORD, H.L., PAWLISZYN, J. Application of solid-phase microextraction in food analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 880, p. 35–62, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967300003095>. Acessado em: 10 out 2013.

LEWINSOHN et al. Not Just colors-carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 407-415. 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224405001536>. Acessado em: 05 de agosto de 2011. doi: S0924224405001536

LIMA, R. K. et al. Composition of the essential oil from the leaves of tree domestic varieties and one wild variety of the guava plant (*Psidium guajava* L., Myrtaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Curitiba, v.20, n.1, p.41-44, jan.-mar. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2010000100009&script=sci_arttext. Acessado em: 10 de abril de 2011. doi: S0102-695X2010000100009

LOPES, R. V. V.; SILVA, F. L. H. Elaboração de fermentados a partir do figo-da-india. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n.2, p. 305-315, 2006. Disponível em: <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/palmaforrageira.pdf>. Acessado em: 14 abr. 2014.

MERCADANTE, A.Z. Chromatographic separation of carotenoids. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, p. 52-57, 1999. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10971844>. Acessado em: 11 nov 2011. doi: 10971844

MOREIRA, R. F. A.; NETTO, C. C.; MARIA, C. A. B. A fração volátil das aguardentes de cana produzidas no Brasil. **Quimica Nova**, v. 35, n. 9, p. 1819-1826, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000900022.

Acessado em: 17 mar. 2014.

Nist. National Institute of Standards and Technology's. Disponível em: <http://www.nist.gov/index.cfm>. Acessado em: 12 dez. 2012.

NYKANEN, L. Formation and occurrence of flavor compounds in wine and distilled alcoholic beverages. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 37, n. 1, p. 84-96. 1986. Disponível em: <http://www.ajevonline.org/content/37/1/84.abstract>. Acessado em: 20 out. 2010.

EL-SAYED, A. M. The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. 2014. Disponível em: <http://www.pherobase.com>. Acessado em: 12 de jul. 2014.

PRATI, P. et al. Estabilidade dos componentes funcionais de geléia de yacon, goiaba e acerola, sem adição de açúcares. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 28294, 2009. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/250389842_Estabilidade_dos_componentes_funcionais_de_geleia_de_yacon_goiaba_e_acerola_sem_adio_de_acares. Acessado em: 15 mai. 2012.

PINO J. A.; QUERIS, O. Analysis of volatile compounds of pineapple wine using solid-phase microextraction techniques. **FoodChemistry**, v. 122, p. 1241-1246, 2010. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610003079>. Acessado em: 21 jan 2011.

PINO J. A.; QUERIS, O. Characterization of odor-active compounds in guava wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 4885-4890, 2011. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf2011112#citing>. Acessado em: 11 nov. 2011. doi: 10.1021/jf2011112.

RIBÉREAU-GAYON P, MAUJEAN A, DUBOURDIEU D. **Handbook of Enology**. V. 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. 2ed. England: John Wiley & Sons, Ltd, 2006. 441p.

RIU AUMATELL, M. **Caracterización de compuestos volátiles em bebidas derivadas de fruta**. 2005. 130p. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Doutorado: Medicamentos, alimentação e Saúde. Universidade de Barcelona. Espanha. Disponível em: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/42493>. Acessado em: 10 jul 2014.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; ABARZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves, Embrapa: Uva e Vinho, 2000. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/538714>. Acessado em: 25 mar 2014.

SANDHU, D.K.; JOSHI, V.K. Technology, quality and scope of fruit wines especially apple beverages. **Indian Food Industry**, v. 14, n. 1, p. 24 - 34, 1995.

SCHREIER, P; IDSTEIN, H. Volatile constituents from Guava (*Psidium guajava*, L.) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 33, p. 138-143, 1985. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00061a039>. Acessado em: 25 abr. 2012. doi: 10.1021/jf00061a039

SOARES, F. D. et al. Volatile and non-volatile chemical composition of the white guava fruit (*Psidium guajava* L.) at different stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 100, p. 15–21, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.061>. Acessado em: 10 mai. 2011. doi: j.foodchem.2005.07.061

SOUZA, A. L. C. **Uso de metodologias combinadas de análise sensorial e químico-analíticas para controle de qualidade de vinhos espumantes nacionais**. 2010. 77p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal da Bahia. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/8740>. Acessado em: 12 mar 2014.

TORRESI, S. FRANGIPANE, M. T.; ANELLI, G. Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review. **Food Chemistry**, v. 129, p. 1232–1241, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.006>. Acessado em: 25 abr. 2012. doi: j.foodchem.2011.05.006

UBIGLI, M. Guida all'assaggio degli spumanti. In Ed agricole (Ed), **I profili del vino**, p. 103–116, 2004. Disponível em: http://www.astilibri.com/cultura/profili_vino09.htm. Acessado em: 16 mai. 2014.

WITT, M. Z. **Elaboração de Espumantes pelo Método *Champenoise* na Vinícola Cave de Amadeu**. 2006.63p. Trabalho de conclusão de curso superior de tecnologia de viticultura e enologia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves. Disponível em: http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20095384431853tcc_marianazavagnawitt.pdf. Acessado em: 25 abr 2011.

Tabela 1. Caracterização físico-química do espumante natural de goiaba

Parâmetros	Valores
pH	3,60±0,20
Acidez volátil (mEq/L)	13,1±0,60
Acidez total (mEq/L)	114± 1,07
Graduação alcoólica (°GL)	12,00±0,30
Açucars redutores (g/L)	4,20±0,40

Tabela 2. Compostos voláteis identificados no espumante natural de goiaba

Classe	Compostos	ID ^a	IR _{Exp}	IR _{Lit}	(µg/L)	DP	Odor threshold ^b (µg/L)
Ésteres	Acetato de etila	a	<700	613	5,1	0,01	-
	Isobutirato de etila	b	705	740	63,4	0,00	-
	Acetato de isobutila	b	744	753	14,6	0,06	66,0
	Lactato de etila	b	814	815	18,2	0,01	1400,0
	Acetato de isopentila	b	881	878	77,2	0,01	-
	Acetato de 2-metil butila	b	883	880	335,0	0,03	30,0
	Hexanoato de metila	b	927	916	60,2	0,04	-
	Hexanoato de etila	a	1003	1001	2,8	0,00	30,0
	3- (E)-hexenoato de etila	a	1009	1003	0,4	0,00	14,0
	Acetato de hexila	b	1016	1008	176,0	0,01	-
	5-hexanoato de metila	b	1018	989	106,3	0,01	2,0
	2- (E) -hexanoato de etila	b	1045	1010	7,3	0,01	-
	Furoato de 2-etila	b	1053	1047	3,9	0,01	-
	Octanoato de metila	b	1140	1126	11,2	0,01	-
	3-etil-3-hidróxi-hexanoato	b	1143	1126	4,4	0,00	-
	Benzoato de etila	b	1174	1174	0,9	0,01	-
	Octanoato de etila	a	1198	1195	383,0	0,00	5,0
	Acetato de fenetila	b	1242	1244	21,6	0,00	0,5
	Hexanoato de isopentila	b	1249	1250	4,5	0,00	-
	Acetato de 2-feniletila	b	1254	1260	100,1	0,00	250,0
	Decanoato de etila	b	1384	1397	116,0	0,01	200,0
	Etil-3-metilbutil butanoato	c	1427		21,4	0,00	-
	Succinato de dietila	b	1430	1480	5,8	0,00	70,0
	Lactato de feniletila	c	1434	1438	2,9	0,00	-
	Octanoato de isopentila	b	1442	1446	4,2	0,00	-
	(E)-cinamato de etila	b	1460	1462	21,6	0,00	1,1
	Tetradecanoato de isopropila	b	1781	1793	1,5	0,00	-
		Somatório				1564,3	
Terpenos	α-terpineol	b	1190	1189	19,7	0,00	330,0
	Citronelol	b	1224	1228	2,7	0,00	-
	Vitispirano	b	1272	1286	21,5	0,03	-
	β-ionona	b	1308	1385	10,4	0,00	-
	(E)-β-damascenona	b	1379	1367	1,1	0,00	0,1
	β-Farneseno	b	1453	1473	0,9	0,00	-
	(Z)-α-bisabolenoepóxido	b	1470	1496	5,3	0,00	-
	Geranyl acetona	b	1449	1448	24,5	0,00	-
	β-nerolidol	b	1555	1553	13,4	0,00	-
		Somatório				99,5	
Cetonas	2-pentanona	b	742	<700	1,9	0,01	-
	6-metil-hept-5-en-2-ona	b	988	974	4,9	0,00	-
	Acetofenona	b	1062	1065	2,8	0,01	65,0
	Somatório				9,5		
Alcoois	2-metil-1-butanol	a	744	755	33,6	0,00	280,0
	3-metil-1-butanol	a	741	737	2434,0	0,00	280,0
	(Z)-3-hexenol	b	861	861	269,0	0,00	385,0
	1-hexanol	a	874	869	227,0	0,00	600,0
	1-hexanol-2-etil	b	1031	1024	1,8	0,00	270,0
	1-octanol	a	1073	1071	5,1	0,00	-
	Alcoolfenilético	a	1132	1120	1059,0	0,00	1100,0
	(Z)-3-nonenol	b	1163	1126	1,1	0,00	200,0
	1-nonanol	b	1178	1171	6,7	0,00	-
	2-undecanol	b	1258	1294	1,5	0,00	-
	Somatório				4038,8		
Ácidos	Ácido hexanóico	a	991	981	1,0	0,00	3000,0
	Ácido octanóico	b	1194	1191	44,8	0,00	-
	Ácido decanóico	b	1376	1378	34,5	0,00	10000,0
	Somatório				80,3		

a) Confiabilidade da identificação: a) positivamente identificados através da utilização de padrões; b) tentativamente identificados através da concordância do espectro de massas e do IR com a literatura (NIST, EI-Sayed, 2014); c) tentativamente identificados através da concordância do espectro de massas experimental com os da NIST 05 b) odor threshold retirado da literatura (Pino & Queris, 2011)

2.2 Artigo 2. Caracterização e aceitação de fermentado e espumante natural de goiaba

CARACTERIZAÇÃO E ACEITAÇÃO DE FERMENTADO E ESPUMANTE NATURAL DE GOIABA

Silvana Maria Michelin Bertagnolli¹, Aline de Oliveira Fogaça², Márcia Rippel da Silveira³,
Neidi Garcia Penna⁴

Resumo

As bebidas fermentadas apresentam-se como alternativa no desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de produtos derivados com maior período de vida útil e maior valor agregado. Sendo assim, o objetivo deste estudo, além da produção de bebidas fermentadas como vinho e espumante e realizar a sua caracterização por meio das análises físico-químicas, carotenóides, licopeno, ácido ascórbico e polifenóis totais e sua aceitação por meio de análise sensorial. As bebidas fermentadas a partir da goiaba apresentaram altos teores de polifenóis totais, porém tanto os teores de vitamina C, licopeno e caroteno diminuíram durante o processamento. Sensorialmente, tanto o vinho quanto o espumante de goiaba foram bem aceitos, apesar de que o espumante tenha apresentado melhores índices de aceitabilidade que o vinho.

Palavras-chave: polifenóis totais; vitamina C; licopeno; caroteno; análise sensorial; bebidas fermentadas.

CHARACTERIZATION AND ACCEPTANCE OF GUAVA WINE AND SPARKLING WINE

Abstract

The fermented beverages are an alternative in the development of technologies for the production of guava products with longer expiration dates and greater added value. Thus, the aim of this study is the production of fermented beverages such as wine and sparkling wine and also the characterization through physical-chemical analysis, carotenoids, lycopene, ascorbic acid and total polyphenols and its acceptance through sensorial analysis. The fermented beverages from guava showed high concentration of total polyphenols, but the values of C vitamin, lycopene and carotene decreased during the processing. Sensorially, the

wine and the sparkling wine were well accepted, but the sparkling wine showed better results in terms of acceptability.

Key words: total polyphenols; C vitamin; lycopene; carotene; sensorial analysis; fermented beverages.

Introdução:

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma árvore frutífera da família *Myrtaceae* originária de regiões tropicais da América Central e da América do Sul distribuída e cultivada, principalmente em países de climas tropicais e subtropicais (LIMA et al., 2010). O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta, junto com outros países como o México, o Paquistão e a Índia (SATO et al., 2004). Segundo Sato et al. (2004), a cor da polpa do fruto pode apresentar diversas tonalidades, sendo os dois tipos mais comuns, a vermelha e a branca. É uma fruta rica em fibras, vitamina B₆, vitamina C e carotenóides, em especial o licopeno, pigmento importante na prevenção de alguns tipos de câncer (FERREIRA et al., 2000).

A goiaba é um dos frutos de maior importância não só devido ao seu elevado valor nutritivo, mas pela excelente aceitação do consumo *in natura*, sua grande aplicação industrial, e também porque pode se desenvolver em condições adversas de clima (GONGATTI NETTO et al., 1996). A alta perecibilidade, juntamente com a falta de disponibilidade de armazenamento durante os meses de pico de processamento industrial/safra, contribuem para inúmeras perdas pós-colheita (SATO et al., 2004). O desenvolvimento de novos produtos utilizando esta matéria-prima seria promissor, evitando assim maiores perdas pós-colheita e melhor aproveitamento dos frutos durante a safra.

Há muito tempo se tem conhecimento que bebidas fermentadas de frutas constituem produtos promissores devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de contribuírem para a redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis. Tradicionalmente, a fermentação de vinhos é proveniente de mostos de uvas, que são utilizadas como matérias-primas principais para produção de vinhos. No Brasil, foram realizados estudos com diferentes espécies de frutos tropicais como cajá, cacau, siriguela, graviola, camu-camu, acerola e kiwi alcançando resultados promissores, demonstrando, dessa forma, mais uma opção para o aproveitamento destes frutos tropicais (AZEVEDO et al., 2007).

A legislação brasileira prevê a produção de fermentados alcoólicos de frutas no Decreto n. 6871 de 2009 que regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, lei esta que

dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. No artigo 44, esta lei denomina fermentado de fruta como a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do respectivo suco integral ou concentrado, ou polpa, que poderá nestes casos, ser adicionado de água. Ainda, em seu parágrafo 3º, refere que o fermentado será denominado “fermentado de ...”, acrescido do nome da fruta utilizada (BRASIL, 2009).

Além do fermentado de goiaba, podemos ainda usar o fruto para a produção de espumante natural de goiaba. O consumo de espumantes apresenta uma alta sazonalidade no Brasil, estando associado a datas de fim de ano e comemorações especiais, o consumo é mais baixo do que as demais categorias de vinhos, no entanto, vêm crescendo acentuadamente nos últimos anos. Novos produtos fermentados podem eventualmente modificar esse hábito e, assim, esses produtos serem consumidos durante o ano inteiro.

O objetivo deste estudo foi elaborar bebidas fermentadas - fermentado e espumante natural- a partir de goiaba, avaliando os teores de licopeno, caroteno, vitamina C e polifenóis totais e sua aceitação por meio de análise sensorial.

Materiais e Métodos:

Frutos maduros de goiaba (*Psidium guajava* L.- 83Kg) da variedade ‘Paluma’ foram cedidos pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria-RS. Os frutos foram lavados em água corrente e sanificados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 200 ppm por 15 minutos. Em seguida, os frutos foram cortados ao meio, as cascas e as sementes foram removidas manualmente com auxílio de facas de aço inox e a polpa usada para a produção do fermentado e espumante natural de goiaba.

A polpa resultante (34,6 Kg) foi batida em liquidificador para a obtenção do mosto. Ao mosto foram adicionadas enzimas pectinolíticas, utilizando o sistema enzimático LAFAZYM®(2g/hL), realizadas a sulfitagem (10 mg/L), a chaptalização (e a adição de leveduras comerciais (20g/hL) para proceder à fermentação que foi conduzida em vasilhames plásticos, previamente escaldados. Após o término da fermentação alcoólica foi realizada a trasfega e engarrafamento do fermentado em garrafas de vidro e rolhas de cortiça e armazenado a temperatura ambiente.

A polpa resultante (34,6 Kg) foi batida em liquidificador para a obtenção do mosto, ao qual foi adicionado enzimas pectinolíticas (LAFAZYM®, 2g/hL), então realizado os

procedimentos de sulfitagem (10ppm), chaptalização (alcançando 16,2°Brix, 13,5g/L) e a adição de leveduras comerciais (20g/hL). A fermentação foi conduzida em vasilhames plásticos de 5L. Após o término da fermentação alcoólica foi realizada a trasfega e engarrafamento do fermentado base para a produção do espumante natural, seguindo a metodologia descrita por WITT (2006). O fermentado base contendo 5,8 °Brix foi retirado das garrafas, e então adicionado de sacarose (24g/L) e leveduras (0,2g/L de *Saccharomyces cerevisiae*, Laffort®). Após, foi adicionado um coadjuvante do processo a base de bentonite e dióxido de silício (Pentagel® - 0,10g/L), para facilitar o processo de clarificação; e um ativante de fermentação a base de sulfato de amônio e tiamina (Thiazote, Laffort® - 0,1g/L). A mistura foi novamente engarrafada e, então, dispostas em pilhas, em fileiras alternadas em relação ao bico e fundo. Após três meses de fermentação foi realizada a limpeza (retirada das borras) e o fechamento das garrafas com rolha de cortiça, com colocação de uma proteção de arame, chamada de gaiola, seguido de armazenamento por dois meses.

As coletas das amostras foram realizadas nas seguintes etapas: polpa (polpa antes e após ser batida no liquidificador), mosto (polpa no início da fermentação, após adição de enzimas, chaptalização, sulfitagem e adição de leveduras), durante a fermentação principal (1°, 5°, 10°, 15°, 20° e 22° dias de fermentação), trasfega (após a primeira trasfega), 2ª trasfega (após a segunda trasfega, ou seja, antes do engarrafamento do fermentado), fermentado (após estocagem por dois meses) e espumante natural (após estocagem por dois meses).

Nestas amostras foram realizadas as análises de polifenóis totais de acordo com Singleton; Rossi (1965). Licopeno e carotenóides foram determinados segundo Nagata; Yamashita (1992). A análise de vitamina C seguiu a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), além de parâmetros físico-químicos como determinação do teor alcoólico por destilação, acidez total por titulometria, açúcares redutores segundo o método de Lane & Eynon, segundo Amerine & Ough (1980).

A análise sensorial foi realizada para verificar a aceitação das bebidas fermentadas obtidas, por meio de Teste Afetivo utilizando uma Escala Hedônica de sete pontos considerando os parâmetros cor, sabor, odor e apreciação global. A análise foi realizada por 58 painelistas não treinados escolhidos aleatoriamente, os quais atribuíram valores de 1 a 7 aos atributos desgostei muito, desgostei moderadamente, desgostei, indiferente, gostei, gostei moderadamente e gostei muito, respectivamente (FERREIRA et al., 2000), sendo as amostras codificadas e distribuídas aleatoriamente aos avaliadores obedecendo sua forma usual de consumo. O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM sob nº 0181.0.243.000-1. Também foi realizado o teste de intenção de compra do fermentado e do espumante natural de goiaba.

Os resultados foram analisados estatisticamente, aplicando-se análise de variância e teste de Tukey para a comparação múltipla das médias, com nível de significância de 5%, utilizando os programas Excell® e Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001).

Resultados e Discussão:

O processamento das bebidas fermentadas foi realizado de forma mais próxima possível da fermentação de uvas, ou seja, sem adição de água, mesmo que na legislação brasileira a adição de água seja permitida. O rendimento na produção dessas bebidas fermentadas de goiaba foi de 25%. Durante o processo de fermentação houve a separação do mosto em duas fases: uma fase líquida, praticamente incolor e outra fase sólida, que foi considerada como resíduo da produção. A fase sólida tinha a coloração característica da fruta representada pelos pigmentos carotenóides, pois se supõe que esta fração seja constituída principalmente por licopeno, uma vez que, segundo Padula; Rodriguez-Amaya (1987), o licopeno representa 80% dos carotenóides presentes na goiaba. A fase líquida, por ser constituída de uma solução hidroalcoólica, com características polares, favoreceu a passagem de compostos bioativos da fase sólida (polpa da fruta) para a fase líquida, a qual foi separada da sólida e resultou nas bebidas fermentadas que apresentaram coloração clara, semelhante à vinhos brancos.

Na tabela 1 estão apresentados os parâmetros físico-químicos das bebidas de goiaba elaboradas (vinho e espumante natural). De acordo com a legislação brasileira, o fermentado de goiaba pode ser enquadrado como uma bebida alcoólica fermentada de goiaba (BRASIL, 2009), a qual deve apresentar uma graduação alcoólica entre 4 a 14 °GL, dessa forma ambas as bebidas elaboradas encontram-se dentro dos parâmetros oficiais. Comparando o fermentado de goiaba com outras bebidas, observa-se que a graduação alcoólica foi maior que a encontrada no vinho de palma (10 °GL) (LOPES; SILVA, 2006) e no vinho de maçã (7,3 °GL) (FERTONANI et al., 2006). Em relação a acidez, os valores foram expressos em ácido tartárico, para facilitar a comparação com vinhos. A acidez alta do fermentado de goiaba, acima de 0,80g%, demonstra que esta bebida possui potencial para elaboração de espumantes. Os valores de pH das bebidas (4,24 para fermentado de goiaba e 4,08 para espumante natural de goiaba), acima de 4,0, tornam esse produto mais suscetível ao ataque de bactérias acéticas, as quais poderão deteriorar o produto (LOPES; SILVA, 2006). Como ainda não foram

estabelecidos os padrões de qualidade e identidade para bebidas de goiaba, os valores de açúcares redutores foram comparados com a legislação de vinhos (BRASIL, 1988; BRASIL, 2004), sendo o fermentado de goiaba classificado como seco (até 5 g/L de açúcares) e o espumante natural como *demi-sec* (até 20g/L).

Os teores de carotenóides totais são apresentados na figura 1(a) e os teores de licopeno na figura 1(b). Os teores encontrados na polpa da goiaba, 208,65 µg/g de carotenóides totais e 299,86 µg/g para licopeno, foram inferiores aos encontrados por Padula e Rodriguez-Amaya (1987), os quais foram de 370 µg/g e 620 µg/g, respectivamente. Os valores encontrados para licopeno foram bastante inferiores aos teores normais deste composto em goiaba, que segundo USDA (2006), corresponde a 5204 µg/100g. De acordo com a literatura científica, os carotenóides após sofrerem um tratamento térmico (pasteurização), tornam-se mais disponíveis para a análise, devido ao extravasamento celular (FERNANDES, 2007). Sabe-se que a maior quantidade de licopeno na goiaba está contida na polpa (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008), fato este que pode ser constatado durante a fermentação, pois a fase sólida resultante continha coloração característica.

Os carotenóides são substâncias com características apolares (BOREL et al., 1996), não tendo afinidade com água ou álcool. Assim, a tendência é que não sejam extraídos pela fase líquida, permanecendo na fase sólida. O resultado desse comportamento é que o fermentado formado possuiu uma coloração clara, enquanto que o resíduo (proveniente da fase sólida) apresenta a cor típica da goiaba vermelha.

Na figura 1(c) estão apresentados os valores de vitamina C encontrados durante o processamento das bebidas fermentadas, onde percebemos que os teores dessa substância decaíram de 127,68mg% na polpa para 98,33mg% no fermentado e 35,22mg% no espumante natural de goiaba.

O conteúdo de ácido ascórbico na polpa de goiaba foi superior aos encontrados por Padula e Rodriguez-Amaya (1987) em goiabas vermelhas cultivadas no Estado de São Paulo (97,7 mg 100 g⁻¹). Entretanto, os mesmos autores encontraram valores entre 9,2 a 52,2 mg 100 g⁻¹ em goiabas produzidas na região Nordeste do Brasil, resultado que aproximou-se do reportado por Cardoso et al. (2002) que encontraram valores de 58,74mg de ácido ascórbico/100 g de vitamina C em goiabas cv. Paluma em diferentes estádios de maturação. Segundo Fernandes et al. (2007), as perdas no conteúdo de ácido ascórbico variam de acordo com o processo e equipamentos utilizados. Para a obtenção das bebidas fermentadas, a polpa da goiaba foi batida em liquidificador, processo um tanto quanto demorado e que

proporcionou a diminuição da quantidade de vitamina C durante as etapas de produção, chegando ao valor zero tanto no fermentado quanto no espumante natural de goiaba.

O teor de fenólicos totais encontrado para a polpa de goiaba, 289,02 mg/L de equivalente em ácido gálico (EAG) conforme apresentado na figura 1(d), foi superior aos descritos por Patthamakanokporn et al. (2008), que foi de 148 mg de EAG/L. Mas, em outro estudo, Luximon - Ramma et al. (2003) relatou valores ainda mais inferiores (72,2 mg/L de EAG em goiaba vermelha fresca). Por outro lado, Vasco et al. (2008) encontraram valores muito superiores para a goiaba (462 ± 128 mg/L de EAG). De acordo com Oliveira et al. (2011), da mesma forma que para carotenóides e ácido ascórbico, as variações no teor de fenólicos totais entre os diferentes estudos podem ser atribuídas a fatores como estágio de maturação, técnicas de cultivo e condições climáticas, variedades diferentes de uma mesma fruta, partes analisadas da fruta, entre outros (WU et al., 2004).

O teor de compostos fenólicos foi o único parâmetro que apresentou um aumento durante as etapas do processamento, passando de 289,02 mg/L de EAG na polpa para 678,69 mg/L de EAG no fermentado de goiaba e 629,78 mg/L de EAG em espumante natural de goiaba (Figura 1(d)). A fase líquida é formada pela água e pelo álcool (que está sendo formado durante o processo fermentativo), podendo ser considerada uma fase hidroalcoólica. A análise realizada determina o teor de compostos fenólicos totais, sem distinção de grupos. No entanto, sabe-se que os flavonóides são um grupo muito importante e que esses compostos, na sua forma aglicona ou glicosilada, estão localizados nos vacúolos das células vegetais, na fração solúvel polar, dessa forma serão facilmente extraídos em solventes polares (VERMERRIS E NICHOLSON, 2006). Portanto o aumento no teor de polifenóis durante o processo fermentativo na fase líquida, pode ser explicado pela passagem desses compostos da fase sólida para a líquida, especialmente devido a presença do álcool, o qual possui características polares. O teor de fenólicos diminuiu durante a produção de espumante natural, o que já era esperado devido a oxidação destes compostos (VERMERRIS E NICHOLSON, 2006).

Na Figura 2, estão apresentados os resultados da avaliação sensorial realizada em fermentado e espumante natural de goiaba. Todos os parâmetros receberam valores médios entre quatro e seis, pontuação que significa que os avaliadores classificaram as bebidas como indiferente e gostei moderadamente. Dentre os parâmetros avaliados, somente o parâmetro sabor apresentou diferença estatística entre os fermentados (valor 4,7) e espumantes naturais (valor 5,53) de goiaba, sendo o sabor do espumante natural de goiaba melhor aceito que o

fermentado de goiaba. Fertoni et al. (2006), ao avaliar vinho seco de maçã, também encontraram na análise sensorial uma distribuição da frequência de valores concentrados na categoria *gostar* (valor 5) na escala hedônica.

Quando os avaliadores foram questionados sobre a intenção de compra das bebidas, fermentado e espumante natural de goiaba, apresentada na figura 3, 39,76% dos avaliadores afirmaram que “provavelmente comprariam” o fermentado de goiaba e 37,93% também “provavelmente comprariam” o espumante natural de goiaba. Este quesito foi o que recebeu os maiores valores para os dois tipos de bebidas. Convém salientar também a boa intenção de compra para o espumante natural de goiaba, uma vez que 24,14% dos avaliadores afirmaram que “certamente” comprariam este produto, apesar deste tipo de produto não ser consumido habitualmente pela maioria das pessoas.

Conclusão

1- As bebidas fermentadas a partir da goiaba apresentaram alto teor de polifenóis totais, porém os teores de vitamina C, licopeno e caroteno diminuíram durante o processamento.

2- A bebidas não apresentaram a coloração característica da fruta, como era esperado.

3- Sensorialmente, tanto o fermentado quanto o espumante natural de goiaba foram bem aceitos, sendo que o sabor do espumante natural de goiaba tenha apresentado melhor aceitabilidade que o fermentado de goiaba.

Agradecimento

Os autores agradecem inicialmente ao Colégio Politécnico da UFSM pela cedência das frutas e à Vinícola Velho Amâncio de Santa Maria, RS, pela ajuda e apoio na realização de todas as etapas deste trabalho.

Referências Bibliográficas:

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Methods for analysis of must and wines**. New York: Wiley-Interscience, 1980.

AZEVEDO, A. W. M.; DALLA SANTA, H. S.; ALVAREZ, D. C.; RIGO, M.; BASTOS, R.; DALLA SANTA, O. R. Estudo da Viabilidade de Obtenção de Etanol por *Saccharomyces cerevisiae* em Mosto de Frutos de Caqui (*Diospyros kaki* L.). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 2, Jul/Dez 2007.

- BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. R. de; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C. C.; LIMA, M. A. C. Processamento, estabilidade e aceitabilidade de marinado de vongole (*Anomalocardia brasiliiana*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004.
- BOREL, P.; GROLIER, P.; ARMAND, M.; PARTIER, A.; LAFONT, H.; LAIRON, D. AZAIS-BRAISCO, V. Carotenoids in biological emulsions: solubility, surface-to-core distribution, and release from lipid droplets. **The Journal of Lipid Research**, v. 37, p.250-61, 1996.
- BRASIL 1988. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Complementação de padrões de identidade e qualidade de vinho**. Portaria nº 229 de 25 de outubro de 1988.
- BRASIL 2004. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Altera dispositivos da Lei 7679/1088**. Lei 10970 de 12 de novembro de 2004.
- BRASIL 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas**. Decreto nº 6871 de 04 de junho de 2009.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A. SASM-Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24. 2001.
- CARDOSO, L. G. V.; BARCELOS, M. F. P.; OLIVEIRA, A. F. de; PEREIRA, J. de A. R.; ABREU, W. C.; PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. G.; PEREIRA, M. C. de A. Frutos de goiabeira 'Paluma' colhidos em diferentes estádios de maturação na Região do Vale do Curu, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém, PA. *Anais...* Belém, PA: SBF, 2002. p. 1-5.
- FERNANDES, A.G.; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. da; FIGUEIREDO, R. W. de; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos Nutricionais**. Araraquara, v.18, n.4, p. 431-438, 2007.
- FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. SBCTA, Campinas, 127p., 2000.
- FERTONANI, H. C. R.; SIMÕES, D. R. S.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Potencial da variedade joaquina para o processamento de suco clarificado e vinho seco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 2, p. 434-440, 2006.

- GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós colheita**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 35 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 17 set. 2010.
- LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; ANDRADE, M. A., NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. A.L.; NELSON, D. L. Composition of the essential oil from the leaves of tree domestic varieties and one wild variety of the guava plant (*Psidium guajava* L., Myrtaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.20, n.1, p.41-44, jan.-mar. 2010.
- LOPES, R. V. V.; SILVA, F. L. H. Elaboração de fermentados a partir do figo-da-india. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n.2, p. 305-315, 2006.
- LUXIMON-RAMMA, A.; BAHORUN, T., CROZIER, A. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 5, p. 496-502, 2003.
- NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.
- OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. da C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.
- PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, v. 16, p. 209-216, 1987.
- PATTHAMAKANOKPORN, O.; PUWASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 3, p. 241-248, 2008.
- RODRIGUEZ-AMAYA D. B., KIMURA M., GODOY H. T., AMAYA-FARFAN J.. UPDATED. Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, p. 445– 463, 2008.
- SATO, A. C. K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CUNHA, P. L. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p. 550-555, out.-dez. 2004.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 20, p. 144-158, 1965.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Agricultural Research Service. **USDA nutrient database for standard reference**: release 17, SR 17. 2006. Disponível em: www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp. Acessado em: 25 nov. 2010.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

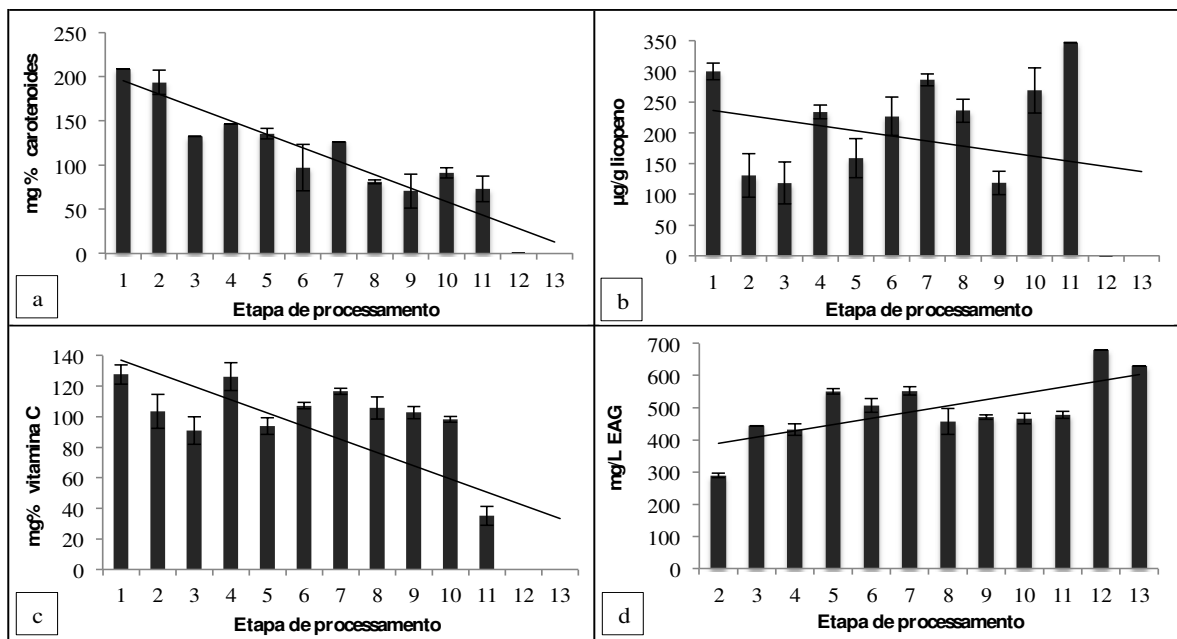
VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. **Phenolic Compound Biochemistry**. Nicholson (Eds.). Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2006. 276 pp.

WITT, M. Z. **Elaboração de Espumantes pelo Método Champenoise na Vinícola Cave de Amadeu**. 63p. Trabalho de conclusão de curso superior de tecnologia de viticultura e enologia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2006.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 12, p. 4026-4037, 2004.

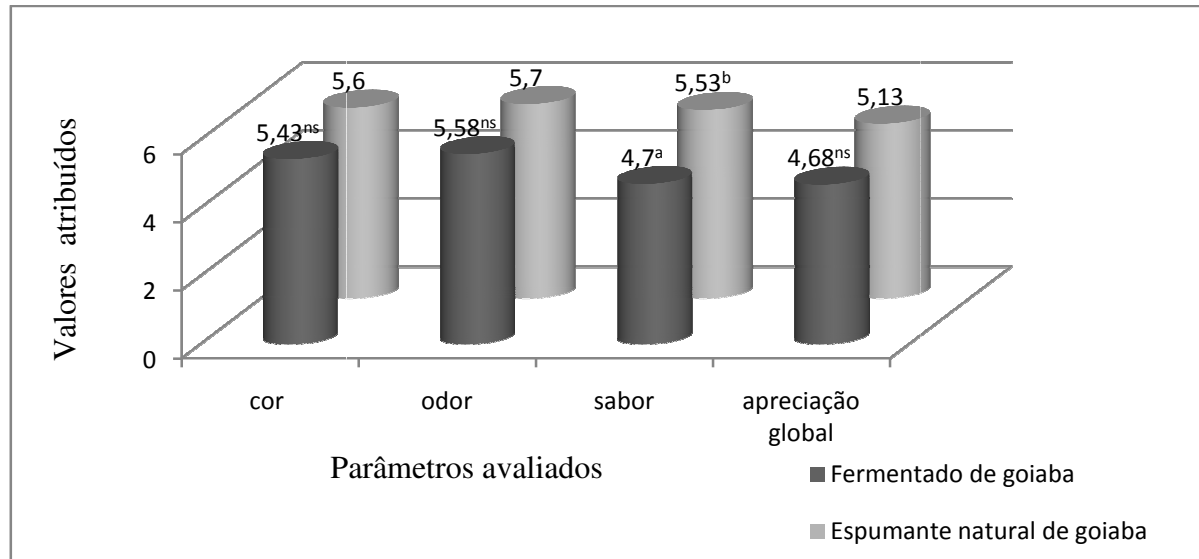
Tabela 1- Caracterização físico-química do fermentado e do espumante natural de goiaba

Parâmetros	Vinho de goiaba	Espumante natural de goiaba
Acidez (% em ácido tartárico)	0,86	0,83
pH	4,24	4,08
SO ₂ livre (mg/L)	58	153
SO ₂ total (mg/L)	140	155
Açúcares totais (g/L)	2,5	20
Gradação alcoólica (°GL)	11,6	11,4



Legenda: polpa (polpa após (1) ser batida no liquidificador), mosto (2, polpa no início da fermentação, após adição de enzimas, chaptalização, sulfitagem e adição de leveduras), durante a fermentação principal (1º dia (3), 5º dia (4), 10º dia (5), 15º dia (6), 20º dia (7) e 22º dia (8) de fermentação), trasfega (9, após a primeira trasfega), 2ª trasfega (10), fermentado de goiaba (11, durante o engarrafamento e 12, após estocagem por dois meses) e espumante natural de goiaba (13, após estocagem por dois meses).

Figura 1. Concentração de carotenóides totais (a), licopeno (b), vitamina C (c) e polifenóis totais (d) durante as etapas de produção do fermentado e espumante natural de goiaba.



* Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

** ns – diferença não significativa

Figura 2. Resultado da avaliação sensorial em fermentado e espumante natural de goiaba.

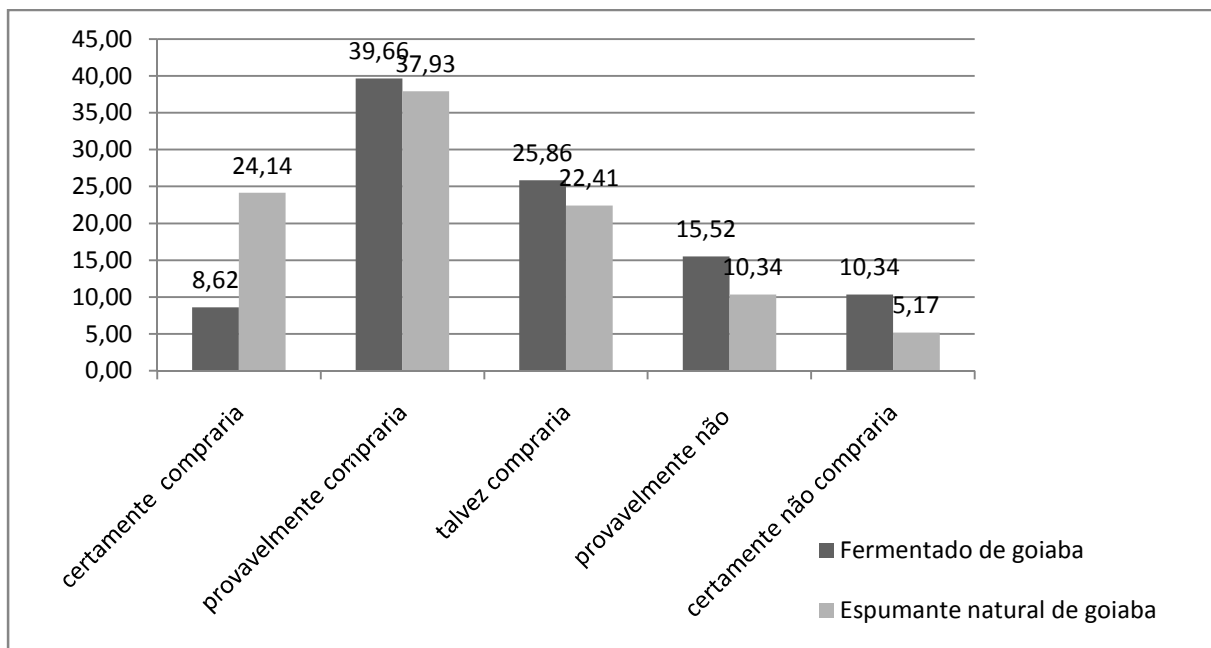


Figura 3. Intenção de compra de fermentado e espumante natural de goiaba.

2.3 Artigo 3. Bioactive compounds and acceptance of *cookies* made with Guava peel flour

Compostos bioativos e aceitação de biscoitos tipo *cookies* produzidos com farinha da casca de goiaba

***Cookies* made with Guava peel flour**

Silvana Maria Michelin Bertagnolli^{1*}, Márcia Liliane Rippel Silveira², Aline de Oliveira Fogaça¹, Liziane Umann³ and Neidi Garcia Penna⁴

Authors' abbreviated names: Bertagnolli, S.M.M, Silveira, M.L.R., Fogaça, A.O., Umann, L., Penna, N.G.

¹Professor of the Pharmacy Program, Area of Health Sciences, Franciscan University Center, Santa Maria, RS, Brazil

²Masters student of Food Science and Technology Graduate Program, UFSM, Santa Maria, RS, Brazil

³Academic of the Pharmacy Program, Area of Health Sciences, Franciscan University Center, Santa Maria, RS, Brazil

⁴Professor of the Food Science and Technology Graduate Program, UFSM, Santa Maria, RS, Brazil

*Corresponding Author:

Silvana Maria Michelin Bertagnolli

Rua Agostinho Sangoi, 71, Bairro N^a. S^a. Lourdes

CEP 97050-490, Santa Maria – RS, Brazil

silvibert@yahoo.com.br

RESUMO- O aproveitamento de resíduos industriais de frutas no processamento de novos alimentos representa um novo passo importante para as indústrias alimentícias. Os objetivos deste estudo foram elaborar formulações de *cookies* utilizando diferentes concentrações de farinha de casca da goiaba (FCG) (30%, 50% e 70%), avaliar a composição centesimal, o teor de compostos fenólicos, licopeno e caroteno nos *cookies* e na farinha e avaliar a aceitação sensorial dos *cookies*. Os resultados mostraram baixos percentuais de umidade, lipídeos e carboidratos na farinha e nos *cookies*. Evidenciou-se que a FCG é rica em fibras, cinzas, polifenóis e caroteno. Os resultados da análise sensorial demonstraram satisfatória aceitação dos *cookies* contendo 30% de FCG em relação aos atributos odor, sabor e textura. Os *cookies* contendo 50% e 70% de FCG obtiveram satisfatória aceitação somente para o parâmetro odor. Conclui-se que a FCG pode ser utilizada na substituição parcial da farinha de trigo para elaboração de *cookies*, com o intuito de melhorar sua qualidade nutricional sem perda da qualidade sensorial do produto.

Palavras-chave: Polifenóis, Análise sensorial, Composição centesimal

Abstract

The use of fruit industrial waste in the processing new foods represents an important new step for the food industry. This study aimed to develop cookie recipes using different amounts of guava peel flour (GPF) levels (30%, 50%, and 70%) to evaluate the proximate composition, and the phenolic compound, lycopene, and β -carotene levels in the cookies and flour and to evaluate the cookie sensory acceptance. The results demonstrated low moisture, lipid and carbohydrate contents in the flour and cookies. GPF was considered rich in fiber, ash, polyphenols, and β -carotene. The sensory analysis showed satisfactory acceptance of the cookies containing 30% GPF regarding the aroma, flavor, and texture attributes. The cookies

containing 50% and 70% GPF received satisfactory acceptance regarding to aroma only. In conclusion, GPF can be used to partially replace wheat flour in the preparation of cookies to improve the nutritional quality without affecting the product sensory quality.

Keywords: Polyphenols, sensory analysis, proximate composition

1. Introduction

Currently, the food sector has to deal with a high rate of food waste produced by industrial fruit processing of various products such as jams, wines, juices, ice cream, sweets, and others. The use of waste from industrial processing of fruits is an important new step for the food industry. Reuse guava processing waste, such as guava peel, could increase the raw material yield, thus minimizing the problems caused by the disposal of large amount of industrial waste and also expand alternative food production (1). An economically and technologically feasible alternative would be to produce flour from guava peels in order to either make new products, such as cookies, or partially replace wheat flour to improve the products' nutritional quality since guava has good antioxidant potential and high vitamin C and phenolic compound levels and pigments such as β -carotene and lycopene (2).

Numerous studies have been carried out in order to replace wheat with flour made from waste from fruit residues in the preparation of bakery products such as biscuits like cookies due to economic constraints, business requirements, new consumption trends, and specific eating habits. (3, 4). Fruit residues can be important sources of nutrients and, to satisfy consumer demand for healthier products, many food industries are finding ways to add functional ingredients to their products (5). According to Aquino et al. 2010 (3), when added to foods, such ingredients are associated to healthy products by customers since they are able to modify/enhance the taste, texture, aroma, color, and nutritional value of the products

produced. Santucci et al. (2003) (6) stated that the mixture of flour made from unconventional products with wheat flour improves the nutritional quality of cookies and may even improve their palatability making them more accepted by consumers. Souza, Ferreira and Vieira (7) concluded that the flour prepared from passion fruit shell can be used in the enrichment of products such as breads, cookies, and Granola bars improving their nutritional and technological qualities, besides being an alternative to reduce the by-product waste in the food industry. Among the bakery products, biscuits are one the most commonly used products in the incorporation of different ingredients for their nutritional diversification. This is mainly due to factors such as ease of use, good nutritional quality, availability of different varieties, and affordable cost. Accordingly, products such as cookies are a good subject for the studies on mixed flour, due to economic or nutritional reasons (5).

However, it is important that the waste selected to integrate mixed flours are evaluated in terms of chemical composition and nutrition for the development of technology that enables its use in cookies efficiently, without any damage to the quality of products. Therefore, this study aimed to develop cookie recipes using different amounts of guava peel flour (GPF) and to evaluate its proximate composition and the content of polyphenols, lycopene, and β -carotene in the flour and in the cookies, as well as to evaluate the cookie sensory acceptance.

2. Materials and methods

Guava (*Psidium guajava*L. var. *Paluma*) fruits were acquired from the Polytechnic College of the Federal University of Santa Maria (Universidade Federal de Santa Maria - UFSM) in the municipality of Santa Maria, state of Rio Grande do Sul-RS, Brazil. The fruits were washed under running water, disinfected with 200 ppm sodium hypochlorite (NaClO) for 15 minutes, and rinsed. The peels were manually removed using stainless steel knives and were weighed

to determine the yield. Material preparation and the physicochemical analyses were performed at the Laboratory of Food Science at the Franciscan University Center (Centro Universitário Franciscano – UNIFRA), Santa Maria-RS, Brazil.

After the peels were weighed, they were cut into small pieces. The fractions were then dried in a convection drying oven at 55°C for 72 hours and ground using a mill (Tecnal® Willye TE 650). The crushed material was then sieved through a 35 mesh sieve to obtain flour (GPF) with maximum particle size of 500 µm. The flour was again weighed to calculate the yield, packed in sealed glass containers, and stored at room temperature 24h prior to cookie preparation. The characterization assays were performed in triplicate after two days of flour production.

Starting with a basic cookie recipe (8) (Table 1), the cookies were prepared with different amounts of wheat flour (WF) and GPF, as shown in Table 2.

Table 1. Basic cookie recipe.

<i>Ingredients</i>	<i>Quantities</i>
Wheat flour	180 g
Vanilla	2 mL
Milk	35 mL
Butter	100 g
Sugar	85 g
Salt	1 g
Baking powder	3.5 g
Egg yolk	1 unit

Source: Ishimoto et al. (8).

Table 2. Content of Wheat flour (WF) and guava peel flour (GPF) used to prepare the cookies.

<i>Formulations</i>	<i>WF content (%)</i>	<i>GPF content (%)</i>
1	70	30
2	50	50
3	30	70

The physicochemical determinations of the GPF and cookies were performed according to the analytical standards proposed by the Adolfo Lutz Institute (9).

For determining the total polyphenol, lycopene, and β -carotene levels in both the flour and cookies, an extract with 4 g of dry sample was prepared and added to 40 mL of 50% methanol, followed by agitation, 60-minute rest period, and centrifugation to separate the supernatant. Then, 40 mL of 70% acetone was added to the pellet, followed by agitation, 1-hour rest period, and centrifugation. The supernatants were then filtered, transferred to a 100-mL volumetric flask, brought to the final volume with distilled water, placed into glass containers, and frozen (10).

The total polyphenol content was determined according to the Singleton and Rossi method (11) using the Folin-Ciocalteu reagent. The absorbance was read using a spectrophotometer UV/VIS (Pro Analise[®] UV 1100), in triplicate, at a wavelength of 765 nm. Gallic acid was used as a standard to construct the calibration curve, and the results were expressed in milligrams of gallic acid equivalent (mg GAE) per 100 gram of product.

The lycopene and β -carotene levels were determined according to Nagata and Yamashita (12). The reading was performed in a spectrophotometer UV/VIS (Pro Analise[®] UV 1100) at 453, 505, and 663 nm, and the results were expressed in $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$.

The sensory analysis of the cookies was performed according to the standards of the Adolfo Lutz Institute (9) using an affective test of acceptability based on a five-point hedonic scale (from 1= "disliked" to 5= "liked a lot") to evaluate the sensory properties of color, aroma, flavor, texture, and appearance. The test was conducted with a total of 56 randomly selected untrained tasters, who received the samples coded; they were also given an informed consent form and the sensory analysis evaluation form. This study was approved by the Research Ethics Committee (Comitê de Ética e Pesquisa – CEP) of UNIFRA under protocol no. 006.2012.2.

The experimental data were obtained using a simple completely randomized design (CRD) with three replicates. The results were expressed as the means \pm standard deviations using a Microsoft® Excel 2007 spreadsheet. An analysis of variance (ANOVA) ($p < 0.05$) was performed to test the differences between the results. For the statistical analysis, the Tukey's test ($p < 0.05$) was applied using the SASM-Agri statistical software (13).

3. Results and discussion

The proximate composition results of the GPF and the cookies analyzed in this study are shown in Table 3.

Table 3. Average values of proximate composition ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) of guava peel flour (GPF) and different cookie recipes.

<i>Analyses</i>	<i>Flour (GPF)</i>	<i>Recipe 1</i>	<i>Recipe 2</i>	<i>Recipe 3</i>
Moisture	7.9 \pm 0.16	2.7 \pm 0.30 ^c	4.9 \pm 0.27 ^b	42.1 \pm 2.16 ^a
Crude fiber	15.2 \pm 0.59	2.0 \pm 0.37 ^c	4.5 \pm 0.24 ^a	3.8 \pm 0.38 ^b
Ash	11.1 \pm 0.11	3.3 \pm 0.58 ^b	4.0 \pm 0.18 ^a	4.2 \pm 0.21 ^a
Fat	1.6 \pm 0.06	5.3 \pm 1.14 ^a	4.1 \pm 0.89 ^b	3.8 \pm 1.14 ^c
Protein	6.0 \pm 0.59	4.3 \pm 0.81 ^b	5.0 \pm 1.43 ^a	4.8 \pm 0.95 ^a
Carbohydrates*	58.2 \pm 1.92	82.4 \pm 2.92 ^a	77.5 \pm 2.15 ^b	41.3 \pm 1.87 ^c

Means followed by the same uppercase letter in the same row are not significantly different at 5% probability level ($p < 0.05$) by Tukey's test.

*Carbohydrates calculated by the difference from the other components.

Mean values + standard deviation of triplicate determinations and expressed as wet base.

There are few studies in the literature on the use of vegetable peels for making flour. No studies were identified in the literature reporting data of proximate composition of guava peel flour; only a few studies on fresh fruit and guava pomace residues were found. This lack of data on GPF may explain the differences observed between the data analyzed and those available in the literature because the flour undergoes prior physical processes, such as heating, which may change its physical and chemical properties.

The moisture content of the flour obtained from the guava peels was $7.9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, which was within the standard required by law (i.e., a maximum of $15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ [m/m] moisture for flour] according to the Brazilian National Health Surveillance Agency (Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA) (14). According to El-Dash and Germani (15), flours with moisture content above $14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ tend to form lumps, which can affect continuous dough production; flour and water should be mixed evenly in the dough mixture in the manufacturing bakery products.

In a study by Munhoz, Sanjinez-Argandoña, and Soares-Junior (16), the moisture content of flour obtained from guava pulp was $12.55 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, and the moisture content of flour obtained from the pulp with guava peel was $13.24 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$; these results are higher than those obtained in the present study. Fernandes et al. (17) found the average moisture content of $9.72 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in potato (*Solanum tuberosum* Lineu) peel flour; a value that is also higher than that of the present study. Souza, Ferreira, and Vieira (7) found moisture content of $6.09 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in passion fruit peel flour; which is lower compared to that of the present study but is in agreement with the maximum value set by ANVISA for flours. In terms of moisture, the GPF value gives exhibited physicochemical stability and long shelf-life since it was properly stored (18).

The moisture levels in the three cookie recipes were significantly different ($p > 0.05$) between themselves since the moisture content increased as greater amount of GPF was added to the recipe. However, the moisture levels remained within the limits recommended for this type of product in the first two recipes, which had 30% and 50% GPF (2.7 and 4.9 g.100 g⁻¹, respectively). Cookies with low moisture content will have better shelf life conditions if they are packed and stored in properly (i.e., packaging wich is impervious to moisture, gases, and preferably with a light barrier. Cookies supplemented with 70% GPF had the highest difference in moisture content (42.1 g.100 g⁻¹). This difference is probably due to insufficient baking time (30 minutes). Perez and Germani (4) high lighted that as the quantity of eggplant flour increased in crackers, water and fiber content levels also increased, evidencing the high hygroscopicity (high water retention capacity) of the fiber present in the eggplant flour.

The GPF had high fiber content (15.24 g.100 g⁻¹); fiber content also affected the cookies, which had increasing fiber levels with increasing amounts of GPF, except for the third recipe (70% GPF).The three results were significantly different. Souza, Ferreira, and Vieira (7) found a value of 66.37 g. 100 g⁻¹ fiber in passion fruit peel flour, which is higher than that found in the present study. In contrast, Borges, Pereira, and Lucena (19) found 1.01 g.100 g⁻¹ fibers in green banana peel flour, which is well lower than the fiber content of GPF. This difference is due to the high moisture content present in cookie 3.

The average ash content of the flour in this study was higher than the that reported by Munhoz, Sanjinez-Argandoña, and Soares-Junior (16), who obtained a value of 2.69 g.100 g⁻¹ ash in flour made from guava peel and pulp. Boari Lima et al. (20) found levels of 2.88 and 4.40 g. 100 g⁻¹ of ashes in jaboticaba peel (*Myrciaria cauliflora* Berg) of varieties Paulista and Sabará, respectively.

Souza, Ferreira, and Vieira (7) found an ash content of 8.13 g.100 g⁻¹ in passion fruit peel flour, and Fasolin et al. (21) obtained only 2.62 g.100 g⁻¹ ash in a study with green banana flour; Martínez et al (22) found 2.4 g.100 g⁻¹ in the co-products (peel, pulp, and seed) of guava (cv. Paluma). These studies suggest that the proximate compositions of plants differ according to fruit botanical classification, soil type, edaphoclimatic conditions, and others. Gondim et al. (23) suggest that fruit peels exhibit more minerals than their edible parts, which explains the significant mineral contents obtained in this study.

The ash contents in the cookies were significantly different; the ash contents in the recipes increased with the increasing amounts of GPF added to the product. In cookies supplemented with macambira (*Bromelia laciniosa*) flour, the ash content was 1.95 g.100 g⁻¹, lower than the results obtained in this study (24). GPF had low fat content (1.63 g.100 g⁻¹), which is similar to the results reported by Souza, Ferreira, and Vieira (7) (1.64 g.100 g⁻¹) for passion fruit peel flour and also similar to the results reported by Fernandes et al. (17) (1.61 g.100 g⁻¹) for potato skin flour. In a study by Uchoa et al. (25), the lipid contents for edible powders of cashew and guava pomace residues were 3.03 and 9.74 g.100 g⁻¹, respectively. In contrast, these authors detected only 0.75 g.100 g⁻¹ fat in an edible powder obtained from passion fruit peels, which is much lower than the value found in this study. Despite this significant difference, the fat value decreased in the cookies when greater amount of wheat flour was replaced with guava peel flour, demonstrating that this replacement potentially reduces this product fat content.

Perez and Germani (4) prepared cookies using eggplant flour and noted increasing fat contents (18.11, 19.07, and 21.33%) when greater amount of wheat flour was replaced with eggplant flour (10%, 15%, and 20%), values that are much higher than those obtained in this study. In cookies supplemented with macambira flour, the lipid content was found to be 7.97%, which is also higher than the value obtained in this study (24).

The protein content of GPF in this study was higher than the crude protein contents of edible powders from passion fruit peels (0.96%) and cashew and guava pomace residues (1.16% each) (25). As shown in table 3, there was no significant difference between the formulations 2 and 3 had ($p < 0.05$), but they differed from formulation 1. The results obtained demonstrate that the cookies made with the largest concentrations of GPF had the greatest protein levels, which is directly related to the high protein content of the flour. The protein content of 6.78 g. 100 g⁻¹ found by Aquino et al. (3) for the cookies made with 10% flour made from acerola waste (*Malpighia glabra* L.) is higher than the values obtained for the cookies in the present study. Nevertheless, these authors also found that the greatest protein source in biscuits was related to the high protein content of the acerola residue flour (8.88 g. 100 g⁻¹).

The carbohydrate content of GPF was lower than that reported by Souza, Ferreira, and Vieira (7) in passion fruit peel flour (77.07 g.100⁻¹), but the values obtained were higher than those reported by Martínez et al. (22) for a co-product of guava (22.2 g.100 g⁻¹). There were significant differences between the values found for the cookies since the carbohydrate levels decreased when greater amount of wheat flour was replaced with GPF. In contrast, Costa et al. (26) observed high carbohydrate values without significant differences in cookies supplemented with passion fruit powder. Perez and Germani (4) also observed decreased carbohydrate percentages with increasing proportions of eggplant flour in crackers.

Compared to other flours, GPF has good nutritional value, especially regarding its mineral and crude fiber levels. According to Fasolin et al. (21), green banana flour had 7.55% moisture content, 2.62% ash, 4.54% protein, and 1.89% lipids, while dehydrated juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) fruit flour (27) had 8.53% moisture content, 4.32% ash, 5.57% protein, 1.13% lipids, and 80.45% total carbohydrates.

The phenolic compound levels are shown in Table 4. GPF had high phenolic content that decreased considerably during the chemical and physical processes of cookie preparation. Increased quantities of GPF in the cookies resulted in significant increases in phenolic compounds. Comparing the results of this study with those of the literature, lower phenolic compound values were obtained by Chen, Lin, and Hsieh (28) for the aqueous extract of guava leaves (154.36 mg GAE.100 g⁻¹) and by Lim, Lim, and Tee (29) for seeded guava fruit (138.0 mg GAE.100 g⁻¹) and seedless guava fruit (179.0 mg GAE.100g⁻¹). Kuskoski et al. (30) found 83.0 mg GAE.100g⁻¹ of phenolic compounds in guava pulp, which is much lower than that found in this study for GPF, while Vasco, Ruales, and Kamal-Eldin (31) obtained 462.0 mg.100g⁻¹ in guava fruits. In general, the content of phenolic compounds present in fruits is higher than in the leaves, mainly because they are ascorbic acid-rich; these variations may be due to differences in varieties, climate, and extraction method (30). In a study on four mango varieties grown in Brazil, discrepant levels of phenolic compounds were found (from 48.40 to 208.70 mg.100 g⁻¹) between the varieties analyzed, demonstrating that variety is a determining factor for phenolic content levels (32).

Table 4. Total polyphenol content (mg GAE.100 g⁻¹), lycopene, and β -carotene (μ g.100g⁻¹ for both) in guava peel flour (GPF) and in the different cookie recipes tested.

<i>GPF and Cookies</i>	<i>Total polyphenols</i>	<i>Lycopene</i>	<i>β-carotene</i>
Flour	827.0 \pm 8.33	26.72 \pm 1.46	37.76 \pm 0.26
Recipe 1	68.7 \pm 5.20 ^c	28.66 \pm 0.60 ^{ns}	12.09 \pm 0.34 ^b
Recipe 2	123.3 \pm 7.11 ^b	26.90 \pm 0.45 ^{ns}	11.48 \pm 0.49 ^b
Recipe 3	136.2 \pm 3.72 ^a	25.96 \pm 0.91 ^{ns}	14.93 \pm 0.10 ^a

Only for cookie recipes: means followed by the same uppercase letter in the same column do not significantly differ from each other by Tukey's test at 5% probability (p<0.05). ns – non-significant

The β -carotene content present in GPF was $37.76 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. In the cookie recipes, only formulation 3 differed statistically compared the other formulations (Table 4). The lycopene content in GPF was $26.72 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$; lycopene levels did not significantly differ in the cookie recipes as GPF inclusion increased. The differences in the levels of lycopene and β -carotene may be partially explained by problems with bioavailability of lycopene from different food sources, as some types of fibers found in foods, such as pectin, can reduce the bioavailability of lycopene (33).

Oliveira et al. (2) reported much higher lycopene levels ($6999.3 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) in fresh and whole guava fruit compared to this study. This difference is possibly due to either the thermal processing used to obtain the flour or a greater amount of lycopene being present in the pulp than in the guava peels. Oliveira et al. (2) also quantified the β -carotene in guava and reported values of $366.3 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, while Freire et al. (34) measured $490 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in guava, which is also higher than the value measured in this study.

The results of sensory analysis in the three cookie recipes with GPF added are shown in Table 5. The hedonic values were placed incrementally (1 corresponds to the hedonic term "disliked", and 5 corresponds to the term "liked a lot"), and the mean scores for each recipe in relation to each of the sensory attributes analyzed are shown. In general, the results of the sensory analysis demonstrated satisfactory acceptance of cookies for most of the parameters studied, considering that most of the mean scores are above 3 (indifferent). The flavor parameters exhibited significant differences: the sample from the 30% e 50% guava flour recipe was most accepted for flavor, with a 3.8 and 3.2 score, respectively (liked), and the sample from the 70% GPF was least accepted, with a 2.5 score (liked a little).

In the study by Mauro, Silva, and Freitas (35), sensory analysis tests in cookies prepared with kale stalk flour and spinach stalk flour demonstrated that partially replacing wheat flour does

=[not alter the sensory characteristics or product acceptability and also make the cookie more nutritious. Costa et al. (26) demonstrated that enriching cookies with passion fruit powder does not cause loss of sensory quality and improves the product's nutritional quality.

Table 5. Mean acceptance scores in relation to the sensory attributes in the different cookie recipes.

<i>Cookies</i>	<i>Sensory attribute</i>				
	<i>Color</i>	<i>Smell</i>	<i>Flavor</i>	<i>Texture</i>	<i>Appearance</i>
Recipe 1	3.2±1.1 ^{ns}	3.6±1.1 ^{ns}	3.8±1.3 ^a	3.1±1.3 ^{ab}	3.5±1.2 ^{ns}
Recipe 2	3.4±1.2 ^{ns}	3.7±1.1 ^{ns}	3.2±1.5 ^a	3.4±1.2 ^a	3.5±1.3 ^{ns}
Recipe 3	3.1±1.3 ^{ns}	3.5±1.1 ^{ns}	2.5±1.4 ^b	2.7±1.3 ^b	3.1±1.4 ^{ns}

Means by the same uppercase in the same column do not significantly differ from each other by Tukey's test at 5% probability ($p < 0.05$).

ns – not significant

Table 6 shows the cookie acceptance indices. According to Bispo et al. (36), acceptability index values higher than 70% are considered good. As for the indices found in this study, the cookie enriched with 30% GPF obtained good acceptability index for aroma (71.32%), flavor (76.60%), and appearance (70.19%), while the cookies enriched with 50% and 70% GPF obtained good acceptability index only for aroma (73.96% and 70.19%, respectively).

Table 6. Acceptability indices for the cookie recipes.

<i>Cookies</i>	<i>Acceptability index (%)</i>				
	<i>Color</i>	<i>Aroma</i>	<i>Flavor</i>	<i>Texture</i>	<i>Appearance</i>
Recipe 1	63.40	71.32	76.60	61.13	70.19
Recipe 2	67.55	73.96	64.15	67.92	69.81
Recipe 3	61.89	70.19	50.57	53.21	62.64

4. Conclusions

The use of GPF to partially replace wheat flour in the preparation of cookies has several nutritional advantages: decreased levels of fat and carbohydrates and increased amounts of fiber and protein. GPF showed a significant content of total polyphenols, lycopene, and β -carotene, which were preserved during processing. The increase in the amount of GPF resulted in an increase of phenol and β -carotene content in the product. There was no statistical difference in the lycopene content between the formulations. In terms of sensory qualities, the increase in GPF levels did not result in differences in the parameters color, flavor, and appearance; whereas flavor was positively affected by the increase in GPF amount. With regard to the acceptability index, the flour aroma was very well accepted (greater than 70% for all formulations); the addition of GPF affected the color, flavor, texture and appearance parameters. The results presented here indicate that GPF can be used in cookies, partially replacing wheat flour to improve its nutritional quality without affecting the product sensory quality.

5. References

1. Kobori CN, Jorge N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**. 2005; 29(5):1008-14.
2. Oliveira DS, Aquino PP, Ribeiro SM, Proença RP, Pinheiro-Sant'ana HMP. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum: Health Sciences**. 2011; 33(1):89-98.
3. Aquino ACMS, Mões RS, Leão KMM, Figueiredo AVD, Castro AA. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **RevInst Adolfo Lutz**. 2010; 69(3):379-86.
4. Perez PMP, Germani R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L). **Food Science and Technology (Campinas)**. 2007; 27(1):186-92.
5. Assis LM, Zavareze ER, Raünz AL, Dias ARG, Gutkoski LC, Elias MC. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alim. Nutr.**2009; 20(1):15-24.
6. Santucci MCC, Alvim ID, Faria EV, Sgarbieri VC. Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). **Ciênc Tecnol Aliment**. 2003; 23(3):441-6.
7. Souza MW, Ferreira TB, Vieira IF. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**. 2008; 19(1):33-6.
8. Ishimoto FY, Harada AI, Branco IG, Conceição WaS, Coutinho MR. Aproveitamento alternativo da casca do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* var. flavicarpaDeg.) para produção de biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. 2007; 9(2):279-92.

9. Adolfo Lutz Institute. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos [Physicochemical methods for food analysis]**. 1st digital ed. São Paulo, 2008. 1020 p.
Available at:
<http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&order by=1&Itemid=7>. Accessed on: 11 Oct. 2011/2008.
10. Rufino MS, Alves RE, Brito ES, Moraes SM, Sampaio CG, Pérez-Jiménez J, et al. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical ABTS**. Comunicado Técnico, 127 Embrapa Agroindústria Tropical), 1st ed. 2007.
11. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. 1965; 20(3):144-58.
12. Nagata M, Yamashita I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**. 1992; 39(10):925-8.
13. Canteri MG, Althaus RA, Virgens Filho JS, Giglioti EA. SASM-Agri - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas para métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**. 2001; 1(2):18-24.
14. Brazil. Resolução n. 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de set. 2005.
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9864778045c9883b962bf6d7a095f735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES> (accessed 11 October 2011).2005.
15. El-Dash A, Germani R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães**, v 2. Brasília: EMBRAPA – SPI. 1994.

16. Munhoz CL, Sanjinez-Argandoña EJ, Soares-Junior MS. Extração de pectina de goiaba desidratada. **Food Science and Techonology (Campinas)**. 2010; 30(1):119-25.
17. Fernandes AF, Pereira J, Germani R, Oiano-Neto J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* Lineu). **Food Science and Techonology (Campinas)**. 2008; 28:56-65.
18. Fertoni HCR, Scabio A, Schemin MHC, Carneiro EBB, Nogueira A, Wosiacki G. Influência da concentração de ácidos no processo de extração e na qualidade de pectina de bagaço de maçã. **Semina: Ciências Agrárias**. 2006; 27(4):599-612.
19. Borges AM, Pereira J, Lucena EM. Caracterização da farinha da banana verde. **Food Science and Techonology (Campinas)**. 2009; 29(2):333-9.
20. Boari Lima AJ, Corrêa AD, Alves APC, Abreu CMP, Dantas-Barros AM. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 2008; 58(4):416-21.
21. Fasolin LH, Almeida GC, Castanho PS, Netto-Oliveira ER. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Food Science and Techonology (Campinas)**. 2007; 27(3):524-9.
22. Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez JÁ, Viuda-Martos M. Chemical, technological and *in vitro* antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**. 2012; 135:1520-26.
23. Gondim JA, Moura MF, Dantas AS, Medeiros RLS, Santos KM. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Food Science and Techonology (Campinas)**, Campinas, SP. 2005; 25(4):825-7.
24. Farias NS, Cavalcanti MT, Eller SC, Florentino ER. Elaboração de biscoitos tipo cookie enriquecido com macambira (*Bromelia laciniosa*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. 2011; 6(4):50-7.

25. Uchoa AM, Costa JC, Maia GA, Silva EMCS, Carvalho AFFU, Meira TR. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**. 2008; 15(2):58-65.
26. Costa JN, Soares DJ, Carneiro AP, Moura SM, Rodrigues CS, Figueiredo W. Composição centesimal e avaliação sensorial de biscoito tipo cookies acrescido de maracujá em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. 2012; 14(2):143-7.
27. Cavalcanti MT, Da SID, Florêncio IM, Feitosa VA, Eller SCSW. Obtenção da farinha do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) e caracterização físico-química. **Revista Verde**. 2011; 6(1):220-4.
28. Chen HY, Lin YC, Hsieh CL. Evaluation of antioxidant activity of aqueous extract of some selected nutraceutical herbs. **Food Chem**. 2007; 104(4):1418-24.
29. Lim YY, Lim TT, Tee JJ. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. **Food Chem**. 2007; 103(3):1003-8.
30. Kuskoski EM, Asuero AG, Morales MT, Fett R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**. 2006; 36(4):1283-7.
31. Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chem**. 2008; 111(4):816-23.
32. Ribeiro SMR, Queiroz JH, Queiroz MERL, Campos FM, Pinheiro-Sant'ana HM. Antioxidants in mango (*Mangifera indica*, L.). **Plant Foods Hum Nutr**. 2007; 62(1):13-7.
33. Shi J, Maguer ML. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. **Crit Rev Biotechnol**. 2000; 20(4):293-334.
34. Freire JM, Abreu CMP, Corrêa AD, Simão AA, Santos CM. Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiaba. **Rev Bras Frutic**. 2012; 34(3):847-52.

35. Mauro AK, Silva VLM, Freitas MCJ. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Food Science and Techonology (Campinas)**. 2010; 30(3):719-28.
36. Bispo ES, Santana LR, Carvalho RD, Andrade G, Leite CC. Aproveitamento industrial de marisco na produção de linguiça. **Food Science and Techonology (Campinas)**. 2004; 24(4):664-8.

3 DISCUSSÃO

A idéia desse trabalho surgiu da necessidade de encontrar formas de aproveitamento de frutas tropicais, entre elas a goiaba. Na literatura encontramos vários trabalhos sobre o aproveitamento desta fruta na forma de suco, goiabada, doce de goiaba, entre outros. Entretanto, poucos trabalhos foram encontrados na produção de fermentado e espumante de goiaba. Certamente estes produtos também teriam uma ótima aceitação entre os consumidores com alto valor agregado, além da possibilidade do aproveitamento dos resíduos dessa produção na forma de farinha devido sua composição físico-química e propriedades funcionais.

Este trabalho foi desenvolvido em 3 fases, durante os anos de 2010 a 2012, para tanto, testes e ajustes foram necessários para a obtenção de produtos aceitáveis, tanto pelas suas características físico-químicas, sensoriais e voláteis, como pelos benefícios à saúde advindos dos compostos bioativos presentes nas bebidas. Desta forma, cabe ressaltar que o primeiro artigo aqui apresentado, intitulado “Compostos voláteis em vinhos espumantes de goiaba” foi realizado no ano de 2010, quando foi realizada somente uma fermentação teste e como os resultados obtidos foram satisfatórios, foi realizada a caracterização volátil da bebida. O segundo artigo, “Caracterização e aceitação de vinho e espumante de goiaba”, foi realizado com os frutos da goiaba da safra de 2011. O último artigo, já aceito para publicação, “Bioactive compounds and acceptance of *cookies* made with guava peel flour”, foi realizado com os resíduos do processo da fermentação do ano de 2012, na oportunidade em que foi realizada a segunda safra do processamento (resultados não apresentados).

Na literatura muitos trabalhos referem-se à produção de fermentados obtidos a partir de várias frutas, neste caso referindo-se como vinhos de frutas, termo utilizado internacionalmente. No Brasil, a legislação denomina esta bebida como fermentado seguido do nome da fruta, por exemplo, fermentado de goiaba, fermentado de pêssego, etc. Não foi encontrado nenhum artigo referente à obtenção de espumante a partir de frutas, portanto, não temos nenhuma legislação pertinente e nem dados científicos para comparação e, por isso utilizamos o espumante a partir de uvas como bebida padrão.

- Compostos voláteis em espumantes de goiaba

No espumante de goiaba, produzido no ano de 2010, foram identificados 53 compostos voláteis, num total de 89 compostos detectados. Esses compostos pertencem a

diferentes classes químicas, sendo 27 ésteres, 09 terpenos, 10 alcoóis, 03 cetonas, 03 ácidos e 01 lactona.

A classe dos ésteres foram os compostos predominantes, totalizando uma concentração de 1564,3 µg/L. Estes compostos podem ser originados na massa fresca e serem sintetizados durante a fermentação alcoólica por leveduras bem como pelo processo de autólise das leveduras, ocorrido durante o envelhecimento do espumante (TORRESI; FRANGIPANE; ANELLI, 2011). Segundo Lepe e Leal (2004), a influência da autólise das leveduras se faz notar sobre os compostos voláteis responsáveis pelo aroma dos espumantes, particularmente os ésteres, sendo que aqueles de alto ponto de ebulição são os que conferem maior qualidade ao aroma (WITT, 2006). Estes compostos contribuem positivamente à qualidade do vinho e a maioria deles tem um sabor maduro e aroma frutado que contribuem para as propriedades sensoriais da fruta e do fermentado.

No espumante de goiaba, os ésteres identificados e que possuíam as maiores concentrações foram o octanoato de etila, acetato de 2- metilbutila, acetato de hexila, decanoato de etila, 5-hexanoato de metila e acetato de 2-feniletila. O octanoato de etila, que possui notas de maçã, fruta e doce, foi, também, o componente de maior concentração em vinhos de framboesa (SOUZA et al., 2010). Outros compostos, como decanoato de etila, acetato de 2-metilbutila e acetato de hexila, possuem odores específicos de uva, banana e frutado, respectivamente. Já o hexanoato de metila e o acetato de 2- fenitila já foram reportados na literatura na fração volátil da matriz goiaba (SOARES et al., 2007).

Em menor número que os ésteres, os alcoóis foram os compostos com maior concentração no espumante de goiaba (4038,8 µg/L). Dos 10 compostos voláteis identificados como alcoóis, somente 05 foram majoritariamente quantificados, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, Z-3- Hexenol, 1- Hexanol e o álcool fenitílico. Destes, o (Z)-3-Hexenol, 1-Hexanol e o álcool fenitílico já foram reportados na fruta (SCHEREIER; IDSTEIN, 1985) e também no vinho de goiaba por Pino e Queris (2011). Os alcoóis superiores (2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol e 1-hexanol) são alcoóis característicos de vinho e detectados em todas as amostras analisadas na pesquisa de SOUZA et al. (2010). Os compostos 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol são compostos voláteis característicos de espumantes brasileiros tipo *Brut*, segundo Rizzon; Meneguzzo; Abarzua (2000). Esses alcoóis são conhecidos como “óleo fusel”, sua produção parece ser característica das leveduras em geral e as quantidades produzidas variam com as condições de fermentação, o gênero, a espécie e cepa utilizada. Estes alcoóis superiores costumam ter grande influência sobre o sabor das bebidas alcoólicas, apresentando odores característicos tradicionalmente associados às mesmas (MOREIRA;

NETTO; MARIA, 2012). Eles também podem apresentar impacto negativo no aroma e no *flavor* dos fermentados e, dependendo da concentração, são considerados compostos favoráveis ao aroma da bebida, caso as concentrações sejam menores que 300mg/L (DUARTE et al., 2010). O 3-metil-1-butanol tem um odor característico de uísque, malte, alcoólico, vínic, banana e doce (SOUZA et al., 2010). Os compostos Z-3-Hexenol e 1-Hexanol foram reportados em amostras de néctar de goiaba e são considerados compostos provenientes da fruta goiaba e são mantidos durante o processamento dos frutos (CORREA et al., 2010).

Tanto qualitativamente (09 compostos) como quantitativamente (99,5µg/L), os terpenos foram o terceiro grupo de compostos voláteis presentes no espumante de goiaba. Terpenos são voláteis típicos em muitas frutas, incluindo a goiaba. No trabalho de Pino e Queris (2011), esta classe representou apenas 0,2% dos compostos voláteis totais presentes no fermentado de goiaba, sendo seis terpenos detectados, todos anteriormente já encontrados na fruta goiaba. Dos compostos presentes no fermentado de goiaba, somente dois compostos foram identificados no espumante de goiaba, α -terpineol e β -damascenona. O α -terpineol pode ser formado durante a autólise das leveduras, bem como o citronelol (TORRESI; FRANGIPANE; ANELLI, 2011). β -ionona e β -damascenona são metabólitos de carotenóides comuns em aromas de frutas, sendo os maiores contribuintes de aroma em nectarina e são caracterizados como compostos voláteis norisoprenóides de 13 carbonos (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). Vitispirano pode ser usado para diferenciar espumantes jovens dos envelhecidos conforme Torresi; Frangipane; Anelli (2011).

Outro grupo de compostos voláteis presentes no espumante de goiaba foram as cetonas (03 compostos) totalizando 9,5µg/L. Embora as cetonas estejam presentes em pequenas quantidades em bebidas alcoólicas, poderiam ter uma participação importante para o sabor e aroma dessas bebidas. Três compostos voláteis da classe das cetonas foram identificados no presente trabalho, a 2-pentanona, a acetofenona e a 6-metil-hept-5-en-2-ona, sendo que somente a última não foi reportada em vinho de goiaba, segundo Pino e Queris (2011).

Três ácidos foram quantitativamente identificados, representando 80,3mg/L, ácido hexanóico, octanóico e decanóico. O ácido hexanóico (ácido cáprico) é responsável por um odor 'pungente desagradável que lembra queijo'. Outros ácidos maiores, como o ácido decanóico, também apresentam aromas desagradáveis associados, por exemplo, a notas de ranço (MOREIRA; NETTO; MARIA, 2012). Sete ácidos foram identificados no vinho de goiaba, Segundo Pino e Queris (2011), sendo que os ácido decanóico, ácido octanóico e ácido nonanóico foram os mais abundantes, todos esses ácidos foram encontrados na matriz goiaba,

e provavelmente contribuam pouco para o sabor, porque eles geralmente têm altos limites de detecção do odor.

Lactonas são formadas a partir de seus hidróxiácidos correspondentes. A γ -nonalactona (0,8 $\mu\text{g/L}$) detectada neste trabalho já foi reportada na matriz goiaba e por Pino e Queris (2011) em vinhos de manga e são caracterizados por notas herbáceas, com coco e pêssego.

Não foram encontrados aldeídos nas amostras de espumante. Schereier e Idstein (1985) reportaram que 50% dos compostos voláteis da goiaba são provenientes de aldeídos. Em estudos anteriores, Soares et al. (2007) reportaram a abundância de compostos aldeídicos em frutas de goiaba imaturas, porém os autores reportaram o decréscimo dos aldeídos e o aumento dos ésteres ao longo do processo de maturação. Torresi; Frangipane; Anelli (2011) reportaram também o desaparecimento dos aldeídos durante o envelhecimento de espumantes e Rizzon; Meneguzzo; Abarzua (2000) em seu trabalho afirmam que para elaborar espumantes os teores de aldeídos devem ser baixos, pois estão associados à efeitos desagradáveis no consumo excessivo desta bebida, como sintomas de intoxicação e “ressaca” (MOREIRA; NETTO; MARIA, 2012).

- Caracterização e aceitação de vinho e espumante de goiaba

Assim como a uva, vários outros frutos podem ser usados para a formação de mostos que podem ser submetidos à fermentação alcoólica. A legislação brasileira permite a adição de água para a produção de bebidas fermentadas de frutas, porém neste trabalho, a produção das bebidas fermentadas, tanto o fermentado de goiaba quanto o espumante de goiaba, foi realizada da forma mais próxima possível da fermentação de uvas, ou seja, sem adição de água. Mesmo sem a adição de água, o rendimento foi de, aproximadamente, 25%, pois de cada 4Kg de fruta inteira, após retirada da pele e sementes, o rendimento foi de 1L de fermentado de goiaba. O rendimento obtido contraria a afirmação de Byarugaba-Bazirake (2008) de que a diluição do mosto com água é essencial para a fermentação da fruta.

Durante o processo de fermentação houve a separação do mosto em duas fases: uma fase líquida, praticamente incolor e outra fase sólida, que foi considerada como resíduo da produção. A fase sólida tinha a coloração característica da fruta representada pelos pigmentos carotenóides, pois se supõe que esta fração seja constituída principalmente por licopeno, uma vez que, segundo Padula; Rodriguez-Amaya (1987) e Pratti et al. (2009), o licopeno representa 80% dos carotenóides presentes na goiaba. A fase líquida, por ser constituída de

uma solução hidroalcoólica, com características polares, favoreceu a passagem de compostos fenólicos da fase sólida (polpa da fruta) para a fase líquida, a qual foi separada da sólida e resultou nas bebidas fermentadas.

Dentre os compostos bioativos presentes nos fermentados de goiaba, os polifenóis totais foram os únicos que apresentaram aumento durante o processamento das frutas, uma vez que por sua característica polar, estes passam para a fase líquida. Observou-se uma leve queda dos valores destas substâncias durante a produção do espumante de goiaba, fato que já era esperado. Segundo Vermerris e Nicholson (2006), a queda no teor de fenólicos durante a produção de espumante ocorre devido a oxidação destes compostos.

Os teores de vitamina C decresceram durante a fermentação e não foram detectados nas bebidas. Isto pode ser explicado pelo método analítico utilizado, que propicia a identificação de ácido ascórbico, ácido eritórbito, ascorbato de sódio e eritorbato de sódio em amostras puras ou em misturas de aditivos que não apresentem outras substâncias redutoras (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), desta forma outros compostos decorrentes da degradação da vitamina C não foram detectados pela técnica. Os principais fatores que podem afetar a degradação da vitamina C em processados de fruta incluem o tipo de processamento, condições de estocagem, tipo de embalagem, oxigênio, luz, catalisadores metálicos, enzimas e pH. Alguns autores também relatam a influência da concentração de sais e de açúcar, concentração inicial de ácido ascórbico e carga microbiana (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006).

Em razão do alto conteúdo de carotenóides, como o licopeno e β -caroteno na goiaba, era esperado que as bebidas resultantes tivessem coloração característica da fruta, o que não ocorreu neste estudo, sendo que os teores de caroteno e licopeno diminuíram durante o processamento das bebidas. Cabe ressaltar que a maior parte dos pigmentos, por se tratarem de compostos apolares (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007), mantiveram-se na fase sólida da fermentação. Esta fase manteve a cor natural da fruta, sendo que o líquido resultante continha quantidades razoáveis de carotenóides que foram diminuindo ao longo do processo talvez pela isomerização dos trans-carotenóides a cis-carotenóides, promovida por aquecimento e exposição à luz, diminuindo tanto a coloração quanto a atividade da vitamina A desses pigmentos (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Tradicionalmente, segundo Rizzon; Meneguzzo; Abarzua (2000), o vinho base para a elaboração do espumante deve apresentar grau alcoólico relativamente baixo, entre 10,0%v/v e 10,5% v/v, acidez total elevada, entre 80,0mEq/L e 90,0mEq/L; pH abaixo de 3,2; acidez volátil inferior a 10,0 mEq/L, açúcar total inferior a 1,5g/L e o teor de dióxido de enxofre total, inferior a 50,0mg/L. Em nosso estudo, os teores de todos os parâmetros físico-químicos

foram diferentes aos sugeridos por estes autores, mesmo assim, o fermentado de goiaba produzido apresentou potencialidade para ser usado como vinho base para a elaboração de espumantes de goiaba. Quanto às características físico-químicas do espumante de goiaba, quando comparadas a bebida padrão, os teores de açúcar classificá-lo-iam como *Demi-sec* com teor de acidez, pH, sulfitos e graduação alcoólica dentro dos padrões estabelecidos (BRASIL, 2004).

Em relação à análise sensorial dos fermentados de goiaba, a bebida pode ser considerada com uma boa aceitação, visto que as notas foram distribuídas entre “indiferente” e “gostei moderadamente”, sendo que de forma geral o sabor do espumante de goiaba obteve melhor avaliação que o fermentado de goiaba. Rizzon; Meneguzzo; Abarzua (2000), afirmam que na boca o espumante deve apresentar gosto franco, sem nenhuma sensação estranha ou desagradável e que a sensação final do espumante é devida aos estímulos produzidos pela reação química da saliva com o resto de vinho que fica na boca. Esta sensação é positiva quando se percebe um aroma fino, frutado e suave em um conjunto harmônico e perfeito. Em nosso trabalho isto foi percebido pelos provadores que gostaram das bebidas fermentadas produzidas, de acordo com os resultados das análises sensoriais, que estão de acordo com os parâmetros físico-químicos dos fermentados obtidos, pois devido a alta acidez do fermentado de goiaba, este teve menor aceitação, mas quando usado como vinho-base para o espumante, a alta acidez juntamente com o gás carbônico, deixou o produto refrescante, exatamente como era esperado e confirmado pela aceitabilidade das bebidas fermentadas.

Outro indicativo que demonstrou a boa aceitação das bebidas foi quanto a intenção de compra, onde mais de um terço dos provadores assinalou que “provavelmente comprariam” as duas bebidas. Convém salientar, entretanto, que um quarto dos provadores indicaram que “certamente comprariam” o espumante de goiaba que, de maneira geral, teve melhor aceitação que o fermentado de goiaba.

- Compostos bioativos e aceitação de biscoitos tipo *cookies* produzidos com farinha da casca de goiaba

Vários resíduos de frutas podem ser utilizados na obtenção de farinha a partir de resíduos do processamento, dentre eles a goiaba. Ainda, não foram encontrados na literatura dados referentes à composição centesimal da farinha da casca da goiaba (FCG), somente do fruto *in natura*, do resíduo de goiaba, da farinha da polpa e da farinha de resíduos de outras frutas, sendo estes utilizados para a discussão dos resultados. Este fato pode explicar as

diferenças encontradas entre os dados analisados e os disponíveis na literatura, uma vez que a farinha passa por processos físicos prévios que alteram suas propriedades físicas e químicas.

Os resultados da composição centesimal na FCG apresentaram baixos índices de umidade, lipídios e carboidratos e altos teores de fibras, cinzas, polifenóis totais e caroteno. O baixo teor de umidade também foi obtido por Souza et al. (2010), que trabalhando com resíduos de frutas, verificaram que os resíduos de goiaba obtiveram baixos teores (65,54%), quando comparados com outras frutas. Os valores de umidade encontrados na FCG deste trabalho estão dentro do padrão exigido, ou seja, no máximo 15% (m/m) de umidade para farinhas, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005). Segundo Sgarbieri (1987), farinhas com umidade acima de 14% podem propiciar o desenvolvimento de micro-organismos como fungos e leveduras, diminuindo a estabilidade e sua vida útil. El-Dash e Germani (1994), também afirmam que farinhas com umidade acima de 14% tendem a formar grumos, o que prejudica a produção de massas por processo contínuo, em que a farinha e a água devem fluir uniformemente para manter a proporção desses ingredientes na mistura de massa na fabricação de produtos de panificação. Assim, o método proposto foi eficaz para a secagem da casca.

A FCG pelo seu baixo teor de lipídios e de carboidratos e alto valor protéico fez com que o produto apresentasse um conteúdo calórico de 257,67 Kcal/100g, valores muito próximos àqueles encontrados por Abud e Narain (2009), que trabalhando com farinha de resíduos de goiaba obtiveram um valor calórico de 266,65 Kcal/100g, considerado baixo em relação aos resíduos de outras frutas usadas no trabalho. Estes valores foram superiores aqueles apresentados por Souza et al. (2011), que trabalhando com resíduos de goiaba encontraram valores de 150/100g, o mais alto teor em comparação com outras frutas. Os teores de proteínas (2,82%) foram superiores aqueles encontrados nos resíduos de goiaba por Souza et al. (2011). Segundo o autor, frutas de uma forma geral não são fontes potenciais de proteínas, entretanto, parece que esse composto se encontra predominantemente nas cascas e sementes, o que corrobora com os teores protéicos deste trabalho.

As fibras alimentares correspondem à parte dos frutos que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado de humanos (FREIRE et al., 2012). Os valores apresentados neste trabalho foram superiores àqueles encontrados na farinha da polpa de goiaba variedade Paluma (10,43g/100g), demonstrando assim serem boas fontes de fibras alimentares.

Os resíduos de goiaba, de acordo com Souza et al. (2011), apresentaram baixos teores de cinzas (0,72 %), esta baixa taxa pode ser associada a uma menor concentração dos minerais presentes nos resíduos analisados, visto que eram resíduos brutos com alto teor de

umidade. Os teores de cinza da FCG apresentaram resultados muito superiores devido, provavelmente, ao processamento adotado na sua obtenção pelo aumento da concentração destes compostos.

A FCG processada apresentou teor baixo de β -caroteno, inferiores aos obtidos na farinha de polpa de goiaba variedade Paluma, 288 μ g/100g (FREIRE et al., 2012) e em resíduos de goiaba, 644,9 μ g/100g (SOUZA et al., 2010) e 26,67 μ g/100g (DA SILVA et al., 2014), bem como reduzidos teores de licopeno, mesmo que os resultados sejam superiores aos encontrados em resíduos de goiaba por Da Silva et al. (2014) (18,11 μ g/100g). Subtende-se que essa diferença seja devido ao processamento térmico para a obtenção da farinha ou pela quantidade de licopeno presente na polpa ser relativamente maior que a quantidade presente na casca da goiaba.

Vasco, Ruales, e Kamal-Eldin (2008) trabalhando com frutas das regiões tropicais e avaliando o conteúdo de polifenóis, classificaram os frutos em três categorias: baixo (<500 mg GAE/100 g), médio (500–2500 mg GAE/100 g) e alto (>2500 mg GAE/100 g), demonstrando assim que a FCG apresenta teores médios de polifenóis, sendo uma boa fonte de polifenóis totais. Kuskoski e colaboradores (2006) encontraram 83,0mg/100 de compostos fenólicos na polpa da goiaba e 24,63mg/100g em resíduos de polpa de goiaba, valores estes bem inferiores aos encontrados neste estudo. Da Silva et al. (2014) trabalhando com resíduos de goiaba encontraram valores muito superiores, em torno de 1987mg/g. Essas discrepâncias entre os resultados do nosso trabalho e aqueles apresentados na literatura podem decorrer principalmente pelas distintas parte da fruta utilizadas como resíduo, além de fatores relacionados ao solo, clima, estágio de maturação, dentre outros (FREIRE et al., 2012).

A utilização de farinhas mistas expandiu-se, sendo utilizada na fabricação de biscoitos, já que este é um produto bem aceito e consumido por pessoas de todas as faixas etárias (PIOVESANA; BUENO; KLAJN, 2013). Segundo Santucci et al. (2003), a mistura de farinhas não convencionais com a farinha de trigo melhora a qualidade nutricional de biscoitos e pode até melhorar sua palatabilidade, tornando-os mais aceitos pelos consumidores.

No presente trabalho, a farinha de trigo foi substituída em diferentes proporções por farinha da casca da goiaba (FCG). Cabe ressaltar que os teores de substituição foram relativamente altos, com 30, 50 e 70% e que desta forma os parâmetros físico-químicos, sensoriais e quantificação de compostos bioativos apresentaram, em sua maioria, resultados estatisticamente diferenciados.

De acordo com Almeida et al. (2011), alimentos ricos em antioxidantes desempenham um papel essencial na prevenção de doenças. A capacidade antioxidante de frutas varia de acordo com seu conteúdo de vitamina C, vitamina E, carotenóides e particularmente - caroteno e o licopeno, assim como flavonóides e outros polifenóis (DA SILVA et al., 2014). O aumento no teor de substituição da FCG nos *cookies* torna-os mais nutritivos com maior conteúdo de compostos bioativos, como polifenóis e β -caroteno, ressaltando seu conteúdo de minerais e fibras brutas e baixo teor de umidade, lipídios e carboidratos e pela diminuição das características sensoriais e a aceitabilidade do produto. Mesmo assim, podemos considerar satisfatória a aceitação dos *cookies*, pois nos parâmetros odor, sabor e textura, os *cookies* com 30% e 50 % de FCG foram melhores avaliados, sendo a média dos resultados superiores a 3, ou seja, indiferente. Quando aumentou o teor de FCG nos *cookies* (70%), somente os parâmetros sabor e textura obtiveram resultados superiores a 3.

De acordo com os resultados deste trabalho, *cookies* elaborados com 30% tiveram boa aceitabilidade nos parâmetros odor, sabor e aparência, enquanto os *cookies* com maior teor de FCG (50 e 70%) só obtiveram bons índices de aceitabilidade no parâmetro odor. Abud e Narain (2009) obtiveram maior índice de aceitabilidade em biscoitos com 10% de farinha de resíduos em biscoitos, principalmente com relação ao aroma, ao sabor e à textura, sendo os biscoitos com farinha de resíduos de goiaba e maracujá os mais apreciados. Quando os avaliadores foram questionados quanto à intenção de compra do produto, metade deles comprariam os *cookies* enriquecidos com 30% de FCG e, somente, 5% deles não comprariam nenhum dos *cookies* produzidos. Estes resultados já eram esperados visto que o biscoito com menor teor de FCG obteve os melhores resultados na análise sensorial.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições do experimento, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- É possível fazer o aproveitamento da goiaba para a produção de bebidas fermentadas utilizando as mesmas técnicas adotadas para a fermentação de mostos de uvas.

- O fermentado de goiaba obtido pode ser usado como vinho base para a elaboração de espumante de goiaba, comprovado pelos parâmetros físico-químicos apresentados.

- A análise da composição volátil do espumante de goiaba revelou muitos compostos com potencial odorífero proporcionados pela composição química da matéria-prima e condições de fermentação.

- Os fermentados produzidos apresentaram compostos bioativos. Os teores de polifenóis totais nas bebidas produzidas aumentaram durante as etapas de processamento, apesar de os teores de vitamina C, licopeno e caroteno diminuírem durante o processo.

- A produção dos fermentados de goiaba foi realizada em pequena escala, podendo atingir escala maior desde que encontre mercado consumidor, visto que os fermentados de goiaba apresentaram parâmetros físico-químicos semelhantes aos tradicionais, evidenciado pela boa aceitação sensorial das bebidas. Sensorialmente, dentre os fermentados obtidos, o espumante de goiaba apresentou melhor aceitabilidade.

- O aproveitamento dos resíduos do processamento de goiaba como farinha da casca demonstrou ser viável e seu uso para substituir parcialmente a farinha de trigo na preparação de biscoitos tipo *cookies*, apresentou muitas vantagens nutricionais, fornecendo um incremento de fibra alimentar, conteúdo de minerais, baixo teor de umidade e aumento nos teores de compostos ativos, além de reduzir a contaminação ambiental.

- Os resultados da análise sensorial demonstraram que os biscoitos elaborados apresentaram propriedades sensoriais aceitáveis, sendo que o menor percentual de substituição da farinha de trigo por FCG foi melhor aceito pelos julgadores, dentre os atributos avaliados.

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Estudos subsequentes devem ser realizados para (i) elucidar a caracterização fenólica da polpa de goiaba e dos fermentados obtidos, (ii) caracterização volátil das etapas do processamento dos fermentados de goiaba, (iii) atividade antioxidante dos fermentados de goiaba, vinho e espumante, (iv) desenvolvimento de novos produtos alimentícios que possam ser adicionados pelos resíduos gerados durante o processamento.

6 REFERÊNCIAS

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Braz. J. Food Technol.**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

AGRIANUAL, F. N. P. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/102361901/agriannual-2012>. Acessado em 25/04/2014.

ALMEIDA, B. L.; VILARDAGA, J. V. **Aprenda a fazer vinhos**. Coleção BIBLIOTECA VIDA São Paulo: Editora Três, 1987. 102p.

ALMEIDA, M. M. B. et al. Bioactives compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155–2159, 2011.

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Methods for analysis of must and wines**. New York: Wiley-Interscience, 1980.

AZEVEDO, A. W. M. et al. Estudo da viabilidade de obtenção de etanol por *Saccharomyces cerevisiae* em mosto de frutos de Caqui (*Diospyros kaki* L.). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 2, p. 268-278, 2007.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.29-31, 2004.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Ripening of “Pedro Sato” guava: study on its climacteric or no-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 3, p. 299-306, 2005.

BAHIELDEN, A. et al. Efficient production of lycopene in *Saccharomyces cerevisiae* by expression of synthetic genes from a plasmid harboring the ADH2 promoter. **Plasmid**. 2014 (in press).

BELARDI, R. P.; PAWLISZYN, J. B. The application of chemically modified fused silica fibres in the extraction of organics from water matrix samples and their rapid transfer to capillary columns. **Water Pollution Research Journal of Canada**, v. 24, p. 179–191, 1989.

BENÉ, A.; LASKY, D.; NTAMBI, J. M. A new method for the rapid determination of volatile substances: the SPME-direct method. Part I: apparatus and working conditions. **Sensors and actuators B**, v. 72, p. 184-187, 2001.

BISPO, E. S. et al. Processamento, estabilidade e aceitabilidade de marinado de vongole (*Anomalocardia brasiliiana*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004.

BOSCH-FUSTE, J. et al. Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) analysis. **Food Chemistry**, v. 105, p. 428–435, 2007.

BRASIL. Lei nº 10.970, de 12 de Novembro de 2004. Altera dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/Leis/2004/lei10970.htm>

BRASIL. Resolução n. 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9864778045c9883b962bf6d7a095f735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES >. Acesso em: 17 set. 2010.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de Junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm

BRUCH, K. L. **Nem tudo que borbulha é Espumante**. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2009. Disponível em <http://www.ibravin.org.br/public/upload/downloads/1377636150.pdf>

BYARUGABA-BAZIRAKE, G. W. **The effect of enzymatic processing on banana juice and wine**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Doutorado: Philosophy (Science).

Institute for Wine Biotechnology, Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University. 2008. 177p.

CALIARI, V.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Vinhos espumantes: Métodos de elaboração. **Evidência**, v. 13 n. 1, p. 65-77, 2013.

CAMPOS, F. M. et al. Estabilidade de compostos antioxidantes em Hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.4, p. 481-490, 2008.

CARVALHO, W. et al. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 232, n. 3, p. 819-825, 2005.

CHAVES, M.C. et al. Caracterização físico-química do suco da goiaba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, p. 1-10, 2004.

CORREA, M. I. C. et al., Changes in guava (*Psidium guajava* L. var. Paluma) nectar volatile compounds concentration due to thermal processing and storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1061-1068, 2010.

DA SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014.

DE ABREU, J. R. et al. Histochemistry and morphoanatomy study on guava fruit during ripening. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 32, v. 1, p. 179-186, 2012.

DIAS, D.R.; SCHAWN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

DUARTE, W. F. et al. Indigenous and inoculated yeast fermentation of gabioba (*Campomanesia pubescens*) pulp for fruit wine production. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 36, p. 557–569, 2009.

DUARTE, W. F. et al. Raspberry (*Rubus idaeus* L.) wine: Yeast selection, sensory evaluation and instrumental analysis of volatile and other compounds. **Food Research International**, v. 43, n. 9, p. 2303-2314, 2010.

DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B. H.; MORGADO, C. M. A. Pós-colheita e processamento mínimo de goiabas. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A. de; AMORIM, A. A.

(Org.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FUNEP, v. 2, p.429-470, 2009.

EFRAIM, P.; ALVES, A. B.; JARDIM, D. C. P. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**. Preprint Series, V. 14, N. 3, P. 181-201, 2011.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães**. v. 2. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994.

ESCRIG, A. J et al. Guava fruit (*P. guajava* L.) as a new source of antioxidante dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5489-5493, 2001.

ETIEVANT, X. P., MAARSE H., **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker, p. 483–546, 1991.

FERNANDES, A.G. et al. Comparação dos teores em vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos Nutricionais**, v.18, n.4, p. 431-438, 2007.

FONTANA, J. D. et al. Carotenóides. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, p. 40-45, 2000. Disponível em: <http://www.cultivar.com.br/revista/bio13/caroteno.pdf>

FREIRE, J. M. et al. Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 847-852, 2012.

GANDINI, N.; RIGUZZI, R. Headspace solid-phase microextraction analysis of methylisothiocyanate in wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 3092–3094, 1997.

GUILHERME, F. F. P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 63-71, jan.-mar. 2005.

GUTIÉRREZ, R. M. P.; MITCHELL, S.; SOLIS, R. V. *Psidium guajava* : A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Journal of ethnopharmacology**, v. 117, p. 1-27, 2008.

HAIDA, K. S. et al. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de goiaba e arruda. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, n. 28, p. 11-19, 2011.

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_repositorio&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 17 set. 2010.

ISHIMOTO, F. Y. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. var. flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 2, p. 279-292, 2007.

KOHATSU, D. S.; EVANGELISTA, R. M.; LEONEL, S. Características de qualidade da casca, polpa e miolo de goiaba em diferentes estádios de Maturação. **Cascavel**, v.2, n.4, p.86-91, 2009.

KONGA K.W.; ISMAIL, A. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from *Psidium guajava* fruits produced during puree production industry. **Food and Bioproducts Processing**, v. 89, p. 53–61, 2011.

KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**. v. 36, n. 4, p. 1283-7, 2006.

LEPE, J. A.; LEAL, B. I. **Microbiologia Enológica**. Espanha: Mundi-Prensa, 2004. 715p.

LIMA, B.N.B. et al. Determination of the centesimal composition and characterization of flours from fruit seeds. **Food Chemistry**, v. 151, p. 293–299, 2014.

LONG, M. et al. Metabolite profiling of carotenoid and phenolic pathways in mutant and transgenic lines of tomato: Identification of a high antioxidant fruit line. **Phytochemistry**, v. 67, p. 1750-1757, 2006.

MANICA, I. et al. **Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 374p.

MANTOVANI, J.R. et al. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.339-342, 2004.

MATA, A. R. et al. Identificação de compostos voláteis da cúrcuma empregando microextração por fase sólida e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 151-157, 2004.

MATEUS, N. **A química dos sabores do vinho – os polifenóis**. Revista Real Academia Galega de Ciências, v. 28, p. 5-22, 2009.

MELO, P. S. et al. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.1088-1093, jun, 2011.

MESTRES, M.; BUSTO, O.; GUASCH, J. Application of headspace solid-phase microextraction to the determination of sulphur compounds with low volatility in wines. **Journal of Chromatography A**, v. 945, p. 211–219, 2002.

MOO-HUCHIN, V. M. et al. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, v.152, p. 508–515, 2014.

MOREIRA, R. F. A.; NETTO, C. C.; MARIA, C. A. B. A fração volátil das aguardentes de cana produzidas no Brasil. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1819-1826, 2012.

MORGADO, C. M. A. et al. Conservação pós-colheita de goiabas ‘Kumagai’: Efeito do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1001-1008, 2010.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

NOBREGA, I. C. A. Análise dos compostos voláteis da aguardente de cana por concentração dinâmica do “headspace” e cromatografia gasosa – espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 210-216, 2003.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.259-262, 2002.

OLIVEIRA, D. S. et al. Carotenoids and Vitamin C during Handling and Distribution of Guava (*Psidium guajava* L.), Mango (*Mangifera indica* L.), and Papaya (*Carica papaya* L.) at Commercial Restaurants. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v. 58, p. 6166–6172, 2010.

OLIVEIRA, D. S. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, v. 16, p. 209-216, 1987.

PINO J. A.; QUERIS, O. Analysis of volatile compounds of pineapple wine using solid-phase microextraction techniques. **Food Chemistry**, v. 122, p. 1241-1246, 2010.

PINO J. A.; QUERIS, O. Characterization of odor-active compounds in guava wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 4885-4890, 2011.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAJN, V. M. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 68-72, 2013.

PRATI, P. et al. Estabilidade dos componentes funcionais de geléia de yacon, goiaba e acerola, sem adição de açúcares **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 285-294, 2009.

RAO, A. V.; RAO, L. G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**, v. 55, p. 207-216, 2007.

REIS, K. C. et al. Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 3, p. 781-785, 2007.

RIAL-OTERO, R. et al. Solid-phase microextraction-gas chromatographic– mass spectrometric method for the determination of the fungicides cyprodinil and fludioxonil in white wines. **Journal of Chromatography A**, v. 942, p. 41–52. 2002.

RIU-AUMATELL, M. **Caracterización de compuestos volátiles em bebidas derivadas de fruta**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Doutorado: Medicamentos, alimentação e Saúde. Universidade de Barcelona. Espanha. 2005. 130p.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; ABARZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves, Embrapa: Uva e Vinho, 2000.

SANDHU, D.K.; JOSHI, V.K. Technology, quality and scope of fruit wines especially apple beverages. **Indian Food Industry**, v. 14, n. 1, p. 24 - 34, 1995.

SANTANA, M. F. S.; SILVA, I. C. S. Elaboração de biscoitos com resíduo da extração de suco de caju elaboração de biscoitos com resíduo da extração de suco de caju. **Comunicado Técnico 214**, Novembro, 2008.

SANTOS, E. L. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.175-180, 2009.

SANTUCCI, M. C. C. et al. Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal com extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). **Ciênc Tecnol Aliment**, v. 23, n. 3, p. 441-6, 2003.

SCHREIER, P; IDSTEIN, H. Volatile constituents from Guava (*Psidium guajava*, L.) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 33, p. 138-143, 1985.

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

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. São Paulo: Almed, 1987, 387p.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v.17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SILVA, D. S. et al. Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p. 237-243, 2010.

SIQUEIRA, A. M. DE A. et al. Vida útil pós-colheita de goiaba cv. *Paluma* submetida ao resfriamento rápido por ar forçado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 45-51, 2014.

SOARES, F. D. et al. Volatile and non-volatile chemical composition of the white guava fruit (*Psidium guajava*) at different stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 100, p. 15–21, 2007.

SONG, J. et al. Rapid analysis of volatile flavor compounds in apple fruit using SPME and GC/time-of-flight mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 45, p. 1801-1807, 1997.

SOUZA, A. L. C. **Uso de metodologias combinadas de análise sensorial e químico-analíticas para controle de qualidade de vinhos espumantes nacionais**. 2010. 77p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal da Bahia.

SOUZA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência Agrotécnica**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

STEFENON, C.A. et al. Antioxidant activity of sparkling wines produced by *Champenoise* and *Charmat* methods. **Food Chemistry**, v. 119, p. 12–18, 2010.

TAVARES, J. T. Q. et al. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos térmicos. **Magistra**, v. 12, p. 1-2, 2000.

TEIXEIRA, M. ; MONTEIRO, M. Degradação da vitamin C em suco de frutas. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.2, p.219-227, 2006.

TORRESI, S.; FRANGIPANE, M. T.; ANELLI, G. Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review. **Food Chemistry**, v. 129, p. 1232–1241, 2011.

UBIGLI, M. **Guida all'assaggio degli spumanti**. In Ed agricole (Ed), I profili del vino, p. 103–116, 2004.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. N. Carotenóides: Propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VASCO, C. et al. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VASQUEZ-OCHOA, R.I.; COLINAS-LEON, M.T. Changes in guavas in three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **Horticultural Science**. v. 25, n.1, p.86-87, 1990.

VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. **Phenolic Compound Biochemistry**. Nicholson (Eds.).Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2006. 276 pp.

VIEIRA, L. M. et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

WILBERG, V. C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. HPLC Quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. **Lebensmittel-Technologie**, v. 28, p. 474-480, 1995.

WITT, M. Z. **Elaboração de Espumantes pelo Método Champenoise na Vinícola Cave de Amadeu**. 2006. 63p. Trabalho de conclusão de curso superior de tecnologia de viticultura e tenologia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves.

XISTO, A. L. R. P. et al. Textura de goiabas ‘Pedro Sato’ submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004.

XUE, Z. et al. Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of chinese jujube (*Ziziphus jujuba Mill*) fruits. **Journal of Food Biochemistry**, v. 33, p. 613-629, 2009.

ZANATTA, C. L.; ZOTARELLI, M. F.; CLEMENTE, E. Peroxidase (POD) e Polifenoloxidase (PPO) em polpa de goiaba (*Psidium guajava R.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 705-708, 2006.

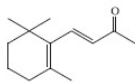
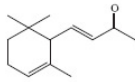
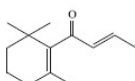
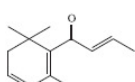
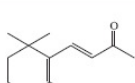
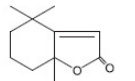
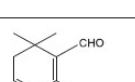
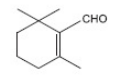
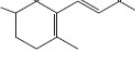
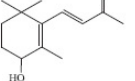
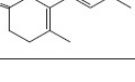
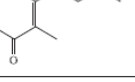
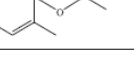
ZARDO, D. M et al. Intensidade de pigmentação vermelha em maçãs e sua relação com os teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidativa. **Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 148-154, 2009.

7 APÊNDICES

APÊNDICE 1- Usos médicos da *Psidium guajava* L. Fonte: Gutiérrez; Mitchell; Solis (2008).

Place, country	Part(s) used	Ethno medical uses	Preparation(s)	Reference(s)
Colombia, Mexico	Leaves	Gastroenteritis, diarrhoea, dysentery, rheumatic pain, wounds, ulcers, and toothache	Decoction and poultice	Heinrich et al. (1998), Aguilar et al. (1994)
Indigenous Maya, Nahuatl, Zapotec and Popoluca of the region Tuxtlas, Veracruz, Mexico	Leaves	Cough, diarrhoea	Decoction or infusion	Heinrich et al. (1998), Leonti et al. (2001)
Latin America, Mozambique	Leaves	Diarrhoea, stomach ache	Infusion or decoction	Pontikis (1996)
Mexico	Shoots, leaves, bark and leaves mixed, rip fruits	Febrifuge, expel the placenta after childbirth, cold, cough hypoglycaemic, affections of the skin, caries, vaginal haemorrhage, wounds, fever, dehydration, respiratory disturbances	Decoction, poultice	Martínez and Barajas (1991), Argueta et al. (1994), Linares and Bye (1990), Leonti et al. (2001), Heinrich et al. (1998)
Panama, Cuba, Costa Rica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela, Mozambique, Guatemala, Argentina	Leaves	Antiinflammatory	Externally applied hot on inflammations	Pardo (1999), Jansen and Méndez (1990), Valdizán and Maldonado (1972)
South Africa	Leaves	Diabetes mellitus, hypertension	Infusion or decoction	Oh et al. (2005), Ojewole (2005)
Caribbean	Leaves	Diabetes mellitus	Infusion or decoction	Mejía and Rengifo (2000)
China	Leaves	Diarrhoea, antiseptic, Diabetes mellitus	Infusion or decoction	Teixeira et al. (2003)
Philippines	Leaf, bark, unripe fruit, roots	Astringent, ulcers, wounds, diarrhoea	Decoction and poultice	Smith and Nigel (1992)
India	Leaves,	Febrifuge, antispasmodic, rheumatism, convulsions, astringent	Decoction or infusion	Hernandez (1971)
Ghana	shoots			
Peru	Flower buds, leaves	Heart and constipation, conjunctivitis, cough, diarrhoea, digestive problems, dysentery, oedema, gout, haemorrhages, gastroenteritis, gastritis, lung problems, shock, vaginal discharge, vertigo, vomiting, worms	Infusion or decoction	Cabieses (1993)
Kinshasa, Congo	Leaves, bark	Diarrhoea, antiamebic	Infusion or decoction, tisane	Tona et al. (1999)
Senegal	Shoots, roots	Diarrhoea, dysentery	Infusion or decoction	Tona et al. (1999)
Uruguay	Leaves	Vaginal and uterine wash, especially in leucorrhoea	Infusion or decoction	Conway (2002)
Fiji	Leaves, roots, ripe fruit	Diarrhoea, coughs, stomach-ache, dysentery, toothaches, indigestion, constipation	Juice, the leaves are pounded, squeezed in salt water	World Health Organization (1998)
Tahiti, Samoa	Whole plant, shoots	Skin tonic, painful menstruation, miscarriages, uterine bleeding, premature labour in women, wounds	Infusion or decoction, paste	World Health Organization (1998)
New Guinea, Samoa, Tonga, Niue, Futuna, Tahiti	Leaves	Itchy rashes caused by scabies	Boiled preparation	World Health Organization (1998)
Cook Islands	Leaves	Sores, boils, cuts, sprains	Infusion or decoction	World Health Organization (1998)
Trinidad	Leaves	Bacterial infections, blood cleansing, diarrhoea, dysentery	Infusion or decoction	World Health Organization (1998)
Latin America, Central and West Africa, and Southeast Asia	Leaves	Gargle for sore throats, laryngitis and swelling of the mouth, and it is used externally for skin ulcers, vaginal irritation and discharge	Decoction	Mejía and Rengifo (2000)
Panama, Bolivia and Venezuela	Bark and leaves	Dysentery, astringent, used as a bath to treat skin ailments	Decoction	Conway (2002)
Brazil	Ripe fruit, flowers, and leaves	Anorexia, cholera, diarrhoea, digestive problems, dysentery, gastric insufficiency, inflamed mucous membranes, laryngitis, mouth (swelling), skin problems, sore throat, ulcers, vaginal discharge	Mashed, Decoction	Holetz et al. (2002), Cybele et al. (1995)
USA	Leaf	Antibiotic and diarrhoea	Decoction	Smith and Nigel (1992)

APÊNDICE 2- Alguns dos principais compostos de aroma originados a partir de carotenóides. Fonte: Uenojo; Maróstica Junior; Pastore (2007).

Nome	Estrutura	Ocorrência	Microrganismos
β -ionona		chá preto, framboesa, maracujá, cenoura, tabaco, damasco, carambola, cereja, manga	<i>Geotrichum</i> sp <i>Aspergillus niger</i> IFO 8541 <i>Ischnoderma benzoinum</i> , <i>Marasmius scorodoni</i> e <i>Trametes versicolor</i>
α -ionona		groselha, chá preto, amora, cenoura, tabaco, banana, cereja, pêsego, aipo, tomate	
β -damascona		rosa, chá preto, mamão, rum, tabaco	
β -damascenona		damasco, rosa, carambola, uva, kiwi, manga, tomate, vinho, rum, framboesa, maracujá, amora	
4-oxo- β -ionona		chá preto, tabaco, flores, <i>Boronia megastigma</i> , <i>Osmanthus</i>	<i>Aspergillus niger</i> IFO 8541
diidroactinodiolida		chá preto, tomate, canela, tabaco	<i>Ganoderma applanatum</i> , <i>Hypomyces odoratus</i> , <i>Kuehneromyces mutabilis</i> , e <i>Trametes suaveolens</i> <i>Ischnoderma benzoinum</i> , <i>Marasmius scorodoni</i> e <i>Trametes versicolor</i>
safranal		açafrão, chá preto, grapefruit, mate, páprica	
β -ciclocitral		mate torrado, rum, chá, tomate, melão, páprica, pêra, damasco, brócolis	<i>Ischnoderma benzoinum</i> , <i>Marasmius scorodoni</i> e <i>Trametes versicolor</i>
2-hidróxi- β -ionona			<i>Ischnoderma benzoinum</i> , <i>Marasmius scorodoni</i> e <i>Trametes versicolor</i> Oxidação da luteína <i>Aspergillus niger</i> IFO 8541
4-hidróxi- β -ionona		Osmanthus	<i>Aspergillus niger</i> IFO 8541 <i>Bacillus megaterium</i> P450 BM-3
2-oxo- β -ionona			<i>Aspergillus niger</i> IFO 8541
megastigma-5,8-dien-4-ona		tabaco	
teaspirano		chá preto, maracujá, tabaco	