

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO  
MESTRADO ACADÊMICO

**Gicele Santos do Nascimento**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DO PERFIL SENSORIAL DE LICOR  
DE BANANA (*Musa spp.*) E CANELA (*Cinnamomum cassia presl.*) DURANTE O  
PROCESSO DE ENVELHECIMENTO**

Porto Alegre  
2020

GICELE SANTOS DO NASCIMENTO

**Avaliação da composição química e do perfil sensorial de licor de banana (*Musa spp.*) e canela (*Cinnamomum cassia presl.*) durante o processo de envelhecimento**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Nutrição.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Garavaglia

Porto Alegre  
2020

Catálogo na Publicação

Nascimento, Gicele Santos do  
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DO PERFIL SENSORIAL  
DE LICOR DE BANANA (*Musa spp.*) E CANELA (*Cinnamomum  
cassia presl.*) DURANTE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO /  
Gicele Santos do Nascimento. -- 2020.  
74 f. : graf., tab. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de  
Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de  
Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, 2020.

Orientador(a): Juliano Garavaglia.

1. licor de banana. 2. canela. 3. processo de  
envelhecimento. 4. análise descritiva quantitativa. I.  
Título.

## DEDICATÓRIA

Dedicado a Deus criador da vida, ao meu pai Roberto Nascimento que não está presente fisicamente, mais que o sinto ao meu lado segurando a minha mão, homem este responsável pela idealização desta obra, a minha querida e serena mãe Izabel Santos e irmã Gerlaine Santos pelas orações e amor a mim concedidos, ao meu amado esposo Cláudio Debarba por entender minhas ausências e acreditar fielmente em mim quando eu mesma comecei a duvidar.

**Vocês são a minha principal realização.**

**MUITO OBRIGADA!**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Juliano Garavaglia, pelo carinho com que me tratou desde o primeiro contato, agradeço a oportunidade que me concedeu em conhece-lo e também pela orientação segura, eficiente e paciente diante de tantos desafios;

Aos professores e funcionários da UFCSPA que, de forma generosa contribuíram para esta conquista;

As professoras Isabel C.K. Machado e Alessandra Peres, que além do carinho, me auxiliaram na elaboração do artigo científico e também na condução do Mestrado;

As Técnicas que acima de tudo se tornaram doces amigas, companheiras e também pela ajuda nas análises realizadas: Rebeca Inhoque Pereira; Luana Sabrina Veber, Sandra dos Santos Silveira, Tatiane Timm Storch e Fernanda Cristina Possamai Rossatto; Laíse Costa Borba e Felipe Grillo Pinheiro Gabriela Kampf Cury dos laboratórios de Farmacocinética e Cosmetologia, Complexo de Alimentos Farmacologia e de Bromatologia respectivamente.

À Biblioteca Paulo Lacerda de Azevedo, pelo suporte no processo de revisão da literatura;

As amigas fraternas: Larissa Faccioli, Ylana Rodrigues, Lisandrea Caetano, Carina Brito, Marjory Bueno, Karen Wilrich pela reciprocidade, carinho e acolhimento durante toda a trajetória do nosso curso;

Aos colegas de turma pelo apoio e troca de conhecimentos;

A todos que de forma direta e indiretamente que contribuíram para a realização deste trabalho.

A UFCSPA por toda infraestrutura ofertada para a realização deste projeto.

*Só eu sei cada passo por mim dado  
nessa estrada esburacada que é a vida,  
passei coisas que até mesmo Deus duvida,  
fiquei triste, capionga, aperreada,  
porém nunca me senti desmotivada,  
me agarrava sempre numa mão amiga,  
e de forças minha alma era munida  
pois do céu a voz de Deus dizia assim:  
– Suba o queixo, meta os pés, confie em Mim,  
vá a luta que eu cuido das feridas.*

*Bráulio Bessa*

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	14
2.1. LICOR .....	16
2.2 COMPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO LICOR .....	18
2.3. PRODUÇÃO DE LICORES .....	19
2.4. BANANA.....	21
2.5 CANELA.....	24
2.6 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	25
2.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	27
2.8 COMPOSTOS BIOATIVOS DA BANANA E DA CANELA.....	28
2.9 ANÁLISE SENSORIAL.....	32
3. JUSTIFICATIVA .....	34
4. OBJETIVOS .....	35
4.1. Geral.....	35
4.2. Específicos .....	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
6. ARTIGO.....	45

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1** - Fluxograma do processo de elaboração do licor de banana e canela..... 20

**Figura 2** - Classe dos compostos bioativos presentes nas frutas e vegetais..... 26

### ARTIGO

**Figura 1** - Perfil sensorial das médias para as formulações de licor de banana com Canela em Pó (CP) e Canela em Casca (CC) (I – sem envelhecimento), em diferentes concentrações. Os dados foram obtidos com um painel de avaliadores treinados (n=8)..... 69

**Figura 2** - Perfil sensorial das médias para as formulações de licor de banana com Canela em Pó (CP) e Canela em Casca (CC) (II – após 3 meses de envelhecimento). Os dados foram obtidos com um painel de avaliadores treinados (n=8)..... 70

**Figura 3** - Perfil sensorial das médias para as formulações de licor de banana com canela na forma de pó na concentração de 0,75% antes e após o período de envelhecimento de 03 meses. Os dados foram obtidos com um painel de avaliadores treinados (n=8). ..... 71

**Figura 4** - Projeção bidimensional dos resultados obtidos da Análise de Componentes Principais (ACP) em matriz de correlação I e II para os parâmetros sensoriais das amostras de licor de banana com canela. ....73

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Teores máximos para padrões de identidade e qualidade de bebidas alcoólicas por mistura (licor) determinado pela legislação brasileira..... 19

**Tabela 2** - Composição nutricional da parte comestível de variedades diferentes de banana .....22

**Tabela 3** - Compostos bioativos presentes na canela.....31

## ARTIGO

**Tabela 1** - Caracterização físico-química dos licores de banana com Canela em Pó (CP) e Canela em Casca (CC) (I – tempo zero e II – após 3 meses de envelhecimento). ..... 57

**Tabela 2** - Descrição das análises quantitativas de etanol, metanol e cobre nas amostras de licor de banana com Canela em Pó (CP) e Canela em Casca (CC) (I – tempo zero e II – após 3 meses de envelhecimento). .....62

**Tabela 3** - Médias dos parâmetros de cor dos licores de banana com Canela em Pó (CP) e Canela em Casca (CC) (I – sem envelhecimento e II – após 3 meses de envelhecimento). ..... 65

**Tabela 4** - Médias dos atributos da Análise Descritiva Quantitativa das formulações de licor de banana com canela em pó e em casca (CP - CC) no tempo zero e (CP II – CC II) após 3 meses de envelhecimento ..... 68

## LISTA DE ABREVIATURAS

ADQ – Análise Descritiva Quantitativa

FGV – Fundação Getúlio Vargas

IEA – Instituto de Economia Agrária

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

DCVs – Doenças Cardiovasculares

DCNTs - Doenças Crônicas Não Transmissíveis

TBHQ - (terc-butilhidroquinoma)

PG - (propilgalato)

BHT - (butilhidroxitolueno)

BHA - (butilhidroxianisol)

DPPH - (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)

ABTS - (2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid)

ATP – Adenosina Trifosfato

T0 – tempo zero, sem envelhecimento;

T1 – após 3 meses de envelhecimento;

## RESUMO

A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas mais consumidas e pode ser aplicada na elaboração de uma variedade de produtos, tais como, doces, bolos, snacks e também licores. O licor é uma bebida alcoólica que se caracteriza pela alta proporção de açúcar misturada ao álcool neutro, podendo apresentar graduação alcoólica de 15% a 54%. As especiarias são ingredientes adicionais usados para evidenciar o sabor ou para acrescentar aromas desejáveis e potencializar seu valor funcional. O processo de envelhecimento de licores ocasiona uma série de modificações, as quais levam a formação de alguns compostos, enquanto outros como odores e sabores desagradáveis, são reduzidos, tornando a bebida mais agradável ao consumo. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi estudar o perfil sensorial e a composição química de licor de banana elaborado com distintas concentrações de canela (0,25%, 0,5% e 0,75%) adicionada na forma de pó e em cascas. Foram avaliados parâmetros físico-químicos (teor alcoólico, densidade, acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, extrato seco, cinzas, metanol e cobre), as mudanças de cor através da análise colorimétrica dos licores durante o período de envelhecimento de 03 meses. O perfil sensorial foi avaliado por um painel de 08 avaliadores treinados, através da metodologia de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), utilizando uma escala não estruturada de 10 cm, em que cada atributo foi ancorado nos extremos, “fraco” ou “nenhum” e “forte” ou “muito”. Os licores obtidos em diferentes quantidades de canela (em pó e em casca), mostraram todos os parâmetros de acordo com a legislação brasileira, principalmente, quanto ao teor alcóolico (24,7 a 28,4%), mesmo após três meses de envelhecimento (20,9 a 24,7%). A adição de canela não modificou os principais parâmetros físico-químicos dos licores, foram estimados os valores médios de densidade (0,29 a 0,40g/L) e (0,39 a 0,48g/L); acidez titulável (1,35 a 1,42meq/L) e (1,42 a 1,5meq/L); pH (4,65 a 4,87) e (4,89 a 5,08); sólidos solúveis totais (30,5 a 31,7) e (30,63 a 31,7); extrato seco (21,3 a 22,8g/mL) e (19,8 a 21,8g/mL); cinzas (1,19 a 1,20g/L) e (1,57 a 1,71g/mL); metanol (0,008 a 0,023%) e (0,008 a 0,023%); cobre (0,0003 a 0,013mg/L) e (0,0003 a 0,013mg/L) para as amostras com canela em casca e canela em pó desde e após 03 meses de envelhecimento, respectivamente. Quanto a coloração, a amostra 0,75 de canela em pó foi a que se destacou, resultando em um amarelo-amarronzado com intensidade mais nítida para essa tonalidade. Do ponto de vista sensorial, a adição da canela corroborou para uma maior percepção de diferentes atributos sensoriais, tais como,

aroma frutado, adocicado, aroma e sabor de banana, aroma e sabor de canela e o sabor doce. Todos estes atributos foram maiores quanto maior a quantidade de canela adicionada no licor. Desta forma, verificou-se que a adição de canela, principalmente em pó e na concentração de 0,75%, melhorou a percepção sensorial do licor e não modificou a sua composição, mesmo após 03 meses de envelhecimento. Além disso, a formulação com 0,75% de canela em pó foi a preferida por 70% dos avaliadores. Espera-se oferecer ao consumidor final um produto seguro e de qualidade, além de melhor caracterizar o processo de envelhecimento do licor de banana e canela quanto a sua composição e seus possíveis benefícios.

**Palavras-chave:** licor de banana; canela; processo de envelhecimento, análise descritiva quantitativa.

## ABSTRACT

Banana (*Musa* spp.) is one of the most consumed fruits and can be used to preparation of a variety of products, such as sweets, cakes, snacks and also liqueurs. Liqueur is an alcoholic beverage that is characterized by the high proportion of sugar mixed with neutral alcohol, with an alcoholic degree of 15% to 54%. Spices are additional ingredients used to highlight the flavor or to add desirable aromas and enhance their nutritional value. The aging process of liquors causes a series of modifications, which lead to the formation of some compounds, while others, such as unpleasant odors and flavors, are reduced, making the drink more pleasant for consumption. Therefore, the objective of this research was to study the sensory profile and chemical composition of banana liqueur elaborated with different concentrations of cinnamon (0.25%, 0.5% and 0.75%) added in the form of powder and peels. Physical-chemical parameters (alcohol content, density, titratable acidity, pH, total soluble solids, reducing sugars, dry extract, ash, methanol and copper) were evaluated, as well as color changes through the colorimetric analysis of liquors during the aging period of 03 months. The sensory profile was assessed using 08 trained assessors, by Quantitative Descriptive Analysis (ADQ) methodology, using a 10 cm unstructured scale, in which each attribute was anchored at the ends, "weak" or "none" and "strong" or "a lot". The liquors obtained, even in different amounts of cinnamon (in powder and in bark), showed all parameters according to Brazilian legislation, mainly regarding alcohol content (24.7 to 28.4%), even after three months aging (20.9 to 24.7%). The addition of cinnamon did not change the main physical-chemical parameters of the liquors, and the average values of density (0.29 to 0.40g/L) and (0.39 to 0.48g/L) were estimated; titratable acidity (1.35 to 1.42meq/L) and (1.42 to 1.5meq/L); pH (4.65 to 4.87) and (4.89 to 5.08); total soluble solids (30.5 to 31.7) and (30.63 to 31.7); dry extract (21.3 to 22.8g/mL) and (19.8 to 21.8g/mL); ash (1.19 to 1.20g/L) and (1.57 to 1.71g/mL); methanol (0.008 to 0.023%) and (0.008 to 0.023%); copper (0.0003 to 0.013mg/L) and (0.0003 to 0.013mg/L) for samples with cinnamon in bark and cinnamon powder since and after 03 months of aging, respectively. As for the color, the 0.75% sample of cinnamon powder was the one preferred formulation, resulting in a brownish-yellow color with a clearer intensity for this shade. From the sensory point of view, the addition of cinnamon improving the greater perception of different sensory attributes, such as, fruity, sweet aroma, banana aroma and flavor, cinnamon aroma and flavor and sweet

flavor. All these attributes were greater than the increasing of cinnamon amount added to the liquor. Thus, it was found that the addition of cinnamon, mainly in powder and at a concentration of 0.75%, improved the sensory perception of the liquor and did not change its composition, even after 03 months of aging. In addition, the formulation with 0.75% cinnamon powder was preferred by 70% of the evaluators. It is expected to offer the final consumer a safe and quality product, in addition to better characterizing the aging process of banana and cinnamon liqueur in terms of its composition and its possible benefits.

**KEYWORDS:** banana liqueur; cinnamon; shelf-life process, quantitative descriptive analysis

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos é uma prática indispensável para a sobrevivência no mercado de alimentos e bebidas. Diante do desperdício de alimentos no país, faz-se necessário a adoção de medidas para a prática do consumo consciente pela população em relação à alimentação. O aproveitamento integral de frutas pode ser uma alternativa para a elaboração de novos produtos.

O mercado de licores é bastante diversificado e oferece diversos tipos de bebidas, que podem ser elaborados a partir de ervas, raízes, chocolate e principalmente, frutas. O processo está baseado na maceração ou na infusão de frutas em álcool potável, ou então, na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. A partir da banana madura vários produtos podem ser elaborados e, principalmente, licores, considerando que os principais atrativos das frutas são cor, aroma, sabor, vitaminas e sua composição em minerais. O fruto da banana contém inúmeras vitaminas e alguns minerais, tais como, potássio, fósforo e cálcio.

As especiarias e seus óleos essenciais, são usados pela indústria alimentícia como agentes de conservação, podendo aumentar o tempo de prateleira dos alimentos. A canela-da-china (*Cinnamomum cassia* Presl.), possui odor aromático característico e seu sabor é menos doce se comparada a outras variedades, possui diversas propriedades, tais como, ação antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória, antioxidante e modulação de diversos fatores de risco.

No Brasil o licor de banana é produzido em escala artesanal, principalmente por pequenos produtores. Existem poucas pesquisas a respeito do assunto, desconhecem-se, por exemplo, quais modificações ocorrem no processo de envelhecimento da bebida. O desenvolvimento de técnicas padronizadas fornecerá informações necessárias tanto para a produção de licor em escala agroindustrial como também afetar de forma positiva a economia de um número maior de famílias.

Diante do exposto, objetiva-se traçar o perfil sensorial de seis formulações de licor de banana com concentrações distintas de canela, adicionada na forma de pó e em casca e avaliar a evolução da composição, os parâmetros de cor e o perfil sensorial de cada formulação ao longo do processo de envelhecimento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O aproveitamento integral de frutas e hortaliças (polpa, cascas, talos e folhas), na elaboração de novos produtos, é uma alternativa tecnológica e limpa que está ao alcance de todos, pois pode ser aplicada tanto no ambiente industrial como residencial (81). A banana constitui a fruta tropical mais consumida no mundo, de acordo com a FAO (28), e pode ser cultivada em aproximadamente 130 países. Pertencente à família Musaceae, a qual é formada por cerca de 30 espécies de banana conhecidas do gênero *Musa* e mais de 700 variedades cultivadas (6). A exemplo, podem ser citadas as variedades de banana como a Prata, Prata Anã, Pacovan, Maçã, Terra, Mysore e D'angola, muito cultivadas no Brasil e utilizadas no mercado interno. O fruto da banana contém inúmeras vitaminas e alguns minerais, tais como, potássio, fósforo e cálcio. Da banana madura vários produtos podem ser elaborados, como banana em calda, banana desidratada, ketchup, chips, congelados, doces em massa, vinagre, vinhos e também o licor (92;62).

O mercado de licores é bastante diversificado e oferece diversos tipos, que podem ser elaborados a partir de ervas, raízes, chocolate e principalmente, frutas. Embora não existam regras rígidas para o preparo de licores de frutas, em geral, o processo está baseado na maceração de frutas em álcool potável, ou então, na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. Considerando que os principais atrativos das frutas são cor, aroma, sabor, vitaminas e minerais, deve-se, ao preparar um licor à base de frutas, ter o cuidado de preservar esses atributos e substâncias, de modo que o consumidor possa imediatamente associá-lo à fruta com a qual foi preparado (67).

As especiarias e também seus óleos essenciais, são usados pela indústria alimentícia como agentes de conservação, podendo aumentar o tempo de prateleira dos alimentos, uma vez que possuem ação antimicrobiana, reduzindo ou eliminando as bactérias patogênicas (1). Além disso, as especiarias são largamente utilizadas como aromatizantes de licores, destacando-se entre eles o absinto e o anis (24).

A canela-da-china (*Cinnamomum cassia* Presl.), possui odor aromático característico e seu sabor é menos doce que as outras variedades, ou seja, sendo a canela mais intensa em odor, levemente mucilaginosa e mais aromática (13). Esta espécie de canela possui propriedades antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória, antioxidante, redução dos níveis sanguíneos de glicose, do colesterol sérico e da pressão sanguínea (71). As propriedades e efeitos benéficos da canela

dependem, em grande parte, do tipo de fonte, tipo de solvente e grau de polaridade durante o processo de extração, pois as substâncias funcionais presentes podem ser dispersas em fase aquosa, alcoólica ou lipídica (71).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) avalia, através de distintos atributos sensoriais, a aparência, a cor, o odor, o sabor e a textura de determinado produto, de acordo com a ordem em que são detectadas pelos avaliadores. Resulta em completa descrição sensorial do produto em teste e fornece base para determinar as características que são importantes para sua aceitação, bem como para auxiliar a identificação dos seus ingredientes, variáveis de processo, entre outros (91).

Segundo Teixeira (94), no Brasil o licor de banana é produzido em escala artesanal, principalmente por pequenos produtores. Existem poucas pesquisas a respeito do assunto, desconhecem-se, por exemplo, quais modificações ocorrem no processo de envelhecimento da bebida. O desenvolvimento de técnicas padronizadas fornecerá informações necessárias tanto para a produção de licores em escala agroindustrial como também afeta de forma positiva a economia de um número maior de famílias.

## **2.1. LICOR**

De acordo com Robinet (73), os licores são misturas de água, álcool, açúcar e princípio aromático extraído de plantas, raízes, cascas, sementes ou frutos, preparados cuidadosamente para obter um produto que agrade ao consumidor. Para se obter um licor de qualidade, não basta dispor de boas formulações, mas sim escolher bem os ingredientes e seu processo de produção, a fim de produzir uma bebida delicada, agradável e de características organolépticas harmoniosas.

Os licores derivados de aguardente de vinho apareceram muito tempo depois da destilação se tornar generalizada, mas admite-se que o primeiro licor a base de álcool foi preparado por Arnaud de Villeneuve e Raimundo Lulio, misturando aguardente, açúcar, limão, rosas, flores de cítricos e outros aromas. Já era constante adicionar a bebida partículas de ouro, que na Idade Média era considerado remédio para todos os males denominada Dantzig. Supostamente, a invenção dos licores como os atuais ocorreu no século XV em Florença, Veneza e Turim e então transmitida para outros povos (98).

O mercado de licores tem se expandido ao longo dos tempos, por ser uma bebida consumida durante todo ano, não exigindo épocas específicas. Cerca de 20%

da produção de licores no Brasil é destinada à exportação, sendo os licores artesanais mais procurados e também os mais valorizados (53). O aquecimento no mercado de bebidas tem exigido das empresas produtos de qualidade mundial e com características marcantes, isso pode ser conquistado pelo desenvolvimento de produtos que utilizem frutas e ervas típicas do Brasil, valorizando os conhecimentos de comunidades tradicionais, a exemplo estão à elaboração de cachaça, vinhos espumantes e licores (79).

Para os pequenos produtores de frutas, um dos grandes problemas em especial para os produtores de bananas, sobretudo para o mercado de consumo de frutas in natura é a comercialização, pois se costuma classificar as frutas, baseadas em tamanho, forma, peso, entre outros. O lote de melhor qualificação obtém os preços mais elevados e aquela cuja qualificação é inferior, seja por motivos de tamanhos e formas acabam sendo desqualificados, mesmo possuindo um valor nutricional de excelente qualidade. Isto reforça a necessidade de alternativas de industrialização simples, porém eficazes que permitam um melhor escoamento da produção (94).

Segundo dados do Sebrae (79), as vendas do seguimento no Brasil atingem em torno de 7 milhões de litros/ano. Representam a mais vasta categoria entre todas as bebidas destiladas e entre as mais de 300 marcas comerciais de licores existentes no mundo, cinco mais importantes chegam a comercializar mais de 230 milhões de litros ao ano. Uma das maiores dificuldades enfrentadas é o fato do hábito do brasileiro por consumo de bebidas alcoólicas não estar diretamente voltado ao consumo de licores mais sim de bebidas mais refrescantes como, por exemplo, as cervejas.

Segundo Andrade (4), o licor deve ser tomado puro, ao final da refeição, depois do cafezinho ou à tarde, em homenagem às visitas. A bebida costuma ser servida em cálice e apreciada em pequenos goles.

Hoje a tecnologia de produção de licores naturais a partir de frutas permite obter bons licores artesanais. O processo ainda precisa ser otimizado, caracterizado, padronizado para que possa ser produzido em escala industrial, pois dada a condição técnico-financeira do pequeno produtor, o mesmo encontra dificuldades de expor seu produto no mercado (94). O licor de frutas classifica-se como uma bebida alcoólica por mistura, adoçada, produzida sem processo fermentativo, cujos principais componentes naturais são frutas (Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, regulamentada pelo Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009).

## 2.2 COMPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO LICOR

Segundo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (14), que conforme descrito, através do Decreto Nº 6.871, DE 4 de junho de 2009 que Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, estabelece sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas: onde na Seção VI do Art. 67, define licor como sendo a bebida alcoólica que contenha entre quinze e cinquenta e quatro por cento do seu volume em álcool a vinte graus Celsius e, o componente açúcar tenha quantidade superior a 30 gramas por litro em sua composição. Que, de modo geral seja: componente alcoólico; extratos de substância de origem animal, vegetal ou combinação de ambos os mais de um da mesma origem; e, aromatizante, saborizante ou corante ou outro aditivo. No § 2º estabelece que a depender da quantidade de açúcar contido em sua composição o licor assim poderá ser definido:

I - Licor seco: quando possui entre 30 e 100 gramas de açúcar por litro;

II - Licor fino ou doce: é aquele que possui em sua formulação entre 100 e 350 gramas de açúcar por litro;

III - Licor creme: é aquele que contém um volume superior a 350 gramas de açúcar por litro de licor;

IV - Licor escarchado ou cristalizado: como sendo aquele saturado em açúcares e é parcialmente cristalizado.

A bebida deve atender as tolerâncias para os índices dos itens estabelecidos pelo MAPA, de acordo com a Instrução Normativa nº 35 de 16 de novembro de 2010 que estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcólicas por mistura, comercializadas em todo território nacional. Os parâmetros estabelecidos por essa legislação com os respectivos limites são apresentados na Tabela 1.

O mercado oferece diversos tipos de licores, que podem ser elaborados a partir de ervas, raízes, chocolate e principalmente frutas. Dentre estes, o licor de banana apresenta características importantes, pois ainda em infusão, a bebida apresenta coloração e sabor típicos da fruta propiciando um licor com boa aceitação sensorial (98).

O licor elaborado com mais de um material vegetal sem predominância de um deles, pode ser genericamente denominado de licor de ervas, de frutas ou outra denominação que o caracterize em relação a matéria-prima empregada. Contendo

lâminas de ouro puro a bebida poderá ser denominada licor de ouro, quando preparado por destilação de cascas de frutas, adicionado ou não de substâncias aromatizantes, saborizantes, ou ambas, poderá denominar-se “triple sec” ou “extra-seco”, independentemente de seu conteúdo de açúcares (98).

**Tabela 1** – Teores máximos para padrões de identidade e qualidade de bebidas alcoólicas por mistura (licor) determinado pela legislação brasileira.

COMPONENTES	Limites		Unidade
	Mínimo e Máximo		
Graduação alcóolica	15	54	% em volume de álcool etílico a 20 °C
<b>CONTAMINANTES</b>			
Álcool metílico	20		mg/100mL de álcool anidro
Cobre (Cu)	5		mg/L

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (15). Instrução Normativa nº 35, de 16 de novembro de 2010

Ainda de acordo com Venturi Filho (98), o licor que contiver em sua composição no mínimo cinquenta por cento em volume de conhaque, uísque, rum ou outras bebidas alcóolicas destiladas, poderá conter a expressão “licor de...”, acrescida do nome da bebida utilizada. A fabricação deve ser executada em um local próprio, especial, bem projetado, com pisos e paredes construídos com material fácil de higienizar, com disponibilidade de água potável, longe de aromas indesejáveis que possam ser absorvidos e prejudicar os produtos.

### 2.3. PRODUÇÃO DE LICORES

Todo licor possui, genericamente, um princípio aromático, que representa a matriz de onde serão extraídos os principais componentes para formação de seu sabor, aroma, cor e composição. Os princípios aromáticos mais utilizados são frutas (polpas, cascas e sementes), flores, folhas, cascas, raízes e essência industrial que dão aroma e sabor ao licor. A base da substância aromática é o óleo essencial que a matéria-prima contém e se dissolve bem no álcool (22).

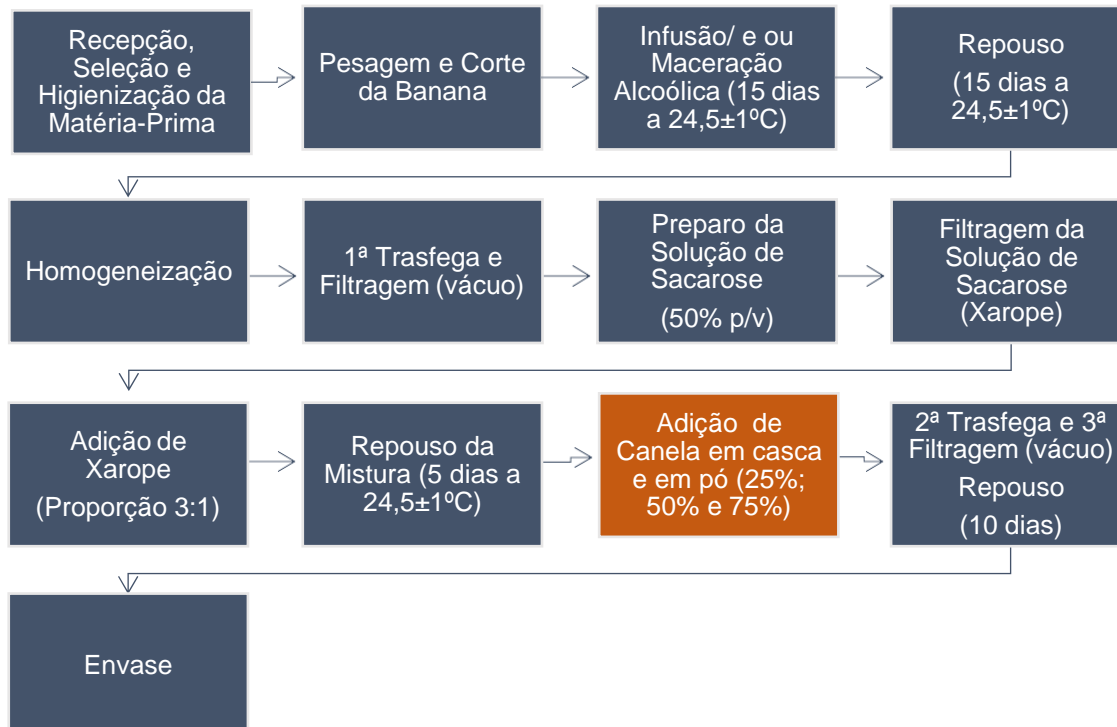
A repetição das formulações com os mesmos ingredientes e nas mesmas proporções, não é garantia de invariabilidade de características de um licor para o outro, porque as características da matéria-prima são afetadas por fatores como: procedência, maturação, conservação, temperatura, idade e outros, e sua variação se

reflete nas características dos licores (98). A Figura 1 mostra um fluxograma básico para produção de licores, utilizando como exemplo, o licor de banana e canela.

Além disso, o álcool para licor deve ser um destilado neutro de alta graduação alcoólica (95-96% em volume, correspondente a 92% em peso). A indústria sucroalcooleira produz álcoois de alta qualidade originados da cana-de-açúcar, neutros e isentos dos componentes que afetam sabor e aroma. As aguardentes com teor alcoólico ao redor de 50% extraem componentes de aroma, porém afetam o buquê com os componentes secundários que não são eliminados na destilação em alambiques e, por isso, devem ser evitadas, mesmo em preparações domésticas.

O mais recomendado é o álcool de cereais, pois é refinado e sem odor, o que permite realçar o aroma e o sabor da fruta. Geralmente este álcool é obtido do milho, arroz ou batata e possui graduação alcoólica de 93,6° a 96,9°GL (Gay Lussac). O álcool comum de cana não deve ser utilizado na fabricação de licores, por conter substâncias tóxicas, entre elas o metanol (12).

**Figura 1** - Fluxograma do processo de elaboração do licor de banana e canela.



Fonte: Autoria própria

Outro componente que se utiliza na produção de licores é o açúcar. O refinado é o recomendado para licores finos e incolores, porque além de dissolver-se

mais facilmente na água, não confere cor. É melhor dissolvido a quente e pode conferir ligeira ou forte tonalidade ao licor conforme seu grau de pureza (22).

Em geral, a mistura dos materiais deve ser a frio, para obter a melhor qualidade. Inclui-se o açúcar, como xarope preparando-se a quente, mas misturando-se depois de frio. As misturas devem seguir um critério de manipulação, adicionando os ingredientes na seguinte ordem: o álcool recebe o açúcar, os aromatizantes, depois a água e finalmente os corantes. A mistura deve ser bem homogeneizada por agitação constante depois clarificada e filtrada. Para se julgar o resultado, a mistura deve ser deixada em repouso por dois a três dias. Muitos licoristas recomendam que os licores devam ser armazenados um ano, ao menos antes de começar a consumir ou comercializar (98).

A água utilizada deve apresentar padrão de potabilidade, ter grau higrométrico muito baixo (baixa dureza), apresentar estabilidade microbiológica, não apresentar odores e nem sabor (98).

#### **2.4. BANANA**

A banana (*Musa spp.*) constitui a fruta mais consumidas em todo mundo, sendo o cultivo uma atividade de grande importância econômica e social, representando cerca de 107 milhões de toneladas e o quarto alimento mais produzido no mundo (32). O nome banana se dá pelo número de híbridos do gênero *Musa*, bananas, bananeiras, *Musaceae* (74; 92).

O fruto contém tanta vitamina C quanto a maçã, além de razoáveis quantidades de vitamina A, B1, B2, pequenas quantidades de vitaminas D e E, e menor porcentagem de potássio, fósforo e cálcio do que a maçã ou a laranja (29). A composição e o valor nutricional das bananas podem ser influenciados pelo local de cultivo, condições climáticas, tratamentos culturais, nutrição, manejo de pragas e doenças, colheita, variedade utilizada (34). Segundo Gilbert et al. (33), considera que durante o amadurecimento, há modificações nas características físico-químicas associadas as alterações nutricionais e organolépticas. A Tabela 2 mostra a composição nutricional de diferentes variedades de bananas cultivadas.

O estágio de maturação do fruto contribui para a variação e diferenciação das características físico-químicas e bioquímicas da banana. Conhecendo esses parâmetros torna-se mais fácil identificar a melhor aplicação para cada variedade, como por exemplo, bananas para consumo *in natura*, polpas, doces e entre outros.

Por outro lado, a fruta possui quantidades importantes de compostos antioxidantes, tais como carotenoides e compostos fenólicos, principalmente, flavonóides (99).

**Tabela 2** - Composição nutricional da parte comestível de variedades diferentes de banana.

	Maçã	Nanica	Ouro	Prata
Umidade (%)	75,2	73,8	68,2	71,9
Energia (Kcal/100 g)	87,0	92,0	112	98,0
Proteínas (g/100 g)	1,8	1,4	1,5	1,3
Lipídeos (g/100 g)	0,1	0,1	0,2	0,1
Carboidratos (g/100 g)	22,3	23,8	29,3	26,0
Fibra Alimentar (g/100 g)	2,6	1,9	2,0	2,0
Cálcio (mg/100 g)	3,0	3,0	3,0	8,0
Magnésio (mg/100 g)	24,0	28,0	28,0	26,0
Fósforo (mg/100 g)	29,0	27,0	22,0	22,0
Manganês (mg/100 g)	0,60	0,14	0,09	0,42
Potássio (mg/100 g)	264,0	376,0	355,0	358,0
Vitamina C (mg/100 g)	10,5	5,9	7,6	21,6

FONTE: TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (93).

Pelos seus aspectos nutricionais a polpa de banana pode ser recomendada em casos específicos, como regulador da pressão sanguínea, depressão, câimbras (contrações espasmódicas dos músculos, atenuadas devido à grande quantidade de potássio, que mantém o equilíbrio eletrolítico do organismo), tabagismo, estresse, úlcera e outros (97). A banana também pode ser usada em casos de constipação pois é rica em fibras, restaurando assim a flora intestinal, assim como em quadros de azia e úlceras, onde a banana possui efeito natural antiácido no organismo (51). Bhutani, Atal (11) descreve que a fruta pode atuar contra a condição de estresse, pois quando o organismo está sob esse estado de tensão, a taxa metabólica aumenta, reduzindo o nível de potássio na corrente sanguínea, esse quadro pode ser reequilibrado com o auxílio de uma quantidade elevada de potássio a qual é encontrado na banana.

Contudo, a banana apresenta algumas limitações no seu consumo, dentre os limitantes, está o rápido escurecimento e amadurecimento do fruto. Estas reações estão associadas à ação das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, principalmente encontradas na polpa da fruta, e têm sua atividade aumentada quando submetida ao

corde ou ao descascamento, o que está relacionado à quantidade de água presente no alimento (63).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO (32), em 2017 a banana foi produzida em 128 países sendo uma das frutas mais consumidas no mundo. A produção mundial de banana atingiu aproximadamente 125,3 milhões de toneladas. Os quatro maiores países produtores foram a Índia, China, Indonésia e o Brasil, sendo a China o país que mais consome.

O cultivo brasileiro de banana está distribuído por todo o território nacional. As maiores áreas, em 2017, localizaram-se nos Estados da Bahia com 73,1 mil hectares, São Paulo com 50 mil ha, Pará com 43,9 mil ha, e Minas Gerais com 41,6 mil ha. O consumo é estimado em 25 kg *per capita* ao ano, representando 0,87% das despesas de alimentação do brasileiro, o consumo mundial da fruta em 2007 foi de 9,1 kg/habitante/ano. Cerca de 98% da produção é destinada ao consumo *in natura*, sendo o restante da produção representada pela fruta processada (54).

As principais cultivares de banana plantadas no Brasil são a Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Ouro, Nanica, Nanicão, Grande Naine, Terra, D'Angola, sendo utilizadas unicamente para o mercado interno, e “Nanica”, “Nanicão” e “Grande Naine”, usadas principalmente para exportação (82). O subgrupo Prata foi introduzido no Brasil pelos portugueses e, por esta razão, os brasileiros, especialmente os nordestinos e nortistas, manifestam uma preferência pelo seu sabor, apresenta frutos pequenos, de sabor doce e suavemente ácido (83). A escolha da variedade está sujeita a predileção do mercado consumidor e do destino da produção (indústria ou consumo *in natura*).

O Brasil é o quarto produtor mundial de banana e sua produção é cerca de 6,6 milhões de toneladas, praticamente destinada ao consumo interno, o que o transforma no primeiro consumidor mundial de banana. Não obstante sua posição de destaque como grande produtor, em 2018, o Brasil exportou para vários países de diferentes continentes um total de 28.629,9 mil t, com valor FOB de US\$7,8 milhões, de bananas frescas ou secas e bananas da terra frescas ou secas (54). O cultivo de banana é feito por pequenos, médios e grandes produtores, mas há a predominância dos dois primeiros. Constitui-se uma importante fonte de renda para a unidade produtiva, pois tem uma produção praticamente constante ao longo do ano, gerando renda (20).

Um aspecto relevante a se estudar na cadeia produtiva da banana são as perdas decorrentes dos processos de colheita e transporte. Dada à fragilidade e à alta perecibilidade das frutas tropicais, como um todo, e da banana, em particular, os índices de perda são significativos. Dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV) revelam uma perda média de 40% entre a plantação e a comercialização das bananas. Outras fontes, como o Instituto de Economia Agrária do Estado de São Paulo (IEA), chegam a apontar um índice de perda de 60% (78).

Considerando tais características, dada a relevância da importância do aproveitamento de frutas não exportáveis e/ou não comercializadas na forma *in natura*, seja por defeitos indesejáveis para o consumidor final ou problemas na safra impedindo o agricultor de comercializar a fruta, a banana quando verde, a massa oriunda da polpa pode ser utilizada na linha de produtos panificáveis em substituição parcial ou total da farinha de trigo. Produtos como a farinha, o amido e os chips também podem ser fabricados com banana verde (69). A banana pode ser utilizada na produção de licores, os quais apresentam alta qualidade sensorial e com alta quantidade de componentes aromáticos (31).

## 2.5 CANELA

Dentre as especiarias, o gênero *Cinnamomum* (*Lauraceae*), constituído por aproximadamente 350 espécies, muitas das quais são produtoras de óleo essencial. Uma das espécies deste gênero, *Cinnamomum zeylanicum* Blume (*Cinnamomum verum* Presl.), conhecida como “canela-da-índia” e “canela-do-ceilão” é originária do Sri Lanka e do sudoeste da Índia e cultivada em vários países do mundo inclusive no Brasil (56).

A canela é obtida a partir da parte interna da casca do tronco, casca seca, isenta de periderme e do parênquima cortical externo, proveniente do caule principal e de ramificações deste (13). Diferentes pesquisas sugerem que a espécie possui propriedades nutricionais e funcionais, tais como, ação antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória e antioxidante. Ainda são sugeridos benefícios cardiovasculares através da redução dos níveis sanguíneos de glicose, do colesterol sérico e da pressão sanguínea (71).

Ranjbar et al. (72) concluíram, em seu estudo, que o extrato de canela exibe significativa atividade antioxidante em seres humanos. Sendo assim, a canela, a qual é utilizada como um agente aromatizante em alimentos ou chá, pode atuar como um

potente antioxidante, podendo ser utilizada em indivíduos que têm doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Rahmatullah, Noman, Hossan, Harun-or-rashid, Rahman, Chowdhury (70) concluíram em um estudo de revisão sobre plantas medicinais, que podem ser usadas como alimentos funcionais, apontam que o consumo de algumas espécies de canela pode ter efeitos benéficos na prevenção e manejo de doenças cardiovasculares (DCVs), hipertensão e diabetes devido a suas propriedades antioxidantes.

A Canela-da-china (*Cinnamomum cassia* Presl.), possui aroma característico e seu sabor é menos doce, quando comparada com a canela-do-ceilão (*Cinnamomum verum* Presl.), sendo menos intensa em odor, levemente mucilaginosa e mais aromática. A casca seca, contém no mínimo, 1% de óleo volátil, constituído por 70 a 90% de trans-cinamaldeído e possui como sinonímia científica *Cinnamomum aromaticum* (13).

De acordo com Archer (5), há uma diferença bastante significativa a respeito da *Cinnamomum aromaticum* (canela-da-china) e a *Cinnamomum zeylanicum* (canela-do-ceilão) que é a quantidade encontrada de cumarina (1,2-benzopirona), que na primeira aparece em teores elevados e que colocam a saúde em risco se consumido em grandes quantidades regularmente. Por exemplo, em 1 kg de *Cinnamomum aromaticum* em pó, são encontrados aproximadamente 2,1 a 4,4g de cumarina, ou seja, em 1 colher de chá do pó da canela-da-china são encontrados cerca de de 5,8 a 12,1 mg do composto (18).

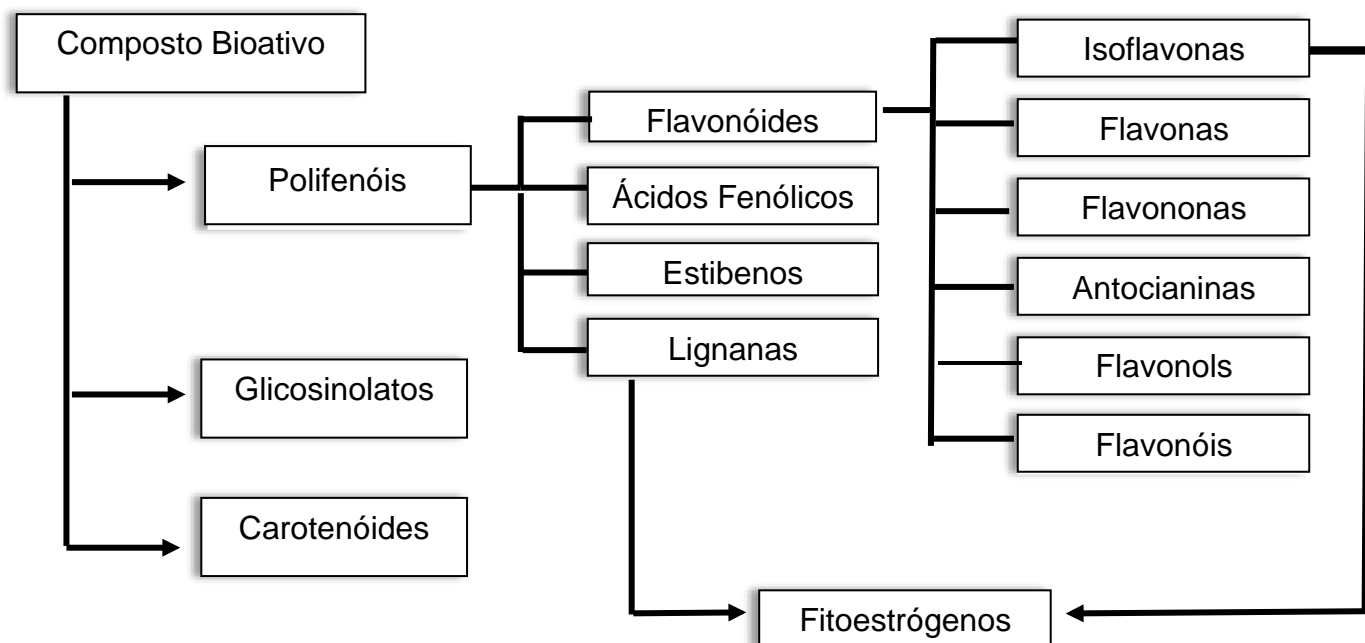
## 2.6 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos ou também conhecidos como fitoquímicos são definidos como compostos químicos em frutas e hortaliças, que exercem uma potente atividade biológica e podem desempenhar diversos papéis em benefício da saúde humana (21). Segundo Kader (47), os compostos bioativos são importantes na determinação das características de qualidade, como aparência e sabor.

As propriedades antioxidantes exibidas por muitos vegetais se devem fortemente ao seu nível de compostos fenólicos (16; 59; 50; 64). As substâncias fenólicas são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas e sua síntese depende de várias enzimas envolvidas em vias metabólicas distintas (46). Atualmente mais de 8.000 compostos fenólicos com estruturas químicas diversas foram identificados (96).

De acordo com a Figura 2, pode-se observar a classe dos compostos bioativos presentes nas frutas e hortaliças.

**Figura 2** - Classe dos compostos bioativos presentes nas frutas e vegetais.



Fonte: HORST E LAJOLO (40).

Alimentos de origem vegetal são fontes energéticas, proteicas, possui ainda vitaminas e minerais e a única ou a principal fonte de vitamina C, folato, fibras e compostos bioativos, dos quais o metabolismo humano também é dependente (9). A ingestão insuficiente de compostos bioativos provenientes de vegetais constitui importante elemento nas Doenças Crônicas Não Transmissíveis – DCNTs, contribuindo na mesma relevância do consumo excessivo de energia e de gorduras totais e saturadas da dieta (39; 44).

Ainda segundo Bastos, Rogero, Arêas (9), nos alimentos os compostos bioativos podem agir em diferentes formas, tanto nos seus alvos fisiológicos como também aos seus mecanismos de ação. A ação comum dos antioxidantes presentes nestes compostos, deve-se ao potencial de óxido-redução de algumas moléculas à capacidade dessas mesmas moléculas em competir por sítios ativos e receptores nas diversas estruturas celulares ou, ainda, são capazes de modular a expressão de genes, reúne proteínas envolvidas em mecanismos intracelulares de defesa contra processos oxidativos que degeneram estruturas celulares, exemplo (DNA,

membranas). Inúmeras evidências têm indicado que os radicais livres e outros oxidantes são os grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas associadas ao avanço da idade, tais como: câncer, DCV, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (7).

Os compostos fitoquímicos provenientes são altamente afetados não apenas por fatores genéticos, mais também ambientais, estágio de maturação dos frutos, época de colheita, manuseio no processamento pós-colheita, condições de armazenamento entre outros fatores (75).

## **2.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

Segundo Temple (95), substâncias antioxidantes são aquelas que, quando presentes em baixas concentrações, comparativamente ao conjunto daqueles presentes em um substrato oxidável, atrasam ou previnem de forma significativa a oxidação deste substrato. Ainda de acordo com o pesquisador, do ponto de vista nutricional, antioxidantes alimentares, particularmente em vegetais, têm ganhado um grande interesse entre os consumidores e a comunidade científica, uma vez que estudos têm associado menor risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e câncer ao consumo destes compostos.

A capacidade antioxidante é interessante também do ponto de vista tecnológico, a obtenção ou preparo de alimentos com um alto conteúdo de compostos fenólicos pode levar a uma redução da adição de aditivos químicos antioxidantes, resultando em alimentos mais saudáveis, que podem ser incluídos na classe dos alimentos funcionais (59).

Os antioxidantes podem ser classificados em primários, que atuam como doadores de prótons, impedindo o processo de iniciação desencadeado pelos radicais livres. Nesta classe de antioxidantes encontramos os compostos fenólicos, o tocoferol, os aminoácidos, os carotenoides e os antioxidantes sintéticos. A maioria dos flavonóides tem a capacidade de reagir com radicais livres e exercer funções antioxidantes no organismo (25). Os antioxidantes podem também ser classificados como secundários, atuando no bloqueio da decomposição dos peróxidos e hidroperóxidos e convertendo-os na forma inativa por ação de agentes redutores, bloqueando a reação em cadeia através da captação de intermediários reativos como os radicais peroxila e alcooxila. Nesta classe estão as vitaminas A, C e E, e também os compostos fenólicos (68).

De acordo com Andrade, Cardoso, Batista, Mallet, Machado (3), os antioxidantes podem ser naturais ou sintéticos, sendo estes últimos objetos de muitos questionamentos em relação à segurança de sua utilização, uma vez que alguns experimentos demonstraram que podem apresentar possíveis características carcinogênicas.

Dentre os antioxidantes sintéticos mais conhecidos e usados na indústria alimentar, está o TBHQ (terc-butilhidroquinoma), PG (propilgalato), BHT (butilhidroxitolueno) e BHA (butilhidroxianisol) (3; 84). Por outro lado, os antioxidantes naturais estão sendo cada vez mais adotados como alternativas de substituição dos sintéticos, sendo eles, as vitaminas E e C, os carotenoides e os polifenóis (23; 10). As plantas, cravo e canela, e também seus produtos, podem apresentar potenciais antioxidantes.

Morais, Cavalcanti, Costa, Aguiar (65), testaram a atividade antioxidante da infusão dos chás de amostras comerciais de diversas plantas por meio do método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), onde o cravo e canela apresentaram grande eficiência como antioxidantes. Isto se deve a presença de grandes concentrações do composto fenólico eugenol em ação conjunta com outros compostos presentes na infusão, onde sua eficiência como antioxidante foi constatada tanto *in vitro* como *in vivo* (65; 43). Semelhante resultado foi encontrado por Ranjbar et al. (72), onde os indivíduos que ingeriram o chá de canela, após uma coleta de sangue, apresentaram maior poder antioxidante total no plasma.

O extrato etanólico de diferentes partes da canela (casca, folhas e botões) foi avaliado em relação ao seu potencial antioxidante pelo método DPPH no estudo de Yang et al. (100). De acordo com os autores, o etanol se mostrou um ótimo solvente para a obtenção de compostos antioxidantes e, dentre as partes analisadas, o extrato da casca da canela foi o que apresentou maior ação antioxidante. Os resultados do estudo de Mathew e Abraham (60) também mostraram que o extrato metanólico das folhas da canela apresentaram um forte potencial antioxidante, pois eliminou os radicais livres principalmente pelo método DPPH e pela captura do radical ABTS (2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid).

## **2.8 COMPOSTOS BIOATIVOS DA BANANA E DA CANELA**

Como outras frutas importantes, a banana tem uma variedade de compostos bioativos, na fruta crua e madura são encontrados compostos fenólicos, carotenoides,

flavonoides e aminas biogênicas, baixos níveis de fitoesteróis também foram encontrados em polpa de banana. Dada a presença desses compostos bioativos as bananas têm uma capacidade antioxidante mais alta que alguns vegetais, ervas e frutas e essa capacidade aumenta durante a maturidade das frutas (87). Os principais compostos fenólicos encontrados na banana são os ácidos ferúlico, sinápico, salicílico, gálico, ácido *p*-hidroxibenzóico, vanílico, sérico, gentísico e *p*-coumarico (76). A polpa e casca da banana contém vários outros compostos fenólicos, como ácido gálico, catequina, epicatequina, taninos e antocianinas (61). As principais classes de flavonóides encontradas na banana são os flavonóis e estão inclusos a quercetina, miricetina, kaemperol e cianidina (85).

Os compostos fenólicos constituem um grande grupo de fenilpropanoides produzidos por plantas como metabólicos secundários (38;16). São comumente encontrados em quantidades consideráveis em alimentos vegetais, como cereais, grãos, legumes, frutas, nozes, chás e vinho (96). Aura (8) relata que o consumo dessa substância foi associado a redução do risco de múltiplas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como por exemplo, doenças cardiovasculares (DCV) e neurodegenerativas, alguns tipos de câncer, *Diabetes mellitus* tipo 2 e osteoporose. Vale salientar que a quantidade de compostos fenólicos nos alimentos vegetais crus é geralmente maior que esses mesmos alimentos processados e os métodos de processamento incluem o cozimento, fermentação, dentre outros. Sabe-se ainda que a produção, armazenamento e pasteurização reduzem o conteúdo dessas substâncias ou até mesmo modificar sua estrutura química.

As aminas biogênicas são compostos nitrogenados formados por descarboxilação de aminoácidos ou por aminação de aldeídos e cetonas. Foi demonstrado no estudo de Buckley (17) que na casca e polpa da banana contém aminas biogênicas como exemplo, serotonina, dopamina e noradrenalina. Segundo Steiner, Schliemann, Strack (89), catecolaminas, dopamina, noradrenalina, serotonina e epinefrina compõem um grupo de aminas biogênicas. A serotonina contribui positivamente para os sentimentos de bem-estar e felicidade. A utilização tradicional de bananas na Índia foi descrita por Kumar, Bhowmik, Duraivel, Umadevi (51) que relacionou o conteúdo de triptofano presente na fruta com a prevenção ou auxílio de doenças e condições de saúde como a depressão. Considera-se que o triptofano é um dos aminoácidos precursores para a síntese de dopamina, afetando de forma

direta o conteúdo da amina biogênica na casca da banana por exemplo, e o elevado interesse pela possibilidade de prevenir ou tratar a doença de Parkinson (48).

Todos os alimentos que ingerimos diariamente possuem em sua composição nutrientes e não nutrientes. De acordo com Kanazawa (49), os nutrientes são aqueles utilizados na produção de energia (na forma de ATP) ou aqueles que participam como co-fatores na metabolização intermediária e os não nutrientes são os compostos alimentares que executam funções biológicas além das mencionadas acima. Contudo, tanto os nutrientes como os não nutrientes são submetidos a bioacessibilidade e biodisponibilidade logo após o seu consumo.

Na ciência nutricional que concerne a ingestão de nutrientes essenciais e outros componentes contidos nos alimentos, a definição de biodisponibilidade se dá pela proporção do consumo da substância que está sendo absorvida e disponibilizada para utilização imediata ou armazenamento (37). A absorção deste não nutriente no trato gastrointestinal necessita primeiramente ser liberado da matriz alimentar, ou seja, tornar-se bioacessível e ser capaz de passar a barreira intestinal (88). A biodisponibilidade, portanto, é definida como a proporção de compostos bioacessíveis que são absorvidos no intestino e atingem a corrente sanguínea, para serem distribuídos e metabolizados no interior dos órgãos (66).

O interesse pela canela decorre das propriedades antioxidantes naturais e antibacterianas da planta in natura e óleos essenciais. Estas características são importantes devido a necessidade da indústria em reduzir o uso de aditivos químicos (84)

Segundo Gruenwald, Freder, Armbruster (35), a planta da canela possui diferentes partes com o mesmo conjunto de hidrocarbonetos, porém em proporções distintas, sendo o cinamaldeído encontrado em maiores quantidades na casca, eugenol nas folhas e cânfora na raiz. Pesquisas com óleos essenciais de canela também foram realizadas e, apesar de apresentarem características físico-químicas parecidas com as do cravo, alguns estudos mostram divergências nos compostos majoritários das duas plantas, como o estudo de Andrade, Cardoso, Batista, Mallet, Machado (3), que encontrou 14 substâncias no óleo extraído da casca da canela, sendo as principais os fenilpropanóides (E)- cinamaldeído, com maior concentração (77,72%), seguido pelo acetato de (E)-cinamila (5,99%) e o monoterpênóide 1,8-cineol (4,66%).

Singh, Maurya, DeLampasona, Catalan (86), por sua vez, encontrou 13 componentes no óleo essencial da casca da canela, onde também o (E)-cinamaldeído foi o mais abundante (97,7%). Já o estudo de Lima, Zoghbi, Andrade, Silva, Fernandes (55) ao analisar o óleo essencial da folha da canela, constatou que o eugenol obteve a maior concentração (60%), corroborado com os estudos de Andrade, Cardoso, Batista, Mallet, Machado (3) e Fichi, Flamini, Perrucci (30). Ainda, Lima, Zoghbi, Andrade, Silva, Fernandes (55) avaliou o óleo extraído dos galhos da planta da canela, onde o monoterpenos  $\alpha$ - (9,9%) foi o mais abundante.

Andrade, Cardoso, Batista, Mallet, Machado (3) ressalta que a parte da planta utilizada para a extração do óleo essencial pode ser determinante para a concentração e tipo de compostos bioativos extraídos. Scherer, Wagner, Duarte, Godoy (77) mostram que a concentração e constituição dos mesmos também podem variar nos óleos essenciais das plantas, inclusive da mesma espécie, devido as condições edafoclimáticas onde estas são cultivadas, e que também podem influenciar em sua ação antioxidante e antimicrobiana.

A canela-do-ceilão (*Cinnamomum verum* Presl.), de sinonímia científica com *Cinnamomum zeylanicum*, contém na casca seca em torno de 1,2% de óleo essencial volátil, e no mínimo, 60% de *trans*-cinamaldeído. Possui como características sensoriais principais um aroma característico, sabor picante e adocicado (13), sendo mais clara em cor e mais intensa em sabor (24).

**Tabela 3 - Compostos bioativos presentes na canela**

Autor	Planta	Compostos Bioativos
<b>Andrade et al. (2012)</b>	Canela (óleo essencial da casca)	14 substâncias encontradas, sendo as principais: fenilpropanóides (E)-cinamaldeído (77,72%), acetato de (E)-cinamila (5,99%) e o monoterpenóide 1,8-cineol (4,66%);
<b>Singh et al. (2007)</b>	Canela (óleo essencial da casca)	13 componentes encontrados, sendo a principal: (E)-cinamaldeído (97,7%);
<b>Lima et al. (2005); Andrade et al. (2012); Fichi et al. (2007)</b>	Canela (óleo essencial da folha)	Eugenol (60%), obteve maior concentração;
<b>Lima et al. (2005)</b>	Canela (óleo extraído dos galhos)	$\alpha$ -monoterpenos (9,9%) foi o mais abundante.

De acordo com Archer (5), há uma diferença bastante significativa a respeito da *Cinnamomum aromaticum* (canela-da-china) e a *Cinnamomum zeylanicum* (canela-do-ceilão) que é a quantidade encontrada de cumarina (1,2-benzopirona), que na primeira aparece em teores elevados e que colocam a saúde em risco se consumido em grandes quantidades regularmente. Com relação a quantidade de compostos fenólicos, em 1 Kg da *Cinnamomum aromaticum* em pó são encontrados, aproximadamente, de 2,1 a 4,4g de cumarina, ou seja, em 1 colher de chá do pó da canela-da-china são encontrados cerca de 5,8 a 12,1 mg do composto (18).

## 2.9 ANÁLISE SENSORIAL

A avaliação sensorial dos alimentos tem como objetivo oferecer subsídios que possam melhorar a qualidade dos produtos, verificar os efeitos do seu processamento ou armazenamento, caracterizar novos produtos em estudo e para efetuar pesquisas de mercado (2).

O campo da avaliação sensorial cresceu rapidamente na segunda metade do século XX, juntamente com a expansão dos produtos alimentares industriais e compreende um conjunto de técnicas para a medição precisa das respostas humanas aos alimentos, minimizando os efeitos potenciais da marca e outras informações que possam influenciar a percepção do consumidor (52).

Os métodos analíticos descritivos, enumeram as características percebidas e suas intensidades, a técnica inclui avaliação e comparação de sabores, discriminando-os seja pela descrição das impressões do produto como um todo, como por suas características individuais. Baseia-se no conceito de que uma pessoa pode ser treinada para perceber e reconhecer características sensoriais individuais de determinado produto, o grau de sua intensidade, e com treinamento apropriado alcançar concordância com os outros membros do grupo. Desta forma, pode-se substituir a avaliação de um expert individual por grupo de pessoas treinadas, que proporcionam resposta coletiva, a qual na maioria dos métodos descritivos pode ser analisada estatisticamente (80).

Além disso, a ADQ é utilizada em amostras de alimentos, e fornece um perfil descritivo dos atributos da amostra, bem como, uma quantificação do mesmo (27). Porém, para obtenção de dados válidos e contundentes, é necessário treinamento específico e motivação, os quais devem ser monitorados periodicamente (41). Desta forma a Análise Descritiva Quantitativa é um método científico de análise que

descreve e quantifica as características sensoriais de um determinado produto, utilizando terminologia gerada por provadores sem experiência anterior em degustação qualitativa, o que resulta em uma linguagem próxima à do consumidor (27).

O teste da ADQ é uma técnica que pode ser aplicada para a descrição e quantificação dos atributos sensoriais presentes no licor de banana produzido com distintas concentrações de canela. Desta forma, além de facilitar a caracterização e categorização do licor produzido, pode-se conhecer seus atributos sensoriais e facilitar sua utilização na alimentação humana e assim, aumentar seu consumo e popularização.

São muitas as aplicações da análise sensorial na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa, como por exemplo no controle das etapas de desenvolvimento de um novo produto, na avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou do processamento tecnológico sobre o produto final, na seleção de uma nova fonte de suprimento e até mesmo no controle da qualidade do produto, dentre outros. Com isto, é possível afirmar que a avaliação e a caracterização sensorial fornecem suporte técnico para a pesquisa, industrialização, marketing e controle da qualidade em novos e/ou produtos já conhecidos (26; 36).

A análise sensorial tem sido utilizada como ferramenta para avaliar os efeitos de diferentes processos sobre a qualidade de diferentes produtos (90), determinar características sensoriais da bebida (45; 101, 57; 58), avaliar a qualidade da bebida com base em parâmetros sensorial e físico químico (101), avaliar a aceitação da bebida (42;19), entre outros.

### 3. JUSTIFICATIVA

No atual cenário em que cada vez mais alimentos são desperdiçados, métodos podem ser adotados pela indústria e pelos produtores para aumentar a produtividade de forma a encontrar soluções, minimizar perdas e aumentar a renda ou lucro financeiro. A produção de licores é um exemplo desta prática. Além disso, o processamento do licor pode ser realizado por tecnologia simples (maceração alcoólica, trasfegas, filtragem, adição de xarope e envase) e não envolve uso de cadeia do frio para armazenamento associado a longo prazo de comercialização do produto, cuja vida de prateleira depende do período de envelhecimento, sendo necessários estudos que melhor esclareçam esta etapa. Por estas razões, a produção de licores de banana poderia ser uma alternativa para o processamento da fruta.

Ainda, a produção artesanal da bebida se mostra capaz de agregar valor à produção de licores e reduzir problemas de comercialização de matérias-primas susceptíveis a mudanças nos aspectos visuais de aparência, tamanho e formas, tornando-as inferiores ao interesse do consumidor, principalmente quando se trata de aproveitamento de uma fruta, como a banana que além de ser extensamente cultivada no estado ainda possui relevante valor nutricional. Devido à escassez de dados na literatura que melhor esclareçam a etapa de envelhecimento, verificou-se a necessidade em pesquisar sobre o assunto, visando entender quais características sensoriais, físico-químicas e de coloração, o produto pode sofrer com o tempo de produção.

Aliado ao conhecimento sobre as propriedades funcionais da canela, o licor de banana além de possuir um sabor especial atrairia o interesse dos consumidores por produtos naturais. Desta forma, a formulação de um licor de banana adicionado de canela proporcionaria um novo produto com boa aceitação pelo consumidor passível de repasse de tecnologia para os interessados em produzir a bebida como opção de mercado. Para isso o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (CEP/UFCSPA) (CAAE: 06200619.3.0000.5345) e aprovado sob parecer consubstanciado n°. 3.334.780 (Anexo 1).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Geral**

Desenvolver uma formulação de licor de banana, com elevada qualidade sensorial e adicionado com concentrações distintas de canela (0,25%, 0,50% e 0,75%, respectivamente) na forma de pó e casca, verificando o efeito do envelhecimento sobre a qualidade e modificações das distintas formulações, definindo o perfil sensorial e os parâmetros de cor, compostos bioativos e voláteis dos licores de banana com canela.

### **4.2. Específicos**

- Desenvolver uma formulação de licor de banana adicionada de canela com elevada qualidade sensorial e físico-química, verificando qual a melhor quantidade e forma de adição de canela (0,25%, 0,5% e 0,75%) em pó e em casca;
- Realizar as análises físico-químicas das formulações elaboradas, utilizando banana e distintas concentrações de canela (0,25%, 0,5% e 0,75%) em pó e em casca;
- Analisar os parâmetros de cor através do método colorimétrico utilizando o sistema CIELab e sua alteração ao longo do processo de envelhecimento;
- Caracterizar o perfil sensorial dos licores, utilizando a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) como ferramenta de análise sensorial;

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agentes antimicrobianos químicos e naturais. Rev Food Ingrid Brasil [periódico na internet]. 2010; [acesso em 2019 mar. 16]; (15): [aproximadamente 7 p.]. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060451504001467225580.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060451504001467225580.pdf)
2. Amerine MA, Pangborn RR, Roessler EB Principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press, 1965:1-22.
3. Andrade MA, Cardoso MG, Batista LR, Mallet ACT, Machado SMF. Essential oils of *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* and *Zingiber officinale*: composition, antioxidant and antibacterial activities. Rev Ciên. Agron. 2012; 43(2): 399-408.
4. Andrade TCB. Economia e Utilidades Domésticas. T.C.B, 2000:138.
5. Archer A. Determination of cinnamaldehyde, coumarin and cinnamyl alcohol in cinnamon and cassia by high-performance liquid chromatography. J Chromatogr. 1988; 447:272–6.
6. Asmar SA, Castro EM, Pasqual M, Pereira FJ, Soares JDR. Changes in leaf anatomy and photosynthesis of micropropagated banana plantlets under silicon sources. Sci. Hort. 2013; (161):328-332.
7. Atoui AK, Mansouri A, Boskou G, Kefalas, P. Tea and herbal infusions: their antioxidant. Activity and phenolic profile. Food Chem. 2005; 89(1): 27-39.
8. Aura AM. Microbial metabolism of dietary phenolic compounds in the colon. Phytochem Rev. 2008, (7): 407–429.
9. Bastos DHM, Rogero MM, Arêas JAG. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade – revisão. Arq. bras. endocrinol. Metab. 2009: 53-5.
10. Bernardi DM, Bertol TM, Pflanzler SB, Sgarbieri VC, Pollonio MAR.  $\Omega$ -3 in meat products: benefits and effects on lipid oxidative stability. J Sci Food Agric. 2016, 96(8): 2620-2634.
11. Bhutani MKK, Atal CK. Chemical constituents of banana. J Sci Ind Res. 1984, 43: 316-323.
12. Bragança MGL. Licor: Processamento artesanal. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013; p.15.

13. Brasil. Farmacopeia Brasileira. 5<sup>a</sup> ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa; 2010; p. 546.
14. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei n. 8.918 de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília: MAPA 2009; p.10661.
15. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 35 de 16 de novembro de 2010 que estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcólicas por mistura, comercializadas em todo território nacional. Diário Oficial da União, Brasília: MAPA 2010.
16. Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr Rev.* 1998; 56: 317-333.
17. Buckley EH. Further studies on the biosynthesis of 3-hydroxytyramine in the peel of the banana. *Plant Physiol.* 1961; 36:315-320.
18. Bundesinstitut FR. High daily intakes of cinnamon: health risk cannot be ruled out, Book high daily intakes of cinnamon: health risk cannot be ruled out. German Federal Institute for Risk Assessment; 2006. BfR Health Assessment No. 044/2006.
19. Cardello HMAB, Faria JB. Perfil sensorial e características físico-químicas de aguardentes comerciais brasileiras envelhecidas e sem envelhecer. *Braz J Food Technol.* 2000; 3:41-50.
20. Carmélio EC. Desenvolvimento regional sustentável: Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas. Fruticultura - Banana. Brasília.: Banco do Brasil; 2010; 3; p. 52.
21. Carratu E, Sanzini E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di originevegetable. *Annali dell' Istituto. Superiore di Sanità.* 2005; 41(1): 7-16.
22. Carvalho, RFde. Dossiê técnico. Produção de licores. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/ BA. 2007; [aproximadamente 29 p.]. [acesso 2019 nov. 23]. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTAy>.
23. Cerqueira FM, Medeiros MHGde, Augusto O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. *Quim. Nova.* 2007;30(2):441-9.
24. Condimentos especiais: Ingredientes que enriquecem os alimentos. *Rev Food Ingrid Brasil [periódico na internet].* 2012; [acesso em 2018 abr. 16] 87: [aproximadamente 7 p.]. Disponível em: [aditivosingredientes.com.br](http://aditivosingredientes.com.br).

25. Donelli JK, Robinson DS. Free radical in foods. *Free Radic Res.* 1995; 22(2): 147-176.
26. Dutcosky SD. *Análise Sensorial de Alimentos*, Curitiba: Champagat. 1996; p.122.
27. Dutcosky SD. *Análise sensorial de alimentos*. 4ª ed. Curitiba: Champagat; 2013.
28. FAO. Corporate Document Repository. Banana information note. Rome (IT): Economic and Social Department, Apr. 2012; [acesso em 2019 abr. 24]. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/008/j5023t/j5023t00.htm>.
29. Fasolin LH, Almeida GCde, Castanho PS, Netto-Oliveira ER. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliação química, física e sensorial. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* Campinas, 2007; 27(3): 524-9.
30. Fichi G, Flamini G, Perrucci S. Efficacy of an essential oil of *Cinnamomum verum* against *Psoroptes cuniculi*. *Phytomedicine.* 2007; 14(2-3):227-231.
31. Filho MJ, Carmo LBdo, Lucia SMD, Saraiva SH, Costa AV, Osório VM, et al. Banana liqueur: Optimization of the alcohol and sugar contents, sensory profile and analysis of volatile compounds. *LWT - Food Sci Technol.* 2018; 97: 31-8.
32. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Roma: FAO, 2017; [acesso em 2020 set. 10]. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
33. Gibert O, Dufour D, Giraldo A, Sánchez T, Reynes M, Pain J-P, et al. Differentiation between Cooking Bananas and Dessert Bananas. 1. Morphological and Compositional Characterization of Cultivated Colombian Musaceae (*Musa* sp.) in Relation to Consumer Preferences. *J Agric Food Chem.* 2009; 57: 7857-7869.
34. Godoy RCB. Estudo das variáveis de processo em doce de banana de Corte Elaborado com variedade resistente a Sigatoca-Negra [tese]. Curitiba (PR): Universidade Federal Paraná; 2010.
35. Gruenwald J, Freder J, Armbruester N. Cinnamon and health. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2010; 50:822–834.
36. Hardwick WA. *Handbook of Brewing*. New York: Marcel Dekker. 1994; p.714.
37. Heaney RP. Factors Influencing the Measurement of Bioavailability, Taking Calcium as a Model. *J Nutr.* 2001; 131(4): 1344S–8S.
38. Hollman PCH, Arts ICW. Flavonols, flavones and flavanols – nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric.* 2000; 80: 1081–1093.

39. Holst B, Williamson G. Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. *Curr Opin Biotechnol.* 2008;19 (2):73-82.
40. Horst MA, Lajolo FM. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: Cozzolino SMS (Org.). Biodisponibilidade de nutrientes. 2ª ed. São Paulo: Manole, 1: 697-731, 2007.
41. Inarejos-García A, Gómez-alonso M, Fregapane S, Salvador GMD. Evaluation of minor components, sensory characteristics and quality of virgin olive oil by near infrared (NIR) spectroscopy. *Food Res Int.* 2013; 50(1): 250-8.
42. Isique WD, Cardello HMAB, Faria JB. Teores de enxofre e aceitabilidade de aguardentes de cana brasileiras. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 1998; 18:356-58.
43. Ito M, Murakami K, Yoshino M. Antioxidant action of eugenol compounds: role of metal ion in the inhibition of lipid peroxidation. *Food Chem Toxicol.* 2005; 43:461-6.
44. Jacobs DR, Tapsell LC. Food, not nutrients, is the fundamental unit in nutrition. *Nutr Rev.* 2007; 65(10):439-50.
45. Janzantti NS. Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça. [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2004.p.179.
46. Jay-Allemand C, Bruant B, Burtin P, Fady B, Lefevre F, Garmain E. Genetic o phenolic compounds in walnut: qualitative and quantitative variations among cultivars, *Acta Hortic.* 2001; 544: 73–81.
47. Kader, A.A. The effect of storage methods on the quality of fresh horticultural crops. In: Baronio P., Pratella G.C., and Baldassarri N. *Postharv biol technol. Qualith dei Prodotti Ortofrutticoli Postraccolta.* Fondazione Cesena Agricoltura, Cesena.1990; 11 -26.
48. Kanazawa K, Sakakibara H. High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. *J Agric Food Chem.*, 2000; 48:844–8.
49. Kanazawa K. Bioavailability of non-nutrients for preventing lifestyle-related diseases. *Trends Food Sci Technol.* 2011; 22(12): 655–9.
50. Kaur C, Kapoor HC. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int J Food Sci Technol.* 2002; 37:153-161.
51. Kumar KPS, Bhowmik D, Duraivel S, Umadevi M. Traditional and Medicinal Uses of Banana. *J Pharmacogn Phytochem.* 2012; 1:51-63.

52. Lawless HT, Heymann H. *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices*. 2ª ed. New York: Springer Science +Business Media. 2010.
53. Lazzari NM. Licor, uma bebida consumida independente da estação do ano. Cursos CPT – EMATER, 2000; [acesso 2018 abr. 4]. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-industriacaseira-comomontar/artigos/licor-uma-bebida-consumida-independente-da-estacao-do-ano>.
54. Lima MB, Vilarinhos AD. Importância econômica e social. Agência de Informações Embrapa, Brasília, 2019; [acesso 2020 set. 10]. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01\\_28\\_41020068055.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_28_41020068055.html).
55. Lima MP, Zoghbi MGB, Andrade EHA, Silva TMD, Fernandes CS. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Acta Amazon*. 2005; 35(3):363-6.
56. Lorenzi H, Matos FJA. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas*. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum; 2002.
57. Maçatelli M. Determinação do Perfil Sensorial de Marcas Comerciais de Cachaça. 2006. 126 p. [dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual de São Paulo; 2006.
58. Magnani BD. Estudo Comparativo das Características Sensoriais do Rum e da Cachaça. [dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual de São Paulo; 2009.
59. Martinez-Valverde I, Periago MJ, Ros G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Arch Latinoam Nutr*. 2000; 50(1):5-18.
60. Mathew S, Abraham E. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food Chem Toxicol*. 2006; 44:198-206.
61. Mattila P, Hellström J, Törrönen R. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *J Agric Food Chem*. 2006; 54:7193-9.
62. Medina JC, Bleinroth EW, Martin ZJde, Moretti VA. *Processamento: produtos, características e utilização*. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2ª ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1985. p.197-264.
63. Melo AAM, Vilas-Boas EVB. Inibição do escurecimento enzimático de banana “Maçã” minimamente processada. *Ciênc. Tecnol. Alimento*. 2006; 26(1):110-5.

64. Melo EAde, Maciel MIS, Lima VLAGde, Santana APMde. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. *Nutrire Ver. Soc. Bras. Aliment.* 2009; 34(1):85-95.
65. Morais SMde, Cavalcanti ESB, Costa SMO, Aguiar LA. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Rev Bras Farmacogn.* 2009; 19(1):315-320.
66. Palafox-Carlos H, Ayala-Zavala JF, González-Aguilar G. A. The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. *J Food Sci.* 2011; 76(1): R6–R15.
67. Penha EMdas. Licor de Frutas. Coleção: Agroindústria Familiar. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Brasília. 2006; p. 40.
68. Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. *J Nat Prod.* 2000; 63(7): 1035-1041.
69. Pioani LM, Borges MTMR, Boas EVdeBV, Lichtemberg LA, Godoy RCBde. Aproveitamento industrial dos descartes de pós colheita. Informe Agropecuário. Belo Horizonte. Embrapa. 2008; 29(245):111-9.
70. Rahmatullah M, Noman A, Hossan MS, Harun-or-rashid M, Rahman T, Chowdhury MH. A survey of medicinal plants in two areas of Dinajpur district, Bangladesh including plants which can be used as functional foods. *J. Sustain. Agric.* 2009; 3(4):862-876.
71. Ranasinghe, P, Pigera S, Premakumara GS, Galappaththy P, Constantine GR, Katulanda P. Medicinal properties of 'true'cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. *BMC Complement Altern Med.* 2013; 13(1):275-284.
72. Ranjbar A, Ghasmeinezhad S, Zamani H, Malekirad AA, Baiaty A, Mohammadirad A, et al. Antioxidative stress potential of *Cinnamomum zeylanicum* in humans: A comparative cross-sectional clinical study. *Therapy.* 2006; 3(1):113-7.
73. Robinet É. Guide pratique du distillateur – Fabrication des liqueurs. Paris: Bernard Tignol. 1891; p. 424.
74. Robinson JC. Distribution and importance; taxonomic classification, cultivars and breeding. *Banana and plantains.* 1996; p.1–33.
75. Rodriguez-Amaya DB. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids—A review. *J Food Compost Anal.* 2010; 23: 726-740.

76. Russell WR, Labat A, Scobbie L, Duncan GJ, Duthie GG. Phenolic acid content of fruits commonly consumed and locally produced in Scotland. *Food Chem.* 2009; 115:100-4.
77. Scherer R, Wagner R, Duarte MCT, Godoy HT. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Ver. Bras. Plantas med.* 2009; 11(4): 442-9.
78. Sebrae - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Estudos de mercado: Banana relatório completo. SEBRAE/ESPM. 2008; p.88.
79. Sebrae. O consumo de licores pelos brasileiros cresce a cada dia. 2015; [acesso em 2019 mar. 19]. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-consumo-de-licores-pelos-brasileiros-cresce-a-cada-dia,6eb1999b516ff410VgnVCM1000004c00210aRCRD>.
80. Silva MAAP. Flavor properties and stability of a corn-based snack: aroma profiles by gas chromatography (GC). GC-olfactometry, mass spectrometry and descriptive sensory analysis [tese]. Oregon: Oregon State University; 1992.
81. Silva MBde, Ramos AM. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana integral. *Rev. Ceres.* 2009; 56(5): 551-4.
82. Silva SO, Pereira LV, Rodrigues MGV. Variedades. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: Embrapa. 2008; 29(245):78-83.
83. Silva SO, Santos-Serejo JAdos, Cordeiro ZJM. Variedades Tradicionais de Bananas. Brasília: EMBRAPA. 2003; [acesso em 2018 mai. 17]. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro\\_Banana\\_Cap\\_4ID-F7QzQ9c5WB.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro_Banana_Cap_4ID-F7QzQ9c5WB.pdf).
84. Silvestri JDF, et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). *Rev. Ceres.* 2010; 57(5):589-594.
85. Singh B, Singh JP, Kaur A, Singh N. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – a review. *Food Chem.* 2016; 206: 1-11.
86. Singh G, Maurya S, DeLampasona MP, Catalan CAN. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chem Toxicol.* 2007; 45(9): 1650-61.
87. Singh JP, Kaur A, Shevkani K, Singh N. Influence of jambolan (*Syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. *Int J Food Sci Technol.* 2015; 50(5):1190-7.

88. Srinivasan VS. Bioavailability of nutrients: a practical approach to in vitro demonstration of the availability of nutrients in multivitamin-mineral combination products. *J Nutr.* 2001; 131:1349S–50S.
89. Steiner U, Schliemann W, Strack D. Assay for tyrosine hydroxylation activity of tyrosinase from betalain-forming plants and cell cultures. *Anal Biochem.* 1996; 238: 72-5.
90. Stella FM. Efeito da filtração com resinas iônicas sobre a qualidade da cachaça. [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010.
91. Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. Orlando, USA: Academic Press, 1985; p. 296.
92. Stover RH, Simmonds NW. Classification of banana cultivars. *Bananas.* 3ª ed. New York. 1987; p. 97-103.
93. Taco (Tabela brasileira de composição de alimentos).- 4ª ed. Campinas: NEPA-UNICAMP. 2011; p. 161.
94. Teixeira LJQ. Avaliação tecnológica de um processo de produção de licor de banana [tese]. Curso de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2004.
95. Temple NJ. Antioxidants and disease: More questions than answers. *Nutr Res.* 2000; 20(3): 449-59., v.20, n.3, p.449-459, 2000.
96. Valderrain-Rodríguez, Palafox-Carlos H, Wall-Medrano A, Ayala-Zavala, JF, Chen, CYO, Robles-Sánchez M, et al., Phenolic compounds: their journey after intake. *Food Fun.* 2014; 5(2):189-97. 2014, 5 (2), p. 189-197.
97. Venturini-Filho WG. *Bebidas Alcoólicas: ciência e tecnologia.* 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.
98. Yan L, Fernando WMADB, Brennan M, Brennan CS, Jayasena V, Coorey R. Effect of extraction method and ripening stage on banana peel pigments. *Int J Food Sci Technol.* 2016; 51(6): 1449-56
99. Yang CH, Li RX, Chuang LY. Antioxidant activity of various parts of *Cinnamomum cassia* extracted with different extraction methods. *Molecules.* 2012; 17(6): 7294-7304.

100. Yokota SRC. Qualidade sensorial e físico-química de cachaças envelhecidas em recipientes de carvalho e de algumas madeiras brasileiras. [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2002.

## **6. ARTIGO**

No capítulo 7 da presente Dissertação de Mestrado é apresentado o Artigo produzido com o desenvolvimento do Licor de Banana com Canela. Dados referentes a coleta, processamento da banana, preparo da base do licor e adição de canela, dados físico-químicos e sensoriais do licor produzido são apresentados. O referido artigo foi escrito nas normas da revista *LWT – FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*.

1 **Evaluation of chemical and sensory composition of banana and cinnamon liqueur**  
2 **during storage process**

3

4 <sup>a</sup>\*Gicele Santos do Nascimento, <sup>b</sup>Gabriela Ramos Borges, <sup>b</sup>Camila Scheid, <sup>c</sup>Juliano  
5 Garavaglia

6

7 <sup>a</sup>Master's student in Nutrition Sciences, Graduate Program in Nutrition Science at Federal  
8 University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSPA), Sarmiento Leite, 245, ZIP CODE  
9 90050-170, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, +555133038700.

10 <sup>b</sup>Central Analítica Laboratory, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre  
11 (UFCSPA), Sarmiento Leite, 245, ZIP CODE 90050-170, Porto Alegre, Rio Grande do Sul,  
12 Brazil, +555133038700

13 <sup>c</sup>Nutrition Department, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSPA),  
14 Sarmiento Leite, 245, ZIP CODE 90050-170, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil,  
15 +555133038700.

16

17 \*Corresponding author. Tel.: +55-(54)99218-4701. E-mail address:  
18 gicelesantos@hotmail.com (Gicele Santos do Nascimento).

19

20 **Abstract**

21 Liqueurs are defined as a sweet alcoholic beverage with alcohol content from 15% to 54%,  
22 composed of alcohol blended with fruits or other vegetable parts and a sweet substance.  
23 An example is the use of banana fruits, that present a high sensory quality and being a  
24 source of sugars, minerals, vitamins and pleasant aroma and flavor. The sensory profile  
25 and chemical composition of banana liqueur elaborated with different concentrations of  
26 cinnamon (0.25%, 0.5%, and 0.75%), added as powder and bark form, were analyzed.

27 Physicochemical parameters and colorimetric assays were evaluated during the storage  
28 period of three months. The sensory profile was evaluated through quantitative descriptive  
29 analysis. All formulations tested showed parameters according to Brazilian legislation. The  
30 addition of cinnamon, mainly in powder (0.75%), improved the banana liqueur sensory  
31 perception and did not change its composition, even after three months of storage.

32

33 **Keywords:** banana, liqueur, cinnamon, sensory quality, storage

34

## 35 1. INTRODUCTION

36 Liquor is a product obtained by mixing alcohol, water, sugar, and substances that  
37 provide them with aroma and flavor in appropriate measures, without fermentation (Vieira,  
38 Rodrigues, Brasil & Rosa, 2010). In accordance with legal standards, liqueur as defined  
39 as an alcoholic beverage that contains between fifteen and fifty-four percent of its volume  
40 in alcohol at twenty degrees Celsius and, the sugar component has an amount greater  
41 than 30 g/L in its composition (Brasil, 2009). In general, liqueurs are alcoholic component,  
42 extracts of a substances (animal, vegetable, or combination of both) and flavoring or  
43 coloring or another additive allowed (Brasil, 2009).

44 The liqueur market is quite diversified and offers several types, which can be  
45 made from herbs, roots, chocolate, and mainly fruits, being a simple way to use up fruits  
46 that are not of the consumer's quality standard (Penha, 2004). Nowadays, the concern  
47 with health has been highlighted, since the population is looking for a diet rich in  
48 compounds that are beneficial to human health. Thus, fruits are excellent sources of  
49 nutrients, such as vitamin C, antioxidant compounds, phytochemicals, among other  
50 compounds that help in the prevention of diseases, in addition to other functional  
51 properties. Due to the high perishability that usually implies problems related to sale and

52 consumption, the processing of such fruit is an alternative to avoid or reduce waste  
53 (Sampaio, Dragone, Vila Nova, Oliveira, Teixeira & Mussatto 2013).

54 Banana fruits have wide acceptance due to its attractive flavor, composition rich in  
55 energy source of soluble sugars and starch degradation, as well as a source of minerals  
56 such as potassium and vitamins (Adão & Glória, 2005). Banana also contains phenolic  
57 compounds, carotenoids, flavonoids, biogenic amines, and low levels of phytosterols, in  
58 addition to being part of the diet of the different layers of the population and appearing on  
59 the table of Brazilians not only as dessert, but also as food (Singh, Kaur, Shevkani &  
60 Singh, 2015; FAO, 2012). Brazil and Costa Rica have large plantations intended for  
61 foreign markets; however, part of the banana production does not meet the minimum  
62 standards for export, leading to a waste of 40%–50% of the volume produced from the  
63 fruits (Filho et al, 2018).

64 Cinnamon is used as a traditional medicine and is classified as a medicinal plant  
65 in many countries around the world (Kumar, Sharma & Vasideval, 2012). According to  
66 Gruenwald, Freder & Armbruester (2010), the cinnamon plant has different parts with the  
67 same set of hydrocarbons, but in different proportions, with cinnamaldehyde found in  
68 greater amounts in the bark, eugenol in the leaves and camphor in the root, other  
69 compounds such as o-methoxycinnamaldehyde, benzyl benzoate, coumarin and cinnamyl  
70 alcohol in type *Cinnamon cassia* (Gunawardena et al., 2015).

71 The study by Lee et al. (2005), reported that 2'-hydroxycinnamaldehyde isolated  
72 from cinnamon bark (*Cinnamon cassia*) showed an inhibitory effect on the production of  
73 nitric oxide, inhibiting the activation of nuclear factor of activated B cells (NF- $\kappa$ B), signaling  
74 that this substance can potentially be an anti-inflammatory agent. An oral administration of  
75 cinnamon extracts significantly decreased the proliferation of tumor cells via acceleration  
76 of cytolytic activities of CD8 + T cells *in vivo* (Kwon et al., 2010). Cinnamon bark essential  
77 oil also showed similar effects on pre-inflamed human dermal fibroblasts and plasminogen

78 activator inhibitor-1 (PAI-1), epidermal growth factor receptor EGFR and extracellular  
79 matrix metalloproteinase-1 levels significantly reduced (Han & Parker, 2017).

80 In this context, this study evaluates the sensory profile of six formulations of banana  
81 liqueur with different concentrations of cinnamon, added in powder and bark form, to  
82 assess the evolution of physicochemical composition and color parameters of each  
83 formulation throughout the storage process.

84

## 85 **2. MATERIALS AND METHODS**

### 86 **a. Raw material and sample preparation**

87 To prepare the liqueurs, bananas of the Chunkey variety (*Musa sp.*), cereal alcohol at  
88 92% (vol/vol at 20 °C), cinnamon, refined sugar, and drinking water were used. The  
89 bananas used were characterized according to the color index of the peel proposed by  
90 Von Loesecke (Von Loesecke, 1950), and were in maturity scale 7, with yellow peel and  
91 brown spots. In this way, the development of all aroma and flavor characteristics was  
92 guaranteed, emphasizing that the use of green bananas gives the product an astringent  
93 flavor due to the high concentration of tannins. Cinnamon (*Cinnamomum cassia*) was  
94 purchased in the form of dry bark, which was processed and ground until becoming a  
95 powder form.

96

### 97 **2.2. Liqueur elaboration**

98 The fruits were washed and sanitized using immersion in chlorinated solution (200  
99 ppm) for 15 minutes. The bananas were peeled, weighed, and sliced (0.5 mm thick)  
100 manually. Subsequently, 700g of banana was added in 1L of alcohol (92%), forming the  
101 fixed base to formulations. The alcoholic extract was stored in glass containers,  
102 hermetically sealed, at room temperature ( $24.5 \pm 1^\circ\text{C}$ ) for 15 days in the dark. Every 5  
103 days, a gentle mixing was carried out, facilitating the extraction of aroma and flavor

104 components. After maceration period (15 days), the liquid was separated from the solid  
105 part (deposits) and the primary liqueur was vacuum filtered, obtaining the alcoholic banana  
106 extract.

107 For syrup preparation, refined sugar (50%) was dissolved in water and the mixture  
108 was brought to heating (90 °C, for 20 minutes). The syrup was filtered (at room  
109 temperature) and added to the alcoholic banana maceration in the proportion of 2:1 (2L of  
110 banana macerate to 1L of syrup) and remained for five days at room temperature ( $24.5 \pm$   
111  $1^\circ\text{C}$ ).

112 Cinnamon was added to the liqueur in the form of powder and bark. The cinnamon  
113 was added through a casing already prepared in the proportion of 0.25%, 0.5%, and  
114 0.75% in the alcoholic maceration, according to the formulations. Three formulations of  
115 banana liqueur were prepared with different concentrations (0.25%, 0.50%, and 0.75%) of  
116 powdered and bark cinnamon. All formulations were produced in duplicate and remained  
117 at rest for 10 days at room temperature ( $24.5 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

118 After this period, a last vacuum filtration was performed and the elaborated liqueurs  
119 were bottled in amber glass containers, sealed, and stored in a dark environment at room  
120 temperature, for 15 days. After liqueurs production, their physicochemical and sensory  
121 composition were monitored, first, just after the liqueurs production and after the period of  
122 storage (three months). All formulations differed only by the different concentrations of  
123 powdered and bark cinnamon.

124

### 125 **2.3. Physicochemical analysis**

126 Each formulation, physicochemical analysis (density, total sugars in sucrose,  
127 titratable acidity, pH, soluble solids, dry extract, and ash) was carried out to characterize  
128 the composition of the liqueurs and their modifications during storage (maximum of three

129 months). All physicochemical analysis were performed according to methodologies  
130 proposed by the Adolf Lutz Institute (2008).

131 The relative density was measured using a pycnometer, calibrated in relation to the  
132 mass of pure water at 20 °C. Total sugars were evaluated by the Fehling method, and the  
133 sample was initially subjected to the clarification and hydrolysis steps (hydrochloric acid,  
134 for 15 min at 80°C) and was expressed in g/L. Acidity was determined by the titration  
135 method, based on the acid neutralization titration with a standardized 0.1N NaOH solution,  
136 using the phenolphthalein indicator to the equivalence point and expressed in g of citric  
137 acid per 100 mL of sample. For the determination of pH, a digital bench pHmeter (Gehaka,  
138 Rio de Janeiro, Brazil) was used.

139 The total soluble solids (°Brix) were determined directly in a digital bench  
140 refractometer (Meter 2u, Movel Scientific Instrument, Ningbo, China). The dry extract (g/L)  
141 was calculated by weighing the residue after evaporating the water and alcohol by heating  
142 at 105°C until constant weight. The ashes (g/L) were calculated from the sample  
143 incineration residue.

144

#### 145 **2.4. Colorimetric Analysis**

146 The color of each formulation was determined by colorimetric analysis (UltraScan  
147 PRO, Hunter Lab, Reston, VA, USA) with the D65 lighting standard calibrated in the  
148 ultraviolet region. A 2 ml of each liqueur was added to a 2mm glass cell. Three color  
149 parameters were evaluated: L\*, a\*, and b\*. The value of a\* characterizes coloring in the  
150 region from red (+ a\*) to green (-a\*), the value b\* indicates coloring in the range of yellow  
151 (+ b\*) to blue (-b\*). The L value provides the luminosity, ranging from white (L = 100) to  
152 black (L = 0). Chroma was calculated by the equation  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  and the *h* angle  
153 (Hue) was calculated by the equation  $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ .

154

## 155 2.5. Determination of alcohol content and methanol

156 For ethanol and methanol determination, gas chromatography equipped with a  
157 flame ionization detector (FID) was used. First, the liqueur samples were diluted (1:4 v/v)  
158 in ultrapure water to a final volume of 10mL. Consecutively, 500ul of diluted samples,  
159 500ul of internal standard 2.75% (butanol; Merck, Germany), and 1mL of ultrapure water  
160 were transferred to a *headspace* flask. The flasks were homogenized and incubated at a  
161 temperature of 70°C for 20min. After the incubation time, 400uL of the volatile content of  
162 the flask was injected into the analytical system, manually. The analyses were performed  
163 in triplicate.

164 A GC-2010 PLUS system (Shimadzu, Kyoto, Japan) coupled to an Rtx-5 column  
165 30m x 0.25mm i.d, 0.25µm (Restek, Bellefonte, PA, USA) was used. The injection  
166 temperature was adjusted to 150°C with a 1:10 split ratio, an injection pressure of 37.7  
167 kPa and the FID temperature maintained at 250°C.

168

## 169 2.6. Copper determination

170 For the determination of copper (Cu) in liqueur samples, an atomic absorption  
171 spectrometer with flame atomization Shimadzu AA-7000 (Shimadzu) was used, equipped  
172 with a deuterium lamp for background correction and a hollow Cu cathode lamp  
173 (Hamamatsu, São Paulo Brazil). The instrumental conditions used were wavelength at  
174 324.8 nm; lamp current at 8 mA; flame type was air-acetylene; burner height at 7mm;  
175 compressed air flow at 15mL min<sup>-1</sup>; acetylene flow at 1.8mL min<sup>-1</sup>.

176 The digestion of liqueur samples was performed on a heating plate, using 5ml of  
177 sample and transferred to a 50ml beaker and 1ml of the HCl and HNO<sub>3</sub> mixture (3:1) was  
178 added. The beakers were covered with watch glass for reflux and the samples were  
179 decomposed at 110°C for 1 hour. Afterwards, the samples were cooled, transferred to  
180 10mL volumetric flasks, and the volume completed with ultrapure water. The same sample

181 preparation procedure was performed for a white sample, where no liqueur sample was  
182 added, to check for possible contaminants and calculate the method quantification limit.  
183 This was calculated by multiplying the standard deviation of 10 readings of the absorbance  
184 of the blank, divided by the slope of the curve, multiplied by 10, and added to the mean  
185 blank value (mg/L).

186 In the sample digestion stage, a 3:1 hydrochloric acid solution (Fisher Chemical)  
187 and 65% nitric acid (Merck) were used, respectively. The Cu calibration solutions used in  
188 the determinations by atomic absorption spectrometry were prepared by dilution in five  
189 different concentrations, starting from a reference solution of Cu 1000 mg/L (Merck).  
190 These solutions were acidified with 10% of the HCl and HNO<sub>3</sub> mixture (3:1) and prepared  
191 in the range of 0.1 to 1.5 mg/L.

192

## 193 **2.7. Sensory analysis**

194 Sensory analysis was performed at the Sensory Analysis Laboratory of  
195 Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), in appropriate  
196 and individual booths, under white light, away from noise and odors. The research project  
197 was approved by the Ethics Committee of Universidade Federal de Ciências da Saúde de  
198 Porto Alegre (CEP/UFCSPA) (CAAE number: 06200619.3.0000.5345).

199 The methodology used to define the sensorial profile of the liqueurs was the  
200 Quantitative Descriptive Analysis (QDA), which was carried out by eight trained assessors.  
201 Initially, the assessors were trained using the taste knowledge test, as described in  
202 Dutcosky (2013). The assessors were trained using different commercial banana liqueurs  
203 to standardize perceptions and specific vocabulary.

204 The formulations were evaluated by the trained panel (n = 8) using individual  
205 booths, cups containing 20mL of each liqueur formulation, with different concentrations,  
206 coded with random three-digit numbers and at room temperature. In addition, disposable

207 100 mL cups were also made available for drink disposal. In all sensory analysis sessions,  
208 participants received mineral water to clean the taste buds, avoid mixing flavors, and  
209 causing exhaustion of taste between samples.

210 For the QDA test, the assessors established the intensities using an unstructured  
211 scale of 10cm for each attribute and having quantitative expressions (anchors) on the left  
212 (which is equivalent to the starting point) with terms “weak” or “none”, and the right (which  
213 is equivalent to the maximum point) with terms “strong” or “very”.

214 Sensory attributes divided into groups were evaluated, such as appearance, the  
215 presence of solid particles, and apparent white sugar; the group of aromas, contemplating  
216 sweetness, alcoholic, banana, cinnamon, and fruity aroma; the flavor group divided into  
217 sweet, alcoholic, banana, and cinnamon flavor; attributes such as a feeling of warmth,  
218 acidity, astringency, texture, and intensity of brown and yellow color. In addition, the  
219 assessors were asked to indicate the preferred sample.

220

## 221 **2.8 Statistical analysis**

222 The data obtained were tabulated and the means and standard deviation were  
223 calculated and analyzed statistically, using the two-way analysis of variance (ANOVA),  
224 without repetition. The significant results of the data were analyzed by the Tukey test (95%  
225 significance) to verify the difference between the means of the attributes of all assessors  
226 and of each liqueur sample obtained. Principal Component Analysis (PCA) was performed  
227 on data related to the sensory evaluation of liqueur formulations. All statistical tests were  
228 performed using the XLSTAT add-on software, version 2019.2.1.59219. All data were  
229 obtained in triplicate.

230

## 231 **3. RESULTS AND DISCUSSION**

### 232 **a. Physicochemical analysis**

233 The Table 1 showed the physicochemical characterization of banana and cinnamon  
234 liqueur formulations. In general, all formulations presented similar parameters and within  
235 Brazilian legal standards, demonstrating that the addition of cinnamon interferes in a very  
236 reduced way on liqueur composition. The dry extract results varied in the means from  
237 19.85 to 22.86 g/mL and there was no significant difference ( $p>0.05$ ) regarding the values  
238 of analyzed samples. But, when compared the formulations with powdered cinnamon  
239 (0.5% and 0.75%) at time zero (22.86 and 22.8, respectively) and after three months  
240 storage time (19.85 and 19.96), significant differences were verified.

241 It was verified that the dry extract value decreases with the storage time of the  
242 liqueurs and was observed only using cinnamon powder. In all the formulations of liqueurs  
243 produced, reduced levels of ash were found, ranging from 1.19 to 1.71 g/L, with no  
244 significant difference among samples ( $p>0.05$ ). It was possible to notice that the cinnamon  
245 added to the liqueur, after 3 months of storage, increased the amount of ash, since the  
246 amount of sugar (500g) present in the syrup was added in a standardized way in the  
247 liqueur formulations.

248 Regarding total acidity, the average values ranged from 1.37 to 1.5g/L in citric acid,  
249 and formulations with the addition of cinnamon powder at time zero showed less acidity.  
250 The use of powdered cinnamon in higher concentrations, such as 0.5% and 0.75%, may  
251 have induced a reduction in acidity. From a sensory point of view, acidity has a strong  
252 influence, since the lower the presence of acids in fruit liqueurs the more pleasant and the  
253 better the product will be for the consumers' taste (Almeida, Lima, Borges, Martins &  
254 Batalini, 2012).

255 The results are related to the raw material and the ingredients used; this is because  
256 the banana silver has higher acidity than other varieties. The alcoholic degree of the  
257 alcohol used in the infusion, the amount of syrup, and use of cinnamon mainly in powder  
258 form, may have influenced. For pH, the formulations did not differ statistically from each

259 other and average values that ranged from 4.65 to 5.08. Teixeira, Ramos, Chaves, Silva,  
260 & Stringheta (2005) found the average pH value of 4.78 for a banana liqueur, a value very  
261 close to that found in the formulation with 0.5% of cinnamon powder at time zero.

262 The average values for the content of soluble solids ranged from 30.5 to 31.78, with  
263 the highest mean for the formulation with 0.25% of cinnamon powder at time zero. Passos,  
264 Cruz, Santos, & Fernandes (2013), when developing a carrot liqueur with orange, obtained  
265 a value of 30° Brix, similar to the values found in banana and cinnamon liqueur. Similar  
266 results to this paper were found in camu camu liqueurs with 33° Brix (Vieira, Rodrigues,  
267 Brasil, & Rosa, 2010) and pineapple (Teixeira, Simões, Saraiva, Junqueira, & Sartori,  
268 2012).

269 The values of soluble solids and alcoholic content are within the standards required  
270 by law, and for the sugar content it must be above 30 g/L (Brasil, 2009). According to the  
271 same legislation, the developed liqueur is classified as “Fine” because it ranges between  
272 100 and 350 g/L of sugars.

273 Regarding density, the values ranged from 0.29 to 0.48. The formulations that  
274 differed statistically were 0.25% and 0.75% of cinnamon in bark at time zero (initial) and  
275 after 3 months of storage, respectively (Table 1). This difference was probably due to the  
276 presence of different amounts of cinnamon, whose extraction of its properties was evident  
277 in the dependence on the extraction source (grain alcohol) and by the differences they  
278 showed in the composition of the alcoholic and soluble solids contents.

279

### 280 **3.1.1 Alcohol, residual methanol, and copper content**

281 Related to the quantification method of ethanol and methanol to the liqueur  
282 formulations, some measurements were realized to optimize the method and checked the  
283 levels of methanol and ethanol in the formulations. The correlation coefficient values ( $R^2$ )  
284 was  $\geq 0.99$  and were considered adequate through the analysis of simple linear regression

285 related to methanol and ethanol quantification. For precision analysis, the coefficients of  
286 variation were  $\leq 20\%$  for the low control and  $\leq 15\%$  for the others, using one-way analysis  
287 of variance (ANOVA). The accuracy was estimated through the relative error (% RE),  
288 assuming for the low point a variation of  $20\% \pm$  and  $15\% \pm$  for the others. The  
289 determination and quantification limits for ethanol and methanol were 0.01%.

290 The concentration of methanol in the samples was determined and proved to be  
291 below the limit of quantification of the method. The low amount of methanol in the  
292 formulations (Table 2) showed its high quality not only in terms of taste and aroma, where  
293 their presence can cause an olfactory aggressiveness, but also because it is highly  
294 harmful to the consumer's health, even in small quantities (Nagato, Silva, Yonamine &  
295 Penteado, 2000).

296 Methanol is a toxic alcohol, naturally present in alcoholic beverages in quantities  
297 lower than the other components (Schierbaum & Glicksman 1971). In human body,  
298 methanol is oxidized to formic acid and later to carbon dioxide, causing severe acidosis  
299 (decrease in blood pH), affecting the respiratory system, which can lead to coma and even  
300 death (Toxnet, 2012). Ethanol investigations were performed at time zero ( $t_0$ ) and after a  
301 period of three months ( $t_1$ ), as shown in Table 2. In  $t_0$ , the alcoholic strength of the  
302 samples ranged from 24.7 to 28.4%. While in  $t_1$ , the samples ranged from 20.5 to 24.7%,  
303 and even with a decrease in alcohol content, the samples remained within the  
304 considerable limits for liqueurs, according to the current legislation.

305 Copper is one of the undesirable metals in beverages, and contamination by copper  
306 ions is considered an obstacle to exports (Marinho, Rodrigues & Siqueira, 2009). Brazilian  
307 law limits the copper content in distilled beverages to 5 mg/L, (Brasil 1974), although in  
308 this concentration copper cannot be considered as toxic, its presence contributes to  
309 emphasize the acid flavor (Cardoso, Lima-Neto, Franco, & Nascimento, 2003).

310

## 311 **b. Color analysis**

312 The color parameters of formulations were evaluated based on the variables  $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  
313 chromaticity (Chroma) and angle  $h$ . All color parameters presented differences ( $p \leq 0.05$ )  
314 among the samples, as showed in Table 3. All formulations showed an appearance with  
315 high brightness.

316 The  $L$  value varied from 65.44 to 74.41, indicating high luminosity. However, after the  
317 storage period (three months) there was a decrease in the  $L$  value in all formulations ( $p \leq$   
318  $0.05$ ). This decrease was higher when comparing the formulations of liqueur with cinnamon  
319 in the form of powder than in the form of cinnamon in bark, with a decrease of  
320 approximately 5.53% and 4.27%, respectively.

321 For the variables  $a^*$  and  $b^*$ , ranged from -1.05 to -1.79 and 1.69 to 16.76, respectively;  
322 thus, the formulations showed a greenish-yellow color. The formulation with 0.75% of  
323 powder cinnamon, after three months of storage, showed a more intense yellow color, with  
324 a brown and less greenish tint (lower value of  $a^*$ ), in addition to the significant reduction in  
325 luminosity. This same formulation showed a decrease in the greenish yellow color when  
326 compared to formulation with 0,75% of cinnamon in bark after storage time. This result was  
327 possibly influenced by the hydroalcoholic extraction technique of the bioactive compounds  
328 present in cinnamon, such as proanthocyanidins, which provide some sensory aspects to  
329 foods such as bitter taste and astringent sensation, due to their ability to bind and precipitate  
330 salivary proteins (Bennick, 2002; Hofmann, Glabasnia, Schwarz, Wisman, Gangwer &  
331 Hagerman, 2006).

332 In addition to the type of solvent, the solid-solvent ratio, the particle size of the solid, the  
333 temperature, pH, and the extraction time play an important role in increasing the efficiency  
334 in the extraction of proanthocyanidins, in addition to minimizing their degradation during  
335 extraction process, and all these factors can influence the color of liqueurs (Jerez, Pinelo,  
336 Sineiro, & Núñez, 2006; Rajha, et al. 2014). When the cinnamon was added in powder form,

337 increased the solid-solvent ratio and favored the solid precipitation, modified the color  
338 parameters.

339 Chroma ( $C^*$ ) is a quantitative parameter of color intensity, a higher chroma refers to a  
340 greater color saturation perceptible by human eye (Pathare, Opara, & Al-Said, 2013). The  
341  $C^*$  value calculated for formulations with cinnamon powder ranged from 2.27 to 141.06, with  
342 the highest value found in the formulation with 0.75% cinnamon powder and after three  
343 months of storage. The lowest value of  $C^*$  (2.27) was detected in the liqueur with 0.25%  
344 cinnamon in bark. This formulation showed a yellow color more intense ( $b^*$  value of 16.76,  
345 the highest value of all formulations), consequently a reduced L value, resulting in a liqueur  
346 more opaque. The formulations containing cinnamon in bark had lower  $C^*$  values (from 2.27  
347 to 66.65) and showed a light-yellow color (lower  $b^*$  values), but the result was a formulation  
348 with greater brightness.

349 In this way, the addition of cinnamon changed the liqueurs color, which was  
350 demonstrated in all formulations, being the modification was related to the increase of  
351 cinnamon amount added. The main change was verified in the L value, which was  
352 decreased and influenced the perception of samples luminosity and brightness during  
353 sensory analysis. This effect was evidenced using cinnamon in the form of powder. The  
354 addition of powdered cinnamon on liqueur formulations, in addition to providing greater  
355 extraction of flavor and aroma compounds, leads to a greater turbidity, which may have  
356 been responsible for the decrease in the value of L and the other color parameters  
357 evaluated. However, there was an increase in the value of  $C^*$ , showing that cinnamon  
358 increases the color of the formulations, especially when added in powder form.

359 The results do Chroma ( $C^*$ ) presented for banana liqueurs, added in different  
360 concentrations of cinnamon in powder and bark, ranged from -0,89 to -1,51. The h is  
361 considered the qualitative attribute of color, with colors such as reddish, greenish, among  
362 others (Pathare, Opara, & Al-Said, 2013).

363

**364 c. Sensory analysis of formulations**

365 The sensory profile of the different formulations of banana liqueur with cinnamon  
366 was defined by Quantitative Descriptive Analysis (QDA) methodology. The appearance,  
367 flavor, and aroma attributes of the liqueurs were evaluated, and these results are shown in  
368 Table 4. The attributes with the highest intensity were the flavor and aroma attributes of  
369 cinnamon, sweetness, and banana. In addition, differences in sensory perception were  
370 detected after the three-month storage period ( $p \leq 0.05$ ). Banana liqueur was a great  
371 acceptance and purchase intention by the consumers, mainly when prepared with lower  
372 alcohol content (19%) and intermediate levels of sugar (275 g/L) (Filho et al., 2018).

373 Figures 1 and 2 show the sensory profile obtained for the different formulations of  
374 banana and cinnamon liqueur and the effect of the storage process. The intensity for the  
375 attribute presence of solid particles was higher in formulations of 0.25% and 0.75% of  
376 powdered cinnamon and after three months of storage. In addition, higher intensities were  
377 detected in formulations with a greater amount of cinnamon (0.75%). The fruity aroma was  
378 shown to be closely related to the banana aroma highlighted by the panel ( $n = 8$ ). In  
379 formulations with higher amounts of cinnamon, both powdered and in bark, the intensity of  
380 the fruity and banana aroma was higher (Table 4, Figures 1 and 2). The greater the  
381 intensity of the cinnamon aroma in the formulations, the lower the intensity of the alcoholic  
382 aroma. One of the factors for this effect was the use of *Cinnamomum cassia* Presl., a  
383 more aromatic variety of cinnamon (Brasil, 2010), which influenced the reduced perception  
384 of the alcohol aroma. In addition, the formulations with greater amounts of powdered  
385 cinnamon and after storage, obtained greater intensities of fruity aroma, aroma, and  
386 banana flavor, aroma and flavor of cinnamon, and aroma and sweetish flavor. The use of  
387 extracts of herbs and spices rich in antioxidants are of increasing interest because they

388 delay the oxidative degradation of lipids and improve the quality and nutritional value of  
389 foods (Hashemi et al., 2016).

390 In Figure 2, after three months of storage, the assessors had a greater perception of  
391 the brown color. This effect of increasing the brown color was attributed to the presence of  
392 cinnamon, mainly in the form of powder. The alcoholic flavor intensified and consequently  
393 the sensation of heat was higher, the perception of the aroma of cinnamon was intensified,  
394 and more evident, and for the formulation with 0.75% powdered cinnamon the intensity of  
395 this attribute was 5.9, differentiating it from the others ( $p > 0.05$ ) formulations. The lower  
396 intensity of this attribute was verified in the formulation with 0.5% cinnamon in bark, 1.84.  
397 The addition of cinnamon in powder form even after storage influenced other attributes  
398 such sweetness and alcoholic flavor perception. The enrichment with cinnamon changed  
399 the sensory characteristics due to its content of volatile compounds, especially  
400 cinnamaldehyde (Albak & Tekin, 2015).

401 Figure 3 shows the effect of storage on the sensory profile of the liqueur obtained  
402 with 0.75% cinnamon powder. The formulation with 0.75% cinnamon powder showed the  
403 highest intensities ( $p > 0.05$ ) and was considered the best of all formulations by more than  
404 70% of the assessors, even after the storage period. The storage effect was verified both  
405 in the appearance, aroma, and flavor attributes of the banana and cinnamon liqueur. The  
406 attribute for apparent sugar remained reduced with a value of 0.20, possibly due to the  
407 choice of the vacuum filtration method not only of the initial maceration, but also for the  
408 syrup and the final liqueur, which reduced the presence of dirt and possible sensory  
409 defects to the drink. After three months of storage, the yellow color from the banana was  
410 reduced to the brown color attributed to cinnamon, which corroborated the results of the  
411 color analysis. The liqueurs suffered an increase in the body, that is, with the passage of  
412 time, the liqueur became denser, which confirmed the increase in the density value from  
413 0.40 in time 0 to 0.43g/mL after storage.

414 The storage process evidenced the flavors and aromas of both banana and  
415 cinnamon. However, the alcoholic flavor perception was decreased by storage time, varied  
416 5.95 (before storage) to 2.70 (after storage). This effect, that was confirmed by the  
417 decrease in alcohol content, softened the liqueur sensory attributes, favoring the consume  
418 and acceptance of this formulation. There was a small reduction in the sensation of  
419 warmth and the sweet taste perceived by the assessors, which can be explained by the  
420 presence of aromatic compounds from the cinnamon that raised the values of the  
421 attributes of sweet aroma based on the choice of the type of spice. The fruity aroma was  
422 not affected by the addition of cinnamon even with storage, which confirms that its  
423 presence, even in high quantities, did not negatively alter the base formulation (banana  
424 and alcohol), showing that it was possible to perceive the aroma of banana.

425 The PCA model developed for the samples of banana liqueur with cinnamon (Figure  
426 4) showed that components 1 (fruity, sweetness, banana, cinnamon, banana flavor,  
427 cinnamon flavor, yellow, brown, and body color) and 2 (apparent sugar, alcoholic, feeling  
428 of heat, acidity, and astringency) were able to explain 62.99% of the total variation of the  
429 data, with 24.66% being explained by F1 and 38.32% by F2. Similar samples occupied  
430 regions close to the graphic characterized by the vectors that represented the evaluated  
431 attributes.

432 The attributes for astringency and alcoholic aroma proved to be important to  
433 characterize the formulation 0.25% cinnamon powder after three months of storage, as  
434 well as banana flavor and body in the characterization of the sample 0.50% cinnamon  
435 powder after three months of storage. The formulation of 0.75% cinnamon powder after  
436 three months of storage was characterized by the brown color attributes, feature of highest  
437 amount of cinnamon, and by the aromas of cinnamon and banana. In addition, the  
438 formulations with higher amount of cinnamon (0.75% and 0.5%) had cinnamon and  
439 banana flavor and aroma as main components, even after the storage process. This effect

440 was important, as it has a direct relationship to the sensory profile of the liqueurs produced  
441 and is more evident by the addition of cinnamon in the form of powder. On the other hand,  
442 formulations with less cinnamon added were characterized by alcoholic flavor and yellow  
443 color.

444

#### 445 **4. CONCLUSION**

446 The formulation of banana liqueur in a higher concentration of powder cinnamon  
447 form (0.75%), even after three months of storage, showed greater intensity of the sensory  
448 attributes as brown color, cinnamon flavor and aroma, sweetish aroma, warm feeling, and  
449 alcoholic aroma, when compared to the other formulations. Regarding the composition, it  
450 showed slightly altered physicochemical characteristics due to the addition of cinnamon.  
451 The differences compared to other formulations are due to the amount of cinnamon added,  
452 the maceration and production of the liqueur.

453 The formulation with 0.75% cinnamon powder showed a decrease in pH after three  
454 months of storage. There was an increase in total acidity, the number of soluble solids  
455 (°Brix), and in density, which made the liqueurs sweeter and more full-bodied. Such results  
456 also influenced the response of the sensory panel to which this formulation showed  
457 greater intensity in different sensory attributes. All formulations of cinnamon banana  
458 liqueurs met the requirements of the current Brazilian legislation.

459 The elaboration of banana liqueur with cinnamon is feasible, which in addition to  
460 having simple technology and being easily applied, even in small industries, has also  
461 proved to be a product of high sensorial and nutritional quality, and high durability. In  
462 addition to being a product that contributes to the reduction of food waste, it brings a new  
463 entrepreneurial possibility for producing families, contributing to the increase in family  
464 income.

465

## 466 5. ACKNOWLEDGEMENTS

467 The Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSPA) that  
468 supported this research. To professor Dr. Eliseu Rodrigues, from the Federal University of  
469 Rio Grande do Sul (UFRGS), for using the colorimeter and carrying out color analysis of  
470 the formulations.

## 471 6. BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- 472 Adão, R. C., Glória, B. A. (2005). Bioactive amines and carbohydrate changes during  
473 ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata*) X (*M. balbisiana*). *Food Chemistry*, 90,705–  
474 711.
- 475 Albak, F., Tekin, A. R. (2015). Effect of cinnamon powder addition during conching on the  
476 flavor of dark chocolate mass. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 1960–1970.
- 477 Almeida, E. L., Lima, L. C., Borges, V. T. N., Martins, R. N., Batalini, C. (2012). Elaboração  
478 de licor de casca de tangerina (*Citrus reticulata* blanco) variedade pokan, com diferentes  
479 concentrações de casca e tempos de processamento. *Alimentos e Nutrição*, 23, 259-265.
- 480 Bennick, A. (2002). Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. *Critical Reviews*  
481 *in Oral Biology & Medicine*, 13, 184-196.
- 482 Brasil (1974). Ministério da Agricultura, Portaria N° 371, Complemento de Padrões de  
483 Identidade e Qualidade para Destilados Alcoólicos, Brasília, DF.
- 484 Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6871, de 4  
485 de junho de 2009. Regulamenta a lei n. 8.918 de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a  
486 padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de  
487 bebidas. *Diário Oficial da União*, Brasília,10661.
- 488 Brasil. (2010). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa  
489 nº 35 de 16 de novembro de 2010 que estabelece a complementação dos padrões de  
490 identidade e qualidade para as bebidas alcólicas por mistura, comercializadas em todo  
491 território nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília.

- 492 Cardoso, D.R., Lima-Neto, B.S., Franco, D.W., Nascimento, R.F. (2003). Influence of the  
493 pot still material on the chemical composition of Brazilian sugar cane spirit. Part II.  
494 *Química Nova*, 26, 165-169.
- 495 Dutcosky, S.D. (2013). Análise sensorial de alimentos. (4<sup>a</sup> ed.). Curitiba: Paraná (Capther  
496 4).
- 497 FAO (Food and Agriculture Organisation). (2012). Corporate Document Repository.  
498 Banana information note. Rome (IT): Economic and Social Department.  
499 <http://www.fao.org/docrep/008/j5023t/j5023t00.htm>.  
500 Accessed on May 17, 2019.
- 501 Filho, M. de J., Carmo, L.B., Lucia, S.M.D., Saraiva, S.H., Costa, A.V., Osório, V.M., et al  
502 (2018). Banana liqueur: Optimization of the alcohol and sugar contents, sensory profile  
503 and analysis of volatile compounds. *LWT - Food Science and Technology*, 97, 31–38.
- 504 Gruenwald J., Freder J., Armbruester N. (2010). Cinnamon and health. *Critical Reviews*  
505 *in Food Science Nutrition*; 50:822–834.
- 506 Gunawardena, D., Karunaweera, N., Lee, S., Kooy, F. VD., Harman, D. G., Raju, R., et  
507 al. (2015). Anti-inflammatory activity of cinnamon (*C. zeylanicum* and *C. cassia*) extracts–  
508 identification of *E*-cinnamaldehyde and *o*-methoxy cinnamaldehyde as the most  
509 potent bioactive compounds. *Journal The Royal Society of Chemistry. Food & Function*,  
510 6(3), 910-919. doi: 10.1039/c4fo00680a.
- 511 Han, X., Parker, T.L. (2017). Antiinflammatory activity of cinnamon (*Cinnamomum*  
512 *zeylanicum*) bark essential oil in a human skin disease model, *Phytother Res.* 31, 1034-  
513 1038.
- 514 Hashemi, S. M. B., Brewer, M. S., Safari, J., Nowroozi M., Sherahi, M. H. A., Sadeghi, B.  
515 et al. (2016). Antioxidant Activity, Reaction Mechanisms, and Kinetics of *Matricaria*  
516 *Recutita* Extract in Commercial Blended Oil Oxidation. *International Journal of Food*  
517 *Properties*, 19, 257–271.

- 518 Hofmann, T., Glabasnia, A., Schwarz, B., Wisman, K. N., Gangwer, K. A, Hagerman, A. E.  
519 (2006). Protein binding and astringent taste of a polymeric procyanidin, 1,2,3,4,6-penta-O-  
520 galloyl-beta-D-glucopyranose, castalagin, and grandinin. *Journal of Agricultural and Food*  
521 *Chemistry*, 54, 9503-9509.
- 522 Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São  
523 Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020.
- 524 Jerez, M., Pinelo, M., Sineiro, J., Núñez, M. J. (2006). Influence of extraction conditions on  
525 phenolic yields from pine bark: assessment of procyanidins polymerization degree by  
526 thiolysis. *Food Chemistry*, 94, 406–414. doi:10.1016/j.foodchem.2004.11.036.
- 527 Kumar, S., Sharma, S., Vasudeva, N. (2012). Chemical Compositions of Cinnamomum  
528 Tamala Oil from Two Different Regions of India. *Asian Pacific. Journal of Tropical Disease*,  
529 2, S761–S764.
- 530 Kwon, H.K., Hwang, J.S., So, J.S., Lee, C.G., Sahoo, A., Ryu, J.H., et al. (2010).  
531 Cinnamon extract induces tumor cell death through inhibition of NFkB and AP1, *BMC*  
532 *Canc.* 10, 392.
- 533 Lee, S.H., Lee, S.Y., Son, D.J., Lee, H., Yoo, H.S., Song, S., et al (2005). Inhibitory effect  
534 of 2-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF-kappa  
535 Bactivation in RAW 264.7 cells. *Biochemical Pharmacology* 69(5):791–799.
- 536 Marinho, A.V., Rodrigues, J.P.M., Siqueira, M.I.D. (2009). Avaliação da acidez volátil, teor  
537 alcoólico e de cobre em cachaças artesanais. *Estudos: Universidade Católica de Goiás*.  
538 Goiânia, 36, 75-93.
- 539 Nagato, L.A.F., et al. (2000). Quantitation of ethyl carbamate by gas chromatography and  
540 mass spectrometry detection in distilled spirits. *Alimentaria*, 31-36.
- 541 Passos, F. R., Cruz, R. G., Santos, M. V., Fernandes, R. V. B. (2013). Avaliação físico-  
542 química e sensorial de licores mistos de cenoura com laranja e com maracujá. *Revista*  
543 *Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15, 211-218.

- 544 Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A. (2013). Colour Measurement and Analysis in  
545 Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technology*, 6, 36–60.
- 546 Penha, E. M. (2004). Manual para fabricação artesanal de licor de acerola. Rio de Janeiro:  
547 Embrapa Agroindústria de Alimentos, p.17. Série: (Embrapa Agroindústria de Alimentos.  
548 Documentos 61).
- 549 Rajha, H. N., El Darra, N., Hobaika, Z., Boussetta, N., Vorobiev, E., Maroun, R. G., et al.  
550 (2014). Extraction of Total Phenolic Compounds, Flavonoids, Anthocyanins and Tannins  
551 from Grape Byproducts by Response Surface Methodology. Influence of Solid-Liquid  
552 Ratio, Particle Size, Time, Temperature and Solvent Mixtures on the Optimization  
553 Process. *Food and Nutrition Sciences*, 05, 397–409. doi:10.4236/fns.2014.54048.
- 554 Sampaio, A., Dragone, G., Vila Nova, M., Oliveira, J. M. Teixeira, J. A., Mussatto, S. I.  
555 (2013). Production, chemical characterization, and sensory profile of a novel  
556 spiritelaborated from spent coffee ground. *LWT– Food Science and Technology*, 54, 557–  
557 563.
- 558 Schierbaum, F., Glicksman, M. (1971). Gum Technology in the Food Industry, Academic  
559 Press, New York and London, 1969. XIII, 590 S., 8°, mit zahlreichen 23, 372–373.  
560 doi:10.1002/star.19710231010.
- 561 Singh, J.P., Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N. (2015). Influence of jambolan (*Syzygium*  
562 *cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory  
563 properties of gluten-free eggless rice muffins. *Journal Food Science Technology*, 50, 1190-  
564 1197.
- 565 Teixeira, L. J. Q., Ramos, A. M., Chaves, J. B. P., Silva, P. H. A., Stringheta, P. C.  
566 (2005). Avaliação tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de  
567 banana. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 23, 329-346.  
568 doi:10.5380/cep.v23i2.4482.

- 569 Teixeira, L. J. Q., Simões, L. S., Saraiva, S. H., Junqueira, M. S., Sartori, M. A. (2012).  
570 Determinação da proporção de açúcar e fruta necessários para conferir os atributos ideais  
571 ao licor de abacaxi. *Enciclopédia Biosfera*, 8, 1883-1889.
- 572 Toxnet (2012). Toxicology Data Network. *United States National Library of Medicine*.  
573 [www.toxnet.nlm.nih.gov](http://www.toxnet.nlm.nih.gov). Accessed September 9, 2020.
- 574 Vieira, V. B., Rodrigues, J. B., Brasil, C. C. B., Rosa, C. S (2010). Produção,  
575 caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.)  
576 McVaugh). *Alimentos e Nutrição*, 21, 519-522.
- 577 Von Loesecke, H. (1950). Bananas. (2ª ed.) New York. *InterScience*.
- 578 Watts, M.T., McDonald, O. L. (1987). The Effect of Biologic Specimen Type on the Gas  
579 Chromatographic Headspace Analysis of Ethanol and Other Volatile Compounds.  
580 *American Journal of Clinical Pathology*, 87, 79-85.
- 581

582 **Table 1** - Physicochemical characterization of banana liqueurs with cinnamon powder (CP)  
 583 and cinnamon in bark (CB) (I - zero time and II - after three months of storage). Means  
 584 followed by the same letters in the column do not differ by Tukey's test ( $p>0.05$ ).  
 585

Formulations (%)	Dry extract (g/mL)	Ashes (g/L)	Total acidity (g/L de ac. citrico)	pH	Soluble solids (°Brix)	Density (g/mL)
0.25 CP	22.5 <sup>ab</sup> ± 0.35	1.67 <sup>b</sup> ± 0	1.42 <sup>b</sup> ± 0	4.65 <sup>a</sup> ± 0	30.5 <sup>a</sup> ± 0.43	0.35 <sup>ab</sup> ± 0.02
0.25 CP II	20.17 <sup>ab</sup> ± 2.16	1.59 <sup>a</sup> ± 0.01	1.42 <sup>b</sup> ± 0	5.04 <sup>a</sup> ± 0	31.76 <sup>a</sup> ± 0.20	0.39 <sup>ab</sup> ± 0.001
0.50 CP	22.86 <sup>a</sup> ± 0.25	1.20 <sup>a</sup> ± 0.01	1.35 <sup>d</sup> ± 2.22	4.75 <sup>a</sup> ± 0	30.86 <sup>a</sup> ± 0.26	0.39 <sup>ab</sup> ± 0.07
0.50 CP II	19.85 <sup>b</sup> ± 0.15	1.63 <sup>b</sup> ± 0	1.42 <sup>b</sup> ± 0	5.02 <sup>a</sup> ± 0	30.63 <sup>a</sup> ± 1.08	0.40 <sup>ab</sup> ± 0.05
0.75 CP	22.8 <sup>a</sup> ± 0.08	1.61 <sup>a</sup> ± 0.01	1.39 <sup>bc</sup> ± 0	4.87 <sup>a</sup> ± 0	30.53 <sup>a</sup> ± 0.38	0.40 <sup>ab</sup> ± 0.05
0.75 CP II	19.96 <sup>ab</sup> ± 0.5	1.71 <sup>b</sup> ± 0	1.42 <sup>b</sup> ± 0	5.00 <sup>a</sup> ± 0	31.36 <sup>a</sup> ± 0.05	0.43 <sup>ab</sup> ± 0.009
0.25 CC	21.73 <sup>ab</sup> ± 0.20	1.57 <sup>a</sup> ± 0.02	1.37 <sup>cd</sup> ± 0	4.85 <sup>a</sup> ± 0	31.26 <sup>a</sup> ± 0.05	0.37 <sup>ab</sup> ± 0.05
0.25 CC II	21.07 <sup>ab</sup> ± 1.36	1.67 <sup>a</sup> ± 0.01	1.5 <sup>a</sup> ± 0	4.89 <sup>a</sup> ± 0	31.46 <sup>a</sup> ± 0.09	0.48 <sup>a</sup> ± 0.02
0.50 CC	21.76 <sup>ab</sup> ± 0.20	1.61 <sup>a</sup> ± 0.01	1.42 <sup>b</sup> ± 0	4.74 <sup>a</sup> ± 0	31.73 <sup>a</sup> ± 0.29	0.31 <sup>ab</sup> ± 0.07
0.50 CC II	21.68 <sup>ab</sup> ± 0.74	1.57 <sup>a</sup> ± 0.00	1.47 <sup>a</sup> ± 0.03	5.08 <sup>a</sup> ± 0	31.53 <sup>a</sup> ± 0.05	0.44 <sup>ab</sup> ± 0.01
0.75 CC	22.13 <sup>ab</sup> ± 0.12	1.19 <sup>a</sup> ± 0.01	1.42 <sup>b</sup> ± 0	4.67 <sup>a</sup> ± 0	31.43 <sup>a</sup> ± 0.38	0.29 <sup>b</sup> ± 0.07
0.75 CC II	20.85 <sup>ab</sup> ± 0.59	1.62 <sup>b</sup> ± 0	1.5 <sup>a</sup> ± 0	5.02 <sup>a</sup> ± 0	31.5 <sup>a</sup> ± 0.14	0.44 <sup>ab</sup> ± 0.003

586

587

588 **Table 2** - Description of quantitative analyses of ethanol, methanol, and copper in samples  
 589 of banana liqueur with Cinnamon Powder (CP) and Cinnamon in Bark (CB) (I - zero time  
 590 and II - after three months of storage). Means followed by the same letters in the column do  
 591 not differ by Tukey's test ( $p>0.05$ ).

592

Samples	Ethanol (%)	Methanol (%)	Cu (mg/L)
0.25 CC	28.46 <sup>a</sup> ± 0.041	0.020 <sup>a</sup> ± 0.0000421	0.0054 <sup>a</sup> ± 0.0002
0.50 CC	25.97 <sup>a</sup> ± 0.018	0.023 <sup>a</sup> ± 0.0000430	0.0003 <sup>a</sup> ± 0.0001
0.75 CC	25.01 <sup>a</sup> ± 0.009	0.021 <sup>a</sup> ± 0.0000190	0.0137 <sup>a</sup> ± 0.0002
0.25 CP	27.90 <sup>a</sup> ± 0.003	0.015 <sup>a</sup> ± 0.0000511	0.0008 <sup>a</sup> ± 0.0001
0.50 CP	24.98 <sup>a</sup> ± 0.008	0.017 <sup>a</sup> ± 0.0000457	0.0092 <sup>a</sup> ± 0.0003
0.75 CP	24.76 <sup>a</sup> ± 0.011	0.008 <sup>a</sup> ± 0.0000178	0.0105 <sup>a</sup> ± 0.0002
0.25 CC II	24.68 <sup>a</sup> ± 0.046	0.023 <sup>a</sup> ± 0.0000430	0.0053 <sup>a</sup> ± 0.0002
0.50 CC II	21.96 <sup>a</sup> ± 0.083	0.021 <sup>a</sup> ± 0.0000190	0.0003 <sup>a</sup> ± 0.0001
0.75 CC II	22.62 <sup>a</sup> ± 0.021	0.014 <sup>a</sup> ± 0.0000511	0.0136 <sup>a</sup> ± 0.0001
0.25 CP II	23.28 <sup>a</sup> ± 0.113	0.015 <sup>a</sup> ± 0.0000457	0.0008 <sup>a</sup> ± 0.0001
0.50 CP II	20.53 <sup>a</sup> ± 0.138	0.008 <sup>a</sup> ± 0.0000178	0.0091 <sup>a</sup> ± 0.0003
0.75 CP II	21.08 <sup>a</sup> ± 0.132	0.023 <sup>a</sup> ± 0.0000430	0.0103 <sup>a</sup> ± 0.0002

593

594

595 **Table 3** - Average color parameters of banana liqueurs with Cinnamon Powder (CP) and  
 596 Cinnamon in Bark (CB) (I - time 0 and II - after three months of storage). Means followed by  
 597 the same letters in the column do not differ by Tukey's test ( $p>0.05$ ).

598

	L	a*	b*	Croma	h
<b>Formulations</b>					
0.25 CP I	72.85 <sup>cd</sup> ± 0.22	-1.11 <sup>abc</sup> ± 0.01	5.40 <sup>g</sup> ± 0.02	15.23 <sup>g</sup> ± 0.12	-1.37 <sup>d</sup> ± 0
0.25 CP II	70.10 <sup>f</sup> ± 0.17	-1.79 <sup>e</sup> ± 0.01	9.08 <sup>e</sup> ± 0.12	42.84 <sup>e</sup> ± 1.10	-1.38 <sup>de</sup> ± 0
0.50 CP I	73.39 <sup>bc</sup> ± 0.29	-1.36 <sup>cd</sup> ± 0.01	6.04 <sup>f</sup> ± 0.04	19.17 <sup>f</sup> ± 0.27	-1.35 <sup>d</sup> ± 0
0.50 CP II	67.70 <sup>g</sup> ± 0.03	-1.59 <sup>de</sup> ± 0.00	13.78 <sup>b</sup> ± 0.10	96.21 <sup>b</sup> ± 1.38	-1.46 <sup>fg</sup> ± 0
0.75 CP I	69.43 <sup>f</sup> ± 0.24	-1.05 <sup>a</sup> ± 0	10.96 <sup>d</sup> ± 0.02	60.64 <sup>d</sup> ± 0.27	-1.48 <sup>fg</sup> ± 0
0.75 CP II	65.44 <sup>h</sup> ± 0.17	-1.10 <sup>ab</sup> ± 0.02	16.76 <sup>a</sup> ± 0.12	141.06 <sup>a</sup> ± 2.00	-1.51 <sup>g</sup> ± 0
0.25 CC I	74.41 <sup>a</sup> ± 0.16	-1.27 <sup>abc</sup> ± 0	1.71 <sup>ij</sup> ± 0.06	2.27 <sup>i</sup> ± 0.09	-0.93 <sup>ab</sup> ± 0.02
0.25 CC II	71.44 <sup>e</sup> ± 0.16	-1.70 <sup>e</sup> ± 0.016	5.27 <sup>g</sup> ± 0.10	15.33 <sup>g</sup> ± 0.58	-1.26 <sup>c</sup> ± 0
0.50 CC I	73.94 <sup>ab</sup> ± 0.32	-1.36 <sup>cd</sup> ± 0.016	1.68 <sup>j</sup> ± 0.02	2.35 <sup>i</sup> ± 0.02	-0.89 <sup>a</sup> ± 0.01
0.50 CC II	72.51 <sup>de</sup> ± 0.19	-1.59 <sup>de</sup> ± 0.024	4.28 <sup>h</sup> ± 0	10.46 <sup>h</sup> ± 0.37	-1.21 <sup>c</sup> ± 0.05
0.75 CC I	74.10 <sup>ab</sup> ± 0.41	-1.34 <sup>bcd</sup> ± 0.22	1.96 <sup>i</sup> ± 0.01	2.82 <sup>i</sup> ± 0	-0.97 <sup>b</sup> ± 0.01
0.75 CC II	68.48 <sup>g</sup> ± 0.12	-1.58 <sup>de</sup> ± 0	11.43 <sup>c</sup> ± 0.06	66.65 <sup>c</sup> ± 0.69	-1.43 <sup>ef</sup> ± 0

599

600

601 **Table 4** - Means of the attributes of the Quantitative Descriptive Analysis of formulations of banana liqueur with Cinnamon Powder and in  
 602 Bark (CP - CB) at time zero and (CP II - CC II) after three months of storage. Means followed by the same letters in the column do not  
 603 differ by Tukey's test ( $p > 0.05$ ).

Attributes	Formulations											
	0.25 CC	0.5 CC	0.75 CC	0.25 CP	0.5 CP	0.75 CP	0.25 CC II	0.50 CC II	0.75 CC II	0.25 CP II	0.50 CP II	0.75 CP II
<b>Presence of Solids</b>	0.76 <sup>cd</sup> ± 2.73	0.26 <sup>h</sup> ± 0.45	1.05 <sup>b</sup> ± 1.62	0.68 <sup>cde</sup> ± 1.37	0.55 <sup>efg</sup> ± 0.37	0.59 <sup>def</sup> ± 0.52	1.28 <sup>a</sup> ± 0.79	0.47 <sup>gh</sup> ± 0.56	1.41 <sup>a</sup> ± 0.90	0.85 <sup>bc</sup> ± 0.64	0.35 <sup>gh</sup> ± 0.44	0.43 <sup>gh</sup> ± 1.27
<b>Apparent sugar</b>	0.11 <sup>i</sup> ± 0.89	0.13 <sup>f</sup> ± 0.46	0.11 <sup>i</sup> ± 0.51	0.14 <sup>ef</sup> ± 0.34	0.83 <sup>cdef</sup> ± 0.34	0.16 <sup>def</sup> ± 0.20	0.56 <sup>a</sup> ± 1.26	0.33 <sup>b</sup> ± 0.50	0.35 <sup>b</sup> ± 0.43	0.26 <sup>bc</sup> ± 0.45	0.23 <sup>cde</sup> ± 0.41	0.25 <sup>bcd</sup> ± 1.15
<b>Fruity</b>	2.49 <sup>e</sup> ± 1.04	2.65 <sup>de</sup> ± 1.84	3.64 <sup>b</sup> ± 1.80	3.45 <sup>c</sup> ± 1.96	4.16 <sup>a</sup> ± 2.26	3.35 <sup>c</sup> ± 1.92	2.49 <sup>e</sup> ± 1.42	2.76 <sup>d</sup> ± 0.70	3.71 <sup>b</sup> ± 1.40	3.79 <sup>b</sup> ± 1.92	4.19 <sup>a</sup> ± 1.89	3.76 <sup>b</sup> ± 1.91
<b>Sweetened</b>	2.58 <sup>f</sup> ± 1.04	3.47 <sup>e</sup> ± 2.60	4.16 <sup>c</sup> ± 2.56	3.55 <sup>e</sup> ± 2.21	3.96 <sup>cd</sup> ± 2.07	3.65 <sup>de</sup> ± 1.75	3.32 <sup>e</sup> ± 1.26	4.28 <sup>bc</sup> ± 2.39	4.14 <sup>cd</sup> ± 1.89	4.79 <sup>a</sup> ± 1.82	4.65 <sup>ab</sup> ± 1.92	4.89 <sup>a</sup> ± 2.84
<b>Alcoholic</b>	3.89 <sup>e</sup> ± 3.16	3.38 <sup>h</sup> ± 0.88	4.15 <sup>d</sup> ± 2.63	3.77 <sup>ef</sup> ± 2.19	3.49 <sup>gh</sup> ± 2.51	4.25 <sup>cd</sup> ± 2.43	4.69 <sup>a</sup> ± 2.48	3.67 <sup>fg</sup> ± 1.66	4.50 <sup>abc</sup> ± 2.03	4.67 <sup>a</sup> ± 2.09	4.55 <sup>ab</sup> ± 2.28	4.35 <sup>bcd</sup> ± 1.84
<b>Banana</b>	2.67 <sup>e</sup> ± 1.21	3.25 <sup>c</sup> ± 2.05	3.74 <sup>ab</sup> ± 2.83	3.26 <sup>c</sup> ± 2.08	3.96 <sup>a</sup> ± 2.21	3.12 <sup>cd</sup> ± 1.52	2.56 <sup>e</sup> ± 1.48	2.95 <sup>d</sup> ± 2.22	3.27 <sup>c</sup> ± 1.35	3.66 <sup>b</sup> ± 0.91	3.65 <sup>b</sup> ± 2.25	3.75 <sup>ab</sup> ± 1.19
<b>Cinnamon</b>	2.35 <sup>g</sup> ± 2.29	2.75 <sup>f</sup> ± 2.31	3.35 <sup>de</sup> ± 2.47	3.16 <sup>e</sup> ± 2.02	4.18 <sup>c</sup> ± 2.50	4.07 <sup>c</sup> ± 1.77	3.16 <sup>e</sup> ± 1.80	2.81 <sup>f</sup> ± 1.90	3.50 <sup>d</sup> ± 1.98	2.75 <sup>f</sup> ± 2.22	4.97 <sup>a</sup> ± 1.85	4.65 <sup>b</sup> ± 2.31
<b>Banana flavor</b>	2.68 <sup>d</sup> ± 1.58	3.16 <sup>c</sup> ± 1.04	3.25 <sup>c</sup> ± 2.37	2.86 <sup>d</sup> ± 1.83	3.28 <sup>bc</sup> ± 2.26	2.37 <sup>e</sup> ± 1.90	2.85 <sup>d</sup> ± 2.15	2.79 <sup>d</sup> ± 2.06	3.28 <sup>bc</sup> ± 1.45	3.46 <sup>b</sup> ± 2.12	3.27 <sup>bc</sup> ± 1.40	3.75 <sup>a</sup> ± 1.87
<b>Cinnamon flavor</b>	2.89 <sup>h</sup> ± 1.52	4.48 <sup>cd</sup> ± 1.12	3.65 <sup>ef</sup> ± 2.68	3.45 <sup>fg</sup> ± 2.00	4.75 <sup>bc</sup> ± 2.49	4.25 <sup>cd</sup> ± 2.14	2.75 <sup>h</sup> ± 1.96	2.97 <sup>gh</sup> ± 1.95	4.15 <sup>de</sup> ± 1.69	4.15 <sup>de</sup> ± 2.16	5.08 <sup>b</sup> ± 2.06	5.65 <sup>a</sup> ± 2.77
<b>Sweet taste</b>	4.55 <sup>def</sup> ± 1.67	4.36 <sup>f</sup> ± 2.22	5.24 <sup>a</sup> ± 2.13	4.58 <sup>cdef</sup> ± 2.01	5.06 <sup>ab</sup> ± 1.88	4.75 <sup>cd</sup> ± 2.07	4.45 <sup>ef</sup> ± 1.98	3.42 <sup>h</sup> ± 2.69	4.80 <sup>bcd</sup> ± 1.98	4.69 <sup>cde</sup> ± 2.28	4.55 <sup>def</sup> ± 1.77	4.05 <sup>g</sup> ± 1.87
<b>Alcoholic flavor</b>	5.25 <sup>cde</sup> ± 3.16	4.59 <sup>f</sup> ± 2.25	5.48 <sup>bc</sup> ± 2.32	5.36 <sup>bcd</sup> ± 2.49	5.45 <sup>bc</sup> ± 2.74	5.97 <sup>a</sup> ± 2.90	4.55 <sup>f</sup> ± 2.20	5.56 <sup>b</sup> ± 2.23	5.30 <sup>bcd</sup> ± 2.19	4.99 <sup>e</sup> ± 1.86	5.10 <sup>de</sup> ± 1.52	2.75 <sup>g</sup> ± 2.40
<b>Feeling of heat</b>	4.77 <sup>cd</sup> ± 3.02	4.28 <sup>e</sup> ± 2.34	4.85 <sup>cd</sup> ± 2.68	4.35 <sup>e</sup> ± 2.33	4.75 <sup>d</sup> ± 2.70	4.47 <sup>e</sup> ± 2.99	4.47 <sup>e</sup> ± 2.50	5.14 <sup>ab</sup> ± 2.15	5.21 <sup>ab</sup> ± 2.81	5.35 <sup>a</sup> ± 2.42	4.99 <sup>bc</sup> ± 2.23	4.35 <sup>e</sup> ± 2.72
<b>Acidity</b>	0.27 <sup>c</sup> ± 0.77	0.18 <sup>c</sup> ± 1.01	0.27 <sup>c</sup> ± 1.35	0.19 <sup>c</sup> ± 1.44	0.26 <sup>c</sup> ± 1.49	0.15 <sup>c</sup> ± 1.84	1.31 <sup>a</sup> ± 1.45	1.25 <sup>a</sup> ± 1.51	1.10 <sup>ab</sup> ± 1.75	1.28 <sup>a</sup> ± 2.24	0.89 <sup>b</sup> ± 1.04	0.35 <sup>c</sup> ± 1.77
<b>Astringency</b>	0.14 <sup>d</sup> ± 0.19	0.15 <sup>d</sup> ± 1.19	0.18 <sup>d</sup> ± 1.44	0.18 <sup>d</sup> ± 1.68	0.25 <sup>d</sup> ± 1.41	0.10 <sup>d</sup> ± 1.90	0.66 <sup>c</sup> ± 2.07	1.06 <sup>b</sup> ± 1.50	1.00 <sup>b</sup> ± 2.10	1.25 <sup>a</sup> ± 1.99	1.17 <sup>ab</sup> ± 2.00	0.75 <sup>c</sup> ± 1.75
<b>Yellow color</b>	3.66 <sup>c</sup> ± 2.82	3.98 <sup>b</sup> ± 1.46	2.47 <sup>f</sup> ± 1.49	3.58 <sup>c</sup> ± 2.00	2.76 <sup>d</sup> ± 1.46	2.75 <sup>de</sup> ± 2.70	3.65 <sup>c</sup> ± 2.42	4.47 <sup>a</sup> ± 2.43	2.57 <sup>def</sup> ± 1.36	4.56 <sup>a</sup> ± 1.23	2.38 <sup>f</sup> ± 1.89	2.55 <sup>ef</sup> ± 1.60
<b>Brown color</b>	0.45 <sup>h</sup> ± 0.36	0.36 <sup>h</sup> ± 0.46	3.11 <sup>e</sup> ± 1.96	1.68 <sup>g</sup> ± 1.74	3.76 <sup>d</sup> ± 1.82	4.37 <sup>c</sup> ± 2.36	0.49 <sup>h</sup> ± 0.79	0.57 <sup>h</sup> ± 0.76	3.61 <sup>d</sup> ± 0.86	1.95 <sup>f</sup> ± 2.15	4.78 <sup>b</sup> ± 1.28	5.25 <sup>a</sup> ± 1.63
<b>Body</b>	1.96 <sup>bc</sup> ± 1.44	1.99 <sup>bc</sup> ± 1.45	1.68 <sup>d</sup> ± 1.86	1.82 <sup>cd</sup> ± 0.93	2.85 <sup>a</sup> ± 1.09	2.16 <sup>b</sup> ± 2.03	1.85 <sup>cd</sup> ± 1.39	2.05 <sup>bc</sup> ± 1.71	2.78 <sup>a</sup> ± 1.59	2.67 <sup>a</sup> ± 1.20	2.75 <sup>a</sup> ± 1.36	2.76 <sup>a</sup> ± 0.46

604 **Figure Caption**

605 **Figure 1** - Sensory profile of the averages for formulations of banana liqueur with  
 606 cinnamon powder (CP) and cinnamon in bark (CC) (I -time 0), in different concentrations.

607 The data was obtained with a panel of trained assessors (n = 8).

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618 **Figure 2** - Sensory profile of the means for formulations of banana liqueur with Cinnamon

619 Powder (CP) and Cinnamon in Bark (CB) (II -after three months of storage). The data were

620 obtained with a panel of trained assessors (n = 8).

621

622

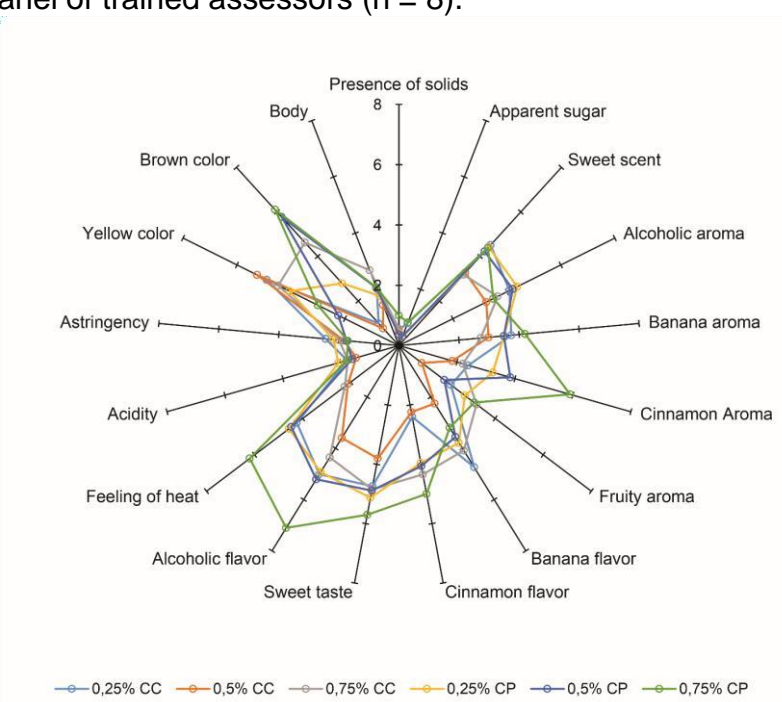
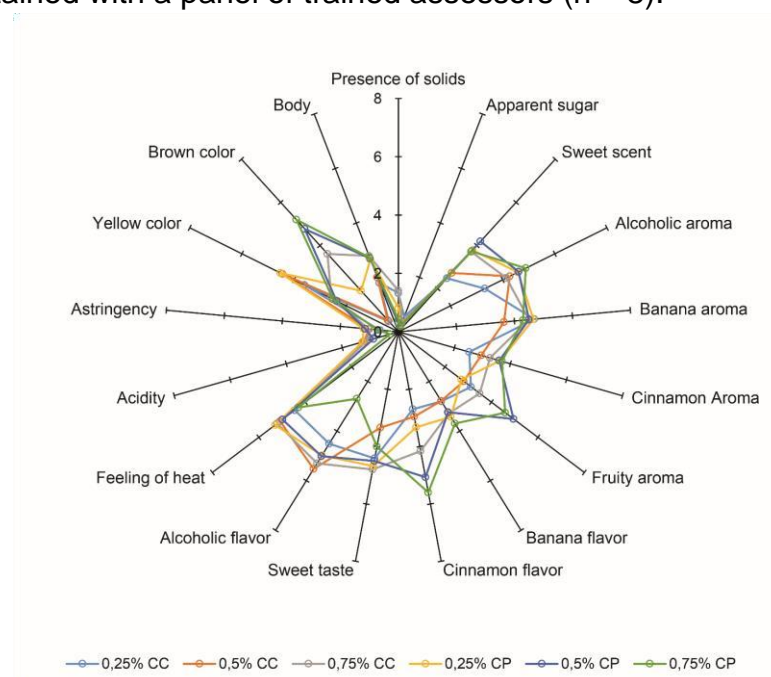
623

624

625

626

627



628 **Figure 3** - Sensory profile of the means for formulations of banana liqueur with cinnamon  
 629 in powder form at a concentration of 0.75% before and after the storage period of three  
 630 months. The data were obtained with a panel of trained assessors (n = 8).

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642 **Figure 4** - Bidimensional projection of the results obtained from the Principal Component  
 643 Analysis (PCA) in correlation matrix I and II for the sensory parameters of the banana and  
 644 cinnamon liqueur samples.

645

646

