



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

MILTON DE JESUS FILHO

**DESENVOLVIMENTO, ACEITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E SENSORIAL DE LICOR DE BANANA**

ALEGRE - ES

JULHO - 2016

MILTON DE JESUS FILHO

**DESENVOLVIMENTO, ACEITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E SENSORIAL DE LICOR DE BANANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Luciano José Quintão Teixeira

Coorientador: Adilson Vidal Costa

Coorientadora: Suzana Maria Della Lucia

ALEGRE - ES

JULHO – 2016

MILTON DE JESUS FILHO

**“DESENVOLVIMENTO, ACEITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE LICOR DE BANANA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Prof. Dr. Luciano José Quintão Teixeira

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Orientador

Prof. Dr. Sérgio Henriques Saraiva

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Examinador

Prof. Dr. Tarcísio Lima Filho

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Examinador

Aos meus pais, Milton e Marizete (*in memoriam*) e as minhas irmãs.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder essa vitória, e por ser o responsável de todas minhas conquistas.

À minha mãe (*in memoriam*) e ao meu pai, por terem me apoiado desde o início da minha caminhada, e por não medirem esforços para que se tornasse realidade meus sonhos. As palavras são pequenos gestos para expressar minha gratidão a vocês.

À minha família, agradeço a compreensão, carinho, amor dedicado. Em especial às minhas irmãs Isabela e Izana, por me ajudarem e serem sempre motivadoras dos meus sonhos. Também, a tia Marta, por constantemente me ouvir e me incentivar diante dos obstáculos da vida.

Ao professor Luciano, pela orientação, informações compartilhadas, oportunidades e ajuda durante os dois anos de mestrado. Muito obrigado!

À professora Suzana e ao professor Adilson pela coorientação e ensinamentos prestados. Sem vocês o trabalho não teria acontecido.

Ao professor Sérgio pelas inúmeras colaborações durante toda a realização do experimento e por nunca medir esforços para ajudar.

À professora Vanessa, contribuindo nas análises cromatográficas e sempre dando ideias pra que o trabalho pudesse ser feito da melhor forma possível.

À Laísa, por todo empenho e dedicação ao nosso trabalho.

Aos amigos Raquel, Kátia, Syllas, Mila, Denes, Rafaela e a todos os outros que me ajudaram de alguma forma e que sempre torceram por mim.

À Renata e a Carol Giori, que me ajudaram nas análises sensoriais.

À Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, pela oportunidade de realização do trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela disponibilidade de bolsa durante todo o curso.

Aos avaliadores que participaram das análises de aceitação sensorial.

Aos avaliadores selecionados para a análise descritiva: Cícero, Estefânia, Géssica, Helen, Laudiane, Leandro, Letícia, Nathalia Bis, Nathalia Gobira, Pedro, Talita e Yhan.

BIOGRAFIA

Milton de Jesus Filho, 24 anos, filho de Marizete Ribeiro Santos de Jesus e Milton de Jesus, nascido em Teixeira de Freitas, foi criado no Município de Medeiro Neto. Em 2006 foi para Santa Teresa estudar na EAFST (Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa), em 2009 ingressou no curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, em 2012 fez um intercâmbio morando um ano na Espanha onde estudou parte da sua graduação na Universidad de Santiago de Compostela.

“Darei graças ao Senhor por sua justiça,
ao nome do Senhor Altíssimo cantarei louvores”

(Salmos 7:17)

SUMÁRIO

RESUMO.....	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Banana.....	4
3.1.1 Características e importância econômica.....	4
3.1.2 Estádios de maturação da banana.....	5
3.1.3 Perecibilidade da banana	7
3.2 Licor	8
3.2.1 Composição dos licores.....	9
3.2.1.1 Água	9
3.2.1.2 Álcool.....	9
3.2.1.3 Açúcar	9
3.2.1.4 Aromas	10
3.2.2 Processamento de licor	10
3.2.2.1 Clarificação.....	13
3.2.2.2 Envelhecimento	14
3.3 Análise sensorial em alimentos.....	15
3.3.1 Aceitação sensorial.....	16
3.3.2 Perfil Descritivo Otimizado (PDO)	16
3.3.2.1 Etapas do Perfil Descritivo Otimizado (PDO).....	17
3.4 Análise de compostos voláteis.....	19
3.4.1 Microextração em Fase Sólida	20

4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Materiais.....	23
4.2 Planejamento Experimental e Análise Estatística dos Dados.....	23
4.3 Metodologia.....	28
4.3.1 Processamento do licor	28
4.3.2 Análises sensoriais	30
4.3.2.1 Aspectos éticos	30
4.3.2.2 Efeito do teor alcoólico na etapa de infusão sobre a aceitação de licor de banana	30
4.3.2.3 Efeito dos teores de álcool e açúcar na aceitação de licor de banana	30
4.3.2.4 Avaliação da aceitação sensorial de licor de banana durante o envelhecimento	31
4.3.2.5 Perfil Descritivo Otimizado (PDO)	31
4.3.3 Análises físico-químicas	32
4.3.3.1 Cor.....	32
4.3.3.2 pH.....	33
4.3.3.3 Teor de sólidos solúveis e Índice de refração	33
4.3.3.4 Acidez titulável	33
4.3.3.5 Absorbância	33
4.3.3.6 Densidade	33
4.3.3.7 Turbidez	34
4.3.3.8 Quantificação de O ₂ no <i>headspace</i>	34
4.3.3.9 Identificação de componentes voláteis.....	34
4.3. Estudo da clarificação de licor de banana.....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Influência do teor alcoólico da solução extratora na aceitação sensorial de licor de banana.....	36

5.1.1 Otimização do teor alcoólico da solução extratora pela função desejabilidade	39
5.2 Efeito do teor de álcool e de açúcar sobre características físico-químicas, aceitação sensorial e intenção de compra de licor de banana	40
5.2.1 Caracterização físico-química	40
5.2.1.1 pH	41
5.2.1.2 Absorbância.....	42
5.2.1.3 Parâmetros Colorimétricos	42
5.2.1.4 Teor de sólidos solúveis e índice de refração	44
5.2.1.5 Densidade	48
5.2.2 Aceitação sensorial e intenção de compra	49
5.2.3 Uso da função desejabilidade em um estudo de licor de banana formulado a partir de diferentes teores de álcool e de açúcar	55
5.3 Estudo das alterações durante o armazenamento do licor de banana... 56	
5.3.1 Estabilidade físico-química	56
5.3.1.1 pH e acidez titulável	57
5.3.1.2 Absorbância e turbidez.....	59
5.3.1.3 Concentração de O ₂ no <i>headspace</i>	62
5.3.2 Aceitação sensorial e intenção de compra	63
5.4 Efeito da clarificação do licor de banana sobre características físico-químicas durante o armazenamento.....	70
5.5 Perfil sensorial dos licores de banana elaborados com diferentes teores de álcool e de açúcar	73
5.6 Análise dos compostos voláteis.....	77
5.6.1 Banana	77
5.6.2 Licor de banana	79
6. CONCLUSÕES	80
7. REFERÊNCIAS.....	82

APÊNDICE A – FICHA DA ACEITAÇÃO SENSORIAL	91
APÊNDICE B – FICHA DA ACEITAÇÃO SENSORIAL	92
APÊNDICE C – FICHA DA ACEITAÇÃO SENSORIAL	93
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTOS DE JULGADORES PARA O PDO	94
APÊNDICE E – FICHA DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE TRIANGULAR	96
APÊNDICE F – LISTA DE TERMOS DESCRITIVOS PARA ANÁLISE SENSORIAL DE MORANGOS.....	97
APÊNDICE G – EXEMPLO DE FICHA DE AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS NO TESTE DO PDO.....	98

RESUMO

JESUS FILHO, Milton. **Desenvolvimento, aceitação e caracterização físico-química e sensorial de licor de banana**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientador: Prof. DSc. Luciano José Quintão Teixeira. Coorientadores: Prof. DSc. Adilson Vidal Costa e Prof^a. DSc. Suzana Maria Della Lucia.

O licor é uma bebida alcoólica que se caracteriza pela elevada proporção de açúcar, misturado com álcool e com alguns princípios aromáticos, originando licores com aromas e sabores distintos. A banana é uma das frutas que se destaca na economia capixaba, podendo ser uma alternativa para o processamento de licores, devido ao seu sabor e cor característicos, além de ser produzida durante todo o ano, possibilitando que o produto seja fornecido ao mercado com regularidade. O presente estudo teve como objetivos desenvolver um licor de banana e avaliar sua aceitação, o perfil sensorial, caracterizar quanto às análises físico-químicas, investigar o seu envelhecimento, estudar o efeito da clarificação e identificar os principais compostos voláteis responsáveis pelo aroma da banana e do licor de banana. O trabalho foi dividido em três fases. Inicialmente, foram produzidos licores misturando-se água, extrato e xarope de açúcar refinado, em proporções adequadas para que o licor tivesse os teores de álcool e de açúcar de acordo com a formulação pretendida. Na primeira etapa, foi realizada uma aceitação sensorial para investigar o efeito do teor alcoólico da solução extratora sobre a cor, aroma, sabor e impressão global dos licores. Foi utilizada a função desejabilidade para otimizar os resultados encontrados nesse estudo, inferindo sobre a formulação ideal. Na segunda etapa, foram elaborados licores utilizando diferentes teores de álcool e de açúcar, obtidos por meio do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Foram avaliados quanto ao pH, sólidos solúveis, índice de refração, densidade, absorvância e os parâmetros colorimétricos. Além disso foi feita uma análise sensorial para julgar a impressão global e a intenção de compra do produto. Foi aplicado também a

função desejabilidade com o intuito de otimizar as múltiplas respostas encontradas. A melhor formulação obtida na segunda etapa foi investigada durante 60 dias de armazenamento, quanto ao pH, acidez, absorvância, turbidez, concentração de oxigênio no *headspace*, além da aceitação em relação à cor, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra. Para clarificação do licor, foi estudado o efeito da filtração em papel filtro e da terra de diatomácea durante o armazenamento. Para a caracterização sensorial, foi utilizado o método Perfil Descritivo Otimizado (PDO), sendo avaliados os atributos aderência, viscosidade, aroma de banana, aroma alcoólico, sabor alcoólico e gosto doce, por 13 avaliadores previamente selecionados. As análises dos compostos voláteis realizada na banana e no licor de banana foram feitas por meio de Microextração em Fase Sólida (SPME) e injetado no GC/MS. O teor alcoólico da solução extratora influenciou no sabor e na impressão global dos licores de banana, sendo que a solução elaborada com 62,47 °GL de álcool apresentou maior valor de desejabilidade global. Os licores elaborados com diferentes teores de álcool e de açúcar diferiram em relação ao sólidos solúveis, índice de refração, densidade, aceitação sensorial e intenção de compra. A formulação em que as condições ótimas foram maximizadas, foi aquela elaborada com 17,29 °GL de álcool e 289,89 g/L de açúcar. O envelhecimento influenciou sobre características físico-químicas, além de verificar melhor aceitação sensorial e maior probabilidade de compra do licor de banana no decorrer do armazenamento. Foi verificada a influência dos agentes clarificantes e do tempo de armazenamento sobre o licor, quanto à turbidez, L* e absorvância. No PDO, as amostras diferiram quanto à aderência, aroma alcoólico, sabor alcoólico e gosto doce. Foram identificados compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico da banana e do licor de banana. Na banana foram encontrados ésteres, como o acetato de isoamila, butanoato de isobutila, butanoato de butila, isobutirato de isoamila, butirato de isoamila, isovalerato de isoamila, butirato de hexila e hexanoato de isoamila, enquanto no licor, os analitos identificados foram o isobutirato de isoamila, butirato de isoamila, isovalerato de isoamila e hexanoato de isoamila.

Palavras-chave: aceitação sensorial, Perfil Descritivo Otimizado, envelhecimento, clarificação, SPME.

ABSTRACT

JESUS FILHO, Milton. **Development, acceptance and physicochemical and sensory characterization of banana liquor**. 2016. Dissertation (Master in Food Science and Technology) - Federal University of Espírito Santo, Alegre – ES. Advisor: Prof. DSc. Luciano José Quintão Teixeira. Co-Advisors: Prof. DSc. Adilson Vidal Costa and Prof. DSc. Suzana Maria Della Lucia.

The liquor is an alcoholic beverage that is characterized by high proportion of sugar, mixed with alcohol and with some aromatic principles, giving liqueurs flavored and distinctive flavors. The banana is a fruit that stands out in the state economy, may be an alternative for processing liqueurs due to its characteristic flavor and color, as well as being produced throughout the year, enabling the product to be supplied to the market on a regular basis. This study aimed to develop banana liquor and assess their acceptance, sensory profile, characterized as the physical and chemical analysis, investigate their aging, study the effect of clarifying and identify the main volatile compounds responsible for the banana aroma and banana liqueur. The work was divided into three phases. Initially, liqueurs were made by mixing water, syrup extract and refined sugar, in suitable proportions so that the liquor had alcohol and sugar content according to the desired formulation. In the first stage, a sensory acceptance was performed to investigate the effect of the alcohol content of the extraction solution on the color, aroma, flavor and overall impression of liqueurs. It used the desirability function to optimize the results found in this study, inferring on the optimal formulation. In the second stage, liqueurs were prepared using different amounts of alcohol and sugar, obtained by the Central Composite Rotational Design (CCRD). They were evaluated for pH, soluble solids, refractive index, density, absorption and colorimetric parameters. Also it was made a sensory analysis to judge the overall impression and the intention of purchasing the product. It was also applied to the desirability function in order to optimize multiple responses found. The best formulation obtained in the second stage was investigated during 60 days of storage, for pH, acidity, absorbance, turbidity, oxygen concentration in the headspace in addition to the acceptance regarding color, aroma, taste, overall impression and purchase

intent. For clarification of the liquor, the effect filtration was studied of the paper filter and diatomaceous earth during storage. For sensorial characterization, we used the method Profile Description Optimized (PDO), and evaluated the attributes adhesion, viscosity, banana aroma, alcoholic aroma, alcoholic flavor and sweet taste, for 13 pre-selected judges. The analysis of volatile compounds carried in banana and banana liquor were made through the Microextraction Solid phase (SPME) and injected into the GC/MS. The alcoholic content of the extraction solution influenced the taste and overall impression of banana liqueur, and the solution developed with 62,47 °GL alcohol showed higher overall desirability. Liqueurs made with different amounts of alcohol and sugar differed in relation to soluble solids, refractive index, density, sensory acceptance and purchase intent. The formulation in which the optimal conditions were maximized, that was prepared with 17,29 °GL alcohol and 289,89 g/L sugar. Aging influenced on physico-chemical characteristics, and to identify more acceptable and more likely to purchase liquor banana during storage. It was checked the influence of fining agents, and the storage time of the liquor, as the turbidity, absorbance, and L *. In the PDO, samples differed in adherence, alcoholic aroma, alcoholic flavor and sweet taste. Volatile compounds responsible for the characteristic aroma of banana and banana liquor have been identified. On banana esters were found, such as isoamyl acetate, butanoate isobutyl, butyl butyrate, isobutyrate, isoamyl butyrate, isoamyl, isovalerate, isoamyl butyrate, hexyl and hexanoate, isoamyl, while the liquor, the identified analytes were isobutyrate isoamyl butyrate, isoamyl, isoamyl isovalerate and isoamyl hexanoate.

Keywords: sensory acceptance, Profile Description Optimized, aging, clarification, SPME.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as mudanças nos hábitos e nas preferências alimentares fazem com que os consumidores procurem por uma melhor qualidade de vida, o que reforçam o crescente consumo e a tendência da valorização dos benefícios proporcionados pelas frutas (FAO, 2015).

Nesse contexto, destaca-se a banana (*Musa spp.*), considerada um dos frutos tropicais mais consumidos no mundo (FAO, 2015). Ela tem grande aceitação devido ao seu sabor atraente, sua composição rica em fonte de energia proveniente de açúcares solúveis oriundos da degradação do amido, fonte de minerais como potássio e vitaminas (MAYR et al., 2003; ADÃO e GLÓRIA, 2005). O seu aroma é um dos atributos sensoriais mais importantes na determinação da qualidade da mesma e dos seus derivados. De acordo com alguns estudos, os compostos voláteis que mais contribuem para o aroma da fruta são ésteres, seguido de aldeídos, álcoois e cetonas (AURORE et al., 2009; SELLI et al., 2012; PINO e FEBLES, 2013).

O Brasil ocupava, no *ranking* mundial, o 5º lugar na produção de banana no ano de 2012, que é liderado por Índia, China, Filipinas e Equador, respectivamente (SAMPAIO et al., 2013). Também, no Espírito Santo, a bananicultura, é uma das atividades integrantes do agronegócio de frutas, possuindo grande importância social e econômica (INCAPER, 2016). Embora exista um número expressivo de variedades de banana no Brasil, destaca-se a variedade Prata, como sendo a de maior produção (SOUZA et al., 2010).

O Brasil e a Costa Rica, considerados países tropicais, possuem grandes plantações destinadas ao mercado externo, entretanto, parte da produção de banana não atende aos padrões mínimos de exportação, levando ao desperdício de 40% a 50% do volume produzido dos frutos, o que representa um custo significativo no mercado. Sabe-se ainda da elevada perecibilidade que os frutos apresentam, acarretando problemas relacionados ao armazenamento. Portanto, o processamento dessa fruta é um meio alternativo para evitar ou reduzir os desperdícios (SAMPAIO et al., 2013).

Sendo assim, dentre as diversas formas de utilizar a banana como matéria prima no processamento de alimentos, uma das possibilidades é na elaboração de licor, o que constitui uma forma refinada de aproveitamento desses frutos, além de

agregar valor à produção e aumentar a renda familiar rural (SOUZA e BRAGANÇA, 2001). Além disso, seu processamento é de fácil execução, o produto final é comercializado à temperatura ambiente e apresenta extensa vida útil (TEIXEIRA et al., 2005).

De acordo com a legislação brasileira, Licor é a bebida com graduação alcoólica de 15% a 54% v.v⁻¹, a 20 °C, e um percentual de açúcar superior a 30 g.L⁻¹, elaborado com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, ambos de origem agrícola, ou com bebidas alcoólicas, adicionada de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos (BRASIL, 2009).

Os licores são produtos que passam por um processo simples quando comparados com outras bebidas. Porém, durante o processamento podem existir variações, sendo que a etapa de elaboração do extrato da fruta pode ser considerada umas das fases importantes para garantir um produto final de qualidade. Segundo Surena (1996), a proporção de frutas e solventes, a concentração de etanol e o tempo de extração e de maturação podem originar licores com aromas e sabores distintos. Além disso, a combinação adequada do teor alcoólico, quantidade de açúcar e o aroma da fruta podem apresentar um papel fundamental quanto à aceitação do licor pelos consumidores (TEIXEIRA et al., 2007).

A composição do aroma é importante para a caracterização e aceitação de licores, uma vez que o aroma é considerado um dos atributos mais avaliados e decisivos durante a escolha desse tipo de produto pelos consumidores. Nesse contexto, uma das técnicas empregadas para identificar os compostos voláteis responsáveis pelo aroma dos alimentos é a cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. Entre os métodos empregados, o processo de separação por microextração em fase sólida (*Solid Phase MicroExtraction* – SPME) é utilizado para a extração de compostos voláteis em alimentos, considerado uma técnica que não utiliza solvente, a coleta de amostra é rápida, é de baixo custo e tem alta sensibilidade (SIDES, ROBARDS e HELLIWELL, 2000; VALENTE e AUGUSTO, 2000).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo desse trabalho foi estudar as características físico-químicas, a aceitação e o perfil sensorial, e identificar os principais compostos voláteis responsáveis pelo aroma da banana e do licor de banana.

2.2 Específicos

- a) Realizar o processamento do licor de banana;
- b) Estudar o efeito do teor alcoólico da solução extratora na etapa de infusão sobre a aceitação sensorial de licor de banana;
- c) Avaliar o efeito do teor de álcool e de açúcar na aceitação sensorial, na intenção de compra e nas características físico-químicas de licor de banana;
- d) Investigar o efeito do envelhecimento na aceitação sensorial, intenção de compra e nas características físico-químicas de licor de banana;
- e) Investigar o efeito da clarificação do licor de banana durante o armazenamento;
- f) Caracterizar sensorialmente os licores elaborados com diferentes quantidades de açúcares e teores alcoólicos; e
- g) Identificar os principais compostos voláteis responsáveis pelo aroma da banana e do licor de banana.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Banana

3.1.1 Características e importância econômica

Sabe-se que a banana teve origem em regiões tropicais da Malásia e da Índia e que atualmente tem sido encontrada em quase todas as regiões tropicais do mundo (SOLURI, 2008; ROBINSON e SAÚCO, 2010). Embora a banana não tenha sido originada no Brasil, é considerada uma das frutas mais consumidas no mundo e a segunda mais consumida e produzida no Brasil, depois da laranja, gerando uma receita bruta de aproximadamente US\$ 2,254 bilhões de reais (FAO, 2013), o que corresponde em valores produzidos em 2013, a 6.892.622 toneladas (EMBRAPA, 2014).

No Espírito Santo, o cultivo da banana, uma das atividades pertencentes ao agronegócio do estado, possui grande importância social e econômica (INCAPER, 2015), com uma produção de 248.653 mil toneladas de bananas e um rendimento de 11,41 toneladas/hectares em 2013 (EMBRAPA, 2014).

Estima-se que no mundo possua entre 100 a 300 variedades e cultivares de banana, sendo que os cultivares prata e prata-anã representam no cenário brasileiro como as mais difundidas e juntas são responsáveis por, aproximadamente, 60% da área cultivada (SILVA, PEREIRA e RODRIGUES, 2008). Embora exista um número expressivo de variedades de banana, no mundo a mais consumida é a nanica, no entanto, no Brasil, como no Espírito Santo, destaca-se a variedade Prata (SOUZA et al., 2010).

A banana pertence à família *Musaceae*, estima-se aproximadamente 30 espécies conhecidas do gênero *Musa* e mais de 700 variedades. Ela é considerada um alimento de grande importância devido a ótima aceitação sensorial e sua qualidade nutricional, pois além de fornecer energia por meio dos carboidratos, representados pelo amido e outros açúcares em sua composição, possui quantidades consideráveis de vitamina A, B e C e altos teores de minerais como o potássio, fósforo e ferro quando comparados com outras frutas (COELHO, 2009). Além disso, apresenta propriedades funcionais, tem o sabor agradável, facilidade de consumo e baixo custo (CEAGESP, s. d.).

De acordo com Godoy (2010), a composição centesimal e as propriedades nutricionais das bananas podem ser influenciadas pelo local de cultivo, condições

climáticas, tratos culturais, nutrição, manejo de pragas e doenças, colheita e a variedade empregada. Na Tabela 1 estão apresentadas as composições da banana prata e da banana nanica (TACO, 2011).

Tabela 1 - Composições nutricionais de 100 gramas da parte comestível da banana nanica e da banana prata cruas

Componente	Unidade	Banana nanica	Banana prata
		Quantidade	
Umidade	%	73,80	71,90
Energia	Kcal	92,00	98,00
Carboidratos	g	23,80	26,00
Lipídeos	g	0,10	0,10
Proteínas	g	1,40	1,30
Fibra	g	1,90	2,00
Cinzas	g	0,88	0,80
Cálcio	mg	3,00	8,00
Fósforo	mg	27,00	22,00
Ferro	mg	0,30	0,40
Potássio	mg	376,00	358,00
Riboflavina	mg	0,02	0,02
Piridoxina B6	mg	0,14	0,10
Vitamina C	mg	5,90	21,60

Fonte: TACO (2011).

3.1.2 Estádios de maturação da banana

É definido como maturação fisiológica, o estágio no qual o fruto atingiu seu tamanho e peso máximo, entretanto, ainda não possui características físicas, químicas e sensoriais adequadas para comercialização. No entanto, evolui naturalmente para a maturação que o torna próprio ao consumo humano (MAIA et al., 2009).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a banana passa por quatro fases de desenvolvimento, na seguinte ordem: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. A maturação é caracterizada por mudanças físicas e químicas que levam a alterações na qualidade sensorial do fruto, em função de mudanças desejáveis na aparência, no sabor, no aroma e na textura (MATSUURA e

POLEGATTI, 2001). A mudança característica inicial na maturação é a degradação da clorofila, bem como a síntese de outros pigmentos, envolvendo modificações na cor, seguida da intensificação do aroma pela síntese de açúcares, redução da acidez e da adstringência, acompanhadas de modificações da textura pelo amaciamento dos tecidos em decorrência da solubilização das pectinas (VILAS BOAS et al., 2001; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na Figura 1 está apresentada a classificação de maturação das bananas de acordo com a coloração da casca.

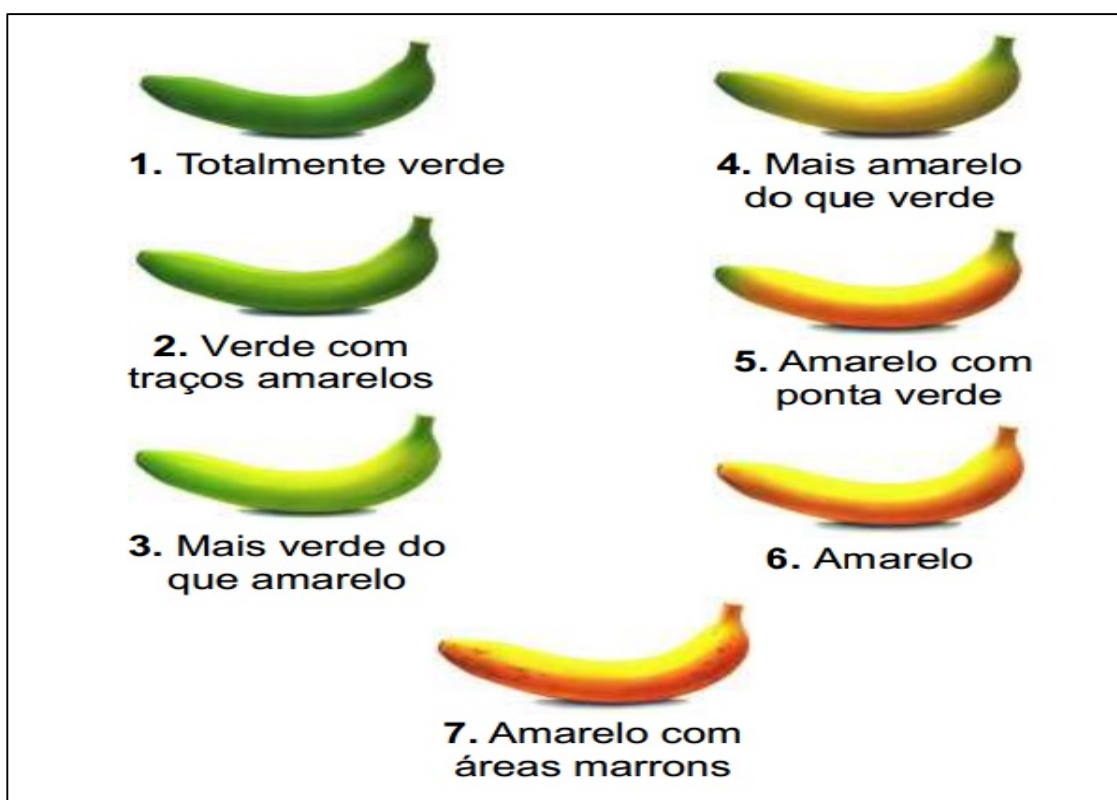


Figura 1 - Classificação da banana de acordo com a escala de maturação. Fonte: PBMH e PIF, 2006.

A composição das bananas é alterada significativamente no amadurecimento. O amido, encontra-se em quantidade elevada em relação à banana verde, com concentração de 20 a 25%; que ao longo do processo de maturação diminui para aproximadamente de 1 a 2%, devido a hidrólise do amido em glicose que proporciona maior poder adoçante a fruta. Observa-se, paralelamente ao acúmulo de açúcares, um aumento nos níveis de ácidos orgânicos, com predominância do ácido málico, o que leva a um abaixamento do pH (PESSOA, 2009). A fase de senescência é caracterizada pela diminuição dos

processos anabólicos e a predominância dos processos degradativos responsáveis pelo envelhecimento e pela morte dos tecidos. (MATSUURA e POLEGATTI, 2001).

3.1.3 Perecibilidade da banana

A forma correta utilizada na manipulação pós-colheita das bananas é necessária para aumentar a vida útil durante a comercialização. As perdas desses frutos atingem aproximadamente 40% do total produzido, e é causada principalmente por danos mecânicos, decorrentes do manuseio excessivo e inadequado durante e após a colheita, e por condições inadequadas no transporte e no armazenamento (GODOY, 2010).

Sabe-se que a redução da atividade respiratória de vegetais é devida o emprego de baixas temperaturas. O efeito do abaixamento da temperatura em frutos climatéricos consiste no atraso do pico climatérico e na redução de sua intensidade, sendo que esse pico pode ser completamente suprimido na temperatura próxima do limite fisiológico de tolerância (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os frutos são armazenados sob refrigeração em câmaras frias com atmosfera normal, controlada ou modificada. A temperatura de conservação situa-se entre 13 °C e 20 °C. Temperaturas menores que 12 °C favorece o *chilling*, distúrbios fisiológicos que podem ser caracterizadas pela presença de manchas verdes na casca, pelo escurecimento e ainda pela maturação anormal. Além disso, temperaturas mais elevadas aceleram a maturação, reduzem a vida útil, causam o cozimento da polpa, dificultam a hidrólise do amido e favorecem a multiplicação de microrganismos, como os fungos (GODOY, 2010).

Sendo assim, para que ocorra a manutenção da qualidade da banana com aumento de sua vida de prateleira, é primordial que ocorra a manutenção do fruto sob baixa temperatura, entretanto, deve-se respeitar o limite mínimo e máximo suportável por ela. A temperatura mínima de armazenagem depende da sensibilidade das bananas a danos pelo frio, sensibilidade esta que é afetada pela variedade, pelas condições de cultivo e pelo tempo de exposição a uma dada temperatura (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Em virtude dos fatos mencionados, nota-se que a banana é um dos frutos que apresenta uma das maiores perdas pós-colheita, sendo muito perecível e

limitada pelo o uso do frio no armazenamento. Este fato faz com que a industrialização seja uma das formas mais indicadas para o melhor aproveitamento da produção, contornando os problemas relacionados à perecibilidade. Inúmeros produtos podem ser obtidos a partir do processamento da banana, tais como a polpa ou purê, néctar, fruta em calda, produtos desidratados (banana liofilizada, flocos e fruta na forma de passas), doces diversos, incluindo as geleias e doce de massa (bananada) e o licor (PONTES, 2009).

Os produtos industrializados possuem vida de prateleira extremamente superior, como no caso do licor de banana, assim como de outros licores, possui validade indeterminada (TEIXEIRA, 2004).

3.2 Licor

A legislação brasileira define licor como sendo a bebida com graduação alcoólica de 15% a 54% v.v⁻¹, a 20 °C, e um percentual de açúcar superior a 30 g.L⁻¹, elaborado com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, ambos de origem agrícola, ou com bebidas alcoólicas, adicionada de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos (BRASIL, 2009).

Segundo Penha (2006), o licor é uma bebida alcoólica adocicada, caracterizada pela elevada proporção de açúcar misturado a álcool, e aromatizada por essências, frutas, raízes, sementes, ervas, flores e até cascas de vegetais, *in natura* ou desidratadas, que tem a função de definir o sabor e o aroma característico. Sendo assim, um licor é obtido basicamente de três ingredientes, álcool, xarope de açúcar e aromatizante. Os licores são considerados bebidas muito saborosas, com propriedades digestivas, estimulantes e reconstituintes.

Uma das alternativas que tem sido visada com o intuito de proporcionar um aumento da renda familiar de pequenos produtores é por meio da produção artesanal de licores, pois esta tem aumentado nos últimos tempos. Isso é justificado devido ao produto final ser comercializado a temperatura ambiente, além de que o processamento de licores constitui-se de uma tecnologia simples e que se feita de forma apropriada, resulta em produtos de excelente qualidade e extensa vida útil (TEIXEIRA, 2004).

3.2.1 Composição dos licores

3.2.1.1 Água

Para o processamento de licores, a água deve ser de excelente qualidade, tanto do ponto de vista público quanto tecnológico, principalmente para os licores que são preparados por processos a frio, ou seja, que não foram tratados termicamente. Sendo assim, a água deverá ser potável, filtrada ou destilada, isenta de contaminação microbiana com destaque para os patogênicos, não possuir sabor e aroma. As águas duras devem ser evitadas, pois estas provocam a turvação do licor (VENTURINI FILHO, 2010).

A água deverá ter alto grau de pureza, não possuir elevada dureza, com objetivo de prolongar a vida útil e evitar problemas relacionados na estabilidade devido a presença de íons inorgânicos (SILVA et al., 1999).

3.2.1.2 Álcool

O álcool é considerado a principal matéria-prima no processamento do licor e influencia diretamente na sua qualidade. Podem ser usadas várias bebidas alcoólicas, dando cada uma delas uma característica especial ao licor, tais como conhaque, uísque, cachaça, vodka ou álcool de cereais (SOUZA e BRAGANÇA, 2001; TEIXEIRA, 2004).

Embora a cachaça e a aguardente possam ser utilizados no processamento de licor, os mesmos não permitem a obtenção de um licor de boa qualidade, por transferir ao produto odor e sabor característicos, que anulam ou descaracterizam o aroma específico daquele produto e dificultam sua padronização. Entretanto, se existir interesse, pode ser utilizada, desde que se escolha um produto de excelente qualidade, origem conhecida e padronizada em relação ao teor alcoólico, para não prejudicar a qualidade do licor fabricado (BRAGANÇA, 2013).

3.2.1.3 Açúcar

Podem ser empregados o açúcar cristal ou refinado, como também um xarope obtido pela simples fervura do açúcar com água até a completa dissolução, este procedimento facilita a mistura com a solução hidroalcoólica (PENHA, 2003).

Segundo Borges (1975), é recomendada para a produção de licores a utilização de açúcar refinado no preparo do xarope, este garante maior qualidade

ao licor uma vez que o xarope formado é mais translúcido do que os produzidos por açúcares cristais. Além disso, é recomendado evitar o uso de mel e de glicose, pois apesar de ser mais solúvel em álcool, é menos solúvel em água do que o açúcar comum e ainda possuem menor poder edulcorante.

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2009), os licores são classificados quanto ao teor de açúcares em licor seco: a bebida que contém mais de 30 g.L⁻¹ e no máximo 100 g.L⁻¹ de açúcares; licor fino ou doce: a bebida que contém mais de 100 g.L⁻¹ e no máximo 350 g.L⁻¹ de açúcares; licor creme: a bebida que contém mais de 350 g.L⁻¹ de açúcares e o licor escarchado ou cristalizado: a bebida saturada de açúcares parcialmente cristalizados.

3.2.1.4 Aromas

Podem ser empregadas partes das plantas como folhas, sementes, cascas, flores de ervas, frutos ou de partes dos frutos, derivados de óleos essenciais destilados por vapor, adição de extratos naturais e a combinação destes aromatizantes que proporcionem o sabor e o aroma ao licor, sendo de extrema importância estabelecer a proporção entre as substâncias utilizadas (TEIXEIRA, 2004).

A maior fonte de variação dos licores está relacionada à escolha do aroma e do tipo de extração empregado (TEIXEIRA, 2004). Durante a extração por meio da maceração, substâncias aromáticas são lixiviadas de dentro da fruta para o extrato alcoólico (GOMES et al., 2005).

No processamento de licores artesanais, é importante que os mesmos sejam aromatizados por matérias-primas naturais, cultivadas pelo próprio fabricante, permitindo assim o maior controle sobre a qualidade geral do produto. Alguns frutos, como a manga e o morango, perdem o aroma e o sabor após o envelhecimento dos licores. Entretanto, para alguns licores, como de jenipapo, pequi, jaboticaba, folha de figo, banana, erva-cidreira, menta, café, além do chocolate e do leite obtém-se bons resultados (SOUZA e BRAGANÇA, 2001).

3.2.2 Processamento de licor

De acordo com Penha et al. (2003), os processos empregados na elaboração de licores são considerados simples. Porém, existem variações no processo, como na etapa de elaboração do extrato, que pode ser considerada o

ponto mais crítico durante o processamento. Nessa etapa, a relação entre a quantidade de frutas e de álcool utilizados, a concentração de etanol e o tempo de extração podem produzir licores com aroma e sabor diferentes. Os mesmos autores afirmam que possivelmente ocorrem reações indesejáveis no licor que afetam algumas características sensoriais do produto, como a cor e o sabor. São, principalmente, reações oxidativas ocorridas durante o processamento da fruta na elaboração do licor, devido à exposição da fruta ao oxigênio e ao álcool, entre outros fatores.

Na Figura 2 está apresentado o fluxograma geral utilizado para o processamento de licor.

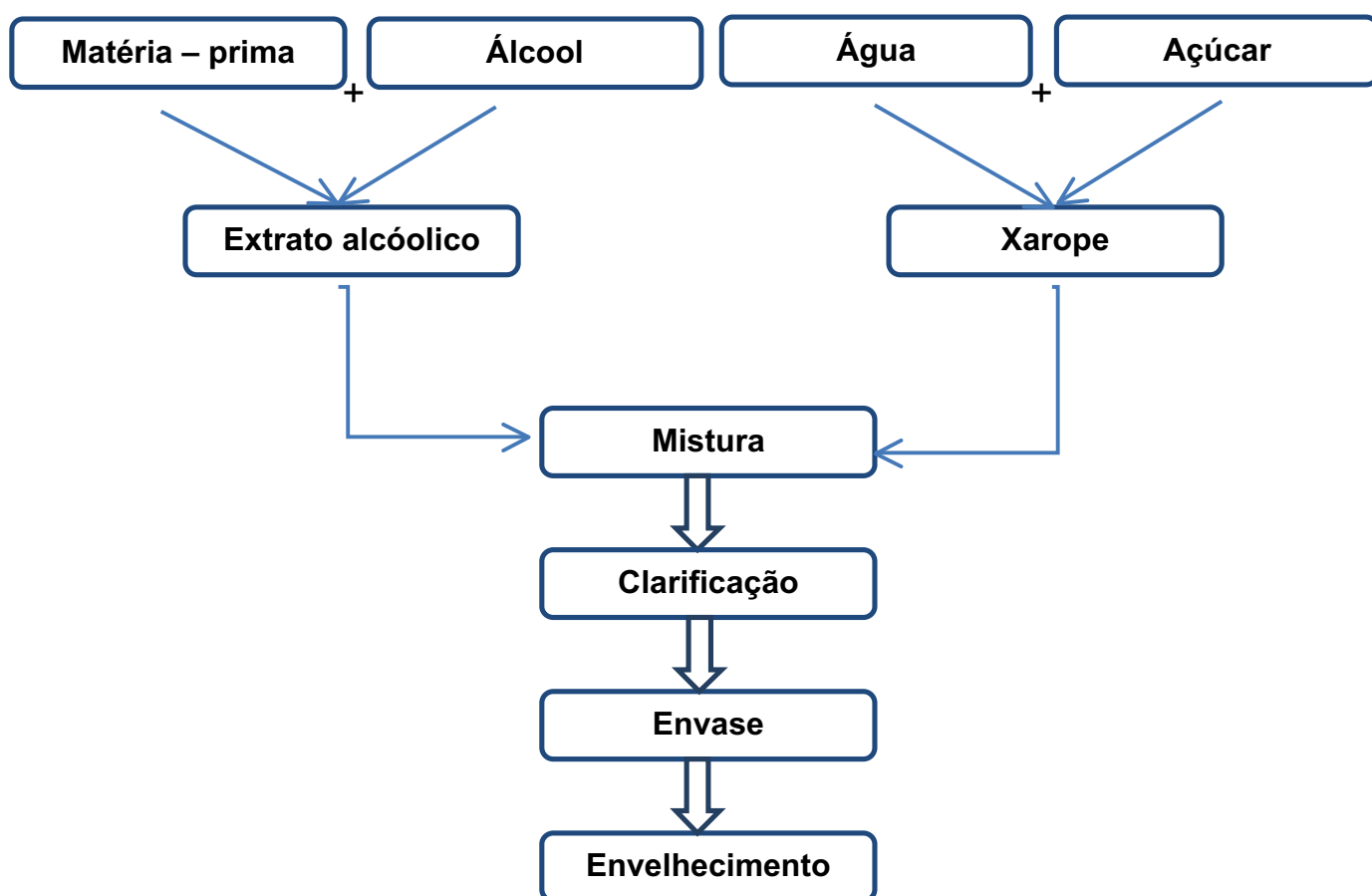


Figura 2 – Fluxograma geral do processamento de licor.
Fonte: O autor.

No processamento de licor, quando a matéria-prima é proveniente de origem vegetal, deverá ser lavada com água corrente de boa qualidade. Em seguida, é necessário que faça a sanitização em água clorada seguida de uma nova lavagem

para remover o excesso de cloro e evitar a formação de trihalometanos. Dependendo da matéria-prima que está sendo empregada, é necessário que a mesma seja descascada, cortada ou triturada (EMBRAPA, 2006).

Os processos que são usados para obtenção do extrato alcoólico na elaboração de licor são: destilação, maceração e adição de essência (TEIXEIRA, 2004). O método de destilação consiste em colocar a matéria-prima em contato com o álcool ou água por algumas horas e em seguida promove-se uma destilação. Este processo é mais comum em licores fabricados a partir de sementes (destilação alcoólica) e rosa (destilação aquosa) (PENHA, 2006).

A maceração ou infusão consiste em colocar a matéria-prima em contato com uma solução hidroalcoólica por um período de tempo necessário. Em seguida faz-se uma filtração obtendo-se o extrato alcoólico que possui os compostos aromáticos e corantes extraídos da matéria-prima. Este procedimento é bastante utilizado em licores produzidos a partir de frutas (SOUZA e BRAGANÇA, 2001; PENHA, 2006; ALMEIDA et al., 2012). No processo de extração, os componentes solúveis das frutas são encontrados no interior celular. O solvente passa para a superfície da amostra, que em geral é bastante rápido. Posteriormente o solvente migra e difunde-se no sólido. Nessa etapa muitas vezes a taxa de extração torna-se menor, pois as paredes celulares são resistentes à difusão. Para resolver essa limitação, pode-se reduzir a amostra em partículas menores, pois assim durante a extração o solvente percorre distâncias menores e chega ao maior número de células. A seguir, o soluto é dissolvido no solvente, difunde-se através da mistura de sólido e o solvente até a superfície da partícula e em seguida, finalmente o soluto é transferido para a solução (GEANKOPLIS, 2007).

No processamento dos licores produzidos pelo o método “por essência” não há uma etapa de maceração, ocorre simplesmente uma mistura da essência, álcool e xarope. Esse método é mais aplicado no caso de alguns licores cuja matéria-prima não propicia o processo de infusão como, por exemplo, os licores de chocolate, de cacau e os licores cremosos (VENTURINI FILHO, 2010).

O tempo de extração é influenciado pelo tamanho das partículas, temperatura, agitação, a velocidade que ocorrerá a difusão dos componentes aromáticos da matéria-prima para a solução extratora e a concentração de álcool. Assim, para cada processamento, é necessário fazer um estudo com a finalidade

de determinar o tempo adequado de maceração (SOUZA e BRAGANÇA, 2001; TEIXEIRA et al., 2005).

O xarope é definido como uma solução concentrada de açúcar e água, do qual influencia na viscosidade e na suavidade do licor. A mistura da água com o açúcar em aquecimento eleva a solubilidade e a concentração do xarope. Um xarope pouco concentrado está sujeito à fermentação e quando supersaturado, à cristalização (SOUZA e BRAGANÇA, 2001).

A mistura da solução hidroalcoólica ao xarope deve ser feita em temperatura ambiente, pois a maioria dos aromas é muito volátil, o que pode levar a perda de álcool do extrato (GEÓCZE, 2007). O resfriamento do xarope deve acontecer naturalmente para que não ocorra sua cristalização. Depois de obtido o extrato alcoólico e o xarope de açúcar, todos os ingredientes são misturados em proporções bem definidas para obtenção do produto final de acordo com o estipulado em cada formulação. Em seguida, ele passa por um período de repouso com o objetivo de decantar os sólidos insolúveis. Posteriormente ele é filtrado e envasado (TEIXEIRA, 2004).

3.2.2.1 Clarificação

Segundo Teixeira (2004), a clarificação de licores tem como intuito reduzir sua turbidez e evitar a formação de flocos que sedimentem no fundo das garrafas, melhorando assim, sua estabilidade física e contribuindo para uma melhor qualidade sensorial do produto. Durante essa operação, são retidos compostos responsáveis pela turbidez e sedimentação, como as pectinas, diversos carboidratos e complexo tanino-proteína (TEIXEIRA, 2004).

Dentre as maneiras mais fáceis de clarificar o licor, tem-se a decantação natural e em seguida a realização de uma nova filtração e envase do sobrenadante. Entretanto, esse processo é lento, sendo necessárias formas para acelerar essa operação. Uma das técnicas que pode ser utilizada para a melhoria do processo é a colagem, que consiste em adicionar cola de peixe, gelatina ou clara do ovo ao produto. Nesse caso os agentes adicionados têm o objetivo de “quebrar” a suspensão, ou então agem como colóides de proteção que ao envolverem as partículas suspensas aceleram a sua sedimentação (VENTURINI FILHO, 2010). No entanto, por existir produtos alimentícios que se limitam à

utilização desta técnica, uma boa alternativa é o emprego do leite associado ao alumínio de potássio, betonitas especiais e caolim (VENTURINI FILHO, 2010), o uso da terra de diatomácea (POREDA et al., 2015), ou ainda o emprego de membranas (NOGUEIRA e VENTURINI FILHO, 2005).

A terra diatomácea é um sedimento amorfo que possui partículas altamente porosas, formada de silício, que pode ser originado a partir de frústulas ou carapaças de organismos unicelulares vegetais. Dentre estes organismos destacam-se as algas microscópicas aquáticas, marinhas ou lacustres, encontradas nas camadas geológicas da crosta terrestre (SOUZA et al., 2003).

As diatomáceas são consideradas minerais leves, de baixa massa específica, alta porosidade e coloração que pode variar entre cinza e branco, e seu tamanho está distribuído entre 4 e 500 μm (FRANÇA et al., 2001; SOUZA et al., 2003).

França et al. (2008) menciona que a composição da terra diatomácea é formada pela sílica opalina, mas outros componentes podem estar presentes em menor quantidade, como alumínio, ferro, cálcio, magnésio, sódio, potássio. Minerais depositados, denominados de minerais secundários, também são encontrados, destacando-se os argilominerais, areias quartzosas, gipsita, mica, calcita, feldspato e carbonatos de cálcio e magnésio, além de impurezas como matéria orgânica.

Segundo Michen et al. (2011), esse complexo clarificador pode atuar no alimento por meio de dois mecanismos. Um deles é com a formação de pontes de hidrogênio entre o grupo carboxílico das proteínas e os grupos hidroxílicos da terra de diatomácea. O segundo é através da absorção de moléculas de proteínas no interior dos poros da terra diatomácea.

3.2.2.2 Envelhecimento

Esta etapa tem o objetivo de modificar o aroma e tornar os licores mais agradáveis promovendo uma mistura mais íntima dos ingredientes. Isso ocorre com o decorrer do tempo de armazenamento e não há como chegar de forma artificial aos resultados desejados (VENTURI FILHO, 2010).

Uma vez que o licor é engarrafado, restam pequenas quantidades de oxigênio dissolvidos no mesmo e também no headspace. Esse oxigênio residual

reage completamente com outros compostos durante semanas ou meses. O licor passa então de um ambiente propenso à oxidação para um ambiente redutor. Nessas condições, ele desenvolve o aroma específico ou de envelhecimento (buquê), o qual é percebido após permanecer na garrafa por um período suficiente (VENTURI FILHO, 2010).

Na literatura há poucos trabalhos relacionados ao envelhecimento de licor. Sendo assim, as alterações que ocorrem nas características físico-químicas e sensoriais desses produtos não estão bem elucidadas.

3.3 Análise sensorial em alimentos

A análise sensorial tem como o objetivo evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e de outros determinados materiais da maneira que os mesmos são percebidos pela visão, olfato, paladar, tato e audição (SILVA, 2010; DELLA LUCIA et al., 2013; DUTCOSKY, 2015).

Segundo Della Lucia et al. (2013), a qualidade sensorial de um alimento não é uma característica intrínseca, mas resultado da interação entre o alimento e o homem. Essa qualidade está relacionada aos estímulos provenientes dos alimentos como também das condições fisiológicas e sociológicas dos indivíduos que o avaliam, no contexto ambiental que se encontra esse indivíduo e do próprio produto. Sendo assim, pode-se notar que a qualidade sensorial de um alimento varia de pessoa para pessoa, sendo influenciada por diversos fatores, tais como: características do alimento (cor, sabor, aroma, textura, aparência, método de preparo, custo, entre outras) e características do indivíduo (idade, sexo, renda, educação, entre outras).

Tem-se utilizado diversos métodos sensoriais em análise de alimentos. Atualmente, existe um grande número de técnicas que já são empregadas e outras que vêm sendo desenvolvidas. Os métodos sensoriais podem ser classificados em três grupos: os métodos discriminativos, os afetivos e os descritivos (DELLA LUCIA et al., 2013; DUTCOSKY, 2015).

Os métodos discriminativos tem o intuito de estabelecer a diferença qualitativa e, ou, quantitativa entre as amostras. Os métodos afetivos fornecem a opinião quanto a preferência ou aceitação dos consumidores em relação às ideias, características gerais ou específicas de um determinado alimento, sendo, portanto, determinados também de testes com consumidores. Por fim, os métodos

descritivos caracterizam, descrevem e podem até quantificar os atributos sensoriais de um alimento (DELLA LUCIA et al., 2013).

3.3.1 Aceitação sensorial

Os testes de aceitação sensorial são empregados com o objetivo de investigar se os consumidores gostam ou não do produto (REIS e MINIM, 2013). Nesse contexto, esses testes podem fornecer informações importantes de um novo produto, permitindo avaliar o seu grau de aceitação pelo público alvo. Além disso, a empresa pode tomar decisões quanto ao melhoramento do produto e sua inserção no mercado (RIBEIRO, 2008).

Diversos trabalhos têm sido realizados com o intuito de avaliar a aceitação sensorial de licores. Vieira et al. (2010) investigaram a aceitabilidade de licor de camu-camu quanto aos atributos cor, odor e sabor utilizando uma escala hedônica de 5 pontos. Os autores concluíram que houve uma aceitação sensorial mediana do produto, considerado na escala entre indiferente e gostei moderadamente.

Oliveira et al. (2014) elaboraram licores de graviola variando a proporção de fruta (300, 400 e 500 gramas/500 mL de vodka) e teor de sólidos solúveis (50, 60 e 70 ° Brix). A análise sensorial foi baseada nos atributos cor, aroma, consistência, aparência, sabor de fruta, sabor alcoólico, doçura e impressão global empregando a escala hedônica de 9 pontos. Todos os tratamentos obtiveram elevada aceitação para os atributos em estudo, sendo de maior aceitação as amostras com maiores quantidades de polpa de graviola e menores teores de sólidos solúveis.

Oliveira e Santos (2011) avaliaram o processamento e a qualidade do licor de açaí, utilizando a aceitação sensorial com escala hedônica de 9 pontos, como um dos critérios de avaliação. A bebida apresentou aceitação satisfatória para todos os atributos avaliados, destacando-se a aparência que obteve a maior média hedônica, seguido da consistência, textura, sabor, cor e aroma, com intenção de compra de 74,8%. Os resultados evidenciaram que o açaí é uma boa alternativa para a elaboração de licor.

3.3.2 Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

Atualmente, diversos estudiosos têm buscado desenvolver métodos sensoriais como uma alternativa aos métodos descritivos convencionais, com o

objetivo de reduzir o tempo para a obtenção do perfil sensorial, a fim de facilitar a sua utilização pela indústria de alimentos (SILVA et al., 2013).

Os métodos descritivos convencionais apresentam um período extenso para a execução da técnica sensorial, uma vez que exigem excelente formação de avaliadores para garantir que as escalas sensoriais sejam utilizadas e a avaliação seja feita de forma consistente e que os avaliadores tenham a capacidade de discriminar amostras e ter repetibilidade dos resultados. A fase de treinamento é extensa e a demanda de tempo é considerada um fator limitante para sua aplicação prática na indústria (RICHTER et al., 2006, SILVA et al., 2012).

Assim, Silva et al. (2012) propuseram o Perfil Descritivo Otimizado (PDO), que visa atender a procura por métodos descritivos rápidos, eliminando as etapas de seleção final e treinamento de avaliadores, etapas do perfil convencional, e ao mesmo tempo fornecer informação quantitativa sobre os atributos sensoriais presentes em alimentos. O PDO propõe que avaliadores semi-treinados avaliem os produtos usando uma escala não estruturada de 9 centímetros ancorada nas extremidades, como, por exemplo, fraco e forte. Para permitir que os avaliadores com pouca formação julguem consistentemente as amostras, os materiais de referência que representam as âncoras da escala devem ser apresentados no momento da avaliação. Essa metodologia é conduzida por meio do protocolo atributo por atributo, a fim de que todos os avaliadores possam comparar as amostras entre si e entre as referências em relação a um único atributo durante a sessão (SILVA et al., 2013), enquanto no perfil convencional, a avaliação é realizada por amostra, incluindo todos os atributos.

3.3.2.1 Etapas do Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

Segundo Silva et al. (2012), essa metodologia consiste nas seguintes etapas:

- 1) Recrutamento de participantes: questionários deverão ser distribuídos para aqueles que demonstrarem interesse em participar dos testes sensoriais. Os critérios utilizados no recrutamento dos candidatos para a pré-seleção são: disponibilidade, afeição pelo produto, compreensão dos termos descritivos, familiaridade com atributos sensoriais, condições de saúde que não comprometam a análise, a capacidade de trabalhar com uma escala não estruturada, entre outros.

- 2) Pré-seleção: com o intuito de avaliar a capacidade dos avaliadores em discriminar amostras, nessa etapa utilizam-se testes de diferença, como o duo trio ou o triangular. Para dar continuidade na análise, os analistas sensoriais determinam uma porcentagem de acertos de acordo com o produto que está sendo analisado.
- 3) Levantamento de termos descritivos: os avaliadores decidem quais os atributos serão utilizados para caracterizar o produto. Existem alguns métodos que são empregados para desenvolver a lista de atributos, tais como os métodos, tradicional, de rede e a lista prévia. No primeiro, cada avaliador faz uma lista com os atributos que acham inerentes ao produto. Em seguida, abre-se uma discussão com todos os participantes que, em consenso, escolhem os termos que vão compor a lista. No segundo, as amostras são apresentadas de duas a duas e os avaliadores vão apontando as diferenças entre elas. As diferenças mais mencionadas compõem a lista de atributos que serão avaliados. Na lista prévia, o analista apresenta uma lista com as definições e os possíveis atributos que serão estudados. Em seguida, os avaliadores decidem quais atributos serão avaliados e fazem a definição final de cada atributo.
- 4) Apresentação e definição das referências: são definidas e apresentados os materiais das referências das escalas não estruturadas e a definição de cada atributo.
- 5) Avaliação das amostras: nessa etapa os participantes fazem a análise sensorial em cabines individualizadas do produto em estudo utilizando o protocolo atributo por atributo. Cada amostra deve ser codificada com 3 dígitos que deverá ser entregue ao participante de maneira aleatória juntamente com a ficha de avaliação. Nessa etapa cada avaliador recebe todas as amostras juntamente com as referências para julgar o atributo em questão. Deve-se sempre ficar atento às condições em que está sendo conduzido o experimento, com intuito de reduzir erros experimentais.
- 6) Análise dos resultados: Há várias formas de avaliar, dependendo do objetivo do estudo e do tipo de amostra. Geralmente, os resultados são analisados pela Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias, regressão ou mapas sensoriais.

3.4 Análise de compostos voláteis

Os métodos cromatográficos têm por finalidade analisar de maneira minuciosa, qualitativa e quantitativamente, os componentes voláteis responsáveis por atribuir o aroma de um alimento. Dentre as diferentes técnicas, a cromatografia gasosa se destaca, por razões da natureza gasosa dos compostos voláteis, sendo a mais utilizada na determinação destes compostos. Em muitos casos a análise cromatográfica é seguida de uma análise de espectrometria de massa para identificação de compostos aromáticos em produtos alimentícios (PLUTOWSKA e WARDENCKI, 2007).

A cromatografia gasosa está baseada numa série de partições, ou distribuições, dos componentes da amostra, entre uma fase móvel gasosa e uma fase líquida que recobre a superfície de um sólido inerte, a coluna cromatográfica; após a amostra ser injetada em pequena quantidade no injetor (HUENERBEIN et al., 2003).

Em relação ao funcionamento do cromatógrafo, o injetor e a coluna são aquecidos a uma temperatura alta suficiente para vaporizar a amostra. Um gás, como exemplo, o hélio, flui pela coluna; ou seja, a fase móvel, que tem a função de levar a amostra do injetor, através da coluna até o detector. Na coluna apresenta a fase estacionária que interage seletivamente com os componentes da amostra realizando a separação. Uma competição é então estabelecida entre a fase móvel e a estacionária para o transcurso dos componentes individuais. A velocidade com que os componentes da amostra passam através da coluna depende do grau de interação entre o componente e a fase estacionária e do seu ponto de ebulição. Se o componente não interagir com a fase, ele se movimentará através da coluna, varrido pelo gás de arraste em um tempo relativamente curto. Se o componente interagir com a fase, um tempo mais longo será necessário para a amostra percorrer a coluna. Este grau de compatibilidade fundamenta-se na solubilidade ou adsorção dos analitos na fase estacionária (HERBERT e JOHNSTONE, 2003).

Antes que ocorra a análise cromatográfica, com o objetivo de identificar e posteriormente quantificar os componentes voláteis da amostra, é necessário que seja realizada a extração dos compostos aromáticos. Os métodos utilizados para esse fim são: utilização de solventes, técnicas por destilação a vapor,

microextração em fase sólida, técnicas de análise do *headspace* e extração com fluido supercrítico (PLUTOWSKA e WARDENCKI, 2007).

3.4.1 Microextração em Fase Sólida

A microextração em fase sólida é uma técnica empregada na extração ou pré-concentração rápida de compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis sem a utilização de solventes. Esse método consiste basicamente de dois processos, a partição de compostos orgânicos entre a fase líquida ou gasosa e o filme polimérico coberto da sílica fundida; e dessorção do concentrado no cromatógrafo. Primeiramente, a fibra é introduzida na amostra e os componentes são extraídos, e em seguida, ela é transferida para o equipamento de fase gasosa, onde ocorre a dessorção, seguida pela separação, identificação e quantificação (ARAÚJO, 2015).

O método SPME está ilustrado na Figura 3. A amostra é colocada em um frasco de vidro com septo de borracha com capa metalizada. Antes de começar a análise, é necessário que a fibra seja limpa, pois o polímero pode estar contaminado com alguma substância presente no ar. A limpeza deve ser feita injetando a fibra no injetor do cromatógrafo a gás. Com a fibra retraída no interior da agulha do dispositivo SPME, o septo do frasco é perfurado, e com o movimento do êmbolo do dispositivo SPME, a fibra SPME é exposta diretamente na amostra ou no *headspace* do frasco. Após o término da extração, ou seja, após atingir o equilíbrio de partição do soluto entre as fases, a fibra é novamente retraída para o interior da agulha do dispositivo SPME. Para a dessorção térmica de solutos voláteis ou semi - voláteis, a agulha do dispositivo SPME (fibra retraída) é inserida no septo do injetor e a fibra exposta no injetor. A introdução das amostras, nas análises SPME/GC, geralmente, tem sido realizada no modo *splitless* (QUEIROZ, 2009).

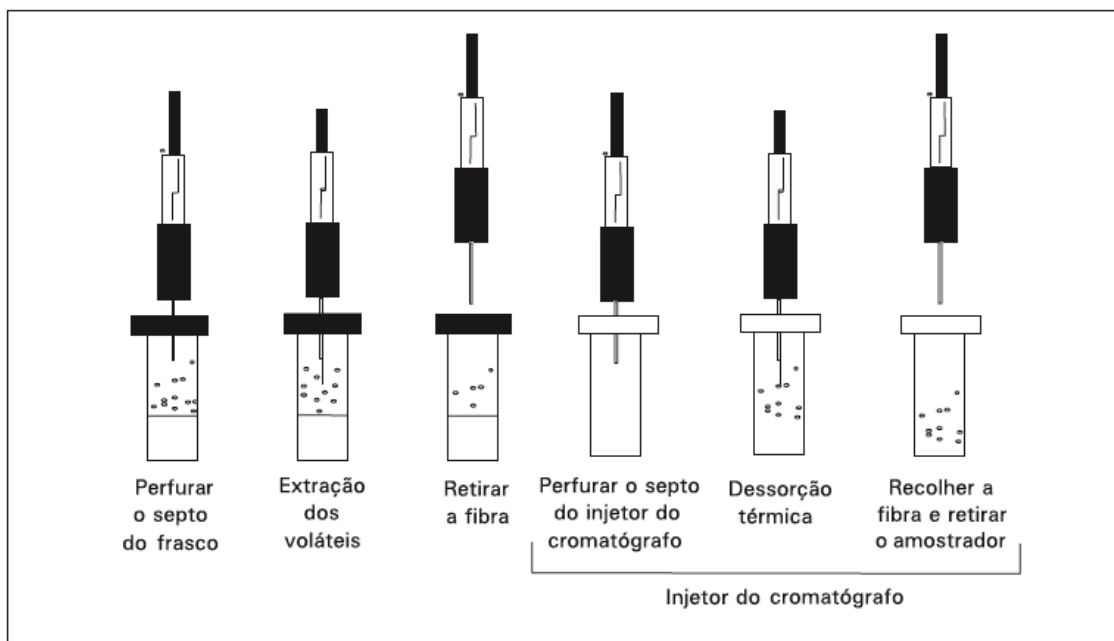


Figura 3 – Extração e dessorção de voláteis pelo método SPME.
 Fonte: CANUTO et al.(2011).

Essa técnica é influenciada por diversos parâmetros, pois os componentes se comportará diferentemente de acordo com a sua polaridade, volatilidade, coeficiente de partição orgânica/água, volume da amostra ou volume do *headspace*, velocidade de agitação, pH da solução, temperatura e presença de cloreto de sódio em solução.

A adição de cloreto de sódio na solução auxilia no equilíbrio da fase orgânica da fibra. Além disso, a presença do sal influencia o processo de adsorção, modificando as propriedades da fase e diminuindo a solubilidade dos compostos hidrofóbicos na fase aquosa, fenômeno esse, denominado *salting-out*. Além disso, a agitação com auxílio de barra magnética aumenta a velocidade do equilíbrio (AKIYAMA et al., 2007).

As fibras empregadas apresentam sílica fundida, que na sua extremidade, a mesma é coberta com um filme de fina espessura contendo a fase estacionária. Este filme serve como um solvente durante a absorção dos compostos voláteis da matriz. Inúmeros tipos de fibras se encontram disponíveis, sendo que as fibras com filmes não polares mais espessas apresentam alta sensibilidade à maioria dos compostos (ARAÚJO, 2015).

As fibras com a fase não polar de polidimetilsiloxano (PDMS) e as fibras polares de poliacrilato (PA) são as mais utilizadas. O tipo da fibra empregada na análise é determinado pelo peso molecular e pela polaridade do analito, sendo que

para análise de compostos voláteis, fibras de PDMS são as mais utilizadas (CANUTO et al., 2011; ARAÚJO, 2015).

O uso do método SPME tem várias vantagens, tais como: apresenta de forma mais precisa o aroma de frutas, uma vez que não utiliza o aquecimento e nem solventes, fontes de substâncias artificiais e nem contaminantes; alta sensibilidade, pois a análise é feita apenas com moléculas dispersas no *headspace* e a praticidade, pois o preparo da amostra é simples, além de ser compatível com as análises de separação/identificação (KATAOKA et al., 2000; PLUTOWSKA e WARDENCKI, 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nos laboratórios de química de alimentos, operações unitárias e análise sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos e na central analítica do Departamento de Química e Física, todos localizados no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo.

4.1 Materiais

Para a elaboração do licor de banana foram utilizadas como matérias-primas, bananas da variedade prata, açúcar refinado, álcool de cereais e água destilada. Todos os materiais foram provenientes do comércio local da cidade de Alegre/ES. Para a realização do experimento, foram utilizadas bananas sadias, sem imperfeições, sem podridões e em escala de maturação 7, caracterizado pelo o fruto amarelo com manchas marrons (PBMH e PIF, 2006).

4.2 Planejamento Experimental e Análise Estatística dos Dados

O experimento foi dividido em três fases:

a) 1ª Fase: Efeito do teor alcoólico da solução extratora

Foi realizada uma análise sensorial que teve como objetivo avaliar o efeito do teor alcoólico da solução extratora na etapa de infusão sobre aceitação sensorial de licor de banana. Foram avaliados cinco tratamentos (50, 60, 70, 80 e 90 °GL) quanto aos seguintes atributos: cor, aroma, sabor e impressão global. O experimento foi conduzido em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC). Os resultados dos testes de aceitação sensorial foram analisados por Análise de Variância univariada (ANOVA), seguido de regressão, ao nível de significância de 5%.

As condições ótimas para esse estudo foram definidas como sendo aquelas que maximizaram os escores sensoriais obtidos. Uma vez que as regiões ótimas para as diferentes variáveis podem ser distintas, foi utilizada a técnica de otimização simultânea por meio da função desejabilidade (DERRINGER; SUICH, 1980) com o objetivo de encontrar o melhor tratamento. Cada variável resposta, y_i ,

foi convertida em uma função desejabilidade individual, d_i , dentro do intervalo $0 \leq d_i \leq 1$ usando a Equação 1 para as variáveis que foram maximizadas:

$$d_i = \begin{cases} 0 & \hat{y}_i < L_i \\ \left(\frac{U_i - \hat{y}_i}{U_i - T_i}\right)^{r_i} & L_i \leq \hat{y}_i \leq T_i \\ 1 & \hat{y}_i > T_i \end{cases} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

\hat{y}_i : valor da variável resposta;

L_i : valor mínimo desejado;

T_i : valor alvo desejado;

U_i : valor máximo desejado.

A partir dos valores das desejabilidades individuais para as variáveis respostas estudadas, o valor da desejabilidade global, D , foi calculado pela equação 2:

$$D = (\prod_{i=1}^N d_i)^{1/N} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que N é o número de desejabilidades individuais.

Foi considerada como condição ótima aquela que obteve o maior valor da desejabilidade global.

b) 2ª Fase: Efeito do teor de álcool e açúcar do licor final

Após a escolha do melhor teor alcoólico utilizado na etapa de infusão, o mesmo foi fixado a fim de estudar o efeito dos teores de álcool e de açúcar na aceitação sensorial e na caracterização físico-química de licores de banana, de acordo com o planejamento experimental apresentado na Tabela 2.

Utilizou-se o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com 4 pontos fatoriais, 4 pontos axiais e 1 repetição no ponto central, totalizando 9 ensaios. Entretanto, para as análises físico-químicas, foram realizadas 3 repetições para cada tratamento, totalizando 27 experimentos. Para um DCCR com dois fatores, utilizou-se um valor de α igual a 1,41 (TEÓFILO e FERREIRA, 2006).

As variáveis independentes do experimento foram: teor de álcool (16 a 22 °GL) e quantidade de açúcar (200 a 350 g.L⁻¹) e as variáveis respostas foram:

impressão global, intenção de compra, pH, parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , c^* , h^*), absorvância, densidade, sólidos solúveis e índice de refração.

Para a análise sensorial foi empregado o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) e para a caracterização físico-química foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os resultados foram analisados pela Análise de Variância e em seguida foi feita a análise de regressão. Para exposição dos resultados das variáveis significativas foram utilizados os gráficos de superfície de resposta.

Na Tabela 2 está apresentada a matriz de planejamento elaborada com os valores codificados e reais.

Tabela 2 – Valores codificados e reais dos teores de álcool e açúcar

Ensaio	Teor de álcool		Teor de açúcar	
	Valores codificados	Valores reais (° GL)	Valores codificados	Valores reais (g.L ⁻¹)
1	-1	16,87	-1	221,80
2	1	21,13	-1	221,80
3	-1	16,87	1	328,19
4	1	21,13	1	328,19
5	-1,41	16,00	0	275,00
6	1,41	22,00	0	275,00
7	0	19,00	-1,41	200,00
8	0	19,00	1,41	350,00
9	0	19,00	0	275,00

Os resultados das análises físico-químicas foram utilizados somente para caracterização dos licores, enquanto os dados da aceitação sensorial e de intenção de compra foram empregados para encontrar a condição ótima dessa fase (formulação ideal), por meio da metodologia função desejabilidade.

c) 3ª Fase: Estudo do armazenamento, de clarificação, perfil sensorial e identificação de voláteis no licor de banana

A partir do teor alcoólico da solução extratora encontrado na primeira fase e o teor de álcool e açúcar no produto final estabelecidos na segunda fase, foi

elaborado um licor de banana com estes valores e nesse produto foram realizados os seguintes estudos:

- Estudo do efeito do envelhecimento, cujas variáveis respostas foram: pH, acidez titulável, absorvância, turbidez e quantificação de O₂ no headspace (caracterização físico-química); cor, aroma, sabor e impressão global (aceitação sensorial).
- Investigação do efeito da clarificação durante o armazenamento sobre características físico-químicas do licor de banana, através da absorvância, parâmetros de cor e turbidez. As análises foram feitas no licor de banana sem clarificar (controle) e no licor clarificado, em dois momentos: tempo 0 (no dia de finalização do processamento) e tempo 1 (com 60 dias de envelhecimento).
- Caracterização sensorial das melhores formulações de licor de banana obtidas por meio da aplicação da função desejabilidade na segunda fase;
- Identificação dos principais compostos voláteis responsáveis pelo aroma da banana e do licor de banana.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, com 3 repetições no estudo do envelhecimento e nas análises do perfil dos voláteis e 2 repetições no de clarificação.

Para o estudo de armazenamento foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados (aceitação sensorial) e Delineamento Inteiramente Casualizado (análises físico-químicas). Os resultados da caracterização físico-química e da aceitação sensorial foram submetidos à análise de variância univariada (ANOVA). Para as variáveis significativas, foi realizada a análise de regressão ($\alpha = 5\%$).

O experimento sobre a clarificação do licor foi planejado por meio de um fatorial completo com dois fatores (agente clarificante e tempo de armazenamento). Os resultados foram submetidos a Análise de Variância e em seguida ao teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

A análise dos dados para a caracterização sensorial foi realizada por meio da ANOVA para cada atributo, com as fontes de variação: amostra, avaliador e interação amostra*avaliador. Quando a interação foi significativa ($p < 0,05$), recalculou-se o F da amostra usando no denominador o quadrado médio da interação, com o intuito de tornar o teste mais robusto (SILVA e DAMASIO, 1994). Quando houve significância do teste, fez-se o teste de Tukey para verificar

diferenças entre os tratamentos em relação à intensidade do atributo sensorial em questão, apresentando os resultados da análise por meio de um gráfico radial.

Na análise de voláteis foi calculado o índice de Kovalts e também foi obtido o espectro de massas para identificação dos analitos.

Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico Statistica[®] 7.0, Sigmaplot 11.0 e o excel.

4.3 Metodologia

4.3.1 Processamento do licor

Na Figura 4 está apresentado o fluxograma do processamento do licor de banana.

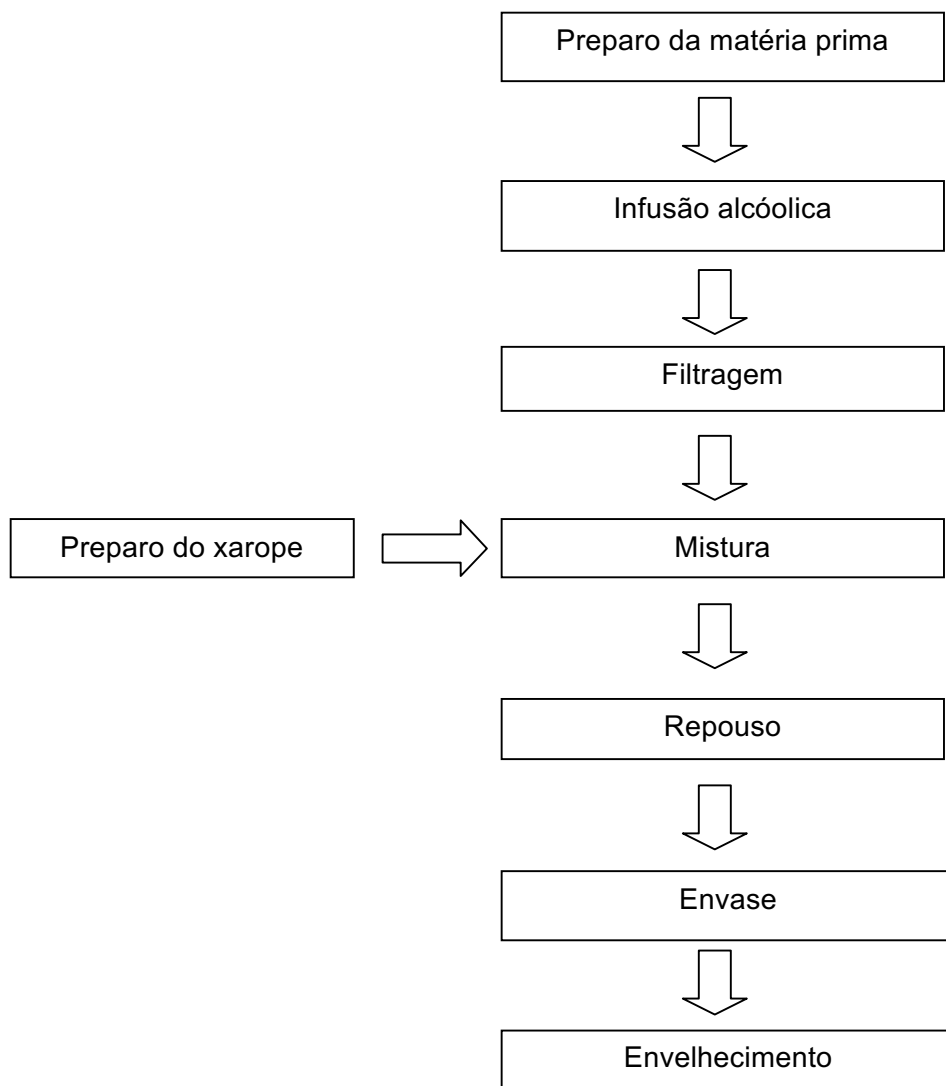


Figura 4 – Fluxograma do processamento do licor de banana.
Fonte: BERNABÉ, 2014.

Primeiramente, as bananas foram lavadas em água corrente e imersas em água clorada (50 mg.L^{-1} de cloro residual livre), utilizando solução de hipoclorito de sódio durante 5 minutos, e em seguida foram novamente lavadas em água corrente. Após essa etapa, descascaram-se as bananas e cortaram-se

manualmente em fatias de aproximadamente 3 mm e as pontas foram descartadas, para que as rodela cortadas em 4 partes tivessem um diâmetro mais uniforme.

Posteriormente, as frutas foram colocadas em infusão no álcool de cereais durante 21 dias (Teixeira, 2004), e acondicionadas em potes de vidros âmbar com tampa de rosca. Nessa fase as bananas foram colocadas em infusão no álcool de cereais numa concentração de 40% m.v⁻¹ (400 gramas de banana em um 1 litro de álcool de cereais com graduação alcoólica específica para cada análise).

Decorrido o tempo de extração, o líquido da infusão foi filtrado em um filtro de nylon, obtendo-se o extrato hidroalcoólico de banana.

Utilizou-se açúcar refinado em proporção de 3:2 (3 partes de açúcar para 2 partes de água) no preparo do xarope. A mistura de água e açúcar foi levada à ebulição para completa dissolução do açúcar e concentração de sólidos solúveis do xarope. O xarope foi preparado com antecedência para garantir que estivesse frio no momento da mistura com o extrato hidroalcoólico de banana, evitando que não ocorresse o aumento na temperatura da mistura com consequente perda de álcool por evaporação.

Foi misturado o xarope de açúcar, o extrato hidroalcoólico de banana e água destilada em proporções adequadas, de forma que o produto final apresentasse o teor de álcool e de açúcar conforme a formulação pretendida.

O grau alcoólico real foi determinado utilizando a tabela de conversão de densidade relativa 20 °C/20 °C após destilação da amostra no microdestilador TECNAL, modelo TE 012. Inicialmente foram realizados testes preliminares para determinar as diluições. Os extratos foram diluídos utilizando 25 mL de extrato e 75 mL de água. Em seguida foram colocadas no destilador e o destilado foi recolhido em Erlenmeyer até $\frac{3}{4}$ do volume total (75 mL), considerando-se que todo o álcool fosse recuperado na destilação. Posteriormente, as amostras destiladas foram transferidas para um balão volumétrico de 100 mL, e completadas com água destilada, na temperatura de 20 °C. Essa solução foi transferida para um densímetro para encontrar a densidade relativa 20 °C/20 °C, e assim, por meio da tabela de conversão foi possível obter a graduação alcoólica real da solução. Em seguida, corrigiu-se esse teor alcoólico pelo fator de correção e se obteve o grau alcoólico real da amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

As amostras de licor foram armazenadas o tempo necessário para a realização de cada análise pré-estabelecida, em temperatura ambiente, dentro de frascos de vidro âmbar.

4.3.2 Análises sensoriais

4.3.2.1 Aspectos éticos

Foram respeitados os cuidados éticos de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 1.355.093.

4.3.2.2 Efeito do teor alcoólico na etapa de infusão sobre a aceitação de licor de banana

Foram recrutados 74 consumidores (maiores de 18 anos) para investigar a influência do teor alcoólico na etapa de infusão sobre a aceitação sensorial de licor de banana. O teste consistiu em apresentar ao avaliador durante a sessão, em cabines individuais, sob luz branca, as amostras de licores, em que durante a etapa de infusão, a extração foi realizada utilizando álcool de cereais com graduação alcoólica de 50, 60, 70, 80 e 90 °GL. O licor final foi padronizado com o mesmo teor alcoólico (18° GL) e quantidade de açúcar (300 g.L¹). O licor foi submetido ao teste de aceitação após 15 dias de envelhecimento (PENHA et al., 2003).

Na análise foram apresentados 10 mL das amostras a temperatura ambiente de maneira aleatória e monádica para cada avaliador, sendo que cada um recebeu uma ficha (APÊNDICE A), contendo uma escala hedônica de nove pontos para avaliação dos produtos quanto aos atributos cor, aroma, sabor e impressão global (REIS e MINIM, 2013).

4.3.2.3 Efeito dos teores de álcool e açúcar na aceitação de licor de banana

Foram utilizados o mesmo número de consumidores e as mesmas condições do teste de aceitação descrito no item 4.3.2.2. Entretanto, a ficha (APÊNDICE B) utilizada continha uma escala hedônica de nove pontos (REIS e MINIM, 2013) para avaliar a impressão global e uma escala de 5 pontos para avaliar a intenção de compra (DUTCOSKY, 2015).

4.3.2.4 Avaliação da aceitação sensorial de licor de banana durante o envelhecimento

Foram recrutados 40 consumidores (maiores de 18 anos) para participar do teste de aceitação sensorial durante o período de armazenamento. As análises foram realizadas em cinco tempos de armazenamento. Primeiramente, no dia do preparo do licor (Tempo 1), com 15 dias de envelhecimento (Tempo 2), com 30 dias de envelhecimento (Tempo 3), com 45 dias de envelhecimento (Tempo 4) e com 60 dias de envelhecimento (Tempo 5).

No experimento, foram apresentados 10 mL da amostra de licor de banana à temperatura ambiente para cada avaliador, em cabines individuais, sob luz branca, sendo que os mesmos foram instruídos a preencher uma ficha (APÊNDICE C) contendo uma escala hedônica de nove pontos (REIS; MINIM, 2013), para avaliar o produto quanto aos atributos de cor, aroma, sabor e impressão global e uma escala de 5 pontos para a intenção de compra (DUTCOSKY, 2015).

A amostra estudada foi àquela que apresentou maior valor de desejabilidade global ao se utilizar a função desejabilidade.

4.3.2.5 Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

Primeiramente, foi realizado o recrutamento dos participantes por meio de distribuição e preenchimento de questionários que identificassem a disponibilidade de tempo dos avaliadores, que tivessem familiaridade com atributos sensoriais e habilidade em utilizar escalas não estruturadas. Além disso, foi levado em consideração o hábito de consumir banana e licor e as condições de saúde dos participantes (APÊNDICE D).

Para que ocorresse a pré-seleção dos avaliadores, foi aplicado o teste triangular utilizando licor de banana elaborado com 18 °GL e 300 g.L⁻¹ de açúcar e o licor de banana elaborado com 18 °GL e 300 g.L⁻¹ de açúcar, porém adicionado de 3% a mais de açúcar.

Os avaliadores realizaram quatro testes triangulares com o objetivo de avaliar a habilidade dos participantes em perceber diferenças entre as amostras. Em cada teste, cada avaliador recebeu três copos transparentes codificados com três dígitos contendo as amostras, sendo que duas amostras eram iguais e uma diferente. Os julgadores foram instruídos a identificar a amostra diferente.

No momento da análise foi servida água a temperatura ambiente e entregue a ficha de avaliação (APÊNDICE E).

Foram selecionados os avaliadores que apresentaram no mínimo 50% de acertos nos testes triangulares, uma vez que as amostras de licores empregadas nesse conjunto de testes são consideradas difíceis de serem analisadas.

O levantamento dos termos descritivos foi feito por meio de uma discussão aberta empregando a metodologia da lista prévia. A lista prévia levada para a sessão foi baseada em trabalhos de Penha et al. (2003); por fim, foram obtidos os termos descritivos para caracterizar os licores de banana (APÊNDICE F). Amostras dos produtos elaborados com diferentes teores de álcool e de açúcar foram apresentadas aos avaliadores juntamente com a lista prévia. Dessa forma, os participantes estabeleceram os atributos a serem avaliados, suas definições, além das referências de mínimo e máximo da escala para cada atributo sensorial.

Antes que se realizasse a análise das amostras, foi feita a familiarização dos participantes com as mesmas e as referências, a fim de que os avaliadores pudessem recordar os termos definidos e suas referências.

A avaliação foi realizada pelo protocolo atributo-por-atributo, uma vez que as amostras foram entregues de uma única vez juntamente com a ficha sensorial (APÊNDICE G). Além disso, as referências foram apresentadas juntamente com as amostras para que os avaliadores pudessem consultá-las durante a sessão. A análise de cada atributo foi realizada em três repetições por 13 avaliadores.

4.3.3 Análises físico-químicas

4.3.3.1 Cor

As análises de cor foram realizadas com auxílio de um colorímetro (marca Konica Minolta, modelo Spectrophotometer CM-5) por meio de leitura direta de transmitância em sistema tridimensional empregando a escala de cor CIELAB, com iluminante D_{65} e ângulo de observação de 10° , obtendo as coordenadas L^* , a^* , b^* , em que L^* indica a luminosidade (expressa o grau de claridade da cor), que varia do preto ($L = 0$) ao branco ($L = 100$), a^* consiste no eixo que varia do verde ao vermelho, b^* varia do azul ao amarelo. Também foram analisadas a cromaticidade (C^*) e o ângulo de tonalidade (h) (CANER e ADAY, 2009), além da diferença global de cor (ΔE) (ABÓN et al., 2009).

4.3.3.2 pH

O pH foi determinado por leitura direta em pHmêtro L'Del Lab, modelo DLA-PH, digital previamente calibrado (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.3.3 Teor de sólidos solúveis e Índice de refração

O teor de sólidos solúveis e o índice de refração foram determinados em leitura direta em refratômetro digital de bancada DR-A1, ATAGO (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.3.4 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada mediante titulação com NaOH 0,1 N, sendo os resultados expressos em miligramas de ácido málico por 100 mL de licor (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.3.5 Absorbância

Inicialmente, fez-se a varredura com o intuito de encontrar o comprimento de onda de maior absorção do composto. Foi realizada a análise no espectrofotômetro BEL photonics 2000 UV com comprimento de onda de 400 nm (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.3.3.6 Densidade

A análise de densidade foi realizada por meio do densímetro YKD 01 da marca Sartorius, conectado em uma balança da mesma marca. Este densímetro contém uma armação para fixação dos componentes do densímetro na balança, uma proveta, um termômetro, um prumo de vidro para determinação da densidade de líquidos, uma peça adaptadora e um suporte para amostras sólidas (MACHADO, 2009).

A densidade das amostras de licores foi calculada utilizando-se a equação 3:

$$\rho = \frac{W(a) - W(f)}{V} = \frac{G}{V} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

G = Massa de líquido deslocada pelo sólido (prumo de sólido);

W (a) = Massa do sólido no ar em gramas;

W (f) = Massa do sólido no líquido em gramas;

V = volume do sólido em mL.

Observação: O prumo de vidro tem um volume de 10 cm³ e a densidade é expressa em g.cm⁻³.

4.3.3.7 Turbidez

Análise de turbidez foi feita por meio de leitura direta em um turbidímetro portátil MS Tecnopon, modelo TB 1000P (LUIZ et al.,2012). O resultado foi expresso em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU) (SCURACCHIO, 2010).

4.3.3.8 Quantificação de O₂ no *headspace*

Analisou-se a concentração de oxigênio em porcentagem, no *headspace* de frascos de vidro fechados com septos contendo o licor, sendo que para cada tempo estudado foi feita a análise em um frasco específico. Foi utilizado esse recipiente a fim de simular o armazenamento de licor dentro de uma garrafa.

A concentração desse gás presente dentro da embalagem foi obtida por meio de um analisador de gás no *headspace* Gaspacer advance, modelo GS3 P (RINALDI et al., 2009).

4.3.3.9 Identificação de componentes voláteis

Os componentes químicos aromáticos da banana e do licor de banana foram isolados por microextração em fase sólida (SPME). A fibra polidimetilsiloxano (PDMS) foi exposta no modo *headspace* contendo 5mL (licor) ou 5 gramas (banana) dependendo da amostra. O vial foi agitado durante 30 minutos a uma temperatura de 60 °C, e as amostras de licor foram saturadas com NaCl 5% para melhorar o efeito salting out.

A identificação dos componentes voláteis das amostras foi conduzida por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM) modelo QP-PLUS-2010 (SHIMADZU).

A coluna cromatográfica utilizada foi do tipo capilar de sílica fundida com fase estacionária Rtx-5MS, de 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno, utilizando hélio como gás de arraste. As temperaturas foram de 220 °C no injetor e 300 °C no detector. A temperatura inicial da coluna foi de 60 °C, sendo programada para ter acréscimos de 3°C a cada minuto, até atingir a temperatura máxima de 240 °C (PINHEIRO et al., 2013), totalizando 1h e 40min de corrida.

A identificação dos componentes responsáveis pelo aroma das amostras analisadas foi realizada pela comparação de seus espectros de massas com os dados de referência a partir da base de dados do equipamento (NIST/EPA/NIH 08 Biblioteca de Massa Espectral) e pelos índices de Kovats (ADAMS, 2007). Para a determinação dos índices de Kovats, foi injetada no cromatógrafo uma mistura de alcanos lineares (C₉ a C₂₆) e os cálculos foram realizados utilizando-se a Equação 4 (LUBECK; SUTTON,1983).

$$IK = 100Z + 100 \frac{\log t'_{RX} - \log t'_{RZ}}{\log t'_{R(Z+1)} - \log t'_{RZ}} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que: X, é o composto de interesse; Z, é o número de átomos de carbono do hidrocarboneto com tempo de retenção imediatamente anterior ao tempo de retenção de X; t'_RX, é o tempo de retenção ajustado de X; t'_RZ, é o tempo de retenção ajustado de Z; t'_RZ +1, é o tempo de retenção ajustado do hidrocarboneto com tempo de retenção imediatamente posterior ao tempo de retenção de X.

4.3.4 Estudo da clarificação de licor de banana

Foi avaliado o efeito da clarificação de licor de banana utilizando o papel filtro (100% celulose, gramatura 54 g.m⁻²) e a terra de diatomácea da marca sigma, na proporção de 0,005%. Para a realização desses procedimentos, 30 mL de amostra foi utilizada.

Para a clarificação utilizando a terra de diatomácea, a amostra foi homogeneizada com o material clarificante em um agitador magnético durante 20 minutos e em seguida a mistura formada foi filtrada no papel de filtro (POREDA et al., 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Influência do teor alcoólico da solução extratora na aceitação sensorial de licor de banana

A extração no processamento de licor é considerada um dos passos mais importantes do processo. É nessa etapa que ocorre migrações de compostos da banana, como exemplo os açúcares, ácidos orgânicos e água para a solução e parte do álcool proveniente da solução extratora fica retido na massa de banana separada durante a filtração (TEIXEIRA et al., 2007).

Neste contexto, foi realizada uma aceitação sensorial com a participação de 74 pessoas, sendo 47 mulheres e 27 homens, com faixa etária entre 18 a 45 anos. De acordo com os resultados da Análise de Variância (ANOVA) geral (Tabela 3) observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de aceitação para os atributos sabor e impressão global.

Tabela 3 – Valores de F da Análise de Variância para os atributos sensoriais da aceitação sensorial de licor de banana

F.V	G.L	Atributos sensoriais			
		Cor	Aroma	Sabor	Impressão global
Tratamento	4	0,12 ^{NS}	4,07 ^{NS}	8,85*	4,11*
Avaliador	73	4,65	6,96	2,00	2,67
Resíduo	292				
Total	369				

*: significativo ($p < 0,05$); ^{NS}: não significativo ($p > 0,05$).

As variáveis independentes desse experimento é do tipo quantitativo, portanto, foi realizada uma análise da regressão para o atributo sabor (Tabela 4) e para a impressão global (Tabela 5).

Tabela 4 – Análise de Variância da regressão para o atributo sabor

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	3	9,25	3,08	6,96*	0.000000
Avaliador	73	511,07	7,00		
Resíduo	293	293,63	0,80		
Total	369				

*: significativo ($p < 0,05$).

Foi ajustado um modelo de terceiro grau (Equação 5) para o atributo sabor com um valor de coeficiente de determinação R^2 igual a 0,9106.

$$\hat{Y} = -59,22 + 2,87x - 0,04x^2 + 0,00018x^3 \quad (\text{Equação 5})$$

Também foi realizado o teste de falta de ajuste do modelo, e o F para falta de ajuste foi não significativo ($p > 0,05$); sendo assim, pode-se considerar que o modelo proposto foi bem ajustado e pode determinar o escore sensorial para o sabor de licor de banana mesmo sendo elaborado a partir de outras soluções extratoras não testadas neste estudo, dentro do intervalo estudado.

Foram observadas diferenças entre as médias hedônicas para os tratamentos testados, sendo que os licores elaborados a partir da solução extratora com teor alcoólico de 70 °GL e 60 °GL, respectivamente, apresentaram maiores médias, variando de “gostei moderadamente” a “gostei muito”, enquanto as menores foram para os de 50 °GL e 80 °GL, respectivamente, variando entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” (Figura 5). O modelo matemático obtido prevê máxima aceitação para o sabor do licor de banana quando utilizada uma solução extratora com teor alcoólico de 61,87 °GL, o que corresponderia a uma média hedônica igual a 7,7.

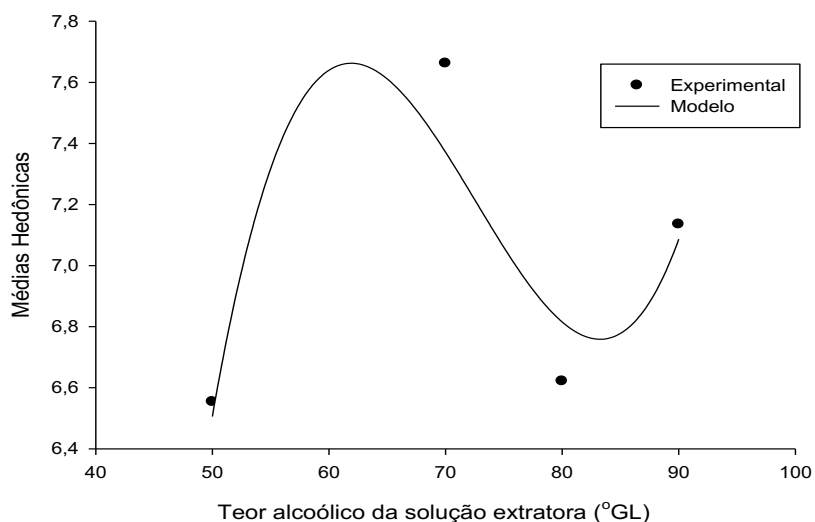


Figura 5 – Curva de regressão ajustada para a média hedônica do atributo sensorial sabor em função dos diferentes teores alcoólicos utilizados na solução extratora.

Tabela 5 – Análise de Variância da regressão para o atributo impressão global.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	3	9,25	3,08	2,67*	0,000000
Avaliador	73	271,11	3,71		
Resíduo	293	405,92	1,10		
Total	369				

* : significativo (p<0,05).

Ao estudar a impressão global, também foi ajustado um modelo (Equação 6) que explicasse o comportamento das médias hedônicas, apresentando um coeficiente de determinação R² igual a 0,9628. Além disso, foi feito o teste de falta de ajuste do modelo obtido e o F para a falta de ajuste foi não significativo (p>0,05).

$$\hat{Y} = -25,26 + 1,37x - 0,018x^2 + 0,000084x^3 \quad (\text{Equação 6})$$

Ao analisar o gráfico (Figura 6), nota-se que as respostas hedônicas para a impressão global obtiveram comportamento semelhante quando comparado ao sabor. Nesse caso, os tratamentos que apresentaram maiores valores foram de 70 °GL e 60 °GL, respectivamente, variando de “gostei moderadamente” a “gostei muito”, enquanto a menor média foi para 50 °GL, variando de “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”. Contudo, por meio do modelo, foi possível prevê o valor máximo hedônico (7,5) para a impressão global dos licores ao se utilizar um teor alcoólico de 63,44 °GL na preparação da solução extratora.

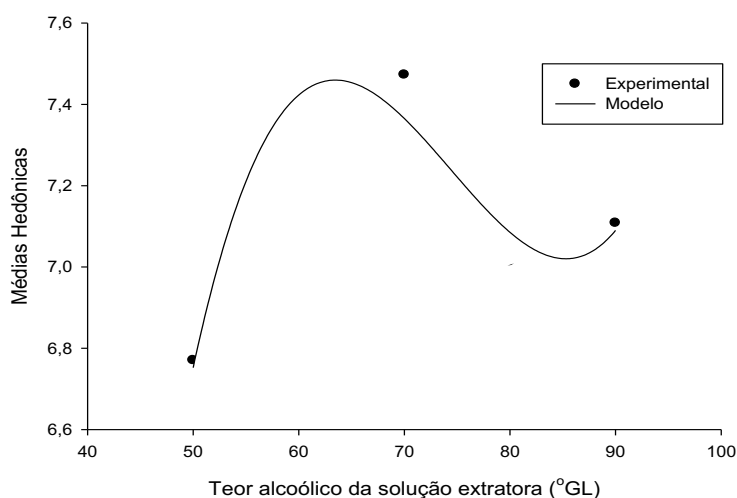


Figura 6 – Curva de regressão ajustada para a média hedônica global em função dos diferentes teores alcoólicos utilizados na solução extratora.

Em relação à cor e ao aroma dos licores de banana, os mesmos apresentaram uma média hedônica de 6,8 e 7,1; respectivamente, o que corresponde entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” para a cor e “gostei moderadamente” e “gostei muito” para o aroma.

Sendo assim, ao avaliar os resultados obtidos para os diferentes atributos estudados em relação às formulações de licor de banana, nota-se que todos os tratamentos apresentaram boa aceitação sensorial.

Teixeira (2004) ao estudar o efeito de duas soluções hidroalcoólicas (65°GL e 95°GL) sobre a aceitação sensorial de licor de banana nanica, verificou que houve melhor aceitação tanto para o sabor alcoólico e impressão global ao utilizar a solução de maior teor alcoólico. Resultados encontrados divergem do referente estudo, mas deve-se levar em consideração que a quantidade e a variedade de banana utilizada não foram as mesmas.

Em outro estudo foram empregados como fontes alcoólicas o álcool de cereais a 95°GL, a cachaça a 42°GL e o conhaque de gengibre a 39°GL no processamento de licor de leite. Foi realizada uma aceitação sensorial utilizando escala hedônica de 9 pontos para avaliar o sabor, aroma e teor alcoólico dos tratamentos testados. Nenhum dos atributos teve diferença significativa, isso pode ser justificado devido à ação de compostos aromáticos que mascararam o aroma do licor, característico das fontes alcoólicas utilizadas (BARROS et al., 2008).

5.1.1 Otimização do teor alcoólico da solução extratora pela função desejabilidade

A estimativa das condições ótimas para a aceitação sensorial foi realizada com base nos modelos estatísticos propostos e com o auxílio da técnica de otimização simultânea denominada função desejabilidade, com o objetivo de obter a desejabilidade máxima para o estudo, maximizando os atributos sensoriais (sabor e impressão global). Para isso foram especificados os valores numéricos limites que determinam a importância da função para encontrar o valor médio desejado. Neste experimento, foi utilizado o valor limite mínimo desejado 6, referente ao termo hedônico “gostei moderadamente” e o valor alvo 8, por ser considerado o ideal para esse trabalho, o que corresponde na escala como “gostei muito”. Foram

selecionadas as variáveis (aceitação do sabor e aceitação global) por sofrerem efeito significativo do teor alcoólico da solução extratora.

Ao utilizar essa função, foi obtido um gráfico (Figura 7) que apresenta o perfil da desejabilidade global, definida de acordo com os valores limites escolhidos. Nota-se que os maiores valores de desejabilidade global estão entre os tratamentos com 60 °GL e 70 °GL, sendo que a desejabilidade máxima alcançada foi igual a 0,78, que corresponde a um teor alcoólico de 62,47 °GL.

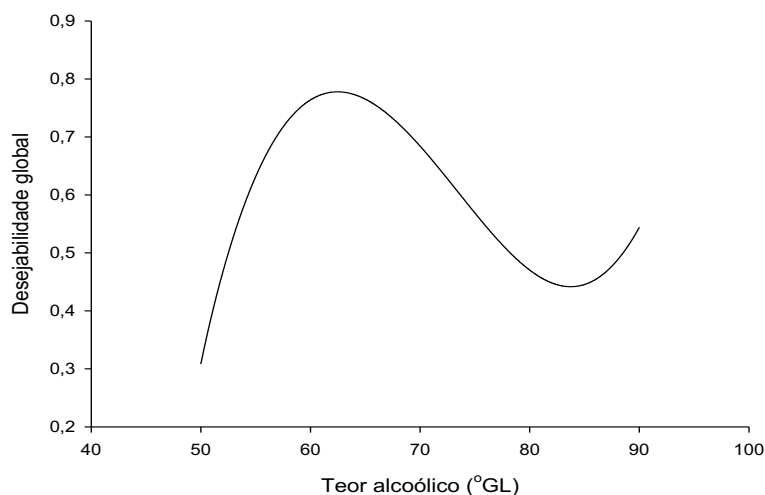


Figura 7 – Perfis dos valores preditos e da desejabilidade global para o teor alcoólico da solução extratora.

5.2 Efeito do teor de álcool e de açúcar sobre características físico-químicas, aceitação sensorial e intenção de compra de licor de banana

5.2.1 Caracterização físico-química

Observa-se por meio dos resultados apresentados na Tabela 6, que somente o teor de sólidos solúveis; índice de refração; os parâmetros colorimétricos L^* , a^* , b^* e C^* e a densidade diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre os licores preparados com diferentes teores de álcool e de açúcar.

Tabela 6 – Valores de F da Análise de Variância geral obtidos nas análises físico-químicas dos licores de banana.

Características Físico-químicas						
F.V	G.L	pH	Abs.	S.S.	Densidade	I.R
Tratamento	8	0,80 ^{NS}	1,26 ^{NS}	3,32*	7,71*	4,98*
Resíduo	18					
Total	26					
F.V	G.L	L*	a*	b*	C*	h
Tratamento	8	5,48*	5,12*	5,44*	5,42*	2,00 ^{NS}
Resíduo	18					
Total	26					

^{NS}: p>0,05; * : p<0,05; Abs.: Absorbância; S.S: Sólidos Solúveis; I.R: Índice de Refração.

5.2.1.1 pH

Essa variável está relacionada com os ácidos orgânicos presentes no produto, proveniente da banana utilizada no preparo, sendo que o ácido málico é o majoritário. Os ácidos orgânicos juntamente com o teor de açúcar e compostos voláteis presentes no produto são considerados indicadores de qualidade, além de conferirem o aroma característico.

O valor médio de pH encontrado nesse estudo foi de 4,49. No trabalho de Teixeira (2004) que teve como objetivo o estudo do processo tecnológico de licor de banana, ao variar o teor de açúcar (diferentes concentrações de sacarose e glicose) e de álcool (18 °GL e 24 °GL) obteve um pH próximo de 4,78. No estudo de Passos et al. (2013) ao estudar o processamento de licor misto de cenoura com maracujá e com laranja a 18 °GL e utilizando um xarope de glicose com 45 °Brix, obtiveram valores de pH variando 3,62 a 4,43 e Almeida et al. (2012) ao elaborar um licor da casca de tangerina em diferentes proporções com graduação alcoólica de 18 °GL e 35% de açúcar, encontraram valores de pH de 4,66 a 4,90. Essa variação dos dados pode ser influenciada por diversos fatores, como a composição da fruta e a variedade utilizada (KIEBER, 2004).

5.2.1.2 Absorbância

A absorbância está relacionada com a concentração de pigmentos extraídos da banana e de substâncias em suspensão. No presente trabalho foi verificado que os teores de álcool e de açúcar utilizados nas formulações dos licores não influenciaram significativamente ($p>0,05$) essa variável. Sendo assim, o valor médio encontrado para essa variável foi de 0,484 a 400 nm.

Simões et al. (2014) estudaram a influência da solução extratora e o tamanho da partícula no processamento de licor de abacaxi. No experimento empregaram soluções com 40°GL e 96,5°GL e partículas de abacaxi no formato de triângulos pequenos e grandes. Foi verificado que as variáveis estudadas influenciaram na cinética de extração de compostos, com valores de absorbância variando de 0,198 a 0,430.

5.2.1.3 Parâmetros Colorimétricos

A cor é um atributo na qual os consumidores utilizam como o primeiro critério na aceitação ou rejeição do produto, por isso, na indústria de alimentos, é considerada de extrema importância. Além disso, fornece informações sobre a conservação e a qualidade do alimento (RAMOS e GOMIDE, 2007).

A colorimetria é uma técnica que tem sido utilizada para avaliar a cor de alimentos. Os parâmetros de cor objetiva estudados nesse trabalho foram L^* , a^* , b^* , C^* e h . Foi verificado que as variáveis L^* , a^* , b^* , C^* foram influenciadas pelos diferentes teores de álcool e açúcar nos licores de banana, portanto, foram testados modelos matemáticos que explicassem o comportamento desses parâmetros. Entretanto, após obter a significância ($p<0,05$) da regressão, foi feito o teste da falta de ajuste para cada modelo e observou-se que os modelos propostos não eram adequados para explicar o efeito dos teores de álcool e de açúcar sobre as variáveis resposta. Sendo assim, foi realizado um teste de comparação de médias (Tabela 7) para avaliar as diferenças dos valores de cada parâmetro entre os tratamentos.

Tabela 7 – Valores médios dos parâmetros colorimétricos dos licores de banana

Parâmetros colorimétricos					
Tratamento	L*	a*	b*	C*	h
1	92,82 ^{abc}	0,58 ^a	4,06 ^{abcd}	4,10 ^{abc}	81,87 ^a
2	90,27 ^a	0,45 ^{ac}	7,25 ^d	7,26 ^a	86,48 ^a
3	95,72 ^{bc}	0,05 ^{bc}	4,24 ^{abcd}	4,25 ^{abc}	89,34 ^a
4	96,80 ^{bc}	0,05 ^{bc}	3,02 ^{bc}	3,03 ^{bc}	93,10 ^a
5	97,96 ^c	0,03 ^b	2,28 ^c	2,28 ^c	90,78 ^a
6	95,54 ^{abc}	0,21 ^{ab}	2,99 ^{bc}	3,00 ^{bc}	89,02 ^a
7	91,70 ^{ab}	0,38 ^{ab}	4,60 ^{abcd}	4,61 ^{abc}	85,35 ^a
8	92,82 ^{abc}	0,32 ^{ab}	5,65 ^{abd}	5,66 ^{ab}	86,90 ^a
9	94,09 ^{abc}	0,31 ^{ab}	3,94 ^{abc}	3,95 ^{bc}	85,77 ^a
Média geral	94,19	0,26	4,23	4,24	87,62

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não têm diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. 1: 16,87 °GL de álcool/221,80 g.L⁻¹ de açúcar; 2: 21,13 °GL de álcool/221,80 g.L⁻¹ de açúcar; 3: 16,87 °GL de álcool/328,19 g.L⁻¹ de açúcar; 4: 21,13 °GL de álcool/328,19 g.L⁻¹ de açúcar; 5: 16,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar; 6: 22,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar; 7: 19,00 °GL de álcool/200,00 g.L⁻¹ de açúcar; 8: 19,00 °GL de álcool/350,00 g.L⁻¹ de açúcar; 9: 19,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar.

A variável L* está relacionada com a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco), e indica se a cor é clara ou escura. Os valores médios obtido no experimento variaram de 90,27 a 97,96; o que pode-se afirmar que as amostras de licor de banana apresentaram uma cor muito clara, sendo que o valor de L* do tratamento 2 (90,27) difere do tratamento 5 (97,96), o que caracteriza como um licor menos claro em relação às diferentes formulações, além de que as amostras 1, 6, 8 e 9 não diferiram de nenhuma das amostras avaliadas.

O parâmetro a* varia de verde (-) ao vermelho (+), enquanto o b* varia do azul (-) ao amarelo (+). De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, positivos para ambos os parâmetros. Os valores de a* variaram de 0,03 a 0,58, sendo que as principais diferenças evidenciadas foram para os tratamentos 1 e 5. O valor de b obtido está relacionado aos pigmentos característicos da banana, atribuindo ao licor a cor amarela. Para esse parâmetro, os valores variaram de 2,28 a 7,25 e as diferenças mais expressivas foram para as formulações 2 e 5, sendo que a formulação 2 foi umas das amostras que teve maior intensidade de amarelo.

O valor C^* , denominado chroma, representa a quantidade ou intensidade de uma tonalidade, ou seja, o quanto ela está misturada com o cinza, branco ou preto, identificando cores fracas ou fortes. Os licores de banana com diferentes teores de álcool e açúcar apresentaram valores médios entre 2,28 e 7,26, sendo que a formulação 2 foi uma das amostras que apresentaram maior intensidade de amarelo. Portanto, as amostras de licores avaliadas possuíram uma coloração fraca. Esse fato pode ser atribuído à concentração de banana que foi utilizada na etapa de infusão, uma vez que é nessa fase que há a extração dos pigmentos responsáveis pela cor do licor.

O ângulo hue (h) mede a grandeza que caracteriza a qualidade da cor, permitindo diferenciar as cores. Esse parâmetro varia de 0° a 360° e para ser calculado, baseia-se nos valores de a^* e b^* . Nesse trabalho, foi encontrada uma média geral para as amostras avaliadas de $87,62^\circ$, o que corresponde na escala de cores, um produto de coloração amarela, característico do licor de banana.

Em um experimento realizado por Teixeira (2004) não foi obtido valores muito próximos para todos os parâmetros colorimétricos estudados em comparação ao presente trabalho. Para o licor de banana, os valores encontrados para coordenada L^* variaram de 81,69 a 85,58, a^* de 1,30 a 2,42 e b^* de 9,23 a 15,00. Esse autor utilizou soluções extratoras com dois teores alcoólicos (70°GL e 95°GL), sendo que a infusão da banana na solução com teor alcoólico de 95°GL ocasionou maiores valores para a coordenada b^* e menores para a coordenada L^* . Provavelmente os dados divergentes, principalmente para a coordenada b , estão relacionados às diferenças na variedade e quantidade de banana, no teor alcoólico utilizado na etapa de extração e nas proporções de álcool e açúcar empregados na formulação do produto.

5.2.1.4 Teor de sólidos solúveis e índice de refração

O teor de sólidos solúveis fornece informações sobre a quantidade de açúcares presente no alimento, além de outros compostos em menores proporções, como vitaminas, pectinas e alguns ácidos (FRANÇOSO et al., 2008).

Segundo Yoder (2012), o índice de refração é definido como a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio que está sendo analisado. O índice de refração é proporcional à concentração e geralmente os

refratômetros são calibrados em °Brix (g de sacarose/100g de amostra) e também é usado água para calibrar o aparelho (NIELSEN, 2003). Entretanto, os licores estudados possuem álcool em sua composição, e o álcool e a água possuem índices de refração diferentes (água destilada: 1,3330; álcool de cereais 92,8°GL: 1,3608), sendo assim, o teor de sólidos solúveis que o aparelho fornece na escala °Brix, não apresenta exatamente o teor de sólidos solúveis que foram extraídos da banana, pois como o solvente é uma mistura de água e álcool, este valor fica alterado em relação a escala primária. Porém, mesmo com essa distorção provocada pelo álcool, foi possível perceber diferenças nas formulações de licores de banana.

Ao contrário da maioria das características físico-químicas avaliadas, as combinações de álcool e de açúcar utilizadas nas formulações de licores não influenciaram significativamente sobre o teor de sólidos solúveis e o índice de refração, somente a variável isolada teor de açúcar ($p < 0,05$).

Foi realizada a ANOVA da regressão e da falta de ajuste para as duas variáveis (Tabela 7 e 8). Foi verificado que o F da regressão foi significativo ($p < 0,05$) e da falta de ajuste foi não significativo ($p > 0,05$) para ambos os casos.

Tabela 7 – Análise de Variância da regressão para o teor de sólido solúveis de licor de banana

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p
Regressão	1	288,02	288,02	31,33*	0,000008
Resíduo	25	229,83	9,19		
Falta de Ajuste	7	45,44	6,49	0,63 ^{NS}	0,7224
Erro puro	18	184,38	10,24		
Total	26	517,85			

*: Significativo ($p < 0,05$); ^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$).

Tabela 8 – Análise de Variância da regressão para o índice de refração de licor de banana

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p
Regressão	1	0,001	0,001	33,31*	0,000005
Resíduo	25	0,000	0,000		
Falta de Ajuste	7	0,000	0,000	0,74 ^{NS}	0,637868
Erro puro	18	0,000	0,000		
Total	26	0,001			

*: Significativo ($p < 0,05$); ^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$).

Foram obtidos modelos matemáticos (Equação 7) para o teor de sólidos solúveis e para o índice de refração (Equação 8) que explicassem o comportamento dessas variáveis. O modelo ajustado para o teor de sólidos solúveis obteve um coeficiente de determinação (R^2) de 0,8637, enquanto para o índice de refração foi de 0,8557.

$$\hat{Y} = 30,4028 + 3,4694 x_2 \quad (\text{Equação 7})$$

$$\hat{Y} = 1,3822 + 0,00658 x_2 \quad (\text{Equação 8})$$

Em que x_2 é o teor de açúcar.

Na Figura 8 são apresentados os gráficos de superfície de resposta que mostram o comportamento do teor de sólidos solúveis (A) e índice de refração (B) dos licores de banana em relação aos teores de álcool e de açúcar utilizados na formulação.

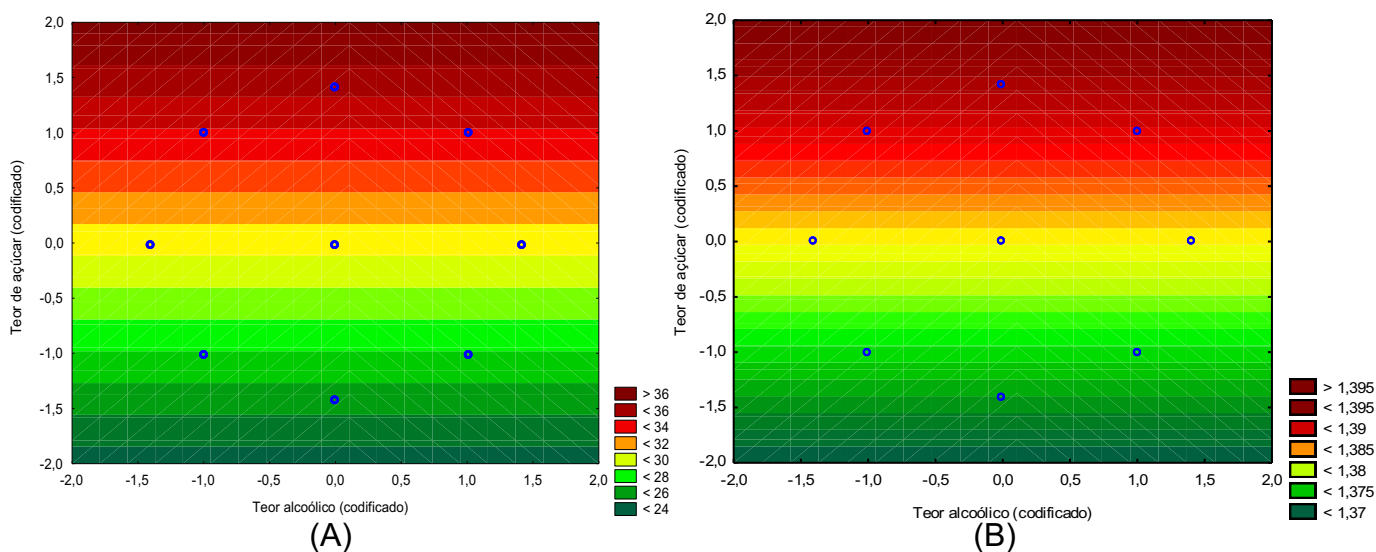


Figura 8 – Gráfico de superfície de resposta do teor de sólidos solúveis (A) e índice de refração (B) em função do teor de álcool e de açúcar dos licores de banana.

Observa-se que o teor de sólidos solúveis e índice de refração obtiveram comportamento semelhante e que ao analisar os gráficos, somente o teor de açúcar influenciou sobre as variáveis respostas, sendo que quanto maior a quantidade de açúcar utilizada, maior o valor encontrado. De acordo com os resultados, o maior valor de teor de sólidos solúveis e índice de refração encontrado foram de 33,04 °Brix e 1,387, respectivamente, o que corresponde ao licor formulado com 19,00 °GL de álcool e 350,00 g.L⁻¹ de açúcar e o menor valor dessas variáveis foram 24,42 °Brix e 1,371, respectivamente, o que corresponde ao licor elaborado com 16,87 °GL de álcool e 221,80 g.L⁻¹ de açúcar.

Vale ressaltar que a legislação brasileira classifica os licores de acordo com a quantidade de açúcar adicionada durante o processamento do produto. As formulações em estudo foram denominadas como licores finos ou secos que correspondem a um teor de açúcar de 100 a 350 g.L⁻¹ de açúcares (BRASIL, 2009).

Em um estudo do processamento de licor de graviola realizado por Oliveira et al.(2016), ao avaliarem o efeito da quantidade de polpa (300, 400 e 500 g.L⁻¹) e teor de açúcar (50, 60 e 70°Brix) do produto, também verificaram diferença significativa ($p < 0,01$) em relação ao teor de sólidos solúveis, com valores encontrados variando de 29,10 a 39,00°Brix.

Vieira et al.(2010) ao elaborarem um licor utilizando o camu-camu como uma alternativa de aproveitamento do fruto, com o teor alcoólico de 18°GL e teor de açúcar de 350 g.L⁻¹ de açúcar, obtiveram um teor de sólidos solúveis de 33°Brix.

5.2.1.5 Densidade

Foi realizado a Análise de Variância da regressão e da falta de ajuste (Tabela 9) para a variável densidade e foi verificado que o F da regressão foi significativo (p<0,05) e da falta de ajuste foi não significativo (p>0,05). Portanto, conclui-se que o modelo proposto se ajusta bem aos dados, ou seja, o modelo é adequado para estudar o comportamento dessa variável.

Tabela 9 – Análise de Variância da regressão para a densidade de licor de banana.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p
Regressão	3	0,004	0,001	8,32*	0,00063
Resíduo	23	0,003	0,000		
Falta de Ajuste	5	0,000	0,000	0,75 ^{NS}	0,591244
Erro puro	18	0,003	0,000		
Total	3	0,004			

*: Significativo (p < 0,05); ^{NS}: Não significativo (p > 0,05).

O modelo matemático ajustado (Equação 9) que tinha como objetivo explicar o comportamento da densidade nas diferentes formulações de licor de banana, obteve-se um coeficiente de determinação R² de 0,8920.

$$\hat{Y} = 0,9813 - 0,006441 x_1 - 0,005551 x_1^2 + 0,01077 x_2 \quad (\text{Equação 9})$$

Nota-se na Figura 9 e pelo modelo obtido, que o teor de álcool e de açúcar influenciaram significativamente (p<0,05) na densidade dos licores de banana.

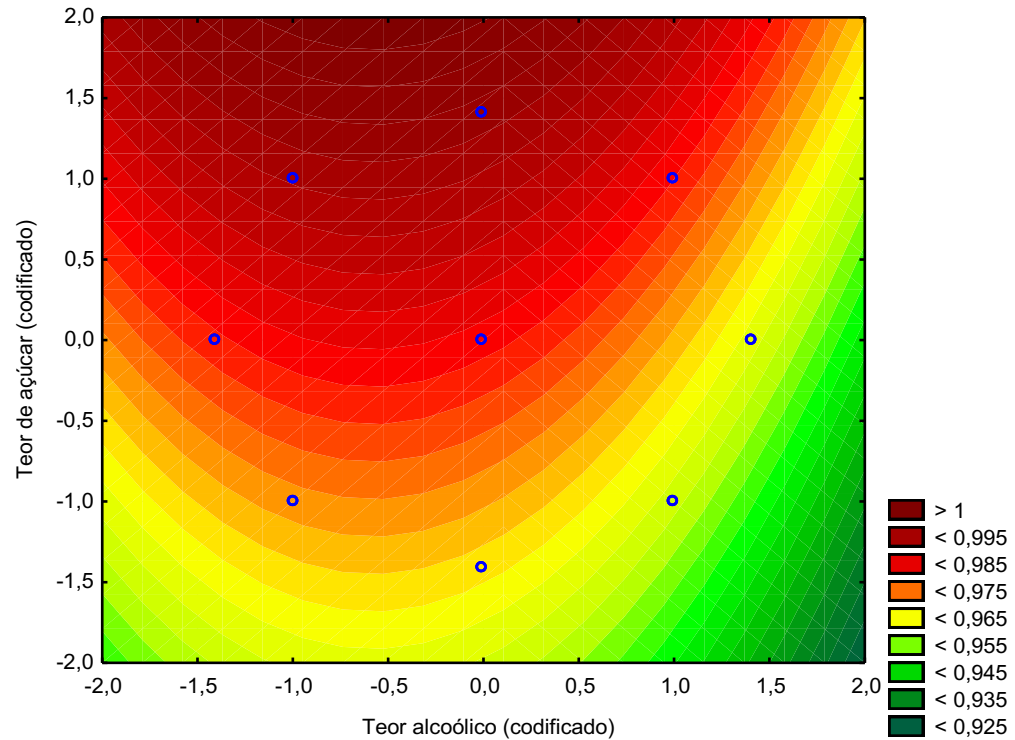


Figura 9 – Gráfico de superfície de resposta da densidade em função do teor de álcool e de açúcar dos licores de banana.

Ao analisar o gráfico, é verificado que os maiores valores de densidade encontrados foram para os tratamentos que apresentavam maiores quantidades de açúcar e valores intermediários de álcool e os menores valores para aqueles que tinham na sua formulação menor quantidade de açúcar e maior quantidade de álcool. O licor que apresentou maior densidade foi o formulado com $328,19 \text{ g.L}^{-1}$ de açúcar e teor alcoólico de $16,87^\circ\text{GL}$, o que corresponde a uma densidade de $0,995 \text{ g/cm}^3$ e o que apresentou menor densidade foi aquele elaborado com 275 g.L^{-1} de açúcar e teor alcoólico de 22°GL , apresentando uma densidade de $0,954 \text{ g/cm}^3$.

Teixeira et al. (2005) em um estudo com licor de banana, encontraram densidade de $1,16$ a $1,18 \text{ g/cm}^3$. Enquanto Oliveira e Santos (2011) ao desenvolverem um licor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) verificaram valor de densidade de $1,12 \text{ g/cm}^3$.

5.2.2 Aceitação sensorial e intenção de compra

Sabe-se que as características do licor é um dos fatores mais importantes que os consumidores levam em consideração no ato da compra, portanto, os atributos sensoriais são extremamente fundamentais na adoção do produto.

Baseado nesse ponto de vista foram realizadas análises sensoriais com 74 avaliadores, sendo 37 homens e 37 mulheres, com idade entre 18 e 35 anos. Foi verificado que ao variar o teor de álcool e de açúcar dos licores de banana, houve diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 10) entre as formulações quanto à aceitação sensorial e a intenção de compra.

Tabela 10 – Valores de F da Análise de Variância geral para a aceitação sensorial e intenção de compra de licor de banana

Análises sensoriais			
F.V	G.L	Aceitação	Intenção de compra
Tratamento	4	6,30*	8,00*
Avaliador	73	9,00	5,00
Resíduo	292		
Total	369		

*: Significativo ($p < 0,05$).

Além disso, foi realizada a Análise de Variância para a regressão e para a falta de ajuste (Tabela 11 e Tabela 12). Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a regressão, porém para a falta de ajuste essa diferença não foi significativa ($p > 0,05$)

Tabela 11 – Análise de Variância da regressão para aceitação sensorial de licor de banana.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p
Regressão	5	184,91	36,98	17,93*	0,0000
Resíduo	660	1360,99	2,06		
Falta de Ajuste	3	13,97	4,65	2,24 ^{NS}	0,082239
Erro puro	657	1365,48	2,07		
Total	665	1545,90			

*: Significativo ($p < 0,05$); ^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$).

Tabela 12 – Análise de Variância da regressão para intenção de compra de licor de banana.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p
Regressão	4	115,48	28,87	40,35*	0,0000
Resíduo	661	472,91	0,71		
Falta de Ajuste	4	4,67	1,16	1,58 ^{NS}	0,176854
Erro puro	657	484,54	0,73		
Total	665	588,39			

*: Significativo ($p < 0,05$); ^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$).

Portanto, foram obtidos modelos matemáticos que explicassem o comportamento das variáveis em estudo. O modelo obtido para a aceitação sensorial (Equação 10) apresentou um coeficiente de determinação R^2 de 0,9225, enquanto para a intenção de compra (Equação 11), foi de 0,9507.

$$\hat{Y} = 7,5815 - 0,4066 x_1 - 0,3212 x_1^2 + 0,2406 x_2 - 0,3484 x_2^2 + 0,1318 x_1 x_2 \quad (\text{Equação 10})$$

$$\hat{Y} = 4,3246 - 0,2973 x_1 - 0,3085 x_1^2 + 0,1898 x_2 - 0,3187 x_2^2 \quad (\text{Equação 11})$$

Ao avaliar a Figura 10 e a Figura 11, nota-se que houve maior aceitação e intenção de compra para as amostras de licores de banana elaboradas com menores teores de álcool e teores intermediários de açúcar, sendo que as amostras que apresentaram maiores médias hedônicas e maiores notas de intenção de compra foram as elaboradas com 19 °GL de álcool e 275 g.L⁻¹ de açúcar, 16 °GL e 275g.L⁻¹ de açúcar e 16,87 °GL e 328,19 g.L⁻¹ de açúcar.

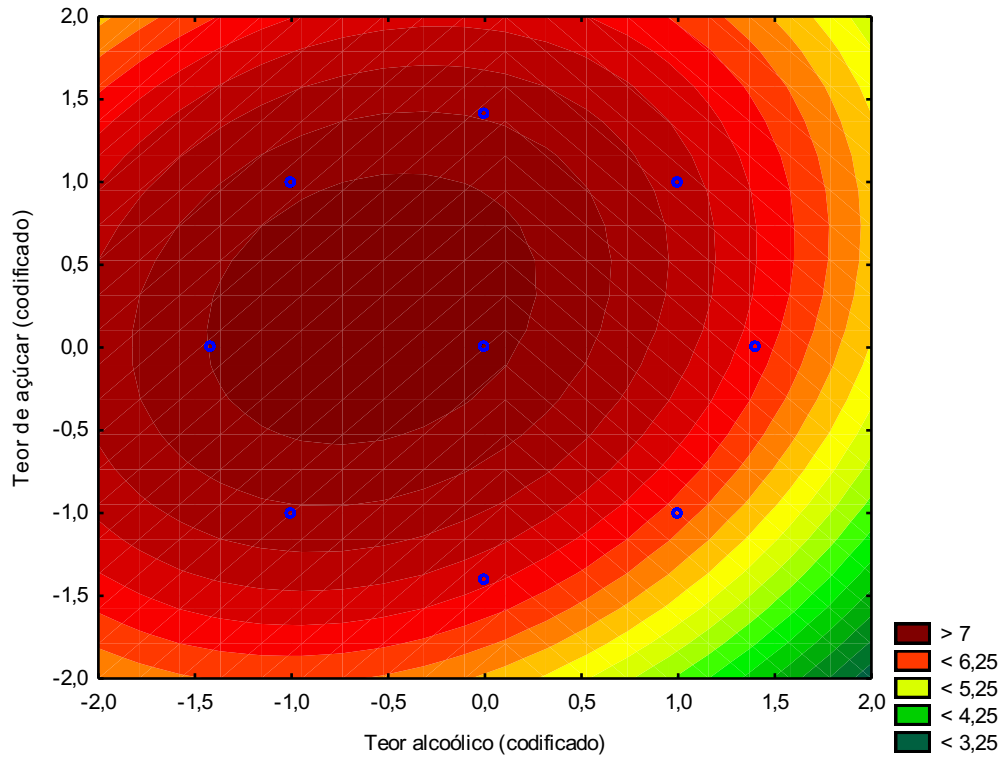


Figura 10 – Gráfico de superfície de resposta da aceitação sensorial em função do teor de álcool e de açúcar dos licores de banana.

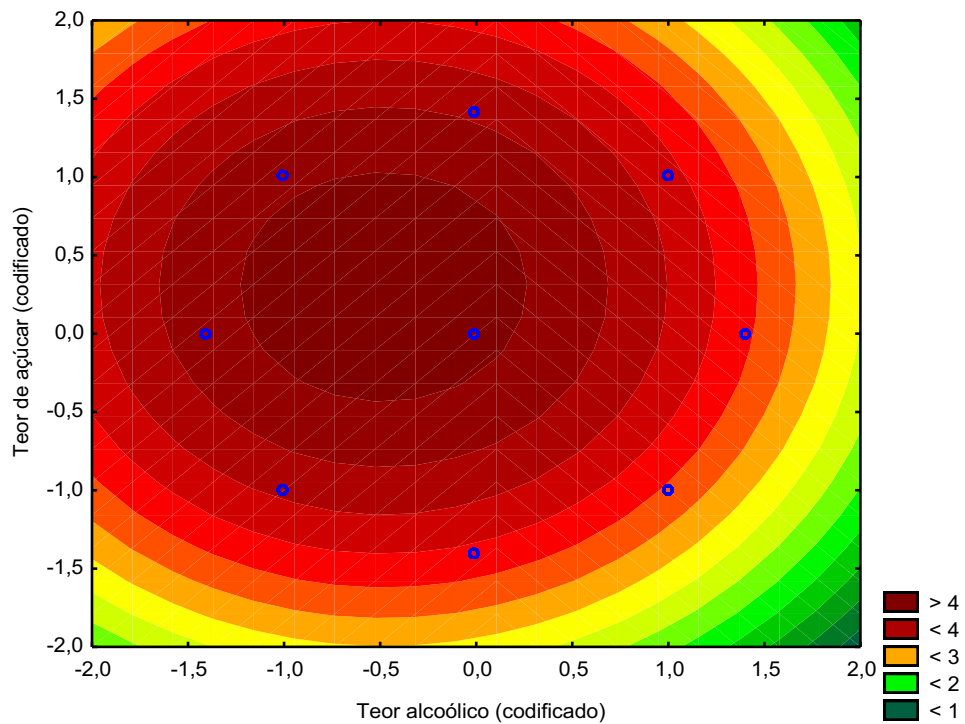
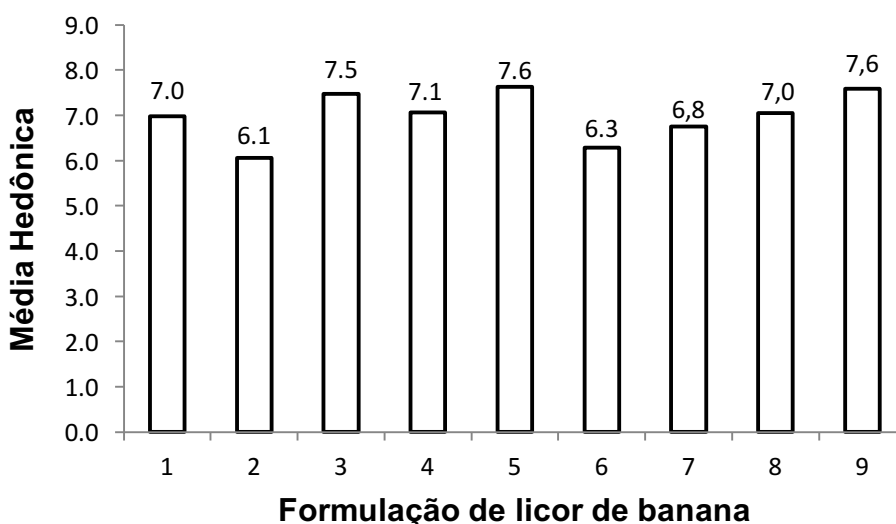


Figura 11 – Gráfico de superfície de resposta da intenção de compra em função do teor de álcool e de açúcar dos licores de banana.

A partir dos modelos matemáticos ajustados, conseguiu-se prever valores máximos para a aceitação global e intenção de compra do licor de banana. Para a aceitação sensorial, o valor máximo previsto é de 7,73 e ocorre em x_1 (teor de álcool codificado) igual a -0,5847 e x_2 (teor de açúcar codificado) igual a 0,2347, o que corresponde um teor alcoólico igual a 17,75 °GL e um teor de açúcar igual a 287,48 g.L⁻¹. Para a intenção de compra, o valor máximo previsto é de 4,42 e ocorre em x_1 (teor de álcool codificado) igual a -0,4818 e x_2 (teor de açúcar codificado) igual a 0,2978, o que corresponde um teor alcoólico igual a 17,97 °GL e um teor de açúcar igual a 290,83 g.L⁻¹.

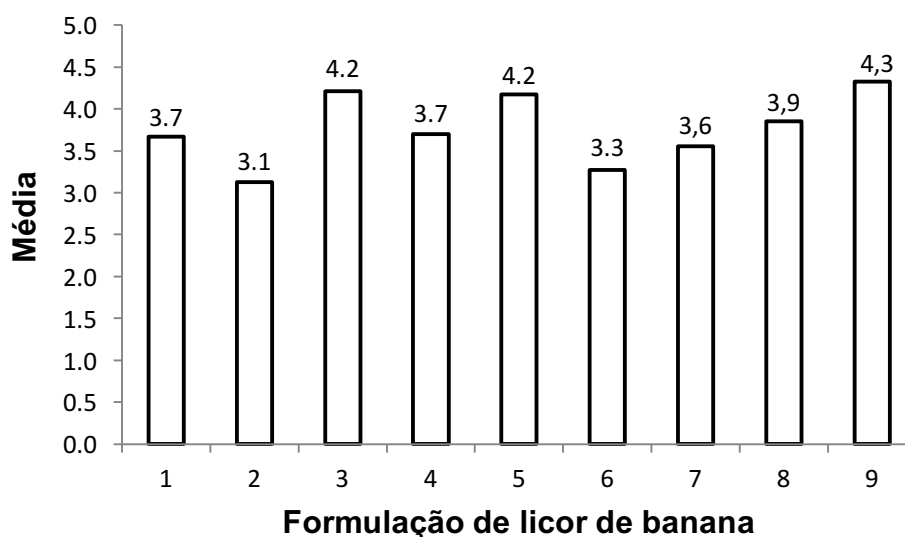
Na Figura 12 e na Figura 13 são apresentadas as médias obtidas na aceitação sensorial e na intenção de compra dos licores de banana.



1: 16,87 °GL de álcool/221,80 g.L⁻¹ de açúcar; 2: 21,13 °GL de álcool/221,80 g.L⁻¹ de açúcar; 3: 16,87 °GL de álcool/328,19 g.L⁻¹ de açúcar; 4: 21,13 °GL de álcool/328,19 g.L⁻¹ de açúcar; 5: 16,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar; 6: 22,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar; 7: 19,00 °GL de álcool/200,00 g.L⁻¹ de açúcar; 8: 19,00 °GL de álcool/350,00 g.L⁻¹ de açúcar; 9: 19,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar.

Figura 12 – Gráfico de médias hedônicas da aceitação sensorial de licor de banana.

Nota-se para todos os tratamentos que houve boa aceitação sensorial, com a menor média hedônica igual a 6,1, que na escala varia entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” e a maior média igual a 7,6, que varia entre “gostei moderadamente” a “gostei muito”.



1: 16,87 °GL de álcool/221,80 g.L⁻¹ de açúcar; 2: 21,13 °GL de álcool/221,80 g.L⁻¹ de açúcar; 3: 16,87 °GL de álcool/328,19 g.L⁻¹ de açúcar; 4: 21,13 °GL de álcool/328,19 g.L⁻¹ de açúcar; 5: 16,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar; 6: 22,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar; 7: 19,00 °GL de álcool/200,00 g.L⁻¹ de açúcar; 8: 19,00 °GL de álcool/350,00 g.L⁻¹ de açúcar; 9: 19,00 °GL de álcool/275,00 g.L⁻¹ de açúcar.

Figura 13 – Gráfico de médias de intenção de compra de licor de banana.

Para a intenção de compra, as médias variaram de 3,1; o que corresponde a “Talvez compraria/ Talvez não compraria” e “Provavelmente compraria” a 4,3, que corresponde a “provavelmente compraria” e “definitivamente compraria”. Sendo assim, alguns licores de banana tiveram maior intenção de compra pelos avaliadores devido à menor concentração de álcool e teor intermediário de açúcar.

Segundo Penha et al.(2003), a proporção adequada do teor alcoólico e de açúcar no licor é considerada um dos fatores mais importantes na aceitação pelos consumidores. Os mesmos autores afirmam que, ao aumentar o percentual de açúcar de um licor, normalmente se eleva também o seu teor alcoólico. Assim, pode-se conseguir um equilíbrio entre o gosto doce e o sabor alcoólico.

Em um estudo de aceitabilidade de licor de banana, ao variar a quantidade de açúcar (30% e 35%) m.v⁻¹ e de álcool do produto (18 °GL e 24 °GL), foi observado que houve diferença significativa (p<0,05) entre os licores em relação ao sabor alcoólico e impressão global (TEIXEIRA et al., 2007). O resultado foi divergente ao encontrado no presente trabalho, uma vez que foi observado que o licor mais aceito foi aquele que apresentou maior quantidade de açúcar (35%) m.v⁻¹ e menor teor alcoólico (18 °GL).

Em outro estudo de Alves e Mendonça (2011), ao realizar uma aceitação sensorial e intenção de compra de um licor típico amazônico a base de açaí, a maioria dos avaliadores “gostou regularmente” do produto numa escala de 7 pontos, além de que, no teste de intenção de compra, a maioria dos avaliadores “provavelmente compraria” o produto.

5.2.3 Uso da função desejabilidade em um estudo de licor de banana formulado a partir de diferentes teores de álcool e de açúcar

Para aplicação da função desejabilidade foram utilizadas as variáveis resposta: aceitação sensorial global e intenção de compra. Essas variáveis foram escolhidas devido a sua importância no desenvolvimento de um produto, podendo refletir sobre a opinião do consumidor. As características físico-químicas não foram utilizadas por não possuírem uma faixa ideal exigida pela legislação para o referido produto.

As duas variáveis apresentaram regiões ótimas distintas. Sendo assim, foi aplicada essa função com objetivo de maximizar os atributos sensoriais em estudo e otimizar a desejabilidade global. Foram utilizados para a aceitação sensorial o valor mínimo desejado igual a 6 e o valor alvo foi 8 e para a intenção de compra o valor mínimo foi 3 e o valor alvo 5.

De acordo com a Figura 14, o valor de desejabilidade global máxima encontrado foi igual a 0,78 e ocorreu em x_1 (teor alcoólico codificado) igual a -0,52 e x_2 (teor de açúcar codificado) igual a 0,28, que corresponde a um teor alcoólico de 17,29 °GL e a um teor de açúcar igual a 289,89 g.L⁻¹. Esses níveis dos dois fatores estudados representam um conjunto de respostas que estabelecem a melhor formulação de licor de banana baseada na aceitação e intenção de compra.

Os valores experimentais que mais se aproximam dos valores apresentados pela desejabilidade global máxima são os licores formulados com 19°GL de álcool e 275 g.L⁻¹ de açúcar, 16°GL e 275 g.L⁻¹ de açúcar e 16,87°GL e 328,19 g.L⁻¹ de açúcar.

Nesse contexto, nota-se que para o teor alcoólico a desejabilidade é maior no intervalo codificado entre -1,5 e 0,5, apresentando maiores valores de desejabilidade próximo de -0,5. Para a quantidade de açúcar, os maiores valores de desejabilidade são encontrados entre -0,5 e 1,0, com valores máximos próximos de 0,25.

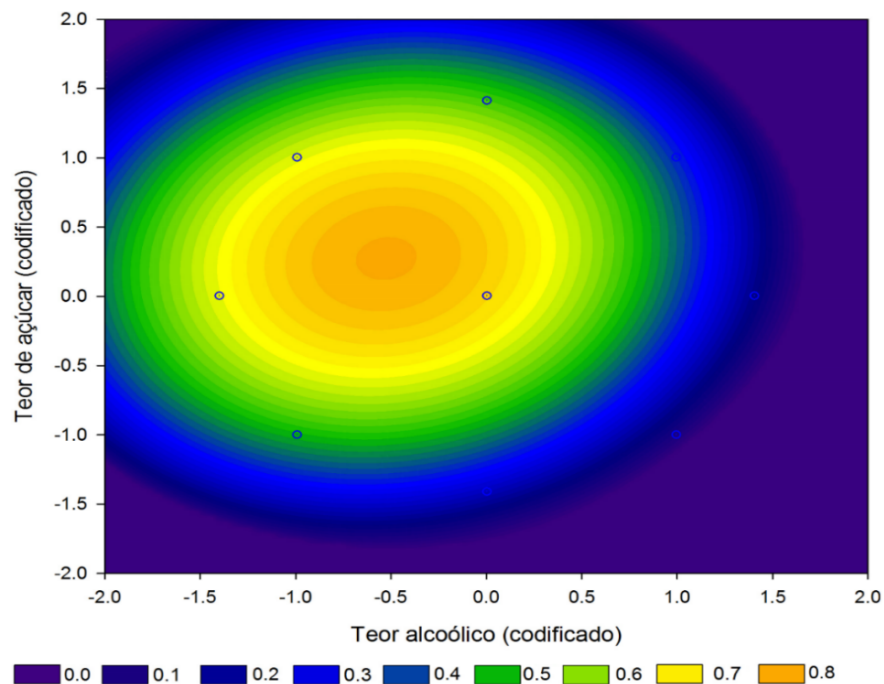


Figura 14 – Gráfico da desejabilidade global em relação ao teor alcoólico e teor de açúcar de licor de banana.

5.3 Estudo das alterações durante o armazenamento do licor de banana

No experimento discutido no item 5.2, foi determinada a melhor formulação de licor de banana para que pudesse ser investigado o seu comportamento durante o armazenamento quanto às características físico-químicas, aceitação sensorial e intenção de compra. Esse estudo do licor foi realizado no dia do processamento e, com 15 dias, 30 dias, 45 dias e 60 dias de armazenamento.

5.3.1 Estabilidade físico-química

Na Tabela 13 estão apresentados os valores de F encontrados na Análise de Variância geral para as características físico-químicas. Pode-se perceber que todas as variáveis respostas sofreram efeito significativo ($p < 0,05$), portanto, houve diferenças durante o período de armazenamento do licor de banana para todas as variáveis estudadas.

Tabela 13 – Valores de F da Análise de Variância geral para as características físico-químicas de licor de banana.

Características físico-químicas						
F.V	G.L	Abs.	pH	Turbidez	O₂	Acidez
Tratamento	4	134,87*	142,1*	129,54*	63,51*	3,53*
Resíduo	10					
Total	14					

: significativo (p<0,05); Abs.: Absorbância.

5.3.1.1 pH e acidez titulável

Realizou-se a Análise de Variância da regressão (Tabela 14 e Tabela 15) com objetivo de verificar se o modelo proposto era adequado para explicar o comportamento do pH e da acidez titulável durante o envelhecimento. Foi verificado que o valor de F da regressão foi significativo (p<0,05) para as duas variáveis.

Tabela 14 – Análise de Variância da regressão para o pH do licor de banana

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	2	0,33	0,17	101,32*	0,0000
Resíduo	12	0,02	0,001		
Total	14	0,35			

*: Significativo (p<0,05).

Tabela 15 – Análise de Variância da regressão para a acidez titulável do licor de banana

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	2	17462,98	8731,49	49,18*	0,0000
Resíduo	13	2307,86	177,52		
Total	15	19770,84			

*: Significativo (p<0,05).

Foram ajustados modelos matemáticos (Equação 12 e Equação 13) que explicassem o comportamento dessas variáveis durante o armazenamento do licor. Para o pH, o coeficiente de determinação (R²) encontrado foi de 0,9607 e para a acidez titulável foi de 0,9941.

$$y = 4,4685 + 0,4095(1 - e^{-0,07071 t}) \quad (\text{Equação 12})$$

$$y = 54,9745 e^{-0,02334 t} \quad (\text{Equação 13})$$

Na Figura 15 e na Figura 16 são apresentados os gráficos que mostram o comportamento do pH e da acidez titulável do licor de banana durante o armazenamento.

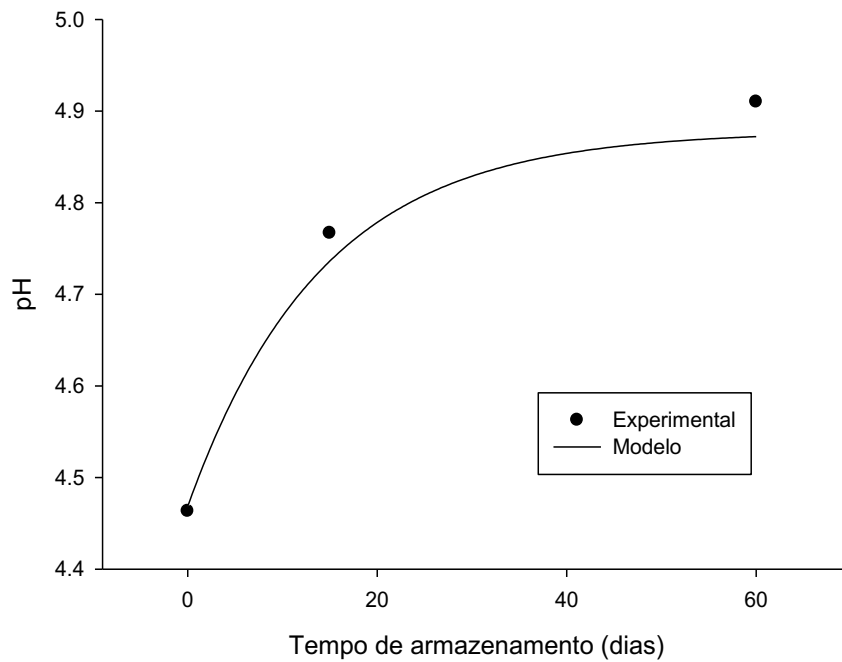


Figura 15 – Comportamento do pH do licor de banana durante o armazenamento.

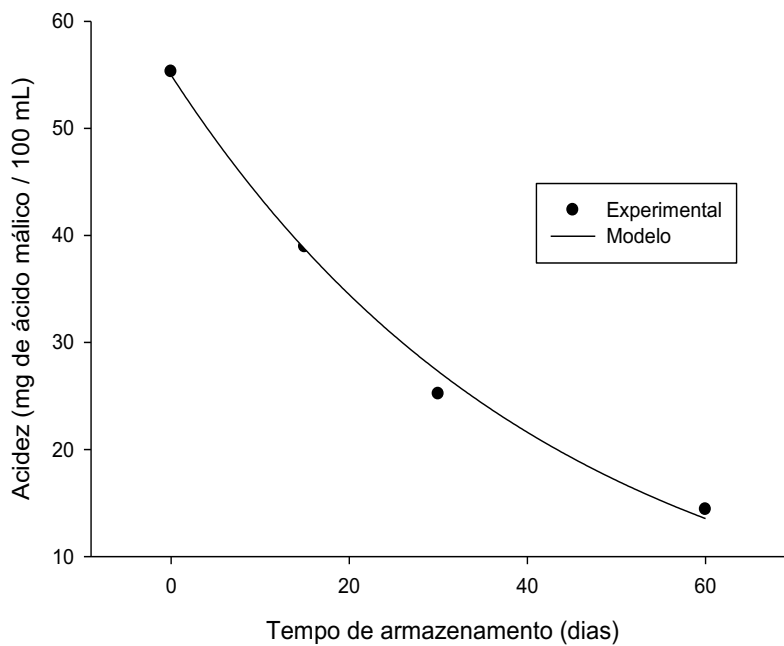


Figura 16 – Comportamento da acidez titulável do licor de banana durante o armazenamento.

Sabe-se que existe uma relação entre o pH e acidez de um alimento. O pH é uma variável que mede a concentração de íons presentes em solução, enquanto a acidez está relacionada com presença de ácidos e em menor proporção de sais na composição do produto, sendo expresso na concentração do ácido preponderante. O ácido majoritário do licor de banana é o ácido málico, porém podem encontrar outros ácidos orgânicos, como o ácido cítrico.

Nota-se que pH do licor teve comportamento exponencial crescente no decorrer do tempo de armazenamento, variando de 4,46 a 4,91. Por outro lado, a acidez titulável reduziu exponencialmente, variando de 55,29 a 14,40 mg de ácido málico/100 mL. Ao analisar os gráficos acima, acredita-se que o pH possa estabilizar a partir de 60 dias de armazenamento, o que provavelmente está relacionado com a diminuição da concentração de oxigênio no licor durante o envelhecimento, uma vez que o mesmo é um dos principais responsáveis pelas reações de degradação dos ácidos orgânicos.

Os valores de pH e da acidez titulável obtidos nesse experimento tiveram comportamento semelhante com os do estudo de Oliveira et al. (2015), que ao investigar o armazenamento de diferentes formulações de licor de graviola durante 240 dias, também observaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Para o pH, houve variações de 3,30 a 4,15 e para a acidez de 0,42% a 0,18% de ácido cítrico.

Bernabé (2014) também caracterizou licores de banana no dia do seu preparo e com 60 dias de envelhecimento. Foram encontrados valores de pH superiores, variando de 5,31 a 5,47. Embora tenha sido utilizada a mesma quantidade de banana empregada no referente estudo (40%), foi empregada uma variedade diferente (nanica), o que possivelmente pode ter influenciado nos valores obtidos experimentalmente.

5.3.1.2 Absorbância e turbidez

Existe uma relação entre a absorbância e a turbidez medida em alimentos. A absorbância é a capacidade intrínseca dos materiais em absorver radiações em uma frequência específica. Usualmente, tal propriedade é empregada na análise de soluções, sendo proporcional à concentração de uma determinada substância (SKOOG et al., 2002). A turbidez é uma medida que se baseia numa comparação entre a interferência à passagem de luz através da amostra e através de

suspensões adotadas como padrão de medida (RICHTTER e AZEVEDO NETTO, 2002).

A turbidez é devida essencialmente à presença de partículas em suspensão de tamanho coloidal contidas na fase líquida. Ou seja, a absorvância no comprimento de onda utilizado está relacionado a concentração de pigmentos e a turbidez à presença de partículas em suspensão. No licor de frutas pode desenvolver flocos que sedimentam no fundo da própria garrafa durante o armazenamento, ou que permanecem em suspensão e isso pode afetar a qualidade sensorial do produto (COLLADO-FERNÁNDEZ et al., 2000).

Foi verificado no referente estudo diferenças significativas ($p < 0,05$) nos valores de absorvância e turbidez do licor de banana durante o período de armazenamento. Assim, foi feita a Análise de Variância da regressão (Tabela 16 e Tabela 17) para as variáveis em estudo, sendo significativo ($p < 0,05$) para a regressão e não significativo ($p > 0,05$) para a falta de ajuste.

Tabela 16 – Análise de Variância da regressão para a absorvância do licor de banana

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	2	0,36	0,18	303,85*	0,0000
Resíduo	12	0,00	0,00		
Total	14	0,36			

*: Significativo ($p < 0,05$).

Tabela 17 – Análise de Variância da regressão para a turbidez do licor de banana.

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	2	681,49	340,74	306,09*	0,0000
Resíduo	13	14,47	1,11		
Total	15	695,96			

*: Significativo ($p < 0,05$).

Os modelos matemáticos abaixo (Equação 14 e Equação 15), respectivamente, explicam o comportamento dessas características durante o envelhecimento do licor, com R^2 para a absorvância de 0,9988 e para a turbidez de 0,9077.

$$y = 0,1742 + 1,0662(1 - e^{-0,008785 t}) \quad (\text{Equação 14})$$

$$y = 26,3963 + 72,2814(1 - e^{-0,01475 t}) \quad (\text{Equação 15})$$

Nota-se que os valores médios de absorvância e de turbidez foram crescentes durante o período em que os licores de banana ficaram armazenados (Figura 17 e Figura 18), apresentando comportamento exponencial até um máximo.

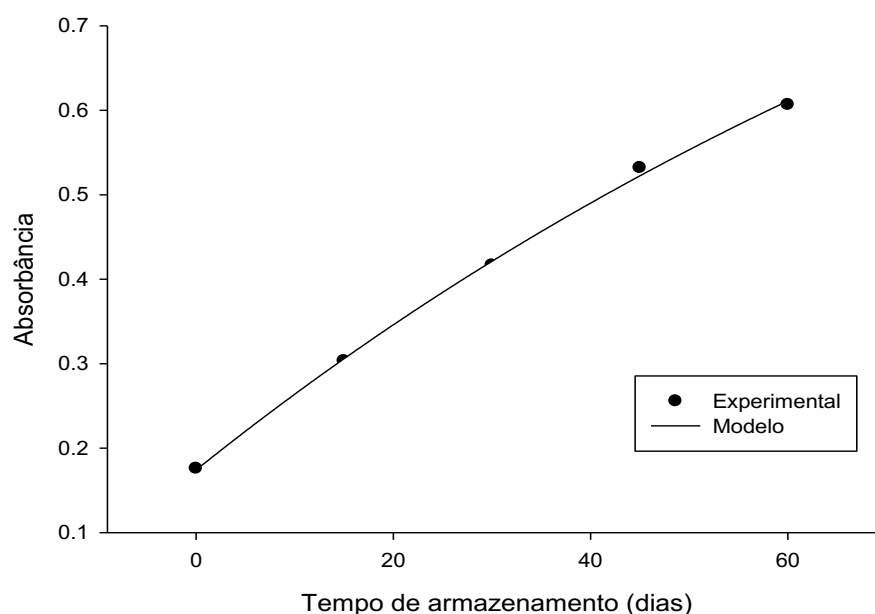


Figura 17 – Comportamento da absorvância do licor de banana durante o armazenamento.

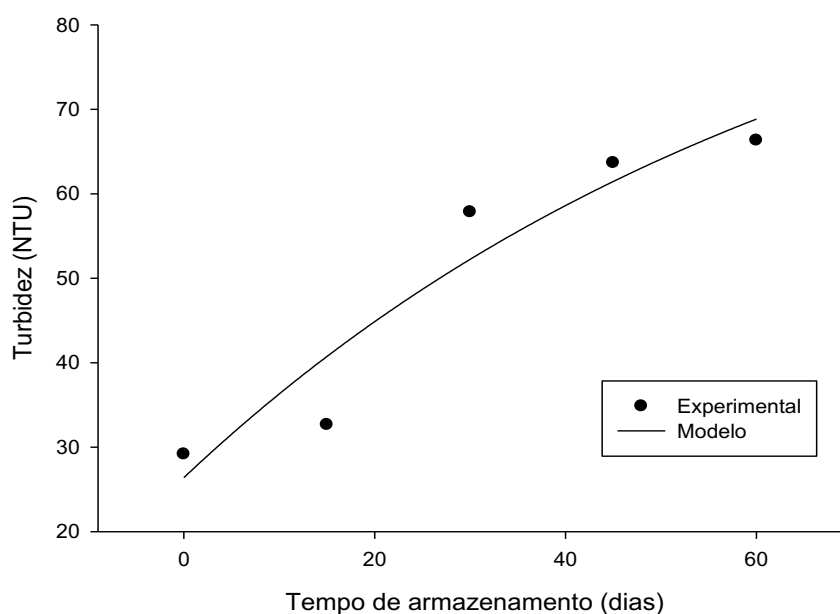


Figura 18 – Comportamento da turbidez do licor de banana durante o armazenamento.

Para esse estudo, encontram-se valores de absorvância variando 0,176 a 0,607 e de turbidez de 29,17 a 66,33 NTU durante os 60 dias, confirmando que no decorrer do tempo de armazenamento foram formados precipitados no licor, o que possivelmente pode ter alterado a aparência do produto. Penha (2000) também determinou a turbidez em licor de acerola elaborado com 30% de açúcar e 18° GL após 60 dias de armazenamento, e encontrou valor de 70,65 NTU. George (1986) explica que a turbidez em licores é decorrente de diferentes fatores, dentre os quais, podem-se destacar a utilização de açúcar seco durante sua elaboração e a presença de pectinas das frutas usadas na preparação dos licores.

5.3.1.3 Concentração de O₂ no *headspace*

Foi observado que o tempo de maturação influenciou significativamente ($p < 0,05$) no consumo de oxigênio presente no *headspace* das garrafas em que o licor de banana estava armazenado. Portanto, foi realizado o teste do modelo (Tabela 18), e o F para a regressão foi significativo ($p < 0,05$) e para a falta de ajuste foi não significativo ($p > 0,05$).

Tabela 18 – Análise de Variância da regressão para a concentração de oxigênio no *headspace*

F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Regressão	2	681,49	340,74	306,09*	0,0000
Resíduo	13	14,47	1,11		
Total	15	695,96			

*: Significativo ($p < 0,05$).

Por meio da análise de regressão não linear, foi observado que, com passar do tempo de envelhecimento do licor, houve redução da concentração de oxigênio (Figura19). Foi ajustado um modelo exponencial de primeira ordem (Equação 16) com um valor de coeficiente de determinação R² igual a 0,9822.

$$\square = 12,6101 e^{-0,03994 t} \quad (\text{Equação 16})$$

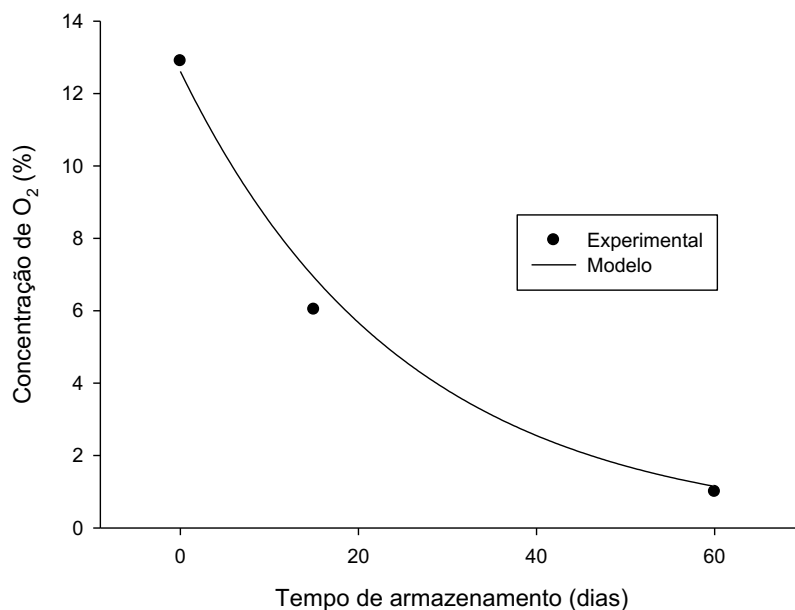


Figura 19 – Comportamento da concentração de oxigênio no *headspace* durante o armazenamento.

Durante o envelhecimento de bebidas alcoólicas, ocorrem inúmeras reações químicas como a oxidação de substâncias presentes no produto recém elaborado que são indesejáveis ao aroma e ao sabor e que durante a maturação a velocidade dessas reações vão diminuindo (FARIA et al., 2003). O mesmo comportamento foi observado nesse trabalho, sendo que a maior taxa de consumo de oxigênio ocorreu nos primeiros 15 dias de maturação do licor, e que a concentração de oxigênio durante os 60 dias de armazenamento variou de 12,9% a 1%, tendendo a zero. Nesse contexto, sugere-se um estudo com um maior tempo de maturação, com o intuito de avaliar o tempo necessário para que as reações de oxidação cessem.

5.3.2 Aceitação sensorial e intenção de compra

Sabe-se que durante o envelhecimento do licor há modificações nas características sensoriais, o que pode tornar a bebida mais suave, adquirindo aroma, sabor requintado e harmonia na sua composição (SOUZA e BRAGANÇA, 2001; VENTURI FILHO et al., 2010). Assim, neste estudo foi investigada a aceitação sensorial do licor de banana durante o envelhecimento quanto aos atributos: cor, aroma, sabor, impressão global, além da intenção de compra. Os 40

avaliadores que participaram do teste tinham idade entre 18 e 35 anos, sendo 41,46% mulheres e 58,54% homens.

Na Tabela 19 são ilustrados os dados da Análise de Variância. Nota-se que somente a aceitação do sabor não foi influenciado pelo tempo de armazenamento ao nível de 5% de significância. Assim, foram obtidos modelos matemáticos e seus respectivos R^2 (Tabela 20) que explicassem a influência do período de armazenamento do licor de banana sobre as variáveis significativas em estudo.

Tabela 19 – Valores de F da Análise de Variância para os atributos sensoriais e intenção de compra do licor de banana

Atributos sensoriais e Intenção de compra						
F.V	G.L	Cor	Aroma	Sabor	IG	IC
Tratamento	4	4,40*	7,06*	0,44 ^{NS}	3,15*	3,78*
Avaliador	39					
Resíduo	156					
Total	199					

^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$); *: Significativo ($p < 0,05$); IG: Impressão Global; IC: Intenção de compra.

Tabela 20 – Modelos e Coeficientes de determinação (R^2) obtidos para os atributos sensoriais e intenção de compra referentes ao licor de banana

Variável	Modelo	R^2
Cor	$Y = 6,3712 + 1,1580(1 - e^{-0,02482 t})$	0,9382
Aroma	$Y = 6,5726 + 1,2495(1 - e^{-0,04656 t})$	0,9731
Impressão Global	$Y = 7,17 + 0,01000 t$	0,9119
Intenção de compra	$Y = 3,6052 + 0,6198(- e^{-0,03648 t})$	0,9538

Para verificar se os parâmetros envolvidos no modelo são significativos, foi realizada a Análise de Variância da regressão para cada variável e foi verificado a significância ($p < 0,05$) para todos os casos e a não significância para a falta de ajuste ($p > 0,05$) (Tabela 21). Assim, todos os modelos foram bem ajustados e são adequados para explicar o comportamento da variável resposta no decorrer do tempo de armazenamento.

Tabela 21 – Análise de Variância da regressão dos atributos da aceitação sensorial e da intenção de compra.

Variável	F.V	G.L	S.Q	Q.M	F	p
Cor	Regressão	2	20,50	10,25	4,66*	0,010550
	Independente da regressão	197	433,49	2,20		
	Total	199	454,00			
Aroma	Regressão	2	36,42	18,21	10,60*	0,000042
	Independente da regressão	197	338,46	1,72		
	Total	199	374,88			
Impressão Global	Regressão	1	9,00	9,00	8,00*	0,005166
	Independente da regressão	198	222,82	1,13		
	Total	199	231,82			
Intenção de Compra	Regressão	2	7,87	3,93	6,27*	0,002300
	Independente da regressão	197	123,63	0,63		
	Total	199	131,5			

*: Significativo ($p < 0,05$).

Nota-se nas Figuras 20 a 23 que a cor, o aroma e a impressão global do licor de banana foram bem aceitos, sendo que as médias para a impressão global apresentaram comportamento linear durante o envelhecimento do produto, ao contrário dos outros atributos e da intenção de compra, que se comportaram de forma exponencial.

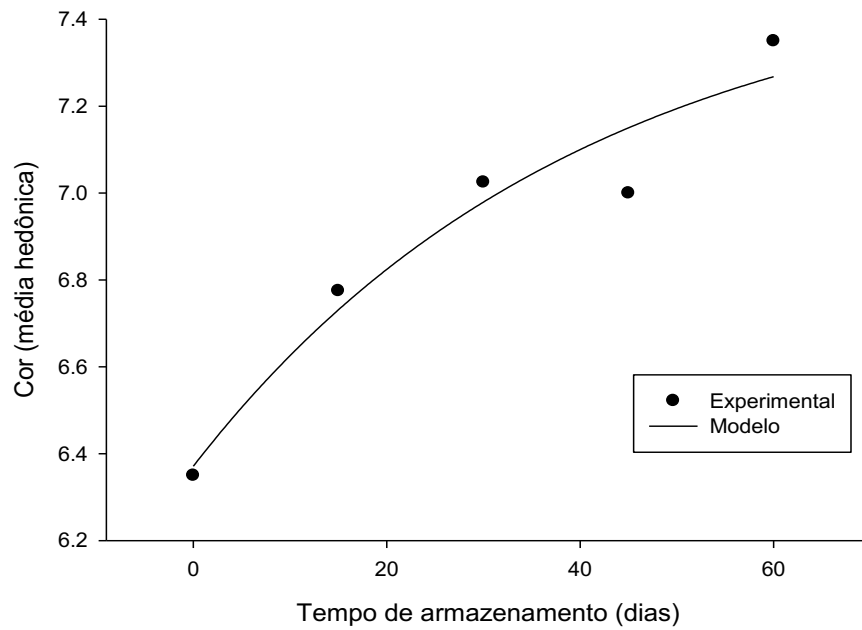


Figura 20 – Comportamento das médias hedônicas da cor do licor de banana durante o armazenamento.

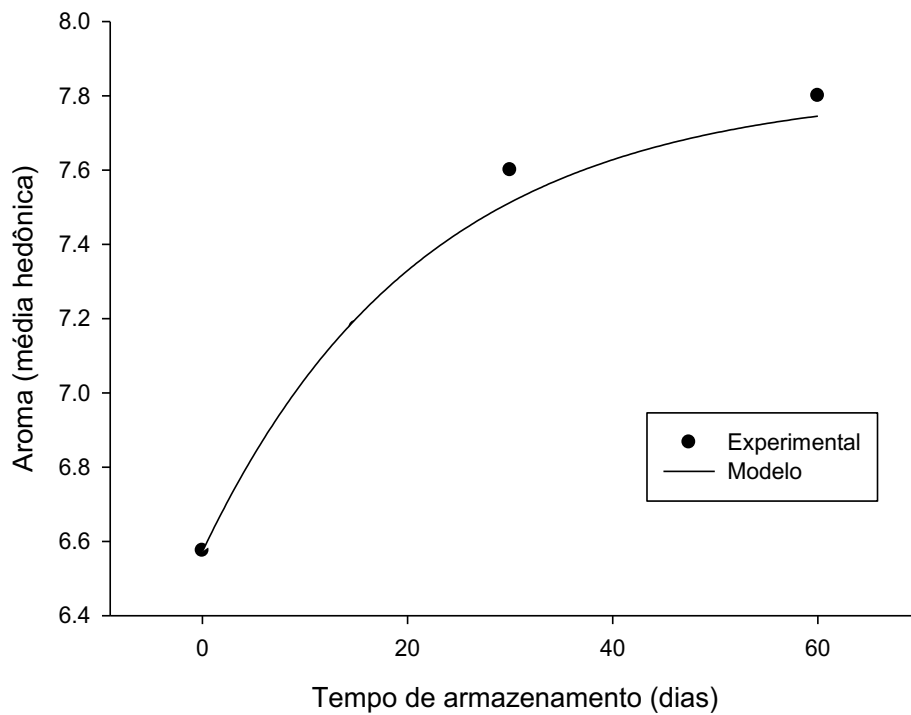


Figura 21 – Comportamento das médias hedônicas do aroma do licor de banana durante o armazenamento.

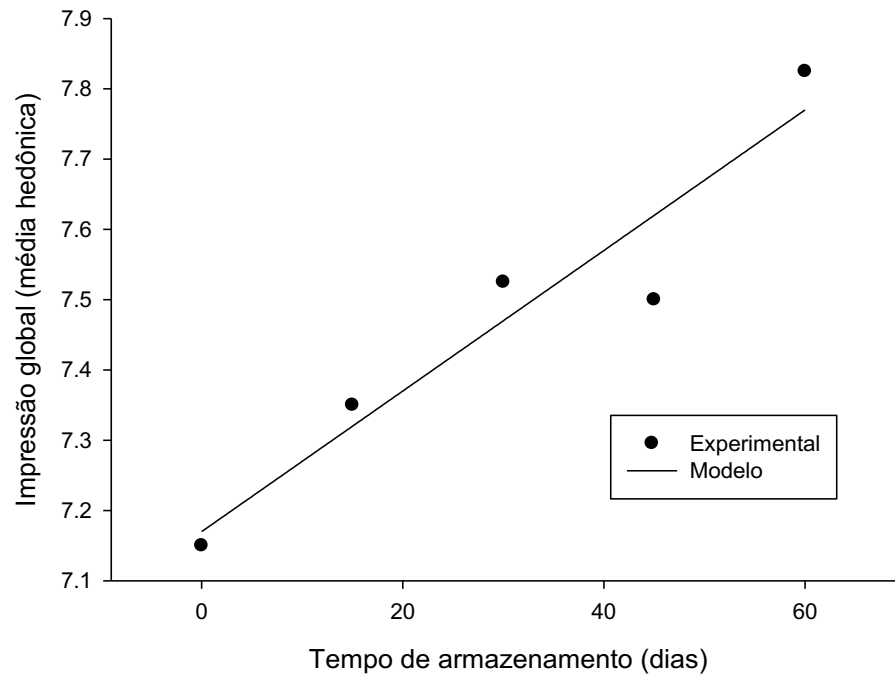


Figura 22 – Comportamento das médias hedônicas da impressão global do licor de banana durante o armazenamento.

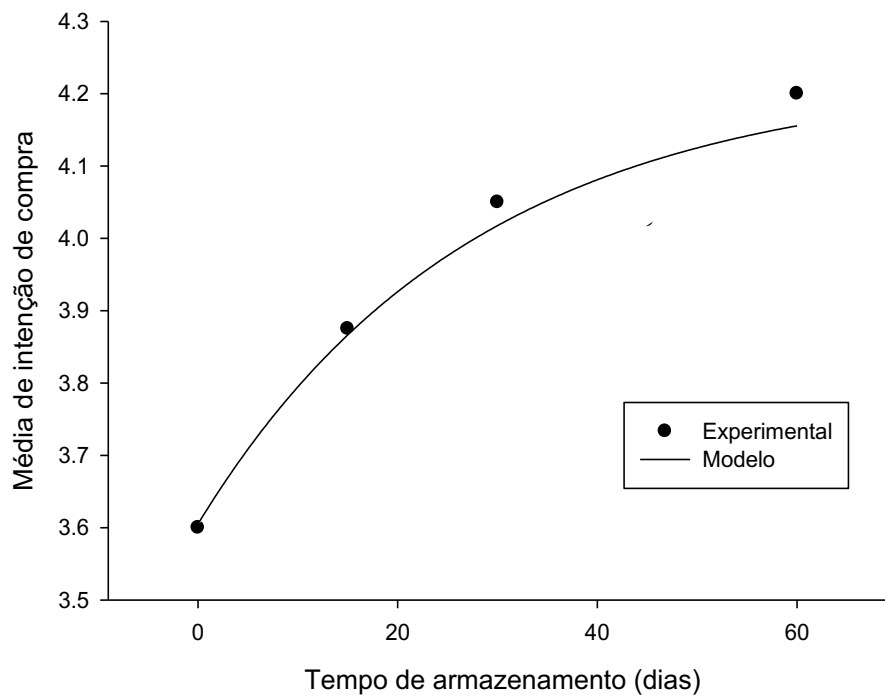


Figura 23 – Comportamento das médias de intenção de compra do licor de banana durante o armazenamento.

Todas as médias encontraram-se na faixa de aceitação da escala hedônica. As médias hedônicas para a cor variaram de 6,3 a 7,3 e para o aroma de 6,6 a 7,8; o que corresponde na escala entre os termos hedônicos "gostei ligeiramente" e "gostei muito". A impressão global do licor apresentou notas superiores, com variação de 7,1 a 7,8 durante o período de armazenamento, ficando entre os termos "gostei moderadamente" e "gostei muito".

Acredita-se que as características sensoriais são um dos principais fatores que são levados em consideração no ato de consumo de um produto. Portanto, se o produto apresentar boa qualidade sensorial, conseqüentemente o mesmo vai ter alta probabilidade de ser adquirido. Neste contexto, ao estudar a intenção de compra, foi verificado maior probabilidade de compra do licor no final do armazenamento de 60 dias, com valores na escala compreendidos 3,6 e 4,2, o que corresponde a "Talvez compraria/ Talvez não compraria" e "definitivamente compraria".

Segundo Geöcze (2003), o aumento dos escores sensoriais durante o armazenamento pode estar associado com as reações de esterificação entre o álcool e os ácidos carboxílicos que ocorrem no licor durante o envelhecimento, e que os ésteres formados são os principais compostos responsáveis por atribuir o aroma agradável e frutado, proporcionando ao produto excelentes características sensoriais, e assim, maior possibilidade de compra. Além disso, Borragini (2009) menciona em seu estudo que moléculas de etanol e água interagem por meio de pontes de hidrogênio durante o envelhecimento de bebidas, e as mudanças destas interações estão relacionadas ao desenvolvimento de um sabor e aroma mais suave. Também foi percebido pela maioria dos avaliadores desse estudo, que relataram durante a análise, que o licor apresentou maior intensidade do aroma de banana e menor do aroma alcoólico, além do gosto mais suave quando analisado com 60 dias de maturação quando comparado ao licor jovem.

Em relação ao sabor, não foram encontradas diferenças significativas nas notas hedônicas durante a maturação. A média geral para esse atributo foi de 7,5 (Figura 24), com aceitação entre "gostei moderadamente" e "gostei muito". De acordo com o estudo de PENHA (2000), os avaliadores em análise sensorial não conseguem perceber diferença de sabor entre licores que tenham variações de apenas 1 °GL entre si. Possivelmente o que pode ter ocorrido nesse trabalho é que

durante os tempos estudados, os valores de teor alcoólico não variaram o suficiente para que tal diferença influenciasse na aceitação sensorial ou ainda alterações nas concentrações de substâncias importantes presentes nesse produto.

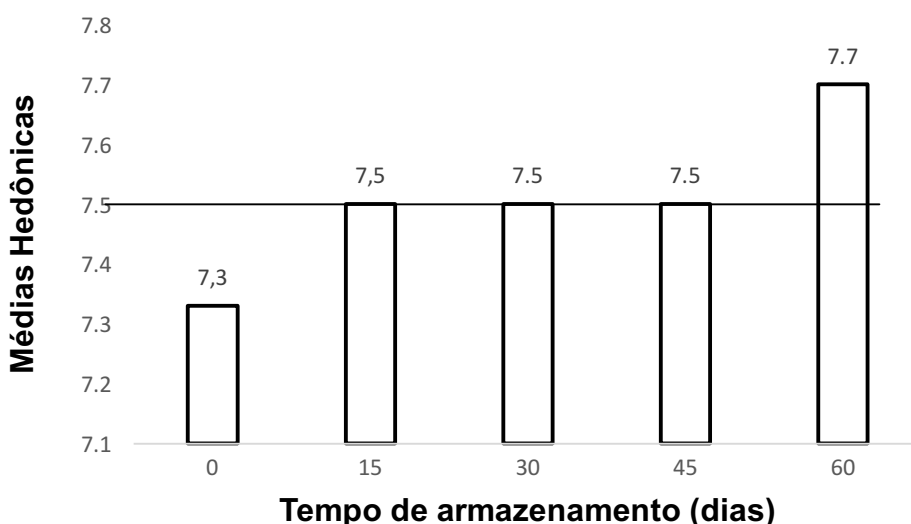


Figura 24 – Médias hedônicas do sabor do licor de banana durante o armazenamento.

Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que discorresse sobre a aceitação sensorial de licor no decorrer do seu armazenamento, a fim de comparar com os resultados obtidos no referente trabalho. Somente alguns trabalhos, como o de Teixeira et al. (2007) que avaliaram a aceitação sensorial de licor de banana em um dos tempos de maturação estudado no presente trabalho (60 dias) e encontraram resultados semelhantes nas notas atribuídas ao sabor e a impressão global, cujo os valores situaram entre 7 e 8. Almeida et al. (2012) elaboraram licores da casca de tangerina ponkan e após o armazenamento por 90 dias foi feito um teste de aceitação sensorial do produto, utilizando escala hedônica de 9 pontos. Foi obtido valores médios para a cor, aroma, textura e sabor entre 7 e 8, o que corresponde a “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

5.4 Efeito da clarificação do licor de banana sobre características físico-químicas durante o armazenamento

Um dos principais atributos de qualidade de um licor é a aparência que, por sua vez, está fortemente associado com a sua cor e a turbidez (PENHA, 2004). Nesse trabalho foi avaliado a influência da clarificação sobre características do licor de banana, utilizando o papel filtro e a terra de diatomácea como meios de clarificação durante o armazenamento (análises realizadas no dia da elaboração do licor e com 60 dias de maturação). Foi verificado somente o efeito isolado dos dois fatores, sendo que apenas o parâmetro colorimétrico L*, a absorvância e a turbidez foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) pela clarificação e pelo tempo de armazenamento (Tabela 22 e Tabela 23). Assim, foi feito o estudo isolado para cada variável que apresentou diferença significativa aplicando o teste de tukey para comparar as diferenças entre as médias.

Tabela 22 – Valores de F da Análise de Variância geral para os parâmetros colorimétricos do licor de banana

F.V	G.L	Parâmetros colorimétricos				
		L*	a*	b*	C*	h
Clarificação	2	40,53*	0,39 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,35 ^{NS}
Tempo	1	7,93*	5,08 ^{NS}	0,55 ^{NS}	1,27 ^{NS}	2,81 ^{NS}
C X T	2	0,76 ^{NS}	2,67 ^{NS}	0,54 ^{NS}	2,39 ^{NS}	2,18 ^{NS}
Resíduo	6					
Total	11					

^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$); *: Significativo ($p < 0,05$).

Tabela 23 – Valores de F da Análise de Variância geral para a absorvância e a turbidez do licor de banana

F.V	G.L	Características físico-químicas	
		Absorvância	Turbidez
Clarificação	2	17,43*	31,35*
Tempo	1	128,64*	111,81*
C X T	2	0,73 ^{NS}	3,18 ^{NS}
Resíduo	6		
Total	11		

^{NS}: Não significativo ($p > 0,05$); *: Significativo ($p < 0,05$).

Na tabela 24 são ilustradas as médias de L*, absorvância e turbidez das amostras de licores controle (sem clarificar), clarificada com papel filtro e com a terra de diatomácea.

Ao avaliar o efeito da clarificação do licor, nota-se que a amostra clarificada com a terra de diatomácea apresentou-se menos turva, menor valor de absorvância e com a coloração mais clara quando comparada com as demais.

Tabela 24 – Médias do parâmetro L*, absorvância e turbidez dos licores de banana clarificado e não clarificado

Tratamento	Médias		
	L*	Absorvância	Turbidez (NTU)
Controle	79,00 ^a	0,34 ^a	47,50 ^a
Papel filtro	82,00 ^b	0,26 ^b	32,30 ^b
Terra de diatomácea	86,00 ^c	0,21 ^c	23,52 ^c

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Em relação ao tempo de armazenamento, foi observado com 60 dias maiores valores para a turbidez, absorvância e menor para o parâmetro L* (Tabela 25), o que pode estar relacionado com o escurecimento do licor no decorrer do envelhecimento, possivelmente devido a formação de precipitados, influenciando assim, na aparência do produto.

Para os demais parâmetros colorimétricos avaliados, foi obtido um valor médio para a* de 0,03; b* de 3,66, C* de 5,5 e h de 85,00.

Tabela 25 – Médias do parâmetro L*, absorvância e turbidez dos licores dos licores de banana no armazenamento.

Tempo de armazenamento (Dias)	Médias		
	L*	Absorvância	Turbidez (NUT)
0	84,00 ^a	0,17 ^a	21,21 ^a
60	81,50 ^b	0,38 ^b	47,67 ^b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Poreda et al.(2015) utilizou a terra de diatomácea em diferentes concentrações com adição de carragena com intuito de avaliar a clarificação de cerveja. Os autores também obtiveram resultados significativos para diferentes características, como na melhoria da cor do produto.

Nogueira e Venturini Filho (2005) estudaram a clarificação do licor de acerola utilizando a microfiltração e ultrafiltração. Em relação à microfiltração,

encontraram valores de turbidez para a amostra controle de 61 NTU e para amostra clarificada de 10 NTU e em relação à cor medida por absorvância a 430 nm, valores variando de 5,88 a 4,16. Para a ultrafiltração, os valores de turbidez variaram de 758 NTU para 5 NTU e de cor de 4,78 para 3,45.

Matta et al. (2004) ao avaliar a vida útil de suco microfiltrado de acerola durante 90 dias, também observaram o aumento da turbidez durante o armazenamento, principalmente nos primeiros 15 dias, com valores entre 10 e 20 NTU. Entretanto, os autores não observaram diferenças significativas na luminosidade do suco, comportamento divergente do que foi visto nesse estudo. Ao comparar esses resultados, nota-se menor turbidez para o licor de banana, o que pode ser atribuído a menor proporção de pectinas e taninos na banana em relação a acerola, reduzindo assim, a formação de precipitados no produto final.

Na Tabela 26 estão apresentadas as variações global de cor (ΔE) das amostras de licores de banana clarificadas e envelhecidas durante 60 dias.

Tabela 26 – Variação global de cor (ΔE) dos licores clarificados e do envelhecido

Tratamento	ΔE^*	Tempo de armazenamento (Dias)	ΔE^{**}
Papel filtro	3,04	60	2,55
Terra de diatomácea	7,61		

*: Calculado em relação ao controle; **: Calculado em relação ao tempo 0.

Ramos e Gomide (2012) adotam intervalos de classificação que, por meio da diferença total de cor (ΔE), conseguem determinar o quanto a impressão de cor total de uma amostra é diferente do padrão e se essa diferença é perceptível sensorialmente. O valor dessa variação para os licores de banana clarificados com papel filtro e terra de diatomácea em relação ao controle foi de 3,04 e 7,61 respectivamente, e em relação ao tempo de armazenamento, o licor armazenado durante 60 dias em relação ao licor jovem, foi de 2,55. De acordo com os limites de ΔE utilizados por esses autores para a classificação das amostras, a diferença dos licores clarificados e envelhecido em relação ao controle é claramente perceptível. Abón et al. (2009) também classificam as amostras por meio da variação global de cor, descrevendo se o valor de ΔE é o suficiente para que a diferença seja percebida visualmente pelo consumidor. Os valores de ΔE encontrados para o licor clarificado com papel filtro e os licores armazenados com 60 dias são menores que 5, assim, de acordo com esses autores, a diferença de cor pode ser distinguida.

Entretanto, para o licor clarificado com terra de diatomácea, a diferença de cor é evidente em relação ao controle, por apresentar um valor de ΔE maior do que 5. Nesse contexto, pode-se destacar que a clarificação de licor de banana com a terra de diatomácea obteve melhor resultado quando comparado com o papel filtro.

5.5 Perfil sensorial dos licores de banana elaborados com diferentes teores de álcool e de açúcar

Foi aplicada a metodologia Perfil Descritivo Otimizado (PDO) com o objetivo de caracterizar sensorialmente as amostras de licores de banana elaboradas com diferentes teores de álcool e de açúcar.

Inicialmente o intuito era avaliar o perfil sensorial das nove amostras descritas no item 5.2, que foram obtidas por meio do planejamento experimental Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Entretanto, devido ao elevado número de amostras, o delineamento proposto para a apresentação dos licores deveria ser em blocos incompletos, dividindo a análise em várias sessões e as amostras seriam apresentadas seguindo um planejamento experimental que seria montado levando em consideração o número de tratamento e de repetições, entretanto, seria inviável, devido ao tempo gasto e o custo da análise. Assim, foram selecionadas as amostras que apresentaram maiores valores de desejabilidade global obtida pela função desejabilidade, descrita no item 5.2.3.

Na Tabela 27 estão apresentados os teores de álcool e de açúcar das amostras de licor de banana que foram caracterizadas pelo PDO.

Tabela 27 – Teores de álcool e de açúcar utilizados na elaboração dos licores de banana

Amostra	Teor de álcool (°GL)	Teor de açúcar (g.L ⁻¹)
A ₁	19,00	275,00
A ₂	16,00	275,00
A ₃	16,87	328,19
A ₄	17,29	289,89

Para execução do PDO, primeiramente foi realizado o recrutamento dos avaliadores por meio do preenchimento de questionários, sendo que 50 pessoas atenderam aos requisitos, como: familiaridade com atributos sensoriais,

disponibilidade de tempo, habilidade de usar escalas não estruturadas, hábito de consumir e que gostassem de licor, além de condições de saúde que não influenciassem na análise sensorial.

Após o recrutamento dos participantes, foi aplicado o teste triangular e 15 pessoas acertaram 50% do teste; entretanto, somente 13 pessoas participaram do levantamento dos termos descritivos, sendo 9 mulheres e 4 homens.

Durante a avaliação das amostras, foram estudados os termos descritivos aderência, viscosidade, aroma de banana, aroma alcoólico, sabor alcoólico e gosto doce.

Na Análise de Variância, deve-se observar a interação entre amostra e avaliador, pois se for significativa, é necessário recalcular o F da amostra utilizando no denominador o quadrado médio da interação. Isso pode ser observado para o atributo gosto doce (Tabela 28), o que indica que pelo o menos um participante avaliou as amostras diferente dos outros avaliadores, prática essa, que ocorre com frequência na análise sensorial (SILVA e DAMASIO, 1994).

Nota-se também pela Análise de Variância, que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras somente para os atributos aderência, aroma alcoólico, sabor alcoólico e gosto doce.

Tabela 28 – Resumo das Análises de Variâncias (ANOVA) para os termos descritivos levantados no PDO de formulações de licor de banana

Atributo	FV	GL	QM	Resíduo no	Interação no
				denominador	denominador
				p	p
Aderência	AM	3	8,909	0,000082*	
	AV	12	10,882		
	AM*AV	36	2,983	0,419262 ^{NS}	
	Resíduo	104	2,856		
Viscosidade	AM	3	3,797	0,099579 ^{NS}	
	AV	12	16,507		
	AM*AV	36	2,448	0,106293 ^{NS}	
	Resíduo	104	1,774		
Aroma de banana	AM	3	1,851	0,546683 ^{NS}	
	AV	12	11,442		
	AM*AV	36	2,108	0,759180 ^{NS}	
	Resíduo	104	2,598		

Aroma alcoólico	AM	3	7,098	0,027768*	
	AV	12	15,644		
	AM*AV	36	1,715	0,819997 ^{NS}	
	Resíduo	104	2,246		
Sabor alcoólico	AM	3	44,208	0,000000*	
	AV	12	7,301		
	AM*AV	36	4,382	0,155183 ^{NS}	
	Resíduo	104	3,375		
Gosto doce	AM	3	42,574	0,000000*	0,000000*
	AV	12	9,119		
	AM*AV	36	4,552	0,049151*	
	Resíduo	104	2,968		

: (p<0,05); ^{NS}: (p>0,05); AM=Amostra; AV=Avaliador; A*J=Interação amostra – avaliador.

As médias da intensidade dos atributos sensoriais avaliados nos licores de banana estão expostas na Tabela 29.

Tabela 29 – Médias de intensidade dos atributos sensoriais obtidos no teste do PDO

Amostra	Atributos					
	Aderência	Viscosidade	Aroma de banana	Aroma alcoólico	Sabor alcoólico	Gosto doce
A₁	3,5 ^{abc}	3,3 ^a	4,0 ^a	3,7 ^a	5,5 ^a	3,2 ^a
A₂	3,4 ^b	2,7 ^a	3,7 ^a	2,7 ^b	3,2 ^b	4,6 ^b
A₃	3,7 ^{abc}	3,3 ^a	3,6 ^a	3,2 ^{ab}	3,3 ^b	5,2 ^b
A₄	4,4 ^c	3,4 ^a	3,5 ^a	3,3 ^{ab}	4,2 ^b	3,1 ^a

*Escala de intensidade variando de 0 cm a 9 cm; Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. A₁:19 °GL/275 g.L⁻¹; A₂:16 °GL/275 g.L⁻¹; A₃:16,87 °GL/32819 g.L⁻¹; A₄:17,29 °GL/289,89 g.L⁻¹.

Na Figura 25 está ilustrada a representação axial do perfil sensorial dos licores de banana, em que pode ser observada a distribuição das médias de intensidade dos atributos estudados.

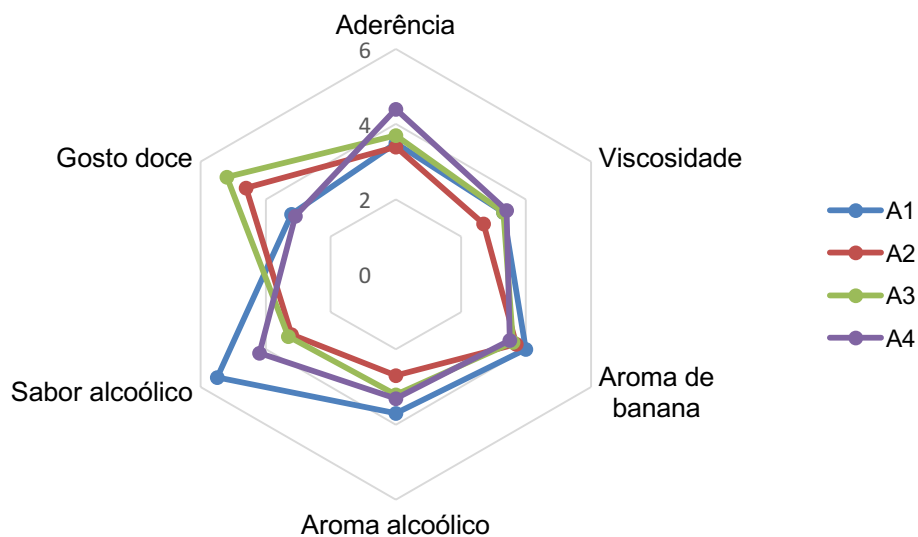


Figura 25 – Perfil sensorial dos licores de banana elaborados com diferentes teores de álcool e de açúcar.

Para a aderência, a principal diferença de intensidade encontrada foi entre a amostra A_2 e A_4 , sendo que o licor elaborado com $17,29^\circ\text{GL}$ e $289,89 \text{ g.L}^{-1}$ (A_4) apresentou maior intensidade do atributo, o que pode estar relacionado com a maior quantidade de açúcar no produto final.

As amostras A_1 e A_2 possuíam intensidades diferentes em relação ao aroma alcoólico, sendo que a amostra A_1 apresentou maior valor para esse atributo. Esse resultado pode ser atribuído ao maior teor alcoólico do licor (19°GL) quando comparado com aquele elaborado com 16°GL . Além disso, foi verificado que as amostras A_1 e a A_2 não diferiram da A_3 e A_4 , possivelmente devido às mesmas apresentarem quantidades de álcool relativamente próximas.

Segundo a ABNT (2003), sabor é um atributo complexo, definido como experiência mista, com uma combinação de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação. Nesse contexto, o licor elaborado com 19°GL e 275 g.L^{-1} de açúcar (A_1) apresentou maior intensidade para o atributo sabor alcoólico e as demais amostras apresentaram um sabor alcoólico menos acentuado, não diferindo entre si ($p>0,05$).

As amostras julgadas como as mais doces foram aquelas elaboradas com $16^\circ\text{GL}/275 \text{ g.L}^{-1}$ de açúcar (A_2) e $16,87^\circ\text{GL}/328,19 \text{ g.L}^{-1}$ de açúcar (A_3), não

diferindo entre si ($p > 0,05$), e as amostras formuladas com $19 \text{ }^\circ\text{GL}/275\text{g.L}^{-1}$ (A_1) e $17,29 \text{ }^\circ\text{GL}/289,89 \text{ g.L}^{-1}$ (A_4) apresentaram menor intensidade de gosto doce. Nota-se também para esse atributo que os dois fatores combinados (teor de álcool e de açúcar) provavelmente influenciaram sobre a variável resposta. Acredita-se que o teor alcoólico desses produtos possa ter influenciado no julgamento dos avaliadores, uma vez que a percepção do gosto doce pode ter reduzido devido o sabor alcoólico do produto.

Penha et al. (2003) estudaram o efeito do teor de álcool e de açúcar sobre as características sensoriais de licor de acerola por meio da metodologia perfil convencional. Primeiramente, ao variar o teor de álcool dos licores, não perceberam diferenças significativas ($p > 0,05$) na intensidade da aderência, viscosidade, aroma alcoólico e sabor alcoólico; entretanto, observaram variações no aroma frutal e gosto doce. Em seguida, ao variar o teor de açúcar, foi verificado que essa variável não influenciou significativamente sobre nenhum atributo estudado. Alguns resultados divergiram do presente estudo, mas deve-se levar em consideração que Penha et al. (2003) avaliaram o efeito isolado das duas variáveis (teor de álcool e açúcar), enquanto nesse trabalho foi estudado o efeito combinado dos fatores, além das quantidades de álcool e de açúcar e a fruta utilizada na elaboração dos licores serem diferentes, o que possivelmente pode ter atribuído ao produto características sensoriais com intensidades distintas.

5.6 Análise dos compostos voláteis

5.6.1 Banana

Sabe-se que o aroma e o sabor são fatores determinantes no consumo de frutas, uma vez que estão associados a qualidade sensorial do produto. Quimicamente, esses atributos estão relacionados com a presença de compostos voláteis, nos quais atribuem características específicas ao produto (JORDAN et al., 2001). Na banana, os principais grupos de compostos voláteis responsáveis pelo seu aroma são os ésteres, álcoois, ácidos, aldeídos e cetonas (BOUDHRIQUA et al., 2003; PINO e FEBLES, 2013; BUGAUD e ALTER, 2015). Segundo Yeretian et al. (2003), os ésteres são componentes majoritários mais importantes para o aroma da banana, principalmente devido as suas altas concentrações e seus baixos limites de percepção pelo ser humano.

No presente estudo ao avaliar o perfil dos componentes voláteis da banana prata, foram identificados 8 ésteres (Tabela 30). Os analitos foram identificados calculando-se o índice de Kovalts e confirmado pelo espectro de massas.

Tabela 30 – Perfil dos compostos voláteis identificados na banana prata

Composto	IK calculado	IK tabelado	Área (%)
Acetato de isoamila	–	Padrão*	5,24
Butanoato de isobutila	965	958	6,84
Butanoato de butila	998	993	6,01
Isobutirato de isoamila	1017	1017	10,13
Butirato de isoamila	1062	1060	57,45
Isovalerato de isoamila	1106	1103	10,57
Butirato de hexila	1192	1191	2,47
Hexanoato de isoamila	1251	1250	1,29

IK: Índice de Kovalts; *: Substância comparada com a injeção do padrão.

Nota-se que dentre os compostos que foram encontrados, o butirato de isoamila, isovalerato de isoamila e isobutirato de isoamila foram os ésteres majoritários, enquanto o hexanoato de isoamila e o butirato de hexila apresentaram-se em menores proporções nas amostras de bananas analisadas.

Em trabalhos que utilizaram a técnica SPME para extração de voláteis em banana, encontraram alguns compostos que foram identificados no referente estudo. Pino e Febles (2013) encontraram o butirato de hexila e Bugaud e Alter (2015) o butanoato de butila e butirato de hexila, descritos como substâncias responsáveis pelo aroma frutado. Estudos provaram que o perfil dos voláteis da banana pode ser influenciado por fatores distintos como: o estágio de maturação e a variedade (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2007), origem geográfica (BOUDHRIQUA et al., 2003), temperatura de armazenamento (MATTEI e PAILLARD, 1973) e o processamento (FACUNDO et al., 2012).

Em um experimento realizado com banana nanica, Boudhrioua et al. (2003) identificaram 12 compostos voláteis no *headspace*, das quais quatro substâncias também foram encontradas no presente trabalho, como o acetato de isoamila, isobutirato de isoamila, butanoato de butila e butirato de isoamila, apresentando um percentual de área no espectro de 7,3; 12,1; 11,7 e 13,9; respectivamente.

Em outro estudo que tinha como objetivo comparar os componentes voláteis de três cultivares de banana (Cavendish, Frayssinette e Plantain) por microextração em fase sólida, também identificaram o acetato de isoamila, butanoato de isobutila e isobutirato de isoamila no produto, no entanto, em concentrações superiores as encontradas neste trabalho (AURORE et al., 2011). Os componentes identificados estão de acordo com os identificados em outros estudos, como no de Mayr et al. (2003); Nogueira et al.(2003) e Vermeir et al. (2009), porém, esses autores obtiveram alguns componentes diferentes (3-metilbutil, acetato de isobutila, hexenal e hexanal) em concentrações variadas, o que possivelmente podem estar relacionadas com a espécie da banana, com o tipo de fibra e com as condições de extração.

5.6.2 Licor de banana

No licor de banana foram identificados 4 componentes voláteis: isobutirato de isoamila, butirato de isoamila, isovalerato de isoamila e hexanoato de isoamila. Assim, esses são os compostos responsáveis por atribuir ao licor o aroma característico de banana.

Observa-se que somente a metade dos compostos que foram extraídos e absorvidos pela fibra na análise da banana, foram identificados no licor. Os ésteres são formados pela reação entre álcoois e acetil-CoA, derivados do metabolismo de ácidos graxos e aminoácidos, dando origem a ésteres de cadeia normal e ramificada. A característica dos esqueletos de carbono das cadeias ramificadas dos ésteres voláteis de frutos são derivados dos aminoácidos leucina, isoleucina ou valina (WILLIE e FELLMAN, 2000).

Nesse contexto, acredita-se que durante a elaboração do licor, ao se preparar o extrato com álcool de cereais, ocorreram reações que possam ter influenciado na formação ou na diminuição da concentração dos ésteres, afetando assim, a eficiência da extração dos analitos pela fibra PDMS no licor de banana.

Não foram encontrados na literatura estudos de SPME em licor de banana. Entretanto, Oliveira et al. (2004) investigaram os voláteis presentes em licor de cupuaçu utilizando a mesma técnica de extração. Os principais compostos encontrados nas amostras foram o 3- metilbutanal, dimetil sulfeto, dimetil disulfeto, β -linalol e várias alquilpirazinas.

6. CONCLUSÕES

Os diferentes teores alcoólicos utilizados no preparo da solução extratora influenciaram sobre os atributos sensoriais sabor e impressão global dos licores de banana, sendo que os licores produzidos a partir de soluções contendo 60 e 70° GL de álcool foram os mais aceitos. Além disso, a aplicação da função desejabilidade foi muito importante para a otimização do processamento do licor, identificando o tratamento que atendeu aos critérios pré-estabelecidos. Foi encontrado um valor de desejabilidade global de 0,78; o que corresponde a um teor alcoólico da solução extratora de 62,47 °GL.

Ao variar os teores de álcool e de açúcar dos licores de banana, foram verificadas diferenças nas características de densidade, índice de refração, teor de sólidos solúveis e os parâmetros colorimétricos L^* , a^* , b^* e C^* . Para os testes de aceitação sensorial e intenção de compra, foram observadas maiores médias hedônicas e maior intenção de compra para os licores elaborados com menores teores de álcool e teores intermediários de açúcar. Nessa etapa, também foi utilizada a função desejabilidade para se obter a formulação ideal. A desejabilidade global máxima obtida foi de 0,78, que corresponde a uma combinação de teor alcoólico de 17,29 °GL e de teor de açúcar adicionado de 289,89 g.L⁻¹.

Nesse trabalho foi possível verificar que o envelhecimento do licor de banana elaborado com 17,29 °GL de álcool e 289,89 g.L⁻¹ de açúcar influenciou na aceitação sensorial da bebida e nas análises físico-químicas. Durante os 60 dias de maturação, o pH, a absorvância e a turbidez aumentaram, enquanto a acidez e a concentração de oxigênio no *headspace* diminuíram. Em relação às análises sensoriais, foi verificado que as médias hedônicas para a cor, o aroma, a impressão global e a intenção de compra do produto foram crescentes no decorrer do armazenamento, sendo que o licor maturado com 60 dias obteve melhor aceitação e intenção de compra. Entretanto, sugerem-se outros estudos utilizando maior tempo de envelhecimento, com objetivo de avaliar o tempo no qual ocorra a estabilização das variáveis estudadas.

No estudo de clarificação, a terra de diatomácea e o papel filtro reduziram a turbidez e absorvância e tornaram o licor mais translúcido no tempo zero. No entanto, a clarificação empregando a terra de diatomácea apresentou maior efeito clarificante no licor de banana.

Diferentes combinações entre o teor de álcool e de açúcar produziram licores de banana com características sensoriais distintas. Houve influência sobre a intensidade da aderência, do aroma alcoólico, do sabor alcoólico e do gosto doce dos licores de banana. Foi verificado também que o estudo combinado dos dois fatores contribuiu no julgamento realizado pelos avaliadores para alguns termos descritivos, os quais perceberam maior ou menor intensidade de determinado atributo.

Foram identificados diferentes ésteres na banana e no licor de banana, compostos voláteis responsáveis por atribuir o aroma frutado aos produtos. No entanto, sugerem-se outros trabalhos com o intuito de quantificar as substâncias identificadas e fazer um estudo de otimização, encontrando as condições ótimas para que se tenha máxima extração dos analitos, principalmente no licor de banana, já que na literatura não existem trabalhos com esse produto.

7. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12806. **Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**: terminologia. São Paulo: Comitê Brasileiro de Alimentos e Bebidas, 1993.

ABÓN, J. M.; CASTELLAR, M.R.; ALACID, M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Production of a red–purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 471-479, 2009.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Illinois: Allured, 2007. 804p.

ADÃO, R.C.; GLÓRIA, B.A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'PRATA' banana (*Musa acuminata*) X (*M. balbisiana*). **Food Chemistry**. V.90, n.4, p.705-711, 2005).

AKIYAMA, M.; MURAKAMI, K.; IKEDA, M.; IWATSUKI, K.; WADA, A.; TOKUNO, K.; ONISHI, M.; IWABUCHI, H. Analysis of the headspace volatiles of freshly brewed arabica coffee using solid phase microextraction. **Food Chemistry and Toxicology**, v.72, n.7, 2007.

ALVES, Y.F.M.; MENDONÇA, X. M. F. D. Elaboração e caracterização sensorial e funcional de um licor típico amazônico a base de açaí (*Euterpe oleracea*). **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**. Ponta Grossa, v.5, n.3, p. 559-572, 2011.

ALMEIDA, E. L.; LIMA, L. C.; BORGES, V. T. N.; MARTINS, R. N.; BATALINI, C. Elaboração de licor de casca de tangerina. **Alimentos e Nutrição**, v.23, p.259-265, 2012.

ARAÚJO, F.B.; SILVA, P.H.A.; MINIM, V.P.R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.121-128, 2003.

ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos**. Viçosa: Editora UFV. 2015. 601p.

AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo, Edard Blucher, 1993. v.5, 227 p.

AUORE, G.; GINIES, C.; GANOU-PARFAIT, B.; RENARD, C. M. G. C.; FAHRASMANE, L. Comparative study of free and glycoconjugated volatile compounds of three banana cultivars from French West Indies: Cavendish, Frayssinette and Plantain. **Food Chemistry**, v.129, p.28–34, 2011.

AUORE, G., PARFAIT, B., FAHRASMANE, L.. Bananas, raw materials for making processed food products. **Trends Food Science Technology**. v.20, p.78–91, 2009.

BARROS, J. C.; Santos, P. A.; ISEPON, J. S.; SILVA, J. W.; SILVA, M. A. P. Obtenção e avaliação de licor de leite a partir de diferentes fontes alcoólicas. **Global Science and Technology**, v.1, p.27-33, 2008.

BERNABÉ, B. M. **Estudo da cinética de extração alcoólica durante o processamento de licor de banana**. 2014.86f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

BORRAGINI, M. C. C. **Envelhecimento da cachaça com circulação de ar forçada e aeração**. 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2009.

BORGES, J.M. **Práticas de tecnologia de Alimentos**. Imprensa Universitária, Viçosa, UFV, 1975. 156p.

BOUDHRIOUA, N.; GIAMPAOLI, P.; BONAZZI, C. Changes in aromatic components of banana during ripening and air-drying. **LWT- Food Science and Technology**, v. 36, p. 633–642, 2003.

BRAGANÇA, M. G. L. **Licor Processamento Artesanal**. Informação tecnológica. Belo Horizonte, EMATER, 2013, p. 1-22.

BRASIL. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BUGAUD, C.; ALTER, P. Volatile and non-volatile compounds as odour and aroma predictors in dessert banana (*Musa spp.*), **Postharvest Biology and Technology**, v. 112, p. 14–23, 2015.

CANER, C.; ADAY, M. S. Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging. **Packaging Technology and Science**, v. 22, p. 115 – 122, 2009.

CANUTO, K. M.; GARRUTI, D.S.; MAGALHÃES, H.C.R. **Microextração em Fase Sólida: Método Analítico Prático para Extração de Compostos Voláteis de Frutas**, 2011. - (Documentos / Comunicado Técnico, ISSN 1679-6535).

COLLADO-FERNÁNDEZ, M.; GONZÁLES-SANJOSÉ, M. L.; PINO-NAVARRO, R. Evaluation of turbidity: correlation between Kerstex turbidimeter and nephelometric turbidimeter. **Food Chemistry**, v. 71, p. 563-6, 2000.

CARVALHO, R.F. **Dossiê Técnico – Produção de licores**. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BARETEC, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2007.

CEAGESP – Centro de Qualidade Hortigranjeiro. **Ficha da Banana**. São Paulo, s. d.

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

COELHO, E. F. **Curso de bananicultura irrigada**, Eugênio Ferreira Coelho. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. - (Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN1809-4996; 176).

DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MINIM, V.P.R. (Ed) **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 3ª Ed. Viçosa: editora UFV, 2013. p.13 – 49.

DERRINGER, G. e SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, p. 214–219, 1980.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2015.

EMBRAPA. **Licor de Frutas**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brasília, Informações Tecnológicas, 2006.

EMBRAPA. **Produção Brasileira de Banana em 2013**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Brasília, Informações Tecnológicas, 2014.

FACUNDO, H.V.V., GARRUTI, D.S., DIAS, C.T.S., CORDENUNSI, B.R., LAJOLO, F.M. Influence of different banana cultivars on volatile compounds during ripening in cold storage. **Food Research International**. v. 49, 626–633, 2012.

FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nations. Disponível em: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

FAO – Food and Agriculture Organization. 2013 **FAOSTAT**. Produção Mundial de Banana. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em 01 mai. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization. 2011 **FAOSTAT**. Produção Mundial de Banana. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em 01 mar. 2015.

FARIA, J. B.; CARDELLO, H. M. A. B.; BOSCOLO, M.; ISIQUE, W. D.; ODELLO, L.; FRANCO, D. W. Evaluation of Brazilian woods as an alternative to oak for cachaças aging. **European Food Research and Technology**, v. 218, n. 1, p. 83-87, 2003.

FRANÇA, S. C. A.; LUZ, A. B.; INFORÇATI, P. F. **Rocha e Minerais Industriais**, CETEM/MCT: Rio de Janeiro, 2008.

FRANÇA, S. C. A.; LUZ, A. B.; SILVA, A. O. Relatório Técnico 14/01, CETEM, 2001, p. 61.

FRANÇOSO, I.L.T.; COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.3, p. 614-619, 2008.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport processes and separation process principles: includes unit operations**. 4th. New Delhi: Prentice Hall of India Private, 2007. 1056p.

GEÓCZE, A. C. **Influência da Preparação do Licor de Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba Vell berg*) no Teor de Compostos Fenólicos**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

GEORGE, H. **Elaboración artesanal de licores**. Zaragoza: Acribia, S. A., 1986. 117p.

GODOY, R. C. B. **Estudo das variáveis de processo em doce de banana de corte elaborado com variedade resistente a Sigatoka-negra**. 259p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GÓMES, L. F. H.; IRANZO, J. U.; PÉREZ, A. B. Role of maceration in improving melon spirit. **European Food Research and Technology**, n. 220, p. 55-62, 2005.

HERBERT, C. G., e JOHNSTONE, R. A. W. **Mass spectrometry basics**, CRC Press, Washington, 2003.

HUENERBEIN, A.; MARQUES, M.A.S.; NETO, F. R. A. Improvement in steroid screening for doping control with special emphasis on stanozolol. **Journal of Chromatography A**, v.985, p.375-389, 2003.

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: < <http://incaper.web407.uni5.net/revista.php?idcap=978>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

JORDAN M. J.; TANDON, K.; SHAW, P. E.; GOODNER, K. L. Aromatic profile of aqueous banana essence and banana fruit by gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-olfactometry (GC-O), **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4813-4817, 2001.

KATAOKA, H.; LORD, H.; PAWLISZYN, J. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 880, p. 36-62, 2000.

KIEBER, J. Etileno: o hormônio gasoso. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds). **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. p.541-559.

LUBECK, A.J.; SUTTON, D.L. Kovats retention indices of selected hydrocarbons through C10 on bonded phase fused silica capillaries. **Journal of High Resolution Chromatography & Chromatography Communications**, Weinhein, v.6, n.6, p.328-332, jun.,1983.

MACHADO, M.R. **Elaboração e validação de um fluido mimetizador do sangue humano quanto às suas propriedades ultra-sônicas, reológica e térmica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEIREDO, R. W. **Processamento de frutas tropicais**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MAYR, D.; MARK, T.; LINDINGER, W.; BREVARD, H.; YERETSIAN, C. Breath-by-breath analysis of banana aroma by proton transfer reaction mass spectrometry. **Int. J. Mass Spect.** V. 223- 224, p.743-756, 2003.

MATTEI, A.; PAILLARD, N. Analyse de l'émission volatiles de la banana. **Fruits**, v. 28, p. 231-238, 1973.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. C.; SILVA, L. F. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da validade-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p. 293-297, 2004.

MATSUURA, F. C. A. U.; POLEGATTI, M. I. S. **Banana: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

MICHEN, B.; DIATTA, A., FRITSCH, J.; ANEZIRIS, C.; GRAULE, T. Removal of colloidal particles in ceramic depth filters based on diatomaceous earth. **Separation and Purification Technology**, v.81: p.77–87, 2011.

NASCIMENTO JUNIOR, B.B.; OZORIO, L.P.; REZENDE, C.M. SOARES, A.G.; FONSECA, M.J.O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.649-658, 2008.

NIELSEN, S. S. **Food analysis**. 3. ed. West Lafayette: Springer, 2003.

NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. Ultra e Microfiltração de Licor de Acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.4, p. 305-311, 2005.

NOGUEIRA, J.M.F., FERNANDES, P.J.P., NASCIMENTO, A.M.D. Composition of volatiles of banana cultivars from Madeira island. **Phytochemical Analysis**. v.14, p. 87–90, 2003.

OLIVEIRA, A.M. ; NÁDIA , R.P.; MARSAIOLI, A. ;AUGUSTO, F. Studies on the aroma of cupuassu liquor by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography. **Journal of chromatography A**. v.1025, p.115-124, 2004.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, p.534-41, 2011.

OLIVEIRA, E.N.A; SANTOS, D.C.; GOMES, J.P; ROCHA, A.P.T.; ALBUQUERQUE, E.M.B. Estabilidade física e química de licores de graviola durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.3, p.245-251, 2015

OLIVEIRA, E.N.A; SANTOS, D.C.; SANTOS, Y.M.G; OLIVEIRA, F.A.A. Agroindustrial utilization of soursop (*Annona muricata* L.) for production of liqueurs:

Sensory evaluation. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v.5, n.1, p 33-42, 2014.

PASSOS, F. R.; CRUZ, R. G. da; SANTOS, M. V.; FERNANDES, R. V. de B. Avaliação físico-química e sensorial de licores mistos de cenoura com laranja e com maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 211-218, 2013.

PBMH e PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de Classificação de Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006.

PENHA, E. M. **Licor de Frutas**. Distrito Federal, Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2006. 40p.

PENHA, E. M. **Produção de um licor de acerola**. 155p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

PENHA, E. M.; DELLA MODESTA, R. C.; GONÇALVES, E. B.; SILVA, A. L. S. Efeito dos teores de álcool e açúcar no perfil sensorial de licor de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.1, p. 33-42, 2003.

PENHA, E. M. **Manual para fabricação artesanal de licor de acerola**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 17p

PESSOA, T.R.B.; EL-AOUAR, A.A.; **Avaliação do Processo de Obtenção de Farinha da casca de banana (*musa sapientum*) das variedades Prata, Pacovan e Maçã**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Paraíba, Paraíba, 2009.

PINHEIRO, P. F.; QUEIROZ, V. T.; RONDELLI, V. M.; COSTA, A. V.; MARCELINO, T. P.; PRATISSOLI, D. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 2, p. 138-144, mar./abr., 2013.

PINO, J.A. FEBLES, Y. Odour-active compounds in banana fruit cv. Giant Cavendish. **Food Chemistry**. v.141, p. 795–801, 2013.

PLUTOWSKA, B.; WARDENCKI, W. Aromagrams – Aromatic profiles in the appreciation of food quality. **Food Chemistry**, v.101, p.845-872, 2007.

PONTES, S.F.O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*musa sapientum*) desidratada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

POREDA, A.; ZDANIEWICZ, M.; STERCZYŃSKA, M.; JAKUBOWSKI, M.; PUCHALSKI, C. Effects of Wort Clarifying by using Carrageenan on Diatomaceous Earth Dosage for Beer Filtration. **Food Technology and Economy, Engineering and Physical Properties**, v.33, n.4, p. 392-397, 2015.

QUEIROZ, M.E. Microextração em fase sólida para análise de fármacos em fluidos biológicos. **Scientia Chromatographica**, v. 1, p. 1–9, 2009.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M.G. Avaliação Objetiva da Cor. In: RAMOS e GOMIDE. (Org). **Avaliação da qualidade da carne**. Viçosa: UFV, 2012.p. 287-370.

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R. Teste de Aceitação. In: MINIM, V.P.R. (Ed) **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 3ª Ed. Viçosa: editora UFV, 2013. p.13 – 49.

RIBEIRO, M.M. **Desenvolvimento e Caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango Enriquecido com Concentrado Proteico de soro**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2008.

RICHER, V.B. **Desenvolvimento de uma Técnica Descritiva por Ordenação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2006.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L; MORETTI, C.L. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. **Food Science and Technology**, v. 29, n.2, 2009.

RICHTTER, C.A; AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo, 2002. 332 p.

ROBINSON, J. C.; SAÚCO, V. G. **Bananas and plantains**. Reading, UK: CAB International, 2010. 311 p.

SAMPAIO, A. DRAGONE, G. VILANOVA, M. OLIVEIRA, J.M. TEIXEIRA, J.A. MUSSATTO, S.I. Production, chemical characterization, and sensory profile of a novel spirit elaborated from spent coffee ground. **LWT – Food Science and Technology**, v. 54, p. 557–563, 2013.

SELLI, H. GUBBUK, E. KAFKAS, E. Gunes. Comparison of aroma compounds in Dwarf Cavendish banana (*Musa* spp. AAA) grown from open-field and protected cultivation area. **Scientia Horticulturae**, v. 141,p. 76–82, 2012.

SIDES, A.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S. Developments in extraction techniques and their application to analysis of volatiles in foods. **Trends in analytical chemistry**, v.19, n.5, 2000.

SILVA, F.T.; ALVARENGA, M.B.; GOMES, C.A.O.; MAIA, M.L.L. **Noções de boas prática de fabricação e limpeza e sanificação**. Rio de Janeiro, TORREZAN. Curso de processamento de frutas. Embrapa agroindústria de alimentos, p. 15-38, 1999.

SILVA, M.P.A.; DAMÁSIO, M.H. **Análise sensorial descritiva**. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”. Campinas, 1994. 58p.

SILVA, R.C.S.N. **Caracterização sensorial e reológica de requeijão light adicionado de concentrado proteico de soro**. 2010. Dissertação (Mestrado em

Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S.C.; NASCIMENTO, M.; DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, L.A. Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. **Food Quality and Preference**.v.30, p.169 – 179, 2013.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SIMIQUELI, A.A.; MORAES, L.E.S.; GOMIDE, A.I.; MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, p. 190 – 200, 2012.

SILVA, S. O.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V. **Variedades. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n.245, p. 78-83, 2008.

SIMÕES, L. de S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H.; JUNQUEIRA, M. da S. Estudo da extração dos componentes do abacaxi em função do teor alcoólico e do tamanho da partícula para a produção de licor de abacaxi. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.16, n.3, p.239-246, 2014.

SKOOG, D.A.; HOLLER, T.; NIEMAN, A. **Princípios de análise instrumental**. Porto Alegre, Bookman, 2002. 628p.

SOLURI, J. **Consumo de massas, biodiversidade e fitomelhoramento da banana de exportação**. Belo Horizonte, v. 24, n. 39, p.47-70, 2008.

SOUZA, C.M.; BRAGANÇA, M.G.L. Doces de Minas. **Processamento Artesanal de Frutas**, Belo Horizonte, Ed, Cultura, 2001. p. 142.

SOUZA, I; PEREIRA, M.C.T; RIBEIRO, R.C.F; NIETSCHKE, S.; VICTOR, M.M.; LEMOS, J.P. Plantio irrigado de bananeiras resistentes à Sigatoka-Negra consorciado com culturas anuais. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 32,172-80, 2010.

SOUZA, G. P.; FILGUEIRA, M.; ROSENTHAL, R.; HOLANDA, J. N. F.; **Cerâmica**, 2003, n.49,

SCURACCHIO, P.A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP**. 2010. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2010.

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentos (NEPA)**, UNICAMP, Campinas, 2011. Disponível em:<http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada>. Acessado em: jul. de 2016.

TEIXEIRA, L. J. Q. **Avaliação tecnológica de um processo de produção de licor de banana**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

TEIXEIRA, L. J. Q.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P.; SILVA, P. H. A.; STRINGHETA, P. C. Avaliação tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de banana. **BOLETIM CEPA**, v.23, n.2, p.329-346, 2005.

TEIXEIRA, L. J. Q.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P.; STRINGHETA, P. C. Testes de aceitabilidade de licores de banana. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.2, p. 205-209, 2007.

TEÓFILO, R. F.; FERREIRA, M. M. C. Quimiometria II: Planilhas eletrônicas para cálculos de planejamentos experimentais, um tutorial. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 338-350, 2006.

VALENTE, A. L. P.; AUGUSTO, F. Microextração por fase sólida. **Química Nova**, v.23, n.4, p.523-530, 2000.

VENTURINI FILHO, W.G. **Bebidas alcoólicas**. São Paulo, Edgar Blucher, 2010. v.1, 461 p.

VERMEIR, S.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; VANKERSCHAUER, K.; SWENNEN, R.; NICOLAÏ, B.M.; LAMMERTYN, J. Instrumental based flavour characterisation of banana fruit. **LWT- Food Science and Technology**. v.42, p.1647–1653, 2009.

VIERA, V.B.; RODRIGUES, J.B.; BRASIL, C.C.B.; ROSA, C.S. Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) mcvaugh). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 519-522, 2010.

VILAS BOAS, E. V. B. ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. (Eds.). **Banana: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 15-19, 2001.

WILLIE, S. G.; FELLMAN, J. K.; Formation of volatile branched chain esters in bananas (*Musa sapientum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 3493-3496, 2000.

YERETZIAN, C.; MAYR, D.; MÄRK, T.; LINDINGER, W.; BREVARD, H.; Breath-by-breath analysis of banana aroma by proton transfer reaction mass spectrometry. **International Journal of Mass Spectrometry**, v. 223, p. 743-756, 2003.

YODER, C. **Index of refraction**. 2012. Disponível em: <<http://www.wiredchemist.com/chemistry/instructional/laboratory-tutorials/index-of-refraction>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

APÊNDICE A – FICHA DA ACEITAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____

Idade: _____

Data: _____

Por favor, avalie a amostra de licor de banana e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto.

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

9 – Gostei extremamente

Cor: _____

8 – Gostei muito

Aroma: _____

7 – Gostei moderadamente

Sabor: _____

6 – Gostei ligeiramente

Impressão global: _____

5 – Indiferente

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei extremamente

Comentários: _____

APÊNDICE B – FICHA DA ACEITAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ Idade: _____

Por favor, anote o código da amostra, prove-a e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto.

Código da amostra: _____

- Gostei extremamente
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Indiferente
- Desgostei ligeiramente
- Desgostei moderadamente
- Desgostei muito
- Desgostei extremamente

Por favor, marque a resposta que melhor corresponde à sua intenção de compra:

- Definitivamente compraria
- Provavelmente compraria
- Talvez compraria/ Talvez não compraria
- Provavelmente não compraria
- Definitivamente não compraria

Comentários: _____

APÊNDICE C – FICHA DA ACEITAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ Idade: _____

Por favor, anote o código da amostra, prove-a e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto.

Código da amostra: _____

9 - Gostei extremamente

Cor: _____

8 - Gostei muito

Aroma: _____

7 - Gostei moderadamente

Sabor: _____

6 - Gostei ligeiramente

Impressão global: _____

5 - Indiferente

4 - Desgostei ligeiramente

3 - Desgostei moderadamente

2 - Desgostei muito

1 - Desgostei extremamente

Por favor, marque a resposta que melhor corresponde à sua intenção de compra:

() Definitivamente compraria

() Provavelmente compraria

() Talvez compraria/ Talvez não compraria

() Provavelmente não compraria

() Definitivamente não compraria

Comentários: _____

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTOS DE AVALIADORES PARA O PDO

RECRUTAMENTO DE AVALIADORES				
O Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos – CCA – UFES necessita formar uma equipe de julgadores. Se você deseja participar dessa equipe, favor preencher o formulário abaixo. Se tiver qualquer dúvida, ou necessidade de informação complementar, não hesite em nos contatar.				
Nome:				
e-mail:				
Faixa etária <input type="checkbox"/> 18 – 25 <input type="checkbox"/> 26 – 36 <input type="checkbox"/> 37 – 50 <input type="checkbox"/> acima de 50				
Endereço:				
Telefone : ()				
Horários e dias da semana em que trabalha ou tem aula				
2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
Você tem interesse e disponibilidade para participar de análises sensoriais de licor de banana? <div style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não </div> Porquê? _____ <div style="text-align: center;">-</div>				
1-Indique o quanto você aprecia banana: <input type="checkbox"/> Gosto <input type="checkbox"/> Nem gosto/nem desgosto <input type="checkbox"/> Desgosto				
2-Indique o quanto você aprecia licor: <input type="checkbox"/> Gosto <input type="checkbox"/> Nem gosto/nem desgosto <input type="checkbox"/> Desgosto				
3-Indique com que frequência você consome licor <input type="checkbox"/> todo dia <input type="checkbox"/> de uma a três vezes na semana <input type="checkbox"/> quinzenalmente <input type="checkbox"/> mensalmente <input type="checkbox"/> outro. Cite: _____				
4-Cite um alimento que seja doce:				
5-Cite um alimento que seja adstringente:				
6-Cite um alimento que seja alcoólico:				
7-Marque na linha à direita de cada figura um trecho que identifique a proporção da figura que foi coberto de preto (não use a régua).				
Exemplo:				



Nenhuma



Toda

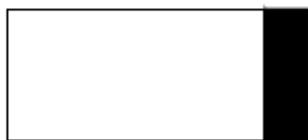


Nenhuma



Toda

Agora é a sua vez:



Nenhuma



Toda



Nenhuma



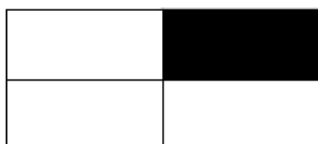
Toda



Nenhuma



Toda



Nenhuma



Toda

8-Você está tomando alguma medicação que possa influenciar na sua capacidade de perceber cheiros e sabores? Em caso positivo, cite o medicamento.

9-Você possui ou apresenta:

- () Diabetes
- () Alergia a alimentos
- () Enxaqueca
- () Doenças bucais
- () Dentadura
- () Daltonismo
- () Outro: _____

APÊNDICE E – FICHA DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE TRIANGULAR

Nome: _____

Data: ___ / ___ / ___

Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule o código da amostra que lhe pareça diferente. Enxague a boca com água entre as avaliações e espere 30 segundos.

Comentários: _____

APÊNDICE F – LISTA DE TERMOS DESCRITIVOS PARA ANÁLISE SENSORIAL DE LICOR DE BANANA

Atributo	Definições	Referências
APARÊNCIA		
Aderência	Capacidade de aderir à parede do copo (Escorre no copo)	Nenhuma: água
		Muita: solução de xarope de milho yoki (75%) em água (25%)
AROMA		
Aroma de banana	Aroma característico de banana	Nenhum: água
		Forte: banana prata madura
Aroma alcoólico	Aroma característico de álcool	Nenhum: água
		Forte: Álcool de cereais a 95°GL
TEXTURA		
Viscosidade	Propriedade de resistência ao escoamento do licor de banana sentido na boca	Nenhuma: água
		Muita: solução de xarope de milho yoki (75%) em água (25%)
SABOR		
Sabor alcoólico	Sabor característico de álcool	Fraco: Licor de banana elaborado com 40% de banana a 17,29°GL e 289,89 g/L de açúcar, diluído com água (15%)
		Forte: Licor de banana elaborado com 40% de banana a 17,29°GL e 289,89 g/L de açúcar, adicionado de álcool de cereais a 95°GL (10%)
Gosto doce	Sensação de doce que remete ao açúcar	Fraco: Licor de banana elaborado com 40% de banana a 17,29°GL e 289,89 g/L de açúcar, diluído com água (30%)
		Forte: Licor de banana elaborado com 40% de banana a 17,29°GL e 289,89 g/L de açúcar, adicionado de açúcar (10%)

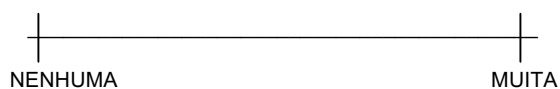
APÊNDICE G – EXEMPLO DE FICHA DE AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS NO TESTE DO PDO

Nome: _____ Data: __/__/__.

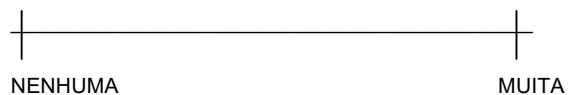
Atributo: ADERÊNCIA

Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e marque, com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que melhor identifique a intensidade da característica avaliada.

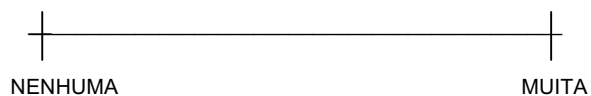
Código: _____



Código: _____



Código: _____



Código: _____

