

OBTENÇÃO DO DESTILADO DA BANANA NANICA A PARTIR DE ALAMBIQUE CONFECCIONADO COM MATERIAL ALTERNATIVO.

Cássio Alves Pereira Sampaio¹, Damilson Ferreira Dos Santos²

Resumo: O destilado (cachaça) é uma das bebidas mais consumidas no Brasil e no mundo, em virtude do seu sabor, aroma e teor alcoólico característicos. Sendo patrimônio material do Brasil com mais de 45 mil produtores, com uma grande dependência da cana-de-açúcar como fonte de matéria-prima para produção do destilado, onde a safra ocorre a cada 6 meses ao ano, esta situação faz com que os produtores sejam dependentes desta fonte ou procurem utilizar outras fontes de matéria-prima para suprir a demanda do mercado consumidor. A banana tem grande potencial para suprir essa carência das destilarias de grande e pequeno porte, com viabilidade de uso nos alambiques e baixo custo para processamento, uma vez que o maior consumidor deste fruto é o consumidor interno e seu consumo se dá, em grande parte, *in natura* o que gera desperdício, podendo este ser minimizado com melhor destinação da fração desperdiçada do fruto para as destilarias de grande, pequeno porte ou microempreendedores tornando-se uma alternativa para as destilarias, uma vez que o seu teor de açúcares em estado maduro pode chegar a 20°Brix. O presente trabalho tem como objetivo a viabilização da produção do destilado da banana nanica através de alambique confeccionado com materiais alternativos viabilizando a produção para microempreendedores e diminuindo o desperdício deste fruto, sem perdas de sabor, qualidade e aroma do destilado, agregando valor ao produto e rentabilidade para o empreendedor. Para o preparo do mosto da banana nanica foi feita a trituração do fruto com liquidificador convencional. No ajuste do grau Brix adicionou-se água destilada para evitar contaminação, seguido de um posterior tratamento térmico, onde o mosto foi colocado em uma dorna confeccionada com material alternativo e inerte. No processo de fermentação foi utilizado o fermento selecionado CA-11 da espécie *saccharomyces cerevisiae* devido sua rapidez, mais aroma extraído do fruto, baixa formação de espuma, baixa acidez e baixa formação de produtos secundários não desejáveis na fermentação, sendo feita a fermentação pelo método airlock, o processo ocorrendo em torno de 18 a 24 horas a partir do término da alimentação. A destilação feita por alambique confeccionado com materiais alternativos, termômetro de haste para controle da temperatura interna do vinho, panela de aço inox devido o material ser inerte, não interagindo com o vinho da banana nanica, tubulação de cobre, com espessura de 3/8" e comprimento total de 4,5 metros, para confeccionar a serpentina e trechos retos, sendo o cobre material mais utilizado nos alambiques devido sua condutividade térmica e catalisação, transformando compostos indesejáveis em compostos desejáveis, reduzindo a formação de tiosulfatos causadores do mau odor, entre outros. O destilado obtido, fração coração, teve graduação alcoólica de 40°GL, o que está dentro das especificações do ministério da agricultura.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento do mercado consumidor e a busca por novas fontes de matéria-prima para suprir a demanda do consumo do destilado, faz com que novas tecnologias e fontes alternativas para obter o destilado sejam necessárias para suprir o mercado consumidor. Sendo que a cana-de-açúcar é a maior fonte de matéria-prima devido aos altos teores de açúcares redutores e fácil plantio, e o uso dos resíduos sólidos como fonte de biomassa, calor, entre outras utilizações. A cana-de-açúcar continua sendo a principal fonte de obtenção da cachaça no Brasil. Sendo que, no Brasil há outras fontes alternativas para obter o destilado, entre estas fontes temos a banana nanica rica em açúcares no seu estado maduro e vitaminas que são importantes no processo da fermentação alcoólica.

A banana nanica em seu estado madura pode ser utilizada para a produção desta bebida, visto que, quando verde, possui carboidratos armazenados na forma de amido, sendo estes convertidos por hidrólise enzimática natural a açúcares prontamente fermentescíveis durante o amadurecimento. Na utilização direta da banana verde, o amido deverá sofrer quebra por meio de métodos como químico enzimático ou calor e pressão. Então, com o uso da banana madura não seria necessário o uso de enzimas amilases, portanto, diminuiria o custo do processo. Na produção da aguardente de banana permite-se aproveitar a fruta em seu último estágio de maturação e com injúrias. Portanto, a elaboração desta bebida pode contribuir bastante para a redução das perdas (Guimarães Filho, 2003 apud LARA. p.12, 2007).

2. Referencial teórico

Fator econômico da produção da banana está nos 26 estados e Distrito Federal, destacando os estados de Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Pernambuco, Bahia e Ceará, enfatizando o domínio da produção e área de colheita, chegando a cerca de 95% no território nacional. Segundo a Agência de Informação Embrapa, “a banana se faz presente na mesa dos brasileiros com um consumo per capita em torno de 25 kg/ano. Porém, a parcela da renda gasta com a aquisição deste produto é de 0,87% do total das despesas com alimentação. Cerca de 98% da produção são consumidos in natura. Os outros 2% representam alimentos processados.”

O consumo dessa fruta torna o Brasil como um dos maiores produtores atrás da Indonésia, China e Índia, com estimados 6,7 milhões de toneladas em 2018. Segundo FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) “em média, aproximadamente 25% da produção mundial total de banana tem origem na América latina e Caribe, com volume de produção anual de aproximadamente 54 milhões de toneladas entre 2016 e 2018 (média de três anos)”.

2.1 Legislação das bebidas alcoólicas

Entende-se por bebida alcoólica, toda e qualquer bebida que em sua composição apresente percentual de álcool em sua constituição. De acordo com as normas e leis estabelecidas pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) que determina o padrão e qualidade da aguardente e cachaça que tenham legalidade e disposições na normativa n. 13 de 26/06/2005, alterada pelas Normativas n. 58 de 19/12/2007, n. 27 de 15/05/2008 e n. 28 de 08/08/2014. De acordo com o órgão fiscalizador; cachaça sendo produto nacional que pode conter teor alcoólico entre 38 a 48% da sua constituição, contendo aromas, sabores característicos de mostos de frutas e/ou caldo de cana com suas análises sensoriais peculiares a cada matéria prima utilizada para preparo do destilado, podendo até ser adicionados açúcares 6 g/L expressões de sacarose. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária– Brasília: MAPA/AECE, 2019.)

Dentre alguns aspectos são mencionados alguns critérios como:

Cachaça ouro em sua constituição tenha no mínimo 50% de aguardente envelhecida em barris de madeira, capacidade de 700 litros, sendo período de armazenamento a partir de um ano de armazenamento.

Cachaça Premium sendo em sua constituição 100% de cachaça envelhecida em barris de madeira adequada, com volume de armazenamento no máximo de 700 litros por no mínimo um ano de armazenamento.

Cachaça extra Premium constituída por 100% de cachaça envelhecida por um período de três anos no mínimo do seu armazenamento em barris de madeira adequados para envelhecimento.

Cachaça de alambique: É a bebida com graduação alcoólica de 38% a 48% v/v, à temperatura de 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, em alambique de cobre, sem adição de açúcar, corante ou outro ingrediente qualquer. Corresponde à fração denominada coração, que vem a ser à parte destilada, de mais ou menos 80% do volume total, que fica entre as frações “cabeça” e “cauda” ou “água fraca” (Pinto, 1991, apud RODAS, 2005).

Cachaça industrial: É a bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% v/v, à temperatura de 20°C, obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcares até seis gramas por litro e adicionada de caramelo para a correção da cor (Pinto 1991, apud RODAS, 2005).

Aguardente de cana: Termo usado para denominar, genericamente, os destilados brasileiros obtidos da cana-de-açúcar: cachaça e caninha industrial (Pinto 1991, apud RODAS, 2005).

A Lei nº 13.648 de 11 abril de 2018 para produção do suco e polpa da fruta em estabelecimento familiar rural, sob responsabilidade do proprietário e quantidades para produção dos produtos, que atendam os padrões de qualidade, controle sanitário, requisitos tecnológicos nas leis 8.918 de 14 de julho de 1994 e 7.678 de 08 de novembro de 1988.

2.2 Comportamentos físico-químicos durante o processo de maturação da banana.

A determinação de teores de amido, açúcares, a coloração da casca e polpa da banana nanica são fundamentais para determinar uma fermentação adequada, juntamente com o controle do pH e acidez são fundamentais para determinar a qualidade e quantidade de destilado obtido no processo. Para não conter álcool indesejável, fermentações indesejáveis, aromas e teores alcoólicos fora das determinações da legislação.

2.2.1 Teor de Amido

O quantitativo de amido presente na banana diferencia o sabor. As bananas não apresentam sabor adocicado em alto teor de amido. As frutas climatéricas apresentam alto teor de amido, que durante processo de maturação é transformado em sacarose, apresentando em seu estágio inicial de maturação maiores teores de amido e baixo teor de açúcar, contudo em estágios de maturação finais esses teores se invertem, sendo que a sacarose

aumenta enquanto o teor de amido é reduzido, condiz que, o amido é convertido em sacarose durante processo de maturação. (CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2016).

Pelo processo de fotossíntese, os açúcares sintetizados nas folhas são polimerizados e armazenados nas frutas na forma de amido. Durante a maturação, o amido armazenado na polpa da fruta é hidrolizado, transformando-se em açúcares solúveis. Quanto mais madura a fruta, menor o conteúdo de amido e maior o de açúcar. Assim, o desaparecimento progressivo do amido da polpa permite acompanhar a evolução da maturação. (GIRARDI, p.39, 2018.)

No processo para obtenção do destilado a partir da banana Cavendish há interesse na sacarose, para obter maior taxa de conversão em álcool. Desta forma o fruto deve estar em estágio de maturação adequado para maior aproveitamento do mesmo no processo.

Pelo processo de fotossíntese, os açúcares sintetizados nas folhas são polimerizados e armazenados nas frutas na forma de amido. Durante a maturação, o amido armazenado na polpa da fruta é hidrolizado, transformando-se em açúcares solúveis. Quanto mais madura a fruta, menor o teor de amido e maior o de açúcar. Assim, o desaparecimento progressivo do amido da polpa permite acompanhar a evolução da maturação em testes de reação com iodo. Desse modo, o amido colore-se de azul, indicando regiões da polpa em que a hidrólise ainda não ocorreu. O processo de redução de seu teor ocorre de uma forma progressiva, de dentro para fora, sendo variável de acordo com a variedade (GIRARDI; BENDER; SANHUEZA, 2002 apud FERNANDES, p.25 2011)

2.2.2 Teor de Açúcares

A banana Cavendish contém açúcares no decorrer da conversão do amido em açúcar no processo de maturação do fruto. Os açúcares redutores serão convertidos através da fermentação, de modo que na fermentação os açúcares são convertidos em álcool e dióxido de carbono, este processo ocorre na ausência de oxigênio.

A princípio, todas as fermentações alcoólicas são semelhantes, por assim dizer, podendo ser de mosto de cana-de-açúcar, de uva, de banana ou de qualquer outra matéria-prima que possua açúcares em sua constituição, diretamente fermentescíveis ou não, sendo necessário, neste caso, o procedimento de quebra de moléculas maiores, como exemplo, o amido, por meio de métodos diversos (químicos, enzimáticos, ou sob calor e pressão). (GUIMARÃES, 2003, p.22).

A fermentação destes açúcares para conversão de gás carbônico e etanol, através de bactérias que por metabolismo fazem parte fundamental e necessária para o destilado da banana, segundo Rose (1977 apud GUIMARÃES, 2003) o principal processo bioquímico na produção de bebidas alcoólicas está no catabolismo de açúcares simples realizado por cepas de *saccharomyces cerevisiae*, onde produz etanol e gás carbônico.

Nos diversos frutos estudados, aproximadamente 80% dos carboidratos solúveis totais foram constituídos por glicose, frutose e sacarose. A sacarose foi o açúcar predominante nos seguintes frutos: manga, jabuticaba, abacaxi, laranja e banana. O teor mais elevado de carboidratos solúveis totais (20,44% na polpa fresca) foi encontrado para banana nanica (GUIMARÃES, et al 1976, p.01).

Os cultivares estudados apresentaram diferenças acentuadas nos teores de açúcares solúveis nos frutos maduros, variando desde 9,7% no cultivar mysore até 20,6% na banana nanica. Observou-se uma queda no teor de amido paralelamente ao acúmulo de açúcares solúveis. No cultivar Ouro colatina o teor de amido variou de 22,0% no fruto verde para 1,2% no fruto maduro, havendo um acúmulo de sacarose no decorrer do amadurecimento, atingindo níveis de 12%. Nos cultivares nanica e nanicão os teores de amido foram de 21,7% a 0,9% com acúmulo de sacarose a 15,2% e 14% no fruto maduro, respectivamente. (MOTA, p.03, 1997)

Os teores residuais de amido na banana madura foram de 0,9% nas bananas Nanica e Nanicão, 1,2 e 1,6% nas bananas Ouro Colatina e Mysore, 2,5% na banana Prata Anã, 5,2% na Prata Comum e até 7,1% na Ouro da Mata. (MOTA, p.04, 1997)

2.2.3 Grau Brix

A primeira providência é a determinação do teor de açúcar, podendo ser utilizado aerômetro ou sacarímetro de Brix. Uma boa fermentação ocorre com o caldo de cana numa concentração de açúcares entre 15 e 18 °Brix e numa temperatura de 30 °C. (GUIDOLIN, 2006, p.02).

O teor de BRIX é a porcentagem de sólidos solúveis presentes em uma solução, açúcares etc. A análise a partir do BRIX determina a presença de densidades diferentes na mesma concentração (BICHARA, 2014 apud SILVA et al p.06, 2016.)

Pode-se calibrar o Brix pelas gramas de açúcar presentes na solução. O método consiste em encontrar o total de sólidos solúveis na água (açúcar, sais, proteínas etc.) (ARAÚJO, 2010, apud SILVA, et al, p.06, 2016).

Observa-se que na produção do etanol, quanto maior o índice do °Brix, mais está sendo eficiente o uso de concentradores de vinhaça, fazendo com que se possa avaliar que com o índice elevado do °Brix, o teor de água diminui, reduzindo o volume, concentrando uma maior quantidade de sólidos e podendo esse resíduo ser reutilizado de forma ecológica, sustentável e econômica. Andrade et al (2013, SILVA, Et al, 2016).

A quantificação dos açúcares presentes na solução é determinante para o processo de fermentação, sendo que uma baixa concentração de açúcares pode acarretar em lenta fermentação sendo prejudicial para o processo e acarretando numa fermentação incompleta, o inverso também pode ser dito, quanto maior a concentração de açúcares no mosto pode ocasionar saturação na solução e mau desempenho das leveduras, sendo o indicado padronizar o Brix para maior eficiência do processo e maior desempenho das leveduras.

2.2.4 Coloração da casca do fruto

A análise da coloração do fruto para determinação aparente das condições de conversão do amido presente em estágio (verdoso) para açúcares no decorrer da maturação da banana nanica se faz por análise visual da casca do fruto em diferentes estados de maturação, desta forma podemos de forma qualitativa saber a presença de açúcares convertidos a partir de frutos verdes para os estágios finais da maturação conforme a **Figura 01**.

A composição química da fruta muda conforme seu grau de maturação. Para o processamento da maior parte dos produtos derivados de banana são utilizadas frutas maduras, com aroma e sabor intensos. No entanto existem alguns subprodutos de banana que requerem o uso da fruta ainda verde, devido ao grande teor de amido. Maccari, Felipe (2006, apud MATOS. 2015. p.19).

A cor da casca é conhecida por apresentar uma boa correlação com a conversão de amido em açúcar, desenvolvimento de sabor e características favoráveis de textura da polpa. Em vista disso, foram determinadas relações entre o brilho e outros parâmetros da banana com a cor da casca desta fruta, para verificar se o seu brilho pode representar um indicador do estágio de maturação da fruta. (OLIVEIRA. 2007. p.13)

Figura 01 - Maturação da banana.

GRAU DE COLORAÇÃO	COR DA CASCA
1	Verde
2	Verde, traços amarelos
3	Mais verde que amarelo
4	Mais amarelo que verde
5	Amarelo, pontas verdes
6	Totalmente amarelo
7	Amarelo com leves manchas marrons
8	Amarelo com aumento de áreas marrons

Fonte: (CHITARRA e CHITARRA 1984, apud MATOS, 2015. p.21).

2.2.5 Assepsia

A assepsia do fruto deve ser em água corrente para retirar possíveis materiais sólidos existente na casca, paralelamente, deve ser feito assepsia do material usado para confeccionar as dornas de alimentação e preparo do mosto. Sendo indispensável para melhor desempenho e qualidade da fermentação, de modo que, este procedimento garante que leveduras e bactérias não selecionadas façam fermentações indesejáveis e causem menor rendimento e qualidade no vinho.

Em 1 litro de água, adiciona-se 10 ml (1 colher de sopa rasa) de água sanitária a 2,5%. A água sanitária deve ser sem perfume e com recomendações para uso em alimentos. No caso de utilizar o hipoclorito de sódio, deve-se seguir a recomendação do fabricante. A solução clorada só deve ser utilizada em utensílios e equipamentos de aço inox ou plástico. O uso em outros materiais poderá danificá-los. (Secretaria Municipal de Educação de Sapianga. Higiene e Segurança do Alimento Cartilha Orientativa, 2010. p.20)

2.2.6 Tratamento térmico

O tratamento térmico deve ser feito no processo de formação do mosto para melhor desenvolvimento da levedura selecionada para o metabolismo dos carboidratos para formação de etanol, e inibição de microrganismos e leveduras nativas que prejudicam e retardam o processo fermentativo.

Alcarde (2017, p. 40) “Visando uma melhor qualidade química e microbiológica, o caldo deve ser submetido a um tratamento térmico, que consiste em aquecê-lo a temperaturas entre 70 °C e 100 °C, com posterior resfriamento natural em tanque apropriado”. Na utilização de levedura selecionada para processo de fermentação é indispensável o tratamento térmico, para inibição de leveduras nativas da matéria-prima que possam constituir no mosto.

Alcarde (2017, p.48) diz que “a contaminação microbiana ocorre devido à carga de microrganismos que acompanha a matéria-prima até a indústria e a falta de assepsia durante o processo. Os contaminantes microbianos podem ser leveduras ou bactérias.” O objetivo é possibilitar ambiente propício para prevalência da levedura selecionada que irá fazer parte no processo fermentativo e fornecer destilado de qualidade e aroma característico da fruta. Assim podemos determinar que o mosto seja todo líquido com teor de açúcares passível de sofrer fermentação.

2.2.7 Preparo do mosto

Para a preparação do inóculo a ser utilizado na fermentação da aguardente de banana, é necessário conhecer a composição química do fruto e aproveitar a tecnologia de produção de aguardente de cana, objetivando estabelecer as condições ótimas para o desenvolvimento do inóculo, bem como a possibilidade da geração de produtos primários e secundários que poderão surgir durante a fermentação. (GUIMARÃES FILHO, 2003, p.13)

O grau Brix ideal do mosto para fermentação é de 16 a 18. Assim, quando necessário, o caldo extraído deve ser diluído em água potável e (isenta de cloro) para que seu Brix fique dentro da faixa ideal para fermentação (ALCARDE, 2017, p.39).

Os caldos com elevada concentração de açúcares são prejudiciais à atividade fermentativa das leveduras, além de poder acarretar fermentações lentas e incompletas, ocasionando a redução do rendimento industrial. Por outro lado, os caldos com baixa concentração de açúcares proporcionam um ambiente mais favorável ao desenvolvimento de microrganismos contaminantes e resultam em maior consumo de vapor e de água de resfriamento no processo de destilação, além de gerar um maior volume de vinhaça. (ALCARDE, 2017, p.37).

Quando o caldo está com uma concentração acima de 18 °Brix, torna-se necessário a sua diluição para garantir um bom trabalho de fermentação e a estabilidade do fermento ao longo de todo o período de fabricação. Teores altos de açúcar acarretam fermentações mais lentas e frequentemente incompletas, aumentando na destilação o teor de furfural, o que provoca aroma e gostos desagradáveis na cachaça. Teores baixos de açúcar permitem fermentações mais rápidas, porém acarretam perdas de rendimento na destilação. (GUIDOLIN, 2006, p.03).

2.2.8 Teor de acidez e pH

O controle e correção do pH no preparo do mosto e durante a fermentação (enquanto a dorna é alimentada por método de bateladas) é importante para fermentações sadias, do contrário, com pH baixos há fermentações indesejáveis e incompletas, que acarreta alto teor de acidez no destilado, oriunda de proliferações de bactérias e pH baixo.

A acidez do mosto tem influência no desenvolvimento da levedura e na fermentação. Embora a levedura prefira pH próximo de 4,5, observa-se que a acidez do caldo é praticamente suficiente para uma boa fermentação. (NOGUEIRA, 2005, p.29). Caso o alto teor de açúcares no caldo seja muito elevado, ele pode acarretar num teor de álcool muito grande o que seria prejudicial à atividade fermentativa das leveduras. O pH ideal deve ficar entre 4,8 e 6,0 e as temperaturas mais comuns são entre 26 a 32°C. (CANUTO, 2013, p.14).

O teor de acidez pode ser calculado utilizando a seguinte equação:

acidez = $3000 \times V(\text{NaOH}) / ^\circ\text{GL}$, onde:

3000 = constante

V(NaOH) = volume utilizado de hidróxido de sódio

°GL = grau alcoólico do destilado obtido.

2.3 Fermentação alcoólica

No processo de fermentação do mosto, há necessidade de adicionar ao recipiente ou tanque, uma solução a princípio, constituída de leveduras que são responsáveis para iniciar o processo de fermentação, este fermento também conhecido como pé-de-cuba, deve ser tolerante a acidez, temperatura elevada e outros. O fermento deve apresentar alta velocidade de fermentação, tolerância ao álcool produzido, baixa produção de espuma, resistência a acidez e à temperatura elevada, alta viabilidade durante ciclos fermentativos e estabilidade genérica. ALCARDE (p. 42, 2017).

A busca de padrões operacionais adequados para assegurar a qualidade da aguardente deve considerar ajustes nos níveis dos nutrientes disponíveis para a levedura, de modo a equilibrar seus efeitos benéficos sobre a viabilidade celular e o metabolismo fermentativo com níveis adequados de compostos secundários da fermentação Dominguez et al (1997, LARA, 2007).

O ideal é que o processo de fermentação transcorra sob temperaturas de 28 °C a 32 °C e se encerre entre 14 e 18 horas após terminar a alimentação da dorna. Sistemas de resfriamento e/ou aquecimento são importantes para controle da temperatura da fermentação. (ALCARDE, p. 46, 2017)

A fermentação para bebidas alcoólicas é realizada por leveduras selecionadas, de preferência as *saccharomyces cerevisae*. Conhecida como produtora de álcool. A espécie deve ser resistente a altos teores de álcool, proporcionar floras microbianas predominantes no processo de fermentação, resistir ao processo e condições de trabalho, ser formadora de produtos secundários, dos quais fornecem características e qualidades desejáveis ao destilado. (Dominguez et al. 1997, apud LARA, 2007).

O mosto da banana Musa Cavendish será fermentado por meio de processo metabólico transformando os açúcares em álcool. Para que ocorra este processo, deve ser utilizado o fermento selecionado (CA-11 da espécie *saccharomyces cerevisae*) 1g por cada litro de mosto a ser fermentado para formar o pé-de-cuba, que trata-se da adição de vitaminas e água destilada (em torno de 30° C) para ativar as leveduras e as vitaminas, é adicionado mosto diluído a 6° Brix para alimentar e não saturar a levedura ou ocasionar processo osmótico por parte da levedura. Após 30 minutos, adicionar o mosto diluído a 16° Brix e alimentar a dorna a 80% do volume total a fim de não ocasionar transbordos ocorridos por formação de espumas. A fermentação deve ocorrer entre 28° a 32°C para melhor desenvolvimento da levedura selecionada. Segundo Janzanti (2004), a fermentação é a principal etapa do processo de produção de aguardente. Nesta etapa a açúcar e outros compostos presentes no mosto são transformados em etanol, CO₂ e outros produtos que são responsáveis pela qualidade e defeitos do produto (CAMPOS. p. 43, 2011).

3. Destilação

A mistura do mosto com a levedura recebe o nome de vinho bruto. Após ser fermentado, este vinho é centrifugado para que seja separado da levedura. Esta retornará para reutilização posteriormente. Esta etapa também pode ser feita através do controle do grau Brix. Quando é alcançado um BRIX de 3 a 8%, indica que este vinho bruto está no ponto para destilação (LOPES, 2009 apud SILVA et al 2016, p.04).

O fermentado é constituído de etanol, água, e de congêneres, como ácidos, álcoois, ésteres, compostos nitrogenados e sulfurados, fenóis, hidrocarbonetos, açúcar e outros. Entretanto, a aguardente é composta por uma mistura de álcool e impurezas. (LIMA. 2011, p.119).

O produto resultante da destilação é separado em três frações distintas, cabeça, que representa 5 a 10% do destilado total, o coração, a cachaça propriamente dita, e a cauda, que equivale aos 10% finais. (OLIVRIRA p.17, 2010).

4. Materiais e métodos

Os experimentos, em decorrência da pandemia, foram realizados na cidade de Assu, em um ambiente aberto para garantir a total segurança durante a realização do mesmo, com adequada higienização e de forma periódica. Os equipamentos utilizados para obtenção do destilado referente aos experimentos foram obtidos de forma segura, obedecendo critérios de higienização, condições adequadas para trabalho tais como; iluminação, temperatura e umidade do ambiente, higienização do ambiente e equipamentos de forma segura e periódica. Devido a pandemia do Covid-19, impossibilitando as realizações dos experimentos no interior do laboratório de Química da UFERSA- Campus Angicos - RN mas os mesmos foram realizados na cidade de Assú - RN

4.1 Materiais

A Caracterização e origem da materia-prima, vitaminas, leveduras e corretor de pH utilizados nos experimentos são referenciados a seguir na **Tabela 02**.

Tabela – 02 Materia-prima e vimatinas

Materiais	Marca/origem	quantidade
Banana nanica	Mer. central Assu-RN	10 kg
Fúba de milho	Fuba da vovó	400g
Varelo de arroz	São Braz	500g
Leveduras	CA-11	500g
Carbonato de cálcio	Cascas de ovos	400g

Fonte: Cássio Alves

Feita utilização de alguns equipamentos para controle dos parâmetros e confecção de equipamentos, listados na Tabela 03.

Tabela – 03 Equipamentos e soluções utilizados

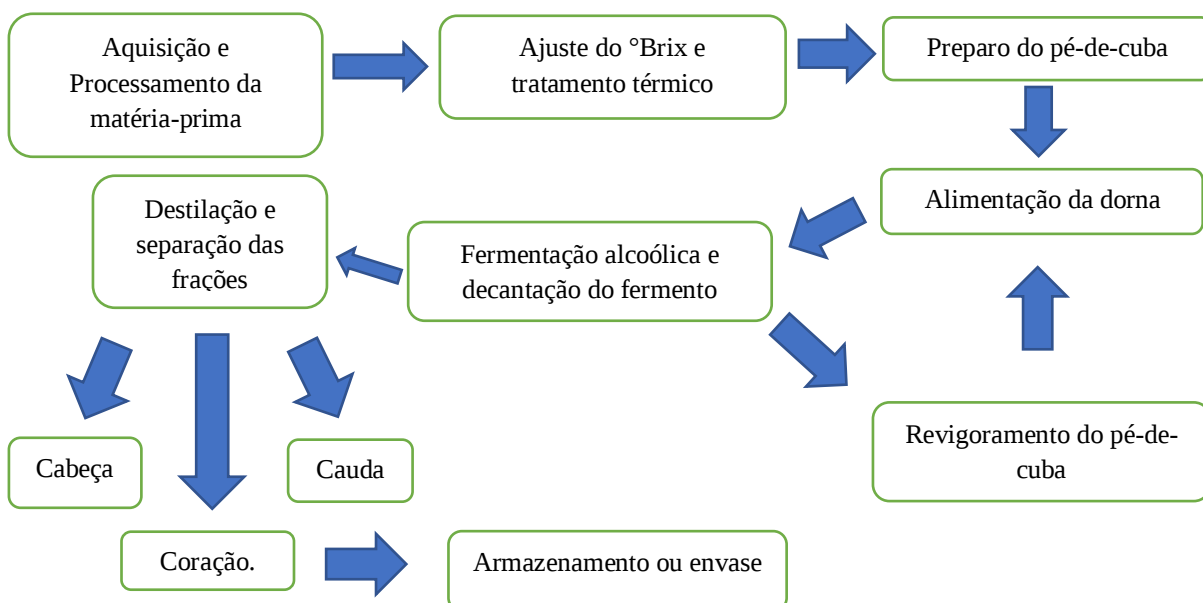
Equipamentos	Marcas/origem	referência
Liquidificador	Arno	2 litros
Balança digital	Maxmidia	10kg x 1g
Termometro	HG ter. e den. Brasil	0 - 120 °C
Ter. de haste	-	0°C a 120°C
Refratometro	Lorben	0-32% °Brix
Mangueira	Plástico	3/8"
Torneiras	plástico	-
Vasilha	Plástico	-
Phmetro	pH Meter	1-14
Panela de aço inox	-	8 litros
Tubulação de cobre	-	3/8"
buretas	Uniglas	100ml
alcoômetro		0-100 °GL
Garrafa de aço inox	-	1 litro
pipeta	Bomex	10 ml
pêra	J.Prolab.	
NaOH	-	0,1N
fenoftaleína	-	Solução alcoólica a 10%
Becker	Qualividros	125 ml

Fonte: Cássio Sampaio

4.2 Métodos

Na Figura 02 é apresentado o fluxograma do processo de constituição do destilado da banana nanica, desde a aquisição das bananas nanicas sem agrotóxicos fornecidas por comerciante no mercado central da cidade do Assú-RN. Seguindo o processo, os frutos são lavados para garantir a assepsia e, posteriormente, o preparo do mosto. Seguindo o fluxograma, são tratadas todas as etapas e método para melhor desempenho de obtenção do destilado da banana nanica.

Figura - 02 fluxograma das etapas para obtenção do destilado.



As frutas foram escolhidas em três etapas diferentes de maturação para melhor acompanhamento do amadurecimento e sem contaminação por agrotóxicos. Os frutos apresentam diferenças nítidas de coloração, partindo de um verde em seu estado mais verde, com maior teor de amido ao amarelo com manchas marrons, onde grande parte do amido foi convertido em açúcares redutores. Conforme a **Figura 03**. O melhor estado para trabalhar com a banana está nos últimos estágios da maturação, onde há maior índice de açúcares.

Figura 03 – Maturação da banana nanica



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.1 Teor qualitativo da presença de amido no fruto

O amido tem maior presença no fruto verde ou estado de maturação intermediária (estado de maturação 3 ao 5), desta forma, o fruto escolhido deve ter maior taxa de conversão de amido em açúcares redutores para obter maior rendimento no processo (estado de maturação 7 e 8) onde a casca do fruto está com predominância de manchas marrons e maciez e sensibilidade ao toque. De forma qualitativa através da análise com iodo, nota-se a conversão do amido em açúcares conforme a **Figura 04**.

No teste com iodo em solução de 2%, corta-se a banana em fatias e adiciona-se 2 a 3 gotas de iodo a 2% e deixar em repouso por 10 min para que a reação ocorra, onde o iodo entra em contato com a superfície do fruto e pode formar uma coloração azul escuro (característica da predominância do amido no fruto) e/ou coloração marrom ou pontos escuros de tom marrom (caracterização a predominância dos açúcares no fruto) “este ocorre em frutos em estado avançado de maturação”.

Figura 04 – Amido convertido em açúcares na maturação



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.2 Processamento da banana

O processamento da matéria-prima foi realizada com a utilização de liquidificador residencial previamente higienizado para triturar o fruto. A massa a ser utilizada e misturada com água destilada foi pesada com balança digital. A retirada da matéria sólida feita com peneira fina após decantação das partículas e para evitar a proliferação de bactérias e melhor rendimento. Os utensílios foram higienizados conforme a **Figura 05**.

Figura 05 – processamento da banana e separação de sólidos



Fonte: Cássio sampaio (2020)

4.2.3 Teor e ajuste do °Brix

A análise de teor de açúcares foi realizada com refratômetro. As leituras foram feitas sempre na faixa de temperatura de 20°C a 30°C para estarem de acordo com a calibração do equipamento e feita medição de 18° Brix e 1.075 SG wort conforme a **Figura 06**. Feita correção para o ajuste do °Brix, foi adicionado 100 ml de água destilada, obtendo 16° Brix e 1.065 SG wort com massa de 2,7 Kg.

O acompanhamento do Brix durante a fermentação pode ser efetuado com o auxílio de um refratômetro ou de um densímetro. Quando o mosto apresenta dificuldade em abaixar o teor de açúcares é indicativo de contaminação (CPT, 1998 apud VILELA 2005.).

$$\text{Massa}_{\text{final}} = (\text{°Brix}_{\text{inicial}} \times \text{Massa}_{\text{inicial}}) / \text{°Brix}_{\text{final}}$$

Figura 06 - Refratômetro



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.4 Tratamento térmico

O tratamento térmico é feito para melhor fermentação e desenvolvimento da levedura selecionada, desta forma evitando que leveduras nativas predominem ou cause fermentações incompletas e indesejáveis, prejudiquem o rendimento e teor alcoólico. A mistura foi colocada em vasilha de inox a temperatura entre 80°C e 90°C entre 15 a 30 min (em agitação) com colher longa de inox (higienizada), conforme a **Figura 07** para inibir contaminação por bactérias e contaminação que possa ter ocorrido em etapas anteriores. Desta forma, temos material com maior controle e inibição da proliferação de leveduras e fermentação não desejáveis.

Figura – 07 tratamento térmico do caldo



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.5 Preparo do pé-de-cuba

A Figura 08 ilustra a preparação do pé-de-cuba. Foi realizado com a levedura selecionada CA-11 espécie *saccharomyces cerevisiae*, adicionado 100 ml de água destilada a 30° C para ativar a levedura, com preparo de 100 ml de mosto a 6° Brix juntamente com vitaminas (fubá de milho e farelo de arroz) na proporção de 1/1, sendo utilizado 3/3 gramas que serviram como alimento inicial para as leveduras. A mistura fica em agitação e aeração por 30 minutos para posteriormente ser introduzida no restante do mosto a 15° Brix

O inóculo natural, chamado “pé de cuba” é usualmente preparado pelo método conhecido como fermento caipira, que consiste numa mistura de caldo de cana-de-açúcar não diluído, farelo de arroz, farinha de milho ou soja, entre outros cereais, com adição de suco de limão ou laranja azeda para abaixar o pH. (MALTA. p.21, 2006)

O tratamento térmico é uma operação unitária que visa a inativação enzimática e a redução da população microbiana dos alimentos (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998 apud ALVES. Et al 2018), sendo uma alternativa para o controle dos microrganismos característicos do caldo de cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2007 apud ALVES. Et al 2018).

Figura – 08 pé-de-cuba



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.6 confecção da dorna

A confecção da dorna, conforme mostrado na **Figura 09**, foi realizado utilizando material alternativo como; torneira de plástico, mangueira transparente e vasilha de plástico, com as seguintes medições (diâmetro interno 14 cm, altura 22 cm) utilizando a equação;

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

V = volume total da dorna

r = raio da base (diâmetro/2)

h = altura da dorna

π = constante

Volume aproximado de 3,385 litros, sendo utilizado 80% do seu volume na fermentação do mosto, sendo 2,708 litros de volume útil a ser usado em cada dorna.

Volume útil = 3,385litros x 0,8 = 2,708 litros

Figura – 09 materiais para confecção da dorna



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.6.2 Alimentação da dorna

Alimentação da dorna foi realizada por bateladas que iniciou com adição do pé-de-cuba feito com 100 ml água destilada a temperatura de 28°C para “acordar” as leveduras, 1:1 de fubá de milho com farelo de arroz e 3g de levedura para a fermentação de 3 litros de mosto. Feita a higienização dos materiais e dornas. Após 30 minutos adicionamos de 900 ml do mosto a 06° Brix, esperando reduzir até 2°Brix e alimentar a dorna até o °Brix ficar em 9°Brix, a partir deste ponto deve esperar o grau Brix baixar para 6°Brix, alimenta a dorna novamente até chegar a 12°Brix, devemos esperar até diminuir para 9°Brix, agora alimentamos a dorna até 15°Brix, a partir deste ponto não alimentamos a dorna e acompanhamos o processo até o término conforme a **Figura 10**

Um caldo com elevada concentração de açúcares pode levar a um elevado teor alcoólico, o qual é prejudicial à atividade fermentativa das leveduras, além de acarretar fermentações lentas e incompletas, ocasionando redução do rendimento industrial (OLIVEIRA & MAGALHÃES, 2002 e MINAS GERAIS, 2001 apud VILELA, 2005). Por outro lado, um mosto demasiadamente diluído, menor que 10° Brix , eleva o volume dos meios de fermentação, torna a destilação mais lenta e produz maior quantidade de vinhoto. Assim tem-se um

menor rendimento, maior consumo de energia e água, e maior facilidade de infecção (LIMA, 2001 e CTP, 1998 apud VILELA 2005).

Figura-10 Alimentação da dorna



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

Durante a alimentação sempre verificar o pH do mosto para não baixar para 3 e nem ficar acima dos 6, desta forma deixamos o pH em 6,0 (início da fermentação) conforme a **Figura 11**. Desta forma as leveduras tem ambiente adequado para o processo e sem formação de acidez ou fermentação indesejável do qual prejudica o destilado. Durante o processo sempre analisando o pH para não baixar para 4,0 (phmetro devidamente calibrado) desta maneira a fermentação será sadia e livre de fermentações indesejáveis e aromas desagradáveis, oriundos de fermentações ácidas e leveduras lácteas, evitando acidez acima da legislação e formação de contaminantes prejudiciais ao destilado. Sempre averiguando o pH durante a fermentação. O controle do pH foi realizado com carbonato de cálcio encontrado em cascas de ovos que foram higienizadas e secadas ao sol durante 3 dias.

Figura 11 - Medida de pH inicial



Fonte: Cássio Sampaio

Para não ter entrada de oxigênio no processo, as análises de pH, °Brix durante o processo foram feitas com coleta de amostras retiradas por torneira encontrada na parte inferior da dorna de fermentação conforme a figura -12, assim a contaminação por meios externos será mínima, mantendo o sistema isolado do meio externo.

Figura 12 - Retirada de amostra para acompanhamento



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

A temperatura sempre entre 25°C a 32°C analisadas com termômetro para melhores condições de trabalho, sendo que em ambiente com temperatura alta as leveduras podem morrer e nas temperaturas baixa a

velocidade das convenções é baixa, podendo a prolongar a fermentação e fermentações indesejáveis e baixo teor alcoólico no vinho preencher o volume útil da dorna, feita vedação da dorna e tomado método por airlock, do qual não permite o fluxo de oxigênio, sendo indesejável e prejudicial a fermentação.

4.2.7 Fermentação alcoólica

O processo de fermentação tem duração em torno de 18 h após o término de alimentação da dorna e ausência de oxigênio. A escolha por fermento selecionado foi devido ao controle de espuma, acidez, rápida fermentação, entre outros aspectos. Nesta etapa o mosto dá início a conversão dos açúcares redutores em álcool que ao término do processo apresenta diluído no fermentado em torno de 10 % de álcool. Ao término da fermentação foi constatado que o fermento decantado no fundo da dorna juntamente com as vitaminas e partículas sólidas da banana que passaram pela peneira na etapa anterior. Foi feita separação do fermentado pela saída lateral da dorna, restante 10% na dorna (fermento usado para revigorar o pé-de-cuba de novas fermentações) podendo ser utilizado entre 3 a 5 vezes no processo de fermentação, após este limite deve ser descartado por apresentar teores de acidez elevados, baixa cinética. Deve ser usado novo fermento para manter um controle da qualidade estabelecido por lei. O fermento demonstrou satisfação em relação a cinética do processo, baixa formação de espuma, certo aroma da fruta no decorrer da fermentação, aproximadamente entre a metade do processo ao término, massa do fermento relativamente baixa usada para o processo (1g para cada litro de mosto a ser fermentado).

4.2.8 Confeção do alambique

O material utilizado para confeccionar o alambique foi uma panela de aço inox com a capacidade de 8,5 litros e sendo utilizado no máximo 80% da capacidade volumétrica devido que, a utilização de todo volume útil da panela acarreta em arraste do líquido, acarretando em coloração do destilado e má destilação. Termômetro de haste analógica para fazer medição da temperatura do líquido no interior do alambique, 4,5 metros de tubos de cobre $\frac{3}{8}$ ", vasilha tubular de plástico para confecção do condensador e duas torneiras.

O material de inox foi utilizado para confecção devido baixa reação com o fermentado tanto quanto o cobre, e devido ao custo benefício, uma vez que alambiques confeccionados por cobre tem valores comerciais elevados. O tubo de cobre é responsável pelas reações de catalisação desejáveis no destilado, dando-lhe características únicas, como sabor e aroma. Desta forma foi confeccionado alambique conforme a **Figura 13**.

O material presente na fabricação dos alambiques artesanais é o cobre. Esse metal é utilizado por apresentar algumas características vantajosas, como maleabilidade (consegue-se trabalhar facilmente com esse metal); boa condução térmica; resistência à corrosão (ocasionada pelo fogo e pelo vinho) e melhoria sensorial da bebida (reações favoráveis entre os componentes do vinho, catalisadas pelo cobre). (CARDOSO, 2013 apud MENDONÇA, 2014).

Figura 13 - Sistema de destilação



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

4.2.9 Destilado

O destilado obtido foi de 500ml a partir de 3 litros do mosto fermentado a faixa de trabalho 92°C, com pH de 4,84 segundo a **Figura 14** em condições que fermentações indesejáveis não aconteçam, prejudicando assim o destilado e acidez do destilado. De um vinho com teor de 10°GL, chegando a um destilado da fração dos 48°GL a 38°GL de etanol. Foi Obtido 500ml de destilado, deste total foi feito o fracionamento em três partes, cabeça, coração e cauda, para melhor controle e qualidade do destilado, sendo que os primeiros 100ml foram destinado para a fração cabeça, os 300ml seguintes a fração coração e os 100ml restante para fração cauda.

O aroma do destilado é obtido por causa do cobre da tubulação e serpentina, que causam catalização com compostos característicos que em destilação de coluna poderia causar problemas de sabor e aroma, contudo o destilado obtido por alambique de cobre faz utilização e transforma compostos não desejáveis em aroma característico da fruta e sabor.

Figura 14 - Controle do pH do destilado



Fonte: Cássio Sampaio (2020)

A fração cabeça apresentou teor alcoólico 65°GL, retirado 100ml para retirar contaminantes, tais como o metanol que em concentrações altas pode causar danos à saúde, entre outros álcoois superiores (certos aldeídos e ésteres) sendo compostos mais voláteis e encontrados na fração cabeça.

A fração coração apresentou 40°GL grau alcoólico conforme **Figura 15B**, com 300ml do total destilado. A fração apresentou aroma agradável mas com bastante presença do álcool, sendo necessário tempo de repouso “cura da bebida” como alguns produtores fazem referência, desta forma o álcool latente seja retirado e dano mais sabor e aroma da fruta no destilado. O armazenamento realizado em recipiente de aço inox, com capacidade de 1 litro. O destilado apresentou ser translúcido e sem presença de sólidos, partículas e turbidez, com pH de 4,73 dentro da legislação conforme a figura 15A. A acidez calculada chegou ao valor de 39,285 mg/100ml de álcool anidro, conforme figura-15C, sendo utilizado 0,55 ml de NaOH a 0,5N, estando dentro dos padrões legais da legislação que permite a comercialização e consumo do destilado com teor de acidez titulável de 100 mg/100ml álcool anidro, podendo ser engarrafamento em garrafas de vidro ou recipientes de inox para armazenamento e/ou barris de madeira para envelhecimento.

A fração cauda, com baixo teor alcoólico foi coletada a partir dos 38°GL, sendo parte de 100ml do total destilado, chegando a ter 36°GL, o mesmo apresentou aroma desagradável e abaixo da legislação vigente para ser considerado com cachaça.

Figura 15 - Controle físico-químicos do destilado



A- pH do destilado

B - Teor alcoólico

C- Controle de Acidez

Fonte: Cássio Sampaio

A **Figura-16** representa a tabela referente ao tempo para destilar (36:06 min) 500 ml do destilado a 92°C. Percebesse que não há um teor alcoólico constante durante a destilação, uma vez que no alambique de cobre para destilação de cachaça artesanal não há coluna de destilação ou de fracionamento do qual cada composto é fracionado de acordo com a faixa etária de condensação em cada prato da coluna, processo utilizado em destilarias industriais. No alambique confeccionado, ocorre processo similar ao do alambique de cobre, sendo os compostos mais voláteis sendo fracionados ou retirados nas primeiras frações obtidas. Com o decorrer da destilação a porcentagem de água vai aumentando e a porcentagem do álcool diminuindo, devido processo não ser contínuo. Grande parte das destilarias interrompem a destilação quando fracionam a parte comercial do destilado, sendo o vinhoto utilizado com adubo para não gerar gastos a mais no processo. A graduação alcoólica caiu de 46°GL para 42°GL devido à fração latente, responsável pelo aroma forte de álcool. Após aguardar 12 h o aroma do álcool

diminuiu e o aroma da fruta mais predominante no destilado o tempo para repouso é de 90 dias, desta forma o aroma predomina e o do álcool diminui.

Figura 16 - Tabela de acompanhamento da destilação

Tempo de destilação (min)	Volume obtido (ml)	temperatura de trabalho (°C)	Grau alcoólico (°GL)
6:45	50	90	-
13:36	100	92	56
18:43	100	92	52
25:06	100	92	47
31:17	100	92	40
36:06	100	92	38

Fonte: Cássio Sampaio

5.0 Conclusões

Os resultados obtidos durante o processo, caracterizam a banana como uma fonte alternativa para obter cachaça nos padrões da legislação e fornecendo um produto com aroma de banana, sendo necessário obedecer cada etapa do processo, caracterizando cada fator ou variável de suma importância para qualidade do destilado. Para tanto, o fracionamento do destilado foi feito com margens superiores às referências utilizadas, das quais diz que “A fração da cabeça e cauda se retira 10% para cada parte, restando 80% do total para fração coração” sendo que, no projeto a fração cabeça e cauda foram retirados 20% de cada para garantir melhor controle e menor contaminação por compostos indesejáveis (ésteres, aldeídos, entre outros) restando 60% para a fração coração. Melhor faixa de trabalho operacional, controle do pH e temperatura da fermentação para não ocorrer fermentações ácidas e acidez alta do destilado, ocasionando produto fora das especificações e com contaminantes. É recomendado que o armazenamento seja feito em material de aço inox para o produto puro. Porém, pode ser armazenado em barris de madeira para envelhecer e “apurar” sabores, coloração e aroma obtidos da madeira.

Este foi um início de trabalho. Muitos outros fatores e rotas de fermentação podem ser testados e que, no futuro, poderão permitir desenvolvimentos de novos trabalhos.

6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A medida da doçura das frutas. Cartilha Técnica 08. São Paulo. 2016, 17p. CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Centro de qualidade e desenvolvimento.

ALCARDE, André Ricardo. **Cachaça: ciência, tecnologia e arte** / André Ricardo Alcarde. – 2. ed.- São Paulo: Blucher, 2017.

ALVES. Thaís Melo. Et al. Influência do tratamento térmico do caldo de cana no desenvolvimento do processo fermentativo e na composição química da cachaça. Campinas, v. 2, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Setor de Agroindústria, Uberaba – MG – Brasil. 2018

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA Coordenação Geral de Apoio Laboratorial – CGAL. **Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres.** Brasília, 2008.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A cachaça no Brasil: dados de registro de cachaças e aguardentes / Secretaria de Defesa Agropecuária– Brasília: MAPA/AECE, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **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.** Decreto nº 6.871, de Junho de 2009. Brasília.

CANUTO, Marcus Henrique. **Influência de alguns parâmetros na produção de cachaça: linhagem de levedura, temperatura de fermentação e corte do destilado.** Universidade Federal De Minas Gerais, UFMG- Belo Horizonte, 2013.

GUIDOLIN, Fábila Renata; BASTOS, Ana Carolina Fabricação de cachaça Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI-RS Escola de Educação Profissional SENAI Visconde de Mauá 1/8/2006 Informa sobre o processo de elaboração de cachaça e principais alterações que ocorrem no produto.

GUIMARÃES, Filho, Oswaldo. **Avaliação da produção artesanal da aguardente de banana utilizando saccharomyces cerevisiae – CA 1174.** Oswaldo Guimarães Filho, Lavras: UFLA, 2003. V. 1, 22 p.

GUIMARÃES, G.L, editor Et al. **Carboidratos solúveis em frutos. I romã, manga, banana, jabuticaba, limão, abacaxi, laranja e cabeludinha.** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz". 1976.

LARA, Carla Alves. **Produção da aguardente de banana: emprego de enzimas pectinolíticas e efeito de fontes de nitrogênio e quantidade de inóculo na formação de álcoois superiores** / Carla Alves Lara. – 2007.

LIMA, Luciana Leite de Andrade. **Tecnologia de bebidas.** Luciana Leite de Andrade, Artur Bibiano de Melo Filho; [coordenadora institucional Argelina Maria Araújo Dias Silva] – Recife, 2011.

MALTA, H.L. **Estudos de parâmetros de propagação de fermento (Saccharomyces cerevisiae) para produção de cachaça de alambique.** Tese [Mestrado em Ciências de Alimento]. Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Minas Gerais. 2006.

MENDONÇA, João Guilherme Pereira. **Análise de carbonato de etila em cachaças de alambique produzidas por leveduras selecionadas e fermentação espontânea.** Universidade de Lavras MG. 2014

MOTA, R.V. da. LAJOLO, F.M. CORDENUNSI, B.R. Composição de carboidratos de alguns cultivares de banana (Musa spp.) durante amadurecimento. Universidade de São Paulo (USP) entre maio e agosto de 1997.

OLIVEIRA, Ana Márcia Lara de. **O processo de produção de cachaça artesanal e sua importância comercial.** Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. 2010.

OLIVEIRA, MICHELLE. **Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem HTST** / Michelle Oliveira. -- Campinas, SP: [s.n.], 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Municipal de Educação de Sapiranga. **Higiene e Segurança do Alimento Cartilha Orientativa.** Sapiranga – RS. Disponível em <http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/pdf_bib.php?COD_ARQUIVO=14796> acesso em: 19 jan. 2020.

NOGUEIRA, Andressa Milene Parente, VENTURINI FILHO, Waldemar G. **Aguardente de cana.** Andressa Milene Parente Nogueira, Waldemar G. Venturini Filho. – São Paulo: UNESP, 2005.

RODAS, Fabio Grasso. **Inovação na produção de cachaça de qualidade: estudo de caso armazém Vieira – Florianópolis / SC,** Fabio Grasso Rodas. - Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina: 2005.

SILVA, Darlan Marques da, MARTINS, Murilo Borges, NASCIMENTO, Ana Luiza Soares, MORAIS, Mariana da Silva, SANTOS, Loysleny Branco dos. **Estudo do processo de concentradores de sólidos (BRIX): um estudo de caso no centro-oeste goiano.** Goiás, 2016.

SILVA. editor. Et al, **Estudo do processo de concentradores de sólidos (BRIX): Um estudo de caso no centro oeste Goiano.** Gestão, Tecnologia e sustentabilidade.(GTS) 2016.

VILELA, Anderson Ferreira. **Estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação de fábricas de cachaça de alambique.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.