

Desenvolvimento de bebida fermentada utilizando a polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) como alternativa para excedentes de colheita

RESUMO

Para reduzir as perdas pós-colheita de alguns frutos que são perecíveis e por estarem fora do padrão para comercialização *in natura* acabam sendo excedentes de safra, surge a produção de bebidas fermentadas como forma de diminuir as perdas durante o processo produtivo. Partindo deste princípio, o trabalho apresentado tem como objetivo estudar a produção de fermentado alcoólico tendo como matéria-prima a polpa da pinha (*Annona squamosa* L.) que possui propriedades medicinais e nutricionais, bem como seu agradável flavor, evitando o descarte dos frutos que não foram considerados aptos para a comercialização e que são excedentes de colheita. Para tal, após a obtenção da fruta em Alagoas, a polpa desta foi destinada para a fabricação do fermentado levando em consideração técnicas padronizadas no laboratório seguida de análises físico-químicas. Para a produção da bebida fermentada foi utilizado fermento comercial, acompanhando o Brix, pH, acidez, açúcares redutores totais e o teor alcoólico durante o processo. O produto obtido apresentou características que se enquadram nas especificações propostas pela legislação, como a acidez total que promove um maior tempo de conservação e com isso a utilização da pinha na elaboração do fermentado mostrou-se viável por agregar valor à cadeia produtiva assim como visando o aproveitamento de parte dos frutos, como a polpa da pinha, que acabam não sendo comercializados e que são fontes de nutrientes. Por ser um processo tecnicamente simples, este pode ser reproduzido pela população com o intuito de gerar uma renda extra e dar um fim comercial aos excedentes de safra.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona squamosa* L. Fermentação alcoólica. Fermentado de fruta.

Elenilson Rivando dos Santos

elenilsonrivando@gmail.com

orcid.org/0000-0001-6969-896X

Universidade Federal de Alagoas,
Penedo, Alagoas

Felipe Thiago Caldeira de Souza

felipe_thiago1@hotmail.com

orcid.org/0000-0001-9473-4731

Instituto Federal de Alagoas, Penedo,
Alagoas

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande diversidade de clima e solos e por isso apresenta uma posição diferenciada e positiva em relação aos demais países, tornando possível a exploração de diversas espécies frutíferas de clima tropical, produtos estes que podem potencializar o mercado brasileiro através da exportação principalmente de frutas da família das anonáceas (LEMOS, 2014).

O Estado de Alagoas, através da Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (SEPLAG) vem desde 2004 estimulando financeiramente e apoiando o Programa de Arranjos Produtivos Locais (APL), que nesse sentido são concentrações setoriais entre empreendimentos, relacionando-os entre si e promovendo uma dinâmica local através da produção, aprendizagem e cooperação entre os produtores de frutos tropicais de Alagoas, fazendo com que a participação do estado na produção seja maior (VIDAL; XIMENES, 2016), em destaque para o APL Fruticultura Pinha no Agreste Alagoano (CEDAFRA, 2011).

As regiões onde são realizadas as atividades de cultivo possuem vocação natural para a fruticultura, tais como, abacaxi, graviola, caju, umbu-cajá e principalmente a fruta pinha (*Annona squamosa L.*). O APL Fruticultura da Pinha tem 90 famílias produtoras distribuídas nos municípios de Estrela de Alagoas, Igaci e Palmeira dos Índios, propiciando maior produtividade e frutos de qualidade superior em relação às demais regiões produtoras. O Estado de Alagoas figura como 2º maior produtor nacional, com produção de 442 ton de pinha em 2012 (LEMOS, 2014).

Um dos gargalos na produção da pinha é a elevada atividade metabólica pós-colheita, acelerando o processo de maturação em um espaço de tempo reduzido, limitando a vida útil dos frutos (SALVADOR, 2013). Por conta do seu alto teor de umidade se torna extremamente perecível, sobretudo nas condições ambientais do Agreste Alagoano que conta com temperatura elevada, associada à ausência ou manejo inadequado pós-colheita e infecção microbiana, constituindo um fator negativo na sua conservação (SANTOS, 2009; JAGTAP; BAPAT, 2015; SÃO JOSÉ et al., 2014). Além disso, a literatura reporta que cerca de 30 % a 40 % dos frutos colhidos não atingem os melhores padrões, sendo comercializados por preços inferiores ou ainda descartados como excedentes de safra (LEMOS, 2014).

Diante destes problemas o desenvolvimento de tecnologias que possam contornar essas dificuldades no setor e atender as crescentes necessidades do mercado consumidor, se faz necessário (SÃO JOSÉ et al., 2014). A produção de fermentado alcoólico de fruta é uma alternativa para minimizar os problemas citados, gerando receitas adicionais para os produtores e agregando valor a cadeia produtiva do APL.

Nos últimos anos o consumo de bebidas à base de frutas vem aumentando principalmente devido à preocupação com a saúde, fazendo com que o mercado estivesse voltado principalmente para produtos orgânicos e naturais bastante enriquecidos com sais e vitaminas (SANDHU; JOSHI, 1995).

A Legislação Brasileira determina que os fermentados de fruta são bebidas com graduação alcoólica em uma faixa de quatro a quatorze por cento de álcool por volume quando posta a uma temperatura de 20 °C a partir da utilização de frutas com ótima qualidade, além disso para garantir e atender as especificidades do produto final de acordo com os limites da legislação, torna-se necessário a realização de análises tais como o teor alcoólico, pH, acidez, compostos voláteis e açúcares residuais (BRASIL, 2009).

Dentre as propriedades da pinha, valores de grupos fenólicos despertam interesse para o processo fermentativo quando associado à saúde, uma vez que evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis (JAGTAP; BAPAT, 2015; SALVADOR, 2013). A pinha apresenta quantidades altas de açúcares e por isso pode ser utilizada em processos biotecnológicos, como a fermentação etanólica (SOUZA, 2016).

Por conta disso, a utilização da pinha como matéria-prima para a produção de fermentado alcoólico apresenta-se como uma solução para minimizar as perdas dos frutos que estão abaixo do padrão para a comercialização de frutas perecíveis, constituindo um produto com forte valor agregado.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo a utilização da pinha na formulação e caracterização de bebida fermentada alcoólica com o intuito de produzir um produto com valor agregado, além disso realizar o estudo da cinética fermentativa do processo e caracterizar a composição físico-química do fermentado.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta é uma pesquisa realizada em laboratório e com caráter experimental cujo intuito é empregar a polpa da pinha *in natura* no processo de fermentação etanólica realizando então a produção de bebida fermentada seguida de caracterização físico-química do produto final.

POPULAÇÃO E AMOSTRA

A matéria-prima utilizada para o processo fermentativo foi obtida no comércio e feira livre da cidade de Penedo, interior do estado de Alagoas, Brasil. As frutas pinha foram adquiridas em duas bancas distintas do comércio da cidade em março de 2017 e após, foram transportadas para o Laboratório de Processos Industriais do Instituto Federal de Alagoas, campus Penedo, onde ocorreram tanto o processamento das frutas, o processo fermentativo e ainda a caracterização físico-química do fermentado produzido.

HIGIENIZAÇÃO DAS FRUTAS

As frutas foram selecionadas para que fossem utilizadas somente aquelas com aspecto saudável afim de evitar quaisquer problemas durante o processo fermentativo. Estas foram pesados e após, submetidos à lavagem com água corrente para remover sujeiras e mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 200 ppm, ou seja, 10 mL de água sanitária para cada litro de água, por 15 minutos para a sanitização das frutas. Logo após, foram lavadas com água corrente para remoção do excesso de cloro empregado na etapa anterior e por fim foram enxaguadas com água destilada.

A próxima etapa consistiu na separação dos componentes da fruta, para que a polpa fosse separada das cascas, bagaço e sementes. Para separar a polpa do bagaço foi feita a utilização de uma prensa hidráulica.

PROCESSO FERMENTATIVO

O processo produtivo de fermentação etanólica empregado nesse estudo foi dividido em três operações, sendo elas o preparo do pé-de-cuba, o preparo do mosto e a fermentação.

Preparo do Pé-de-cuba

Foi preparado 1 litro de pé-de-cuba utilizando solução de sacarose com concentração de sólidos solúveis totais (SST) de 22 °Brix e suplementados com KCl 0,12 % e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,07 % como meio de propago. O pé-de-cuba foi inoculado com leveduras liofilizadas (*Saccharomyces Cerevisiae*) na proporção de 5 g L^{-1} . Para evitar contaminação foi adicionado metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) a $0,3 \text{ g L}^{-1}$. A multiplicação das leveduras (pé-de-cuba) foi feita sob aeração forçada por 24 horas com agitador magnético.

Após, foi preparado um novo pé-de-cuba com a polpa da pinha, diluída até SST de 16 °Brix sendo realizada a mesma suplementação com os sais descritos acima, para que as leveduras se adaptassem ao novo meio fermentativo. Decorridas as 24 horas, o pé-de-cuba foi adicionado ao mosto para que o processo de fermentação fosse iniciado.

Preparo do Mosto

Após o processo de limpeza e separação dos componentes, a polpa da pinha foi processada em um liquidificador doméstico na proporção 12 % de polpa para cada 1 litro de água, apresentando inicialmente SST de 20 °Brix. Para a fermentação, a solução passou pelo processo de chaptalização, onde foi adicionada sacarose até que a graduação da solução fosse de em torno 24 °Brix para a concentração de SST com o intuito de promover um ambiente com mais nutrientes e açúcares para que os microrganismos pudessem desempenhar seu ciclo metabólico de produção de etanol. Em seguida, foi realizada a sulfitação do mosto com metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) na proporção de 200 mg L^{-1} visando a eliminação de contaminantes indesejáveis tais como leveduras selvagens e outros microrganismos no meio fermentativo.

Fermentação

A fermentação ocorreu em recipientes de polietileno de 5 litros devidamente lacrados, sendo utilizado somente $\frac{3}{4}$ da capacidade dos recipientes. Na parte superior dos recipientes foram acopladas mangueiras de plástico para atuar como suspiro, submersas em água, ocorrendo a liberação de gás carbônico, evitando

assim a contaminação por entrada de ar no meio fermentativo. Nos recipientes, foram adicionadas torneiras para a retirada de amostras e realização de trasfegas. Os processos fermentativos foram iniciados após a adição do pé-de-cuba ao mosto em uma concentração de 100 mL L^{-1} a uma temperatura que variou entre $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e $30 \text{ }^\circ\text{C}$ tendo em vista que os recipientes estavam alocados em uma bancada simples de mármore em local com pouca luminosidade do próprio Laboratório de Processos Industriais, não havendo a ocorrência de nenhum outro equipamento para o controle de temperatura.

ETAPAS PÓS-FERMENTAÇÃO

O processo fermentativo foi concluído após 15 dias, e assim este foi refrigerado à uma temperatura que variou de $5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e permaneceu durante mais 15 dias afim de fazer com que a fermentação fosse finalizada após a interrupção da metabolização das leveduras em decorrência da diminuição da temperatura fazendo com que houvesse a facilitação da decantação dos sólidos presentes no mosto fermentado separando estes sólidos que são insolúveis e as leveduras, chamados de borra.

A primeira trasfega foi realizada a partir da sifonagem onde o líquido foi armazenado em garrafa de vidro higienizada e esterilizada. A próxima etapa consistiu na filtração da mistura em funil de Büchner com papel de filtro acoplado a kitasato e conectado à uma bomba de vácuo.

O fermentado alcoólico de pinha recolhido após a filtração foi, então, alocado em garrafas de vidro com capacidade para 2,0 L e tampas rosqueáveis devidamente higienizadas com água destilada e detergente neutro, e esterilizadas em aparelho de autoclavagem com água destilada durante 30 minutos e temperatura de $121 \text{ }^\circ\text{C}$.

Em seguida ocorreu a pasteurização do fermentado em banho-maria a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 45 minutos. Feito isso, a bebida foi mantida sob refrigeração até a realização das análises físico-químicas.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Para garantir a qualidade do fermentado e acompanhar os parâmetros reacionais da fermentação foram realizadas análises físico-químicas. O processo fermentativo bem como as análises foram realizadas em triplicata.

Para a caracterização do fermentado foram realizadas as análises de pH, acidez total titulável (ATT), acidez volátil e fixa, sólidos solúveis totais (SST).

Para a determinação do SST, uma alíquota do fermentado teve seu °Brix mensurado em um aparelho refratômetro digital da marca RUDOLPH J47. Para a determinação do pH, uma alíquota do fermentado foi retirada recipiente fermentativo, mensurando o pH num pHmêtro digital da marca Ionlab modelo pH200 ATC calibrado com solução tampão de pH 4 e 7.

A acidez total titulável em ácido cítrico foi realizada através da titulação desta amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L⁻¹ com indicador fenolftaleína, até que esta atingisse um pH de 8,1. Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 g de amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). A acidez volátil foi determinada por titulação, com a amostra após ser destilada, e a acidez fixa foi determinada a partir da diferença entre a acidez total titulável e a acidez volátil (MORETTO et al., 1988).

ESTUDO CINÉTICO

Para realizar um estudo cinético sobre os parâmetros reacionais do processo fermentativo foram realizadas as análises de quantificação dos açúcares redutores totais (ART) e do teor alcoólico do fermentado. O estudo cinético foi realizado nas primeiras 58 horas do processo fermentativo, após os parâmetros permaneceram constantes até o final do processo de 30 dias.

Os açúcares redutores totais foram determinados pelo método do ácido dinitrosalicílico – DNS onde 1 mL da amostra foi misturada com 4 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1,5 mol L⁻¹ em tubos de ensaio. Os tubos foram tampados e levados para banho imerso fervente por 30 min, agitando-os a cada 5 min, após a solução esfriar, a mesma foi neutralizada com hidróxido de sódio (NaOH) 40 %, para isso foi usado fenolftaleína como indicador químico. A solução foi então acidificada (deixando-a incolor) com o gotejamento de H₂SO₄ 1,5 mol L⁻¹. O conteúdo dos tubos foi filtrado em proveta e completado o volume para 25 mL

com água destilada. Posteriormente foi pipetado para os tubos de ensaio 250 µL da amostra hidrolisada e 500 µL. Ao ferver a amostra foi adicionado 250 µL de DNS deixando imerso durante 5 min. Foi adicionado 4 mL de água destilada e feita a leitura em espectrofotômetro a 540 nm, a obtenção do ART é feita através de uma curva de calibração (SANTOS, 2013).

A determinação da concentração de etanol foi realizada através da oxidação com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), onde 10 mL do fermentado foram destilados e diluído em balão de 100 mL, a reação do dicromato foi feita colocando 2 mL do destilado em um tubo de ensaio com tampa rosqueável e 2 mL de solução de dicromato. O tubo foi levado para banho-maria a 60 °C por 30 min e posteriormente a amostra foi lida em espectrofotômetro a 600 nm, a obtenção do teor é feita através de uma curva de calibração (SANTOS, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância da produção de novos produtos à base de pinha acaba sendo por conta da elevada atividade metabólica após a colheita do fruto, o que acelera de forma considerável o tempo de maturação do mesmo, isso faz com que a vida útil seja reduzida (SÃO JOSÉ et al., 2014), e em consequência disto na maioria das vezes os frutos não chegam aos padrões para sua comercialização e sejam postos para fora do mercado (SOUZA et al., 2015). Um exemplo de formulação de novos produtos foi a utilização do bagaço da polpa de pinha proposta por Souza et al. (2018) como matéria-prima para a produção de farinha nutritiva que pode ser incorporada em biscoitos e apresentando uma boa receptibilidade do público consumidor.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ESTUDO CINÉTICO

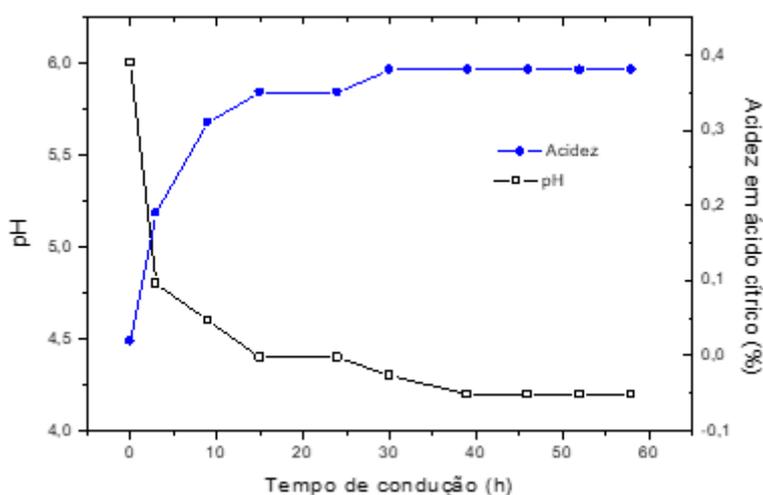
As fermentações começaram com uma concentração de 24 °Brix de SST, e após o decorrido tempo de 58 horas de processo, a graduação final foi de 7 °Brix e permaneceu constante até o término da fermentação com 15 dias.

A presença de acidez na polpa da pinha está atrelada ao fato de que para as células dos frutos consigam realizar sua respiração, os ácidos orgânicos formados

funcionam como substrato durante o processo bioquímico. Além disso, a acidez promove o odor característico do fruto e conseqüentemente do fermentado obtido após a fermentação etanólica (SOUZA, 2016).

A Figura 1 apresenta o comportamento do pH e da acidez total titulável durante as primeiras 58 horas da fermentação da polpa de pinha. Após as 58 horas os valores para as duas variáveis permaneceram constantes durante o processo produtivo até o fim das trasfegas.

Figura 1 – Comportamento do pH e acidez durante o processo fermentativo



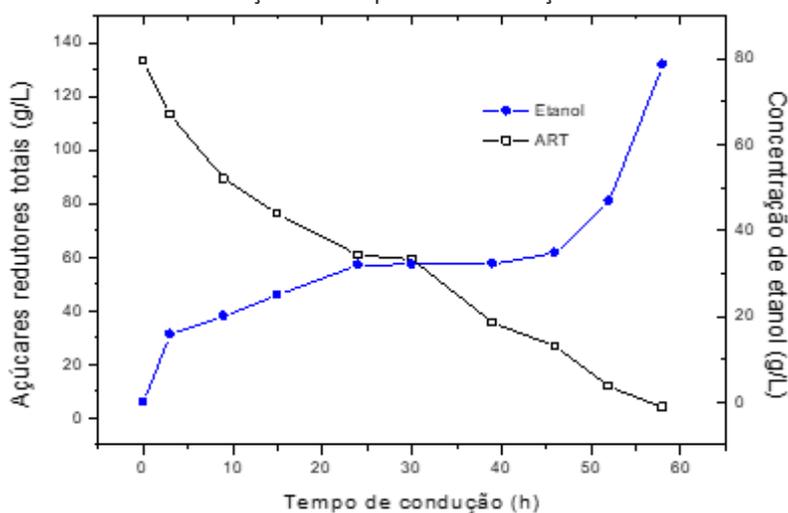
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os principais microrganismos fermentativos possuem uma faixa estreita de pH reacional no qual ocorre o crescimento destes e posterior formação de produto após a realização do seu ciclo bioquímico, no caso das leveduras empregadas neste estudo ocorre a formação de etanol, gás carbônico ou ainda compostos orgânicos como o glicerol que se dá principalmente quando a rota metabólica da levedura é desviada pela ação de alguma levedura selvagem ou bactéria em decorrência do estresse osmótico pela falta de controle da temperatura e concentração de sulfitos no meio reacional (ANTONINI, 2011).

Algumas bactérias crescem em um intervalo de pH que varia de 4 a 8, enquanto que as leveduras de fermentação crescem em um intervalo de 3 a 6. Avaliar o pH durante o processo fermentativo pode fazer com que se controle os parâmetros reacionais diminuindo consideravelmente a susceptibilidade a contaminação bacteriana, fazendo com que o produto final possua qualidade (SANTOS et al., 2019).

A Figura 2 apresenta o comportamento da concentração de açúcares redutores totais, e concentração de etanol durante a fermentação etanólica em meio as 58 horas iniciais do processo. Durante as primeiras 20 horas do processo fermentativo nota-se a ocorrência do aumento de forma significativa da velocidade de conversão do substrato para a formação de etanol pelas leveduras, seguida de uma fase estacionária onde a conversão foi quase nula, devido à falta de nutrientes no meio reacional, e nesse sentido o número de células vivas estava teoricamente igual ao número de células mortas.

Figura 2 – Comportamento da concentração de ART e da concentração do etanol em função do tempo de fermentação



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Um dos motivos para esse acontecimento pode ter sido que as atuais leveduras ativas no processo passaram por mais uma reprodução após consumo dos substratos disponíveis no mosto (SENEDESE, 2016).

Após o decorrido tempo em que a produção estava estacionada, a conversão de substrato em produtos como etanol, gás carbônico e demais compostos orgânicos voltou a aumentar devido ao consumo dos açúcares presentes no mosto até que a viabilidade pudesse diminuir em decorrência da escassez de nutrientes para o crescimento celular e a presença de catabólicos na fermentação, essa fase é conhecida como fase de declínio (SENEDESE, 2016).

A adição de sulfito em pequenas concentrações durante o preparo do mosto é um dos fatores que corroboram no melhoramento das qualidades sensoriais assim como melhora a coloração do produto final e ainda permite a ativação das leveduras para com a reação bioquímica que consiste na transformação do açúcar

e dióxido de carbono favorece a curva de produção de etanol durante o processo fermentativo com cada vez menos açúcar, a depender das especificidades do produto final.

O fermentado de fruta obtido é classificado como doce ou suave, pois apresentou teor de açúcares residuais acima de 3 g L^{-1} , conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2012) podendo apresentar leve doçura no produto final. A concentração inicial de açúcares redutores totais foi de 133 g L^{-1} e à medida que a transcorria a fermentação ocorreu um decaimento deste parâmetro atingido valor de $3,98 \text{ g L}^{-1}$ no fermentado, decorrente da metabolização do açúcar pela levedura, ao longo das 58 horas de fermentação, obtendo uma eficiência de fermentação de aproximadamente 86 % no que diz respeito a conversão direta do substrato.

A presença ainda de sólidos solúveis se dá pelo fato de que no mosto fermentativo havia a presença de outros compostos que não são metabolizados pelas leveduras que foram incubadas no mosto, uma vez que estes sólidos não são somente constituídos de açúcares (CORAZZA et al., 2001). A graduação de sólidos solúveis normalmente é utilizada como fator comparativo para a maturação do fruto *in natura*, porém essa queda brusca nos valores e permanência no final do processo também pode ser encontrada em outros fermentados de frutas como aconteceu no fermentado de laranja que obteve 8°Brix (CORAZZA et al., 2001), no de goiaba branca com $9,8^\circ \text{Brix}$ (BATISTA; FRAGIORGE, 2016) e no de acerola com $5,2^\circ \text{Brix}$ (LIMA; FERRI, 2015).

O pH e a acidez são parâmetros que determinam as características organolépticas da bebida produzida e são oriundos da produção de ácidos orgânicos tais como acético, láctico e cítrico, além de impedir a infecção bacteriana, o que faria com que a bebida fosse imprópria para consumo (CHIARELLI et al., 2005). Além disso, a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável relacionam-se com o sabor dos frutos e conseqüentemente com o sabor da bebida fermentada uma vez que durante o período de amadurecimento dos frutos, a depender da qualidade da cultura ocorre o acréscimo na quantidade de sólidos solúveis e com isso a diminuição da acidez equilibrando assim o sabor (SOUZA, 2016).

O pH inicial do processo foi de 6,0, e ao final da fermentação foi de 4,2 resultado similar ao fermentado de goiaba branca com um pH de 3,82 (BATISTA; FRAGIORGE, 2016). A legislação brasileira não aponta um valor limite para o pH de

fermentados (BRASIL, 2012), mas é importante que esse valor esteja em uma faixa de 3 a 4, pois este favorece ainda o crescimento das leveduras de fermentação, já que estes microrganismos apresentam maior crescimento celular quando postos em pH ácido (MUNIZ et al., 2002).

A Tabela 1 apresenta os valores referente a caracterização físico-química do fermentado de pinha. Tais valores foram obtidos após as 58 horas de fermentação e estes permaneceram constantes até a finalização da fermentação nos 15 dias.

Tabela 1 – Características físico-químicas do fermentado de pinha

Variáveis	Valores obtidos	Desvio padrão
Sólidos solúveis totais (°Brix)	7,00	0,00
pH final	4,20	± 0,02
Acidez total (g L ⁻¹ de ácido cítrico)	0,38	± 0,01
Acidez volátil (g L ⁻¹)	0,04	± 0,04
Acidez fixa (g L ⁻¹ de ácido cítrico)	0,34	± 0,04
Açúcares redutores totais (g L ⁻¹)	3,98	± 0,10
Teor alcoólico (°GL)	7,56	± 0,22

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O valor do pH para o fermentado de pinha foi consideravelmente maior que o do fermentado da polpa de jabuticaba ou o fermentado de laranja com um pH final de 3,3 para ambos (ASQUIERI et al., 2004; CORAZZA et al., 2001) ou ainda o fermentado de acerola com um pH de 3,5 (LIMA; FERRI, 2015). A diferença nos valores geralmente se dá devido as características da fruta, no caso da pinha, esta possui um sabor mais adstringente devido ao pH da polpa da fruta que é de em torno 6,0 principalmente por conta da presença de muitos SST (SALVADOR, 2013), e por isso o pH final do fermentado não foi tão ácido. Ainda assim vale salientar que essas características podem estar associadas as condições de clima e solo aos quais as pinhas estavam submetidas durante a sua cultura.

A acidez total do fermentado de pinha foi de 0,38 % quando expressas em gramas a cada 100 mL do produto final, valor semelhante ao obtido por Araújo et al. (2009) para o fermentado de abacaxi pérola que foi de 0,49 %. Esses valores estão próximos da faixa para o parâmetro exigido pela legislação Brasileira para a acidez total em fermentados produtivos a partir de frutas (BRASIL, 2009; BRASIL, 2012).

A acidez volátil do fermentado é formada pela presença de ácidos voláteis, além do ácido cítrico podem existir outros ácidos orgânicos. Esse parâmetro é

responsável por modificar o sabor da fruta ou fermentado bem como o aroma deste, no caso do fermentado de pinha, o valor encontrado foi de 0,04 %, por ser um valor baixo este é um indicativo de que o fermentado apresenta boa sanidade uma vez que valores altos deste parâmetro podem indicar a presença de outros microrganismos no produto final e que corroboram na formação de ácido acético através na conversão do fermentado da fruta, por bactérias do gênero *Acetobacter* (SILVA, et al., 2008).

Enquanto isso, a acidez fixa do fermentado apresentou um valor médio de 0,34 % e está representa a diferença entre a acidez total e a acidez volátil, em outras palavras apresenta o quantitativo de ácidos não voláteis que estão presentes no fermentado.

O grau alcoólico real após correção a 20 °C para o fermentado de pinha foi de 9,9 °GL, ficando próximo do grau encontrado para o fermentado de laranja, com 10,6 °GL (CORAZZA et al., 2001), e acima do resultado para o fermentado de morango com 9,62 °GL (ANDRADE et al., 2013). O parâmetro está de acordo com o estabelecido pela legislação brasileira para fermentados de frutas, assegurando assim a qualidade do produto final, nesse sentido, o produto possui uma classificação para teores alcoólicos entre 4-14 °GL, e essa é a classificação que melhor se encaixa o fermentado produzido a partir da *Annona squamosa L.* (BRASIL, 2012).

O teor alcoólico do fermentado está ligado diretamente à graduação de sólidos solúveis totais e de açúcares contidos no mosto uma vez que estes servirão como reserva energética para as leveduras, em outras palavras, quanto menor for a quantidade de açúcar presente na solução, menor será a concentração de etanol no fermentado (TORRES NETO et al., 2006; SANTOS et al., 2005).

A diferença no teor alcoólico de alguns fermentado se dá principalmente devido a quantidade de açúcares que cada um começou no processo produtivo, bem como a eficiência das leveduras empegadas na fermentação, assim como alguma suplementação que pode ou não ter sido realizada. Nesse sentido, o presente estudo demonstra que houve uma queda de cerca de 17 °Brix nos SST durante a fermentação.

Sendo assim, o teor alcoólico apresenta a concentração de etanol presente no fermentado, sendo este o segundo maior componente presente em fermentados a base de frutas. Para produção de qualquer bebida é preciso tomar alguns

cuidados que vão desde a padronização das operações durante o processo produtivo até a realização de algum tratamento térmico na polpa ou produto final para evitar contaminação microbiana tendo em vista que a concentração de etanol não assegura totalmente o efeito antisséptico.

Esse resultado difere de forma quantitativa do fermentado de goiaba branca com 19,44 g L⁻¹ de ART no produto final (BATISTA; FRAGIORGE, 2016), mas ainda assim o valor residual está de acordo com os limites estabelecidos para fermentados de fruta que de acordo com Brasil (2012) deve ser um valor menor ou igual 3,0 g L⁻¹ para fermentados classificados como seco e acima 3,0 g L⁻¹ para fermentados classificados como doce ou suave, assim como o fermentado de pinha, estando esses valores relacionados a doçura do produto final após o envelhecimento do fermentado. O valor dos açúcares no fermentado está diretamente ligado à produção do etanol durante a fermentação e o quantitativo total deste no produto final.

A *Annona squamosa* L. possui muitas características aromáticas, bem como alto percentual de açúcares e baixa acidez, o que faz com que este possua um agradável flavor, porém sua elevada concentração de compostos bioativos é encontrada também nos resíduos do processamento quando em comparação com a polpa e o produto final (AYALA-ZAVALA et al., 2011; SOUZA, 2016) e devido a isso a pinha apresenta um rápido processo de oxidação, deteriorando-se rapidamente a partir do momento em que é colhida (SALVADOR, 2013; SOUZA et al., 2015).

Ainda assim o fruto empregado no processo fermentativo apresentou dificuldade durante a operação de separação da mistura polpa e fibra, e por conta disso, no decorrer da fermentação alcoólica forma-se uma borra na parte superior do recipiente fermentativo provocando dificuldade na quantificação do crescimento das leveduras. Como a pinha apresenta uma alta perecibilidade devido a formação de etileno na fruta ou ainda nutrição deficiente ou em excesso da cultura, a casca e polpa da mesma começam a apresentar uma perda de firmeza (SALVADOR, 2013; SOUZA, 2016), e por conta disso alguns grânulos desta são incorporados na polpa que também apresenta perda de firmeza e isso fez com que a leitura do percentual de crescimento celular, taxa de brotamento ou ainda a contabilidade de bactérias infectando o meio reacional com o uso de azul de metileno em placa de Neubauer fosse comprometida.

O processo fermentativo ocorreu de maneira satisfatória dentro dos parâmetros reacionais abordados nesse estudo, restando pouco percentual de açúcares residuais. Esses açúcares não puderam ser fermentados por conta da falta de nutrientes no mosto, mesmo que no início do processo tenha sido realizada uma suplementação. Outro empecilho foi o excesso de etanol formado no meio, aumentando o estresse osmótico das leveduras.

Para melhorar o processo produtivo, inicialmente será necessário melhorar o processo de extração da polpa em decorrência da existência de grânulos nesta uma vez que o objetivo do trabalho é fazer uso de frutos que possuem poucas características para comercialização, após será necessário realizar um estudo de análise sensorial para validar a aceitação de um público consumidor, mas levando em consideração que o processo pode sofrer alterações que podem provocar modificação das propriedades organolépticas do fermentado alcoólico.

CONCLUSÃO

A pinha, matéria-prima utilizada na produção do fermentado alcoólico apresentou características que são adequadas para o processo produtivo de fermentação com essa finalidade, além de que houve a comprovação de que a utilização de leveduras de panificação, *Saccharomyces Cerevisiae*, também pode ter um bom desempenho durante o processo produtivo de fermentação etanólica da polpa de pinha, assemelhado ao resultado obtido para outros produtos.

Todas as características físico-químicas realizadas neste estudo para o fermentado de pinha estão de acordo com a padronização exigida pela legislação brasileira no que diz respeito a produção de bebidas fermentadas à base de frutas. Por esse motivo, a produção do fermentado de pinha mostra-se tecnicamente viável em função da qualidade do processo desde que o processo de extração da polpa seguido de filtração possa eliminar de forma considerável a presença de grânulos na polpa em virtude do processo acelerado de maturação e pode acabar sendo uma alternativa econômica para os excedentes de safra já que a fruta em questão possui um tempo de vida reduzido por conta da sua composição bem como oxidação de compostos fenólicos.

Torna-se necessário um aperfeiçoamento da técnica de obtenção do fermentado para que o produto final possua um sabor mais acentuado e com isso

possa agregar mais valor à cadeia produtiva da pinha principalmente no estado de Alagoas, podendo então ser classificado como fermentado alcóolico de fruta doce ou suave.

Porém, surge a necessidade de elaborar um estudo que seja fundamentado em análise sensorial para que o produto seja validado pelo público consumidor e potencialize o sabor, aroma, aparência e conseqüentemente a produção do fermentado.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Alagoas (IFAL) campus Penedo por ceder a estrutura dos laboratórios e fomentar a bolsa de iniciação científica para a realização do projeto.

Development of fermented drink using custard apple (*Annona squamosa L.*) pulp as an alternative to harvest surplus

ABSTRACT

To reduce the post-harvest losses of some fruits that are perishable, and because they are out of the standard for marketing *in natura*, they end up being crop surpluses, the production of fermented drinks appears as a way to reduce losses during the production process. Based on this principle, the work presented aims to study the production of alcoholic fermented having as raw material the custard apple (*Annona squamosa L.*) which has medicinal and nutritional properties, as well as its pleasant flavor, avoiding the disposal of fruits that were not considered suitable for commercialization and that are harvest surpluses. For this, after obtaining the fruit in Alagoas, the pulp of this was destined for the manufacture of the fermented taking into account standardized techniques in the laboratory followed by physical-chemical analyzes. For the production of the fermented drink, commercial yeast was used, following the Brix, pH, acidity, total reducing sugars and the alcohol content during the process. The obtained product presented characteristics that fit the specifications proposed by the legislation, as the total acidity that promotes a longer conservation time and with that, the use of pine cones in the preparation of the fermentation proved to be viable because it adds value to the production chain as well as aiming at the use of part of the fruits, such as the pulp of the custard apple, which end up not being commercialized and which are sources of nutrients. Because it is a technically simple process, it can be reproduced by the population to generate extra income and bring a commercial end to crop surpluses.

KEYWORDS: *Annona squamosa L.*, Alcoholic fermentation, Fermented fruit.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. B de; PERIM, G. A; SANTOS, dos T. R. T; MARQUES, R. G. **Fermentação Alcoólica e Caracterização de Fermentado de Morango**. Anais do III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia, 2013. <https://doi.org/10.5433/2316-5200.2013v2n3esp265>
- ANTONINI, S. R. C. **Microbiologia da Fermentação Alcoólica**. Coleção UAB – UFSCAR, 2011.
- ARAÚJO, Kátia Gomes Lima et al. Utilization of pineapple (*Ananas comosus* L.) cv. Pérola and Smooth cayenne for wine making: study of chemical composition and acceptance. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 1, p. 56-61, 2009.
- ASQUIERI, E. R. et al. Fabricación de vino blanco y tinto de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg) utilizando la pulpa y la cáscara respectivamente. **Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos**, n. 355, p. 97-110, 2004.
- AYALA-ZAVALA, JFn et al. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.021>
- BATISTA, A. M.; FRAGIORGE, E. J. **Desenvolvimento do fermentado alcoólico do fruto goiaba branca (*Psidium guajava*) cv. Kumagai – Myrtaceae**. Dissertação de mestrado em Ciência e tecnologia dos alimentos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Campus Uberaba, 2016.
- BRASIL, Decreto nº 6.871 de 4 de jun. 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. DOU: **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jun. 2009.
- BRASIL. Instrução Normativa n. 34 de 29 de novembro de 2012. Estabelece o regulamento técnico na forma desta Instrução Normativa e das tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 constantes do seu Anexo I, a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as seguintes bebidas fermentadas: fermentado de fruta, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto, sidra, hidromel, fermentado de cana e saquê ou sake. DOU: **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 nov. 2012.
- CEDAFRA (Conselho Estadual de Desenvolvimento da Agricultura Familiar e Reforma Agrária). Distribuição de Mudanças: Governo incentiva a produção de pinha em Alagoas. Por Raphael Vasconcelos em 18/08/2011 - 11h20m. Alagoas, 2011. Disponível em:

<<http://www.agricultura.al.gov.br/cedafra/comunicacao/noticias/2011/08/governo-incentiva-a-producao-de-pinha-em-alagoas>>. Acesso em: 05 de mai. 2020.

CHIARELLI, R. H. C.; NOGUEIRA, A. M. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) fermented beverages: Production processes, physical-chemical characteristics and yield. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, p. 277-282, 2005.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUEZ, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização de vinho de laranja. **Química Nova**. v. 24, n.4, p. 449-452, 2001.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000400004>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz - v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo, 2005.

JAGTAP, U. B.; BAPAT, V. A.; Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus. **Food Bioscience**, v.9, p. 80 - 96, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.12.002>

LEMONS, E. E. P. de; A produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jabuticabal, v.36, p.77-85, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500009>

LIMA, L. de S.; FERRI, V. C. **Fermentado de acerola (*Malpighia marginata*) monitorado em seu conteúdo de vitamina C**. 5º Simpósio de Segurança Alimentar – Alimentação e Saúde. Bento Gonçalves - RS, 2015.

MORETTO, E.; ALVES, R. F.; CAMPOS, C. M. T.; ARCHER, R. M. B.; PRUDÊNCIO, A. J. **Vinhos e vinagres: processamento e análises**. Florianópolis: UESC, 167p., 1988.

MUNIZ, Celli Rodrigues et al. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, 2002. <https://doi.org/10.5380/cep.v20i2.1256>

SALVADOR, T. de L. **Estudo do desenvolvimento de flores e caracterização físico-química de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.)**. 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Produção vegetal, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2013.

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

SANTOS, E. R.; OLIVEIRA, T. F.; SILVA, D. M.; SILVA, E. T. **Gestão da qualidade e controle microbiológico na fermentação etanólica: estudo de caso em uma usina sucroenergética.** In: IX Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 2019, São Cristóvão. Anais... São Cristóvão, SE. SIMPROD, 2019.

SANTOS, I. R. C.; **Escurecimento enzimático em frutos: Polifenoloxidase de atemóia. (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.).** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, 2009.

SANTOS, R. A. **Estudo cinético da fermentação etanólica do hidrolisado de farinha de mandioca utilizando complementação nutricional do mosto.** 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2013.

SANTOS, S. C. et al. Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, p. 47-50, 2005.

SÃO JOSÉ, Abel Rebouças et al. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. spe1, p. 86-93, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500010>

SENEDESE, A. L. C. **Desenvolvimento do processo de produção de L-ácido láctico obtido a partir da fermentação de açúcares: obtenção de dados cinéticos e avaliação de processos de separação / Ana Livia Chemeli Senedese.** – Campinas, SP: [s.n.], 2016.

SILVA, Paulo Henrique Alves da et al. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 595-600, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000300025>

SOUZA, Felipe Thiago Caldeira et al. Production of nutritious flour from residue custard apple (*Annona squamosa* L.) for the development of new products. **Journal of Food Quality**, v. 2018, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5281035>

SOUZA, Felipe Thiago Caldeira et al. Prospecção científica e tecnológica referente à pinha (*Annona squamosa* L.). **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 4, p. 768, 2015. <https://doi.org/10.9771/S.CPROSP.2015.008.085>

SOUZA, I. V. B. **Características e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), no Estado da Bahia, em função da adubação NK.** 2016. 156 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da

Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista: UESB, 2016.

TORRES NETO, Alberto B. et al. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 489-492, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000300015>

VIDAL, Maria de Fátima; XIMENES, Luciano JF. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Caderno Setorial ETENE**, ano, v. 1, p. 18-26, 2016.

Recebido: 24 abr. 2020.

Aprovado: 19 jun. 2020.

Publicado: 09 ago. 2020.

DOI:10.3895/rbta.v14n1.12081

Como citar:

SANTOS, E. R.; SOUZA, F. T. C. Desenvolvimento de bebida fermentada utilizando a polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) como alternativa para excedentes de colheita **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 14, n. 1, p. 3191-3211, jan./jun. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Elenilson Rivando dos Santos

Av. Beira Rio, s/n - Centro, Penedo, Alagoas, Brasil. CEP: 57200-000.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

