


APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: APLICAÇÃO EM ENGENHARIA BIOQUÍMICA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n1-034>

Data de submissão: 03/12/2024

Data de publicação: 03/01/2025

Kelly Anne Teixeira Torres

Graduanda de Engenharia de Alimentos - UFAM
Discente na Universidade Federal do Amazonas
E-mail: torreskellyam@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3686-1850>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3585987835196078>

Izabelly da Silva Dias

Graduanda de Engenharia de Alimentos - UFAM
Discente na Universidade Federal do Amazonas
E-mail: izabelly.silva@ufam.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4788-4006>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6506566495581574>

Andrêina Ribeiro dos Santos

Graduanda de Engenharia de Alimentos - UFAM
Discente na Universidade Federal do Amazonas
E-mail: andreina.santos@ufam.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9308-8367>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3938639183357936>

Mônica Araújo Adelino

Graduanda de Engenharia de Alimentos - UFAM
Discente na Universidade Federal do Amazonas
E-mail: monikeweloawallace@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8182-0351>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4836197650489196>

Bianca Batista Tomaz

Graduanda de Engenharia de Alimentos - UFAM
Discente na Universidade Federal do Amazonas
E-mail: biancabatistatomaz@outlook.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1162-4838>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9084343070811974>

Vinicius Pinto Ribeiro

Graduando de Engenharia de Alimentos - UFAM
Discente na Universidade Federal do Amazonas
E-mail: viniciuspr99@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3877-6055>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6698971191442447>

Wenderson Gomes dos Santos

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais - UFPa

Docente na Universidade Federal do Amazonas

E-mail: wenderson@ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3570-6340>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1279635302372781>

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi aplicar a metodologia Aprendizagem baseada em Projetos no ensino da disciplina engenharia bioquímica do curso de Engenharia de Alimentos. Para isso, o projeto focou no desenvolvimento de uma bebida alcoólica feita de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), dividido em 4 etapas básicas: pesquisa bibliográfica, produção em Escala de bancada (3L), produção em escala piloto (30L) e Análises microbiológicas e físico-químicas. Assim, foi possível constatar que a aplicação dessa metodologia ativa na disciplina Engenharia Bioquímica, proporcionou desenvolver um produto complexo e repassar o conhecimento de forma prática, possibilitando melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, foi possível identificar maior entendimento dos conceitos bem como o melhoramento de habilidades como planejamento, comprometimento, colaboração e pró-atividade.

Palavras-chave: Metodologias ativas. Educação de qualidade. Cupuaçu. Fermentação alcoólica.

1 INTRODUÇÃO

As metodologias ativas são abordagens de ensino em que o aluno desempenha um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento (Prince, 2004). Segundo Mitre et al. (2008), elas são descritas como "metodologias baseadas na autonomia", enquanto Souza et al. (2014) destacam que o foco principal está no aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado, estimulando assim sua autonomia no processo educativo. Segundo Vieira (2015) a aplicação das metodologias se dá através de seu componente fundamental, que é o problema, na qual um professor passa a ser um facilitador, tendo a função de gerir a aprendizagem através de problemáticas e desafios cognitivos, estimular curiosidade, realizar a troca de saberes (Macambira, 2011)

Uma metodologia ativa de destaque é a aprendizagem baseada em projetos (ABPj) que pode ser definida como um método inovador em contraposição ao método tradicional de ensino e que possui como características, a seleção de informações básicas, a realização de trabalho em equipe cooperativo, definição de questão motriz (foco nos alunos), o feedback e revisão, a investigação e inovação, a análise de oportunidades e reflexão, o processo de investigação, a apresentação pública dos resultados e a valorização da voz e escolha do aluno (BENDER, 2014; NOBRE et al, 2023).

Essa ABPj pode ser aplicada em disciplinas complexas, trazendo benefícios no sistema de ensino-aprendizagem, como a Engenharia bioquímica que segundo Schmidell (2001) é a aplicação da Engenharia Química na solução de problemas que apresentam na implantação de processos biotecnológicos em larga escala e na sua otimização.

Um dos produtos biotecnológicos produzidos em larga escala são as bebidas alcoólicas que são produzidas a partir de várias matérias-primas, especialmente a partir de cereais, frutas e produtos açucarados (Ward apud Silva, 2011). De acordo com o Decreto de nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, as bebidas alcoólicas fermentadas são cerveja, fermentado de fruta, sidra, hidromel e fermentado de cana. Esse decreto define que o fermentado de fruta é uma bebida com graduação alcoólica de quatorze por cento volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto da fruta sã, fresca e madura. (Brasil apud Silva, 2011).

A bebida fermentada de fruta é frequentemente denominada de vinho, entretanto a legislação estabelece a denominação de vinho somente para bebidas alcoólicas fermentadas da uva (*Vitis vinifera*) (BRASIL, 1988a). Vinhos que não são provenientes da uva devem, obrigatoriamente, ser rotulados com a denominação fermentado acompanhada do nome do fruto do qual se originou, como exemplos: fermentado de abacaxi, fermentado de laranja, fermentado de caju, fermentado de figo-da-índia, entre outros (Lopes; Silva, 2006).

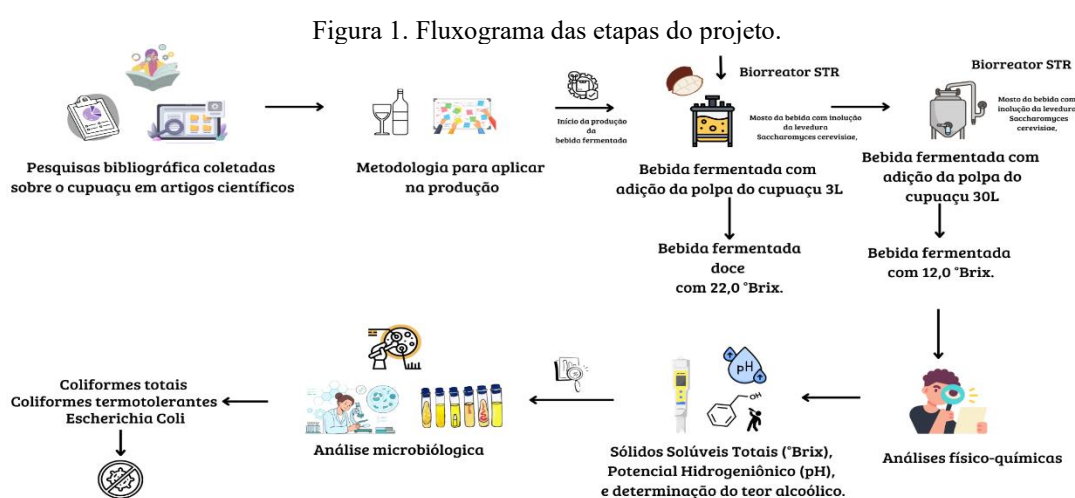
Entre as frutas, tem-se o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), uma das frutas mais características da Amazônia, destaca-se pelo sabor e aroma únicos, sendo amplamente cultivado no Brasil e utilizado tanto na indústria de alimentos quanto na cosmética (Alves et al., 2014). Seu fruto, uma baga de casca rígida e coloração castanho-escuro, possui uma polpa ácida, mucilaginosa e de sabor agradável, geralmente amarela, creme ou branca, com odor intenso (Souza et al., 2011).

A polpa do cupuaçu é o principal produto extraído do fruto e apresenta características físico químicas, bioativas e sensoriais que a tornam ideal para a produção de diversos produtos alimentícios, como sucos, sorvetes, cremes, bombons, licores, fermentados alcoólicos e compotas (OLIVEIRA; GENOVESE, 2013; PUGLIESE et al., 2013; OLIVEIRA PEROTE et al, 2024).

Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi aplicar as metodologias ABPj no ensino da disciplina engenharia bioquímica do curso de Engenharia de Alimentos.

2 METODOLOGIA

O projeto focou no desenvolvimento de uma bebida alcoólica feita de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), dividido em 4 etapas básicas: (1) Pesquisa bibliográfica, (2) Produção em Escala de bancada (3L), (3) Produção em escala Piloto (30L) e (4) Análises físico químicas e microbiológicas. As etapas 2, 3 e 4 foram realizadas no Laboratório de Termodinâmica Aplicada (LABTERMO), localizado na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Manaus. Ver figura 1.



2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente os discentes foram divididos em 3 grupos para realizarem pesquisas sobre fermentados alcoólicos de frutos e sobre a técnica de imobilização de células e enzimas aplicadas na produção de bebidas.

A primeira equipe realizou a pesquisa seguindo os seguintes critérios: 1) definir um questionamento para o estudo; 2) elaborar uma estratégia de busca; 3) estabelecer critérios de inclusão e exclusão e 4) realizar a triagem para definir a qualidade metodológica dos artigos recuperados. Para a seleção e exclusão dos artigos, os seguintes critérios foram aplicados: a) Palavras-chave: Os artigos deveriam conter pelo menos uma das seguintes palavras-chave: Food, fermentation, amazon, fruit, drinks e amazon fruits; b) String de busca: As estratégias de busca foram elaboradas utilizando operadores booleanos (AND, OR e NOT); c) Ano de publicação: Somente artigos publicados entre 2014 a 2024 foram selecionados; d) Idioma: Apenas artigos publicados em Português e Inglês; e) País de origem: Foram analisadas somente pesquisas realizadas no Brasil; f) Bases de dados: O levantamento dos estudos foi conduzido em duas bases: Scopus e Scielo; h) Seleção e filtragem: Após a verificação inicial dos resumos e uma leitura detalhada, 15 artigos foram selecionados por sua relevância direta com o objetivo do trabalho proposto.

A segunda equipe optou por fazer a revisão bibliográfica sobre as potencialidades dos frutos amazônicos em bebidas fermentadas em especial camu-camu, cupuaçu e maracujá. O tema foi inserido na ScienceDirect e Scielo, onde os artigos deveriam conter as seguintes palavras chaves: Fermentação alcoólica, bioeconomia, potencial de frutas da Amazônia; tanto em português quanto em inglês, os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados nos anos de 2018 a 2023, estudos revisados por pares, disponíveis em texto completo, e que abordassem diretamente o uso de frutas amazônicas na produção de bebidas fermentadas. Os critérios de exclusão foram aplicados para eliminar trabalhos que não envolvessem as frutas mencionadas ou que tratassem de outros processos tecnológicos não relacionados à fermentação.

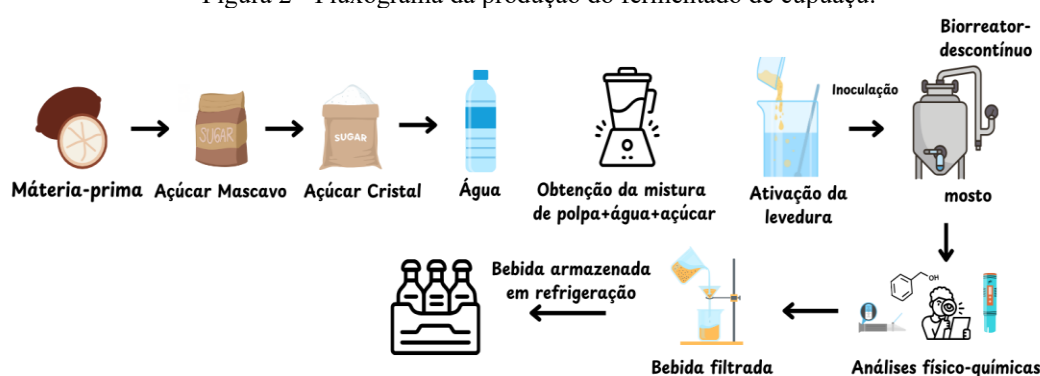
A terceira equipe realizou a revisão bibliográfica sobre a utilização de células e enzimas imobilizadas na produção de bebidas utilizando as bases de dados Periódico Capes, Elsevier, Scielo, PubMed, USP BR e ScienceDirect. Reunindo artigos sobre suportes e técnicas de imobilização de células e enzimas para aplicação na produção de bebidas fermentadas. Utilizando publicações mais recentes e as seguintes palavras-chave: Immobilization, Enzyme e Cell. Sendo selecionado sete artigos com potencial mais relevante e ano de publicação entre 2003 a 2024.

2.2 PRODUÇÃO EM ESCALA DE BANCADA

Após vasta pesquisa bibliográfica e publicação na semana acadêmica de agronomia 2024 - UFAM, fez-se a produção de um fermentado alcoólico de cupuaçu, com o intuito da valorização do produto amazônico.

A figura 2 mostra o fluxograma da produção de uma bebida alcoólica fermentada feita com polpa de cupuaçu. O fermentado foi desenvolvido de acordo com adaptações das metodologias de Lima (2021) e Araújo et al (2020).

Figura 2 - Fluxograma da produção do fermentado de cupuaçu.



Fontes: Autores (2024).

A polpa congelada foi adquirida no município de Manaus-AM. Para iniciar a produção, realizou-se a assepsia do biorreator no laboratório para evitar contaminação. Inicialmente preparou-se o mosto com 25% de polpa e 75% de água. Em seguida foi realizada a chaptalização do mosto até 33° brix, utilizando açúcar mascavo e refinado em iguais proporções. O inóculo foi preparado com levedura *Saccharomyces cerevisiae*, ativada a uma concentração de 8 g/L. O mosto foi transferido para um biorreator sem agitação, higienizado e equipado com uma mangueira plástica para a saída do CO₂. A fermentação foi realizada em batelada num biorreator de 3L, mantido em temperatura ambiente no laboratório por 9 dias, com análises periódicas para o estudo cinético da produção.

2.3 PRODUÇÃO EM ESCALA PILOTO

Os resultados da produção em escala de bancada foram apresentados na semana acadêmica de Engenharia de Alimentos 2024 - UFAM, e optou-se por aumentar a escala de produção, para 30L, ajustando parâmetros a fim de aumentar a aceitabilidade do fermentado produzido (ver figura 3).

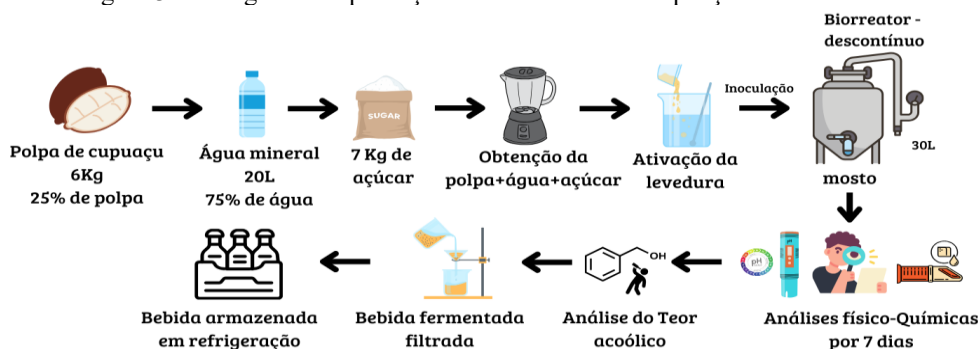
Para a produção da bebida fermentada de cupuaçu em escala piloto, com o intuito de reduzir o custo do processo, bem como aumento do teor alcoólico, e embasada no estudo de Santos e Santos (2024), optou-se em reduzir as proporções de fermento e de açúcar utilizado no mosto. Foram

utilizados 6 kg de polpa de cupuaçu, 20 litros de água (distribuídos ao longo das etapas do processo), 7 kg de açúcar (suficiente para atingir 25° Brix) e 80g de levedura *Saccharomyces cerevisiae*. As proporções foram estabelecidas assegurando a homogeneidade e a eficiência do processo fermentativo.

Inicialmente, parte dos 20 litros de água foi utilizada para diluir a polpa de cupuaçu, que, após o processo, foi filtrada para remover resíduos sólidos e obter um líquido mais uniforme. Outra fração da água foi empregada para dissolver o açúcar, garantindo sua total homogeneização antes de ser incorporado à solução principal. Paralelamente, uma pequena quantidade da mesma água foi utilizada para ativar a levedura, hidratando os 80 g de *Saccharomyces cerevisiae* e assegurando sua viabilidade fermentativa.

Após essas etapas, todos os componentes foram reunidos no reator. A mistura foi então homogeneizada para assegurar a distribuição uniforme da levedura e dos demais ingredientes, criando um ambiente ideal para o processo fermentativo.

Figura 3. Fluxograma da produção do fermentado de cupuaçu em escala Piloto.



Fonte: Autores (2024).

2.4 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

Neste estudo, foram realizadas análises físico-químicas, em triplicatas, durante o período de fermentação (estudo cinético) avaliando os seguintes parâmetros: Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Potencial Hidrogeniônico e teor alcoólico (%v/v). Essas análises foram realizadas tanto na escala de bancada quanto na piloto.

O produto desenvolvido em escala piloto foi analisado em relação a acidez total, acidez volátil, acidez fixa, extrato seco de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008) e microbiológica de conforme SCHWEIG (2018) e SANTOS (2020), contudo não foi visualizada regulamentação para bebidas fermentada alcoólicas junto Instrução Normativa da ANVISA (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados bem como suas respectivas discussões estão descritas nos itens 3.1, 3.2 e 3.3.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A primeira equipe selecionou 10 trabalhos que abrangeram frutas como castanha-do-brasil, taperebá, cacau, cupuaçu, açaí, jabuticaba, pupunha e Araçá-boi. Os produtos adquiridos incluem bebidas probióticas, kombucha, iogurte e vinho. Os estudos se concentraram no processo de fermentação e na caracterização de compostos físico-químicos, sensoriais e bioativos. Foram avaliadas a viabilidade probiótica, a estabilidade durante o armazenamento, os compostos antioxidantes e a aceitabilidade sensorial. As bebidas mais promissoras incluem a kombucha contendo frutas amazônicas, o iogurte contendo cupuaçu e as bebidas alcoólicas feitas de cupuaçu, açaí e araçá-boi, devido à sua aceitabilidade sensorial e funcionalidade dos compostos bioativos e antioxidantes.

A segunda equipe teve como resultado da pesquisa bibliográfica os artigos: mercado da biodiversidade e a cadeia produtiva de camu-camu (*myrciaria dubia* (h.b.k.) no estado do Amazonas (2018), Frutos amazônicos: biotecnologia e sustentabilidade. (2020), Fermentados alcoólicos de frutas: uma revisão sobre as etapas e parâmetros de produção, características físico-químicas e potencial bioativo das bebidas (2022), Utilização de leveduras naturalmente ocorrente na biotransformação de açúcares fermentescíveis de frutos amazônicos aplicadas na produção de aguardente(2021), Produção de cerveja artesanal com adição de ácido ascórbico a partir de fruto amazônico(2019), Aproveitamento do camu-camu (*myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. *acta amazônica* (2003), Elaboração de cerveja artesanal do estilo caxiri beer com adição de camu-camu (*myrciariadubia*) (2022), Produção em batelada e caracterização sensorial de cerveja artesanal witbier utilizando em sua composição camu-camu (2018). Observando assim que o camu-camu surge como uma fruta de enorme potencial para a inovação na produção de bebidas fermentadas amazônicas, graças ao seu elevado teor de vitamina C. A pesquisa e o desenvolvimento têm um papel essencial na superação de desafios de cultivo, processamento e conservação, além de permitir a criação de bebidas diferenciadas que atendem a um mercado crescente de alimentos e bebidas saudáveis e artesanais.

A terceira equipe visualizou junto a pesquisa bibliográfica realizada os seguintes artigos: Propriedades de materiais de hidrogel usados para aprisionamento de células microbiana na produção de bebidas fermentadas (2024), Biopolímeros e materiais nanoestruturados para desenvolver sistemas nanobiocatalíticos imobilizados baseados em pectinases para aplicações biotecnológicas (2021), Visão geral da aplicação da β galactosidase “imobilizada em nanopartículas” em indústrias de

laticínios (2021), Utilização de células imobilizadas de *Bacillus subtilis* e *Saccharomyces cerevisiae* no processo simultâneo de sacarificação e fermentação contínua (2019), Produção de cerveja sem álcool utilizando células livres e imobilizadas de *Saccharomyces cerevisiae* deficientes no ciclo do ácido tricarbóxico (2010), Tecnologias de imobilização e materiais de apoio adequados na produção de bebidas alcoólicas: uma revisão (2004) e Produção de vinho usando levedura imobilizada em biocatalisador de marmelo a temperaturas entre 30 e 0 °C (2003) e avaliou que a imobilização de células e enzimas emerge como uma técnica promissora na produção de bebidas fermentadas, oferecendo vantagens significativas em eficiência e qualidade. A diversidade de suportes e métodos de imobilização disponíveis permite que a indústria se adapte às demandas do mercado, otimizando processos e reduzindo custos.

A partir dessas pesquisas, análises de custos e das discussões em grupo, optou-se por fazer um fermentado alcoólico de cupuaçu.

3.2 ESTUDO CINÉTICO

A tabela 1 mostra os dados cinéticos de Sólidos Solúveis Totais (SST), Teor Alcoólico (TA) e Potencial Hidrogeniônico (pH) tanto da escala de bancada (3l) quanto de piloto (30l).

Tabela 1. Dados cinéticos do fermentado alcoólico de cupuaçu.

Tempo (dias)	Escala de Bancada			Escala Piloto		
	SST (°Brix)	T.A (%v/v)	pH	SST (°Brix)	T.A (%v/v)	pH
0	33	0	3,24	25	0	3,56
1	31,2	0,97	3,26	23	1,08	3,47
2	31	1,08	3,26	21	2,16	3,39
3	29	2,16	2,36	18	3,78	3,41
4	28	2,70	3,35	16	4,86	3,41
5	27	3,42	3,34	14	5,95	3,59
6	22	5,94	3,38	12	7,03	3,69
7	22	5,94	3,44	-	-	-

Fonte: Autores (2024).

A queda no teor de SST (°Brix) ocorreu de forma contínua e gradual ao longo dos dias, mostrando um comportamento mais linear na fermentação em escala piloto em comparação ao experimento realizado em bancada. No primeiro dia de fermentação, houve uma redução de 25 para 23 °Brix na escala piloto, enquanto, no experimento em laboratório, os sólidos solúveis totais diminuíram de 33 para 31,2° Brix. Essa redução inicial é significativa, o que sugere que as leveduras se adaptaram rapidamente ao mosto em ambos os experimentos. No entanto, o desempenho em escala piloto indica que as leveduras se adaptaram com maior eficiência. Almeida (2020) reforçam essa interpretação, destacando que a redução dos sólidos totais durante a fermentação é uma evidência da

conversão de açúcar em álcool, o que ocorre à medida que os microrganismos se ajustam ao ambiente e utilizam os açúcares como fonte de energia.

Essa rápida adaptação é um aspecto positivo em ambas as escalas, pois demonstra que os microrganismos começaram a metabolizar os açúcares disponíveis de forma eficaz logo no início do processo. O teor SST reduziu gradualmente ao longo dos dias, até atingir aproximadamente 22 e 12° Brix, nas escalas piloto e bancada respectivamente, no sexto dia de fermentação. O experimento em escala de bancada foi estabilizado no sétimo dia, pois segundo Brunelli (2015) a fermentação é dada por encerrada com a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix) do fermentado. Isso pode ser justificado, conforme Sroka e Tuszyński (2007), mostos com concentrações iniciais mais elevadas de açúcar podem provocar a inibição do processo fermentativo.

O teor alcoólico final foi 5,94%v/v para o de bancada e 7,03 % para o de escala piloto, essa diferença pode ser atribuída ao ajuste no SST inicial para a fermentação em escala de piloto. Esses valores estão entre os limites estabelecidos pela Legislação que permite um teor de 4 a 14 % em volume (BRASIL, 2009). Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira et al (2020) que obteve teor alcoólico de 5,67 %v/v no sexto dia de fermentação do “vinho de cupuaçu”.

O pH se manteve estável durante todo o período de fermentação, mostrando um bom controle do processo. Nos dias iniciais observa-se uma redução nos valores do pH para posterior aumento. Os valores finais foram 3,44 e 3,69 para as escalas de bancada e piloto, respectivamente. Esses valores ácidos são favoráveis ao processo, uma vez que bactérias e outros contaminantes não permanecem em meios de baixo pH e a geração de glicerol como componente completar da fermentação é reduzida em meios ácidos (pH 3 a 4) (JEAN ,2010; LIMA et al,2021).

3.2.1 Modelagem Matemática

Neste tópico, fundamentou-se uma parte essencial da Engenharia bioquímica que é o entendimento da modelagem dos processos fermentativos que pode ser definida como a tentativa de representar, através de equações matemáticas associados às complexas transformações bioquímicas que ocorrem no processo e às velocidades com que essas transformações se processam. Segundo Voleski e Votruba (1992), a formulação de um modelo matemático deve possuir um comprometimento entre grau de complexidade razoável e solução economicamente desejável. Assim objetivando prever o comportamento dinâmico e estacionário desse processo fermentativo, buscando a determinação das condições operacionais economicamente ótimas do sistema, fez-se a modelagem matemática em relação às ordens 0,1 e 2 seguindo o método gráfico. Para os modelos de ordem 1 e 2 do produto, fez-

se a exclusão do ponto inicial (outliers) para melhores ajustes dos modelos. As tabelas 2 e 3 mostram os parâmetros da modelagem do substrato (SST) e do produto (T.A) para os modelos mencionados.

Tabela 2 - Sólidos Solúveis Totais (°Brix) em escala bancada e piloto

Bancada	Ordem 0	Ordem 1	Ordem 2
a	-0,053	-0,002	0,00008
b	32,40	3,488	0,030
R ²	0,926	0,934	0,936
Bancada	Ordem 0	Ordem 1	Ordem 2
a	-0,077	-0,004	0,000
b	23,31	3,265	0,035
R ²	0,985	0,962	0,921

Fonte: Autores (2024).

Tabela 3 - Teor alcoólico em escala de bancada e piloto

Bancada	Ordem 0	Ordem 1	Ordem 2
a	0,029	0,009	-0,003
b	0,32	0,054	0,860
R ²	0,926	0,793	0,609
Bancada	Ordem 0	Ordem 1	Ordem 2
a	0,043	0,013	-0,005
b	0,339	-0,142	0,916
R ²	0,979	0,965	0,858

Fonte: Autores (2024).

Na modelagem dos Substratos, observa-se que todos os modelos obtiveram bons ajustes aos dados experimentais, com destaque para o de ordem zero em escala piloto obteve coeficiente de determinação igual a 0,985. Esse melhor ajuste desse modelo pode ser explicado pela boa adaptação das leveduras ao mosto, inferindo que não houve as fases de adaptação e nem de transição, e que possivelmente a fermentação ainda não havia terminado no tempo de 6 dias.

Quanto ao produto (TA), observou-se que os modelos de ordem zero também obtiveram bons ajustes principalmente na escala piloto, possivelmente devido as otimizações realizadas durante a mudança de escala (redução dos Sólidos solúveis totais iniciais e da quantidade inicial de leveduras).

3.3 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO QUÍMICA DA BEBIDA

A tabela abaixo dispõe da caracterização microbiológica da bebida alcoólica de cupuaçu realizada no laboratório de tecnologia do pescado (LABTEC-UFAM), determinação de coliformes totais, termotolerantes e *escherichia Coli*. Pode-se notar que a bebida não apresentou presença de coliforme totais, termotolerantes e *escherichia coli*, estando o mesmo dentro dos padrões, constatando que a produção seguiu as boas práticas de produção.

Tabela 4. Caracterização microbiológica do cupuaçu

Análise	Dados obtidos
Coliformes totais	Ausente
Coliformes termotolerantes	Ausente
Escherichia Coli	Ausente

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Além disso, foram determinadas as propriedades físico-químicas do produto desenvolvido (acidez total titulável, acidez fixa, acidez volátil, extrato seco e massa específica, mostrados na Tabela 5. Essas análises foram realizadas em triplicata, de acordo com o Método do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Tabela 4. Caracterização microbiológica do cupuaçu

Parâmetros	Fermentado de Cupuaçu	Limites da Legislação*
Acidez Total Titulável (mEq/L)	42,88 ± 1,15	≥50,00 e ≤ 130,00
Acidez Fixa (mEq/L)	38,08 ± 2,00	≥30,00
Acidez Volátil (mEq/L)	6,88 ± 2,94	≥20,00
Extrato seco (M/V)	21 ± 0,5	≥7,00
Massa específica	0,97 ± 0,004	-

*Limites relativos à Portaria N° 64, de 23 de abril de 2008, que aprova o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para os fermentados de frutas.

Os dados apresentados na tabela acima, referentes ao fermentado de cupuaçu, foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela legislação, permitindo a análise dos aspectos fundamentais para garantir a estabilidade e qualidade do produto. Observa-se que o valor da acidez total está abaixo do limite previsto pela legislação, o que pode influenciar a acidez global do produto. Por outro lado, os resultados para a acidez fixa estão dentro dos padrões exigidos, refletindo a presença de ácidos fixos que conferem características sensoriais ao produto. A acidez volátil também se encontra abaixo do limite estabelecido, o que indica que a bebida possui baixa formação de ácidos voláteis. O extrato seco, por sua vez, sugere que o fermentado apresenta uma composição rica em sólidos, com valores superiores aos exigidos pela portaria. Esse resultado contribui para um produto mais encorpado e com maior estabilidade microbiológica, fatores que podem influenciar positivamente o seu armazenamento. A massa específica não possui um padrão exigido, porém o resultado obtido nos apresenta uma bebida mais densa, pela presença dos sólidos, por ser um fermentado de frutas é desejável que esta bebida seja encorpada, atrelado ao sensorial do produto.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia de ensino baseada em projeto na disciplina Engenharia Bioquímica, proporcionou desenvolver um produto complexo e repassar o conhecimento de forma

prática, possibilitando melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, foi possível identificar maior entendimento dos conceitos bem como o melhoramento de habilidades como planejamento, comprometimento, colaboração e pró-atividade.

O produto desenvolvido, “fermentado de cupuaçu”, apontou características físico químicas e microbiológicas que atendem aos limites definidos pela legislação vigente, evidenciando positivo, uma vez que os objetivos de produção, caracterização e cinética foram concluídos, descobrindo os mostos mais adequados que geraram fermentados alcoólicos dentro dos padrões de fabricação. Sendo possível comprovar a viabilidade técnica da produção de uma bebida alcoólica com a polpa, tendo como uma excelente alternativa de contribuição para o crescimento da agroindústria, colaborando na renda das propriedades rurais da região Norte.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Termodinâmica Aplicada (LABTERMO-UFAM) e ao Laboratório de Tecnologia do Pescado (LABTEC-UFAM) pela infraestrutura e análises realizadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo à domesticação. In: SANTANA, A. C. (Org.). Mercado, cadeia produtiva e desenvolvimento rural na Amazônia. Belém: Edufra, 2014.

ALMEIDA, F. L. C., Oliveira, E. N. A. de, Almeida, E. C., Silva, M. de O., Araujo, L. F. da S., Silva, L. N. da, ... Polari, I. de L. B. (2020). Estudo do processo fermentativo de bebidas alcoólicas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). *HOLOS*, 3, 1–19. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.8961>.

ARAÚJO, Daiane Lavareda et al. Caracterização das propriedades físico-químicas e microbiológicas na cinética de produção de bebidas alcoólicas fermentadas de açaí e cupuaçu. *CORDEIRO, CAM Tecnologia de Alimentos: Tópicos Químicos, Físicos e Biológicos*, v. 1, p. 4-13, 2020. DOI: 10.37885/200800967

BENDER, Q. N. Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BRASIL. Decreto n. 2314, de 04/09/1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 1997.

BRASIL. Lei n° 7678, de 8 de novembro de 1988. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. In: *Diário Oficial da União*, Brasília, 1988a.

BRASIL. Portaria n° 64, de 23/04/2008. Dispõe sobre regulamentos técnicos para a fixação de identidade e qualidade para Fermentado de fruta, Sidra, Hidromel, Fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saque. *Diário Oficial da União* 2008.

BRUNELLI, Luciana Trevisan. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade De Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa - in n° 161, de 1° de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LIMA, L. F. F. de S.; ALVES, T. C. L.; SOUZA, A. Q. L. de; SANTOS, W. G. dos. Kinetic analysis of the fermentative process of mead with the addition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pulp . *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e54101421685, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.21685. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21685>. Acesso em: 28 dec. 2024.

LIMA, M.M. Propriedades físico-químicas e de textura de abacaxi (Var. Pérola) desidratado enriquecido com cálcio por impregnação a vácuo. 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129373>.

LOPES, R. V. V.; SILVA, F. L. H. Elaboração de fermentados a partir do figo-da-índia. Revista de biologia e ciências da terra, v. 6, n. 2, p. 305-315, 2006.

MACAMBIRA P. M. F. A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): uma Aplicação na disciplina "Gestão Empresarial" do curso de Engenharia Civil. 2011. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará. Belém. 2011.

MITRE, S. M.; BATISTA, R. S.; MENDONÇA, J. M. G.; PINTO, N. M. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PORTO, C. P.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. Ciência & Saúde Coletiva, 2008.

NOBRE, A. C. dos S.; DO NASCIMENTO, T. H. C. R.; DE OLIVEIRA, I. D.; DANTAS, A. S.; DA SILVA, G. G. Aprendizagem baseada em projetos: revisão descritiva da literatura na perspectiva da gestão de projetos. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 16, n. 8, p. 12853–12885, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.8-234. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/1789>. Acesso em: 29 dez. 2024.

OLIVEIRA, I. V. de OKANEKU, B. M., ROLIM, C. S. dos S., ARAÚJO, D. L., ROLIM, L. do N., E. C. RODRIGUES, Santos, W. G. dos, Produção e caracterização do hidromel tipo doce. livro As Ciências Agrárias e seus Impactos na Sociedade (Vol. 3) (pp.139-155), 2020. DOI:10.35587/brj.ed.0000434. Acesso em: 28 dez. 2024.

OLIVEIRA, T. B.; GENOVESE, M. I. Chemical composition of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and cocoa (*Theobroma cacao*) liquors and their effects on streptozotocin-induced diabetic rats. Food Research International, v. 51, n. 2, p. 929-935, 2013.

OLIVEIRA PEROTE, B. G.; ROSAS DIRANE, I.; SOARES DOS SANTOS ROLIM, C.; DO NASCIMENTO ROLIM, L.; PINHEIRO SANTOS, J.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, S. D.; DOS SANTOS, W. G. Desenvolvimento e caracterização do melomel de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Gaia Scientia, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 48–62, 2024. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2023v17n4.68379. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/68379>. Acesso em: 20 dez. 2024.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 2004.

PUGLIESE, A. G.; TOMAS-BARBERAN, F. A.; TRUCHADO, P.; GENOVESE, M. I. Flavonoids, proanthocyanidins, vitamin C, and antioxidant activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) pulp and seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 61, n. 11, p. 2720-2728, 2013.

SANTOS, Sabrina Silva; SANTOS, Wenderson Gomes dos. Fabricação de Melomel Saborizado com Taperebá (*Spondias mombin* L.). *Revista Perspectiva*, [S. l.], v. 47, n. 179, p. 83–92, 2023. DOI: 10.31512/persp.v.47.n.179.2023.348.p.83-92. Disponível em: <http://ojs.uricer.edu.br/ojs/index.php/perspectiva/article/view/348>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SCHMIDELL, Willibaldo, et al. *Biotecnologia industrial - vol. 2: engenharia bioquímica*. Brasil, Editora Edgard Blucher Ltda, 2001.

SCHWEIG, Geovana Talita. *Qualidade microbiológica e físico-química de bebidas lácteas fermentadas comercializadas em Dois Vizinhos - PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.*

SILVA, Lirna Salvioni da, *Avaliação da eficiência de três linhagens de leveduras na produção de bebida alcoólica fermentada de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum), dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal do Amazonas, 2011.*

SOUZA, A. das G. C. de; SOUZA, M. G. de; PAMPLONA, A. M. S. R.; WOLFF, A. C. da S. *Boas práticas na colheita e pós-colheita do cupuaçu*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 8 p. ISSN 1517-2449.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. *Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais– aspectos gerais*. Medicina (Ribeirão Preto), 2014.

SROKA, Paweł; TUSZYŃSKI, Tadeusz. *Mudanças no conteúdo de ácidos orgânicos durante a fermentação do mosto de hidromel*. *Química de Alimentos*, v. 104, n. 3, pág. 1250-1257, 2007.

VOLESKY, B.; VOTRUBA, J. *Modeling and optimization of fermentation processes*. Amsterdã: Elsevier, p 266, 1992.

WARD, O. P. *Biotecnología de la fermentación. Principios, procesos y productos*. (Trad. Miguel Calvo Rebollar). Zaragoza: Acribia, 1991.