



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
- CAMPUS CABEDELLO
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**OBTENÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS DO ABACAXI (*ANANAS COMOSUS (L.) MERRIL*):
UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL PARA ENSINO E
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL
(Artigo científico)**

MICHAEL MARTINS DE AZEVEDO

Cabedelo, Março de 2024



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
- CAMPUS CABEDELO
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**OBTENÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS DO ABACAXI (*ANANAS COMOSUS (L.) MERRIL*):
UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL PARA ENSINO E
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL**

MICHAEL MARTINS DE AZEVEDO

Orientador: Poliana Sousa Epaminondas Lima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - Campus Cabedelo, como requisito para conclusão do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Cabedelo, Março de 2024

A994o Azevedo, Michael Martins de.

Obtenção de Etanol a Partir do Aproveitamento de Resíduos Sólidos Agroindustriais do Abacaxi (*Ananas comosus* (L.) merrill); Uma proposta pedagógica experimental para ensino e conscientização ambiental / Michael Martins de Azevedo – Cabedelo, 2024.
28 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.
Orientadora: Profa. Dra. Poliana Sousa Epaminondas Lima.

1. Biocombustível. 2. Etanol. 3. Resíduos sólidos. I. Título.

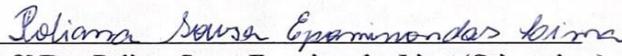
TERMO DE APROVAÇÃO

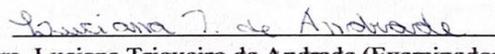
MICHAEL MARTINS DE AZEVEDO

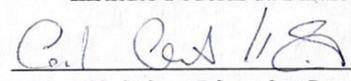
**OBTENÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO APROVEITAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS DO ABACAXI (*ANANAS
COMOSUS (L.) MERRIL*): UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL
PARA ENSINO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - Campus Cabedelo, como requisito para conclusão do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA


Prof.ª Dra. Poliana Sousa Epaminondas Lima (Orientadora)
Instituto Federal da Paraíba - IFPB


Prof.ª Dra. Luciana Trigueiro de Andrade (Examinadora interna)
Instituto Federal da Paraíba – IFPB


Prof.ª Dr. Carlos Christiano Lima dos Santos (Examinador externo)
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

APROVADO em 22 de março de 2024

Cabedelo, março de 2024

Ao meu filho recém-nascido, Matias, que na época dessa conclusão de etapa está nos seus primeiros passos na vida. Você é o amor da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, que me deu a fé e a força para acreditar que cada desafio provação veio no momento oportuno e me fez crescer para essa conquista.

À minha mãe Maria das Graças Martins e ao meu Pai Marcos Antônio Azevedo, que são os meus mentores na trajetória da vida. A vocês toda minha honra e amor.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Poliana Epaminondas, sem a qual não conseguiria finalizar com grande satisfação esse desafiante projeto. Toda minha gratidão, por me acolher de braços abertos, me conduzindo pelos caminhos da pesquisa com paciência e maestria, por exigir de mim muito mais do que eu supunha ser capaz de fazer. Agradeço por transmitir seus conhecimentos, por fazer dessa etapa final uma experiência positiva e por ter confiado em mim, sempre estando ali me orientando e dedicando parte do seu tempo a mim mesmo diante de tantas dificuldades no processo.

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB) campus Cabedelo, por toda infraestrutura e apoio na formação acadêmica, aos meus professores, coordenadores de TCC e do curso, sem os quais não conseguiria adquirir tanto conhecimento e experiência.

Por fim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho, profissionais de várias áreas que estiveram sempre disponíveis para auxiliar, em especial ao meu colega e cooperador Cristiano Cabral, técnico de laboratório no IFPB campus Cabedelo.

Título: Obtenção de etanol a partir do aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais do abacaxi (*Ananas comosus (L.) Merrill*): uma proposta pedagógica experimental para ensino e conscientização ambiental

Autor(a): Michael Martins de Azevedo

Orientador(a): Poliana Sousa Epaminondas Lima

RESUMO

Os combustíveis derivados do petróleo foram, há anos, as principais fontes energéticas utilizadas pelos países, causando problemas ambientais. Com isso, pesquisas têm sido direcionadas para a utilização de fontes energéticas alternativas, renováveis, limpas e economicamente viáveis. O etanol, classificado quimicamente como um álcool primário, pode ser utilizado como biocombustível, em substituição parcial ou total a combustíveis fósseis, como a gasolina. Considerado um material de baixo custo, o resíduo agroindustrial de abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*) pode ser aproveitado para a geração de etanol como produto de valor agregado, reduzindo a produção de lixo. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo simular o processo industrial de obtenção do etanol em escala laboratorial, a partir do aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais do abacaxi, visando correlacionar, de forma aplicada, o processo fermentativo a conceitos de educação ambiental e sustentabilidade. Foram utilizadas como matéria-prima os frutos de abacaxi da variedade Pérola, de onde foram extraídas as cascas. Para a preparação da fermentação, utilizou-se levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* em uma proporção de 10g/L de mosto. Alíquotas das amostras de mosto foram coletadas a cada 24 h, para medição dos teores de sólidos solúveis totais (SST) e pH. O experimento foi considerado finalizado após 72 horas de fermentação, sendo a destilação realizada em seguida. Os resultados das análises de SST e pH, realizadas em quadruplicata, foram expressos através de média e desvio padrão, sendo aplicada análise estatística para comparação das médias. Com o experimento, observou-se que o teor de SST, assim como o pH do meio, diminuíram ao longo do tempo, indicando que o fermento consumiu açúcares e favoreceu a produção de álcool. Do ponto de vista educacional constatou-se que é possível observar o processo fermentativo em escala laboratorial, aproveitando-se resíduos agroindustriais de abacaxi como fonte de açúcares fermentescíveis para processos fermentativos, sendo tal procedimento experimental viável tecnicamente de ser realizado em aulas práticas para o ensino básico, como forma de contextualização de temas relacionados à microbiologia, à biotecnologia e à educação ambiental.

Palavras-chave: Fermentação. Biocombustível. Educação ambiental.

Title: Obtaining ethanol from the use of agro-industrial solid waste from pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill): an experimental pedagogical proposal for teaching and environmental awareness

Author: Michael Martins de Azevedo

Advisor: Poliana Sousa Epaminondas Lima

ABSTRACT

Petroleum-derived fuels have been the main energy sources used by countries for years, causing environmental problems. As a result, research has been directed towards the use of alternative, renewable, clean and economically viable energy sources. Ethanol, chemically classified as a primary alcohol, can be used as a biofuel, partially or completely replacing fossil fuels, such as gasoline. Considered a low-cost material, agro-industrial pineapple residue (*Ananas comosus* L. Merrill) can be used to generate ethanol as a value-added product, reducing waste production. Given this context, the present study aimed to simulate the industrial process of obtaining ethanol on a laboratory scale, from the use of agro-industrial solid waste from pineapple, aiming to correlate, in an applied way, the fermentation process with concepts of environmental education and sustainability. . Pineapple fruits of the Pérola variety were used as raw material, from which the peels were extracted. To prepare the fermentation, commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* was used in a proportion of 10g/L of must. Aliquots of must samples were collected every 24 h to measure total soluble solids TSS and pH. The experiment was considered finished after 72 hours of fermentation, with distillation being carried out afterwards. The results of the TSS and pH analyses, carried out in quadruplicate, were expressed as mean and standard deviation, with statistical analysis being applied to compare the means. With the experiment, it was observed that the (SST) content, as well as the pH of the medium, decreased over time, indicating that the yeast consumed sugars and favored the production of alcohol. From an educational point of view, it was found that it is possible to observe the fermentation process on a laboratory scale, using agro-industrial pineapple waste as a source of fermentable sugars for fermentation processes, with such an experimental procedure being technically viable to be carried out in practical classes for teaching. basic, as a way of contextualizing topics related to microbiology, biotechnology and environmental education.

Keywords: Fermentation. Biofuel. Environmental education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Etapas de obtenção do etanol a partir do processo fermentativo.....	19
Figura 2 -	Gráfico 1: Comportamento do teor de SST e do pH.....	20
Figura 3 -	Testes de chama presença de álcool	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Teor de sólidos solúveis totais e pH do mosto durante o processo fermentativo	19
-------------------	---	----

SUMÁRIO

RESUMO EXPANDIDO/ ARTIGO/	11
1 Introdução	12
2 O abacaxi e o aproveitamento de resíduos sólidos.....	13
2.1 Etanol	14
2.2 Educação ambiental nas escolas.....	16
3 Método de pesquisa.....	18
4 Resultados e Discussões.....	19
5 Conclusão.....	22
Referências.....	22

ARTIGO CIENTÍFICO

Obtenção de etanol a partir do aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill): uma proposta pedagógica experimental para ensino e conscientização ambiental

Resumo

Os combustíveis derivados do petróleo foram, há anos, as principais fontes energéticas utilizadas pelos países, causando problemas ambientais. Com isso, pesquisas têm sido direcionadas para a utilização de fontes energéticas alternativas, renováveis, limpas e economicamente viáveis. O etanol, classificado quimicamente como um álcool primário, pode ser utilizado como biocombustível, em substituição parcial ou total a combustíveis fósseis, como a gasolina. Considerado um material de baixo custo, o resíduo agroindustrial de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) pode ser aproveitado para a geração de etanol como produto de valor agregado, reduzindo a produção de lixo. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo simular o processo industrial de obtenção do etanol em escala laboratorial, a partir do aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais do abacaxi, visando correlacionar, de forma aplicada, o processo fermentativo a conceitos de educação ambiental e sustentabilidade. Foram utilizadas como matéria-prima os frutos de abacaxi da variedade Pérola, de onde foram extraídas as cascas. Para a preparação da fermentação, utilizou-se levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* em uma proporção de 10g/L de mosto. Alíquotas das amostras de mosto foram coletadas a cada 24 h, para medição dos teores de sólidos solúveis totais SST e pH. O experimento foi considerado finalizado após 72 horas de fermentação, sendo a destilação realizada em seguida. Os resultados das análises de SST e pH, realizadas em quadruplicata, foram expressos através de média e desvio padrão, sendo aplicada análise estatística para comparação das médias. Com o experimento, observou-se que o teor de (SST), assim como o pH do meio, diminuíram ao longo do tempo, indicando que o fermento consumiu açúcares e favoreceu a produção de álcool. Do ponto de vista educacional constatou-se que é possível observar o processo fermentativo em escala laboratorial, aproveitando-se resíduos agroindustriais de abacaxi como fonte de açúcares fermentescíveis para processos fermentativos, sendo tal procedimento experimental viável tecnicamente de ser realizado em aulas práticas para o ensino básico, como forma de contextualização de temas relacionados à microbiologia, à biotecnologia e à educação ambiental.

Palavras-chave: Fermentação; biocombustível; educação ambiental.

Obtaining ethanol from the use of pineapple agroindustrial solid waste (*Ananas comosus* (L.) Merrill): an experimental pedagogical proposal for environmental education and awareness

Abstract

*Petroleum-derived fuels have been the main energy sources used by countries for years, causing environmental problems. As a result, research has been directed towards the use of alternative, renewable, clean and economically viable energy sources. Ethanol, chemically classified as a primary alcohol, can be used as a biofuel, partially or completely replacing fossil fuels, such as gasoline. Considered a low-cost material, agro-industrial pineapple residue (*Ananas comosus* L. Merrill) can be used to generate ethanol as a value-added product, reducing waste*

*production. Given this context, the present study aimed to simulate the industrial process of obtaining ethanol on a laboratory scale, from the use of agro-industrial solid waste from pineapple, aiming to correlate, in an applied way, the fermentation process with concepts of environmental education and sustainability. . Pineapple fruits of the Pérola variety were used as raw material, from which the peels were extracted. To prepare the fermentation, commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* was used in a proportion of 10g/L of must. Aliquots of must samples were collected every 24 h to measure total soluble solids (TSS) and pH. The experiment was considered finished after 72 hours of fermentation, with distillation being carried out afterwards. The results of the TSS and pH analyses, carried out in quadruplicate, were expressed as mean and standard deviation, with statistical analysis being applied to compare the means. With the experiment, it was observed that the (SST) content, as well as the pH of the medium, decreased over time, indicating that the yeast consumed sugars and favored the production of alcohol. From an educational point of view, it was found that it is possible to observe the fermentation process on a laboratory scale, using agro-industrial pineapple waste as a source of fermentable sugars for fermentation processes, with such an experimental procedure being technically viable to be carried out in practical classes for teaching. basic, as a way of contextualizing topics related to microbiology, biotechnology and environmental education.*

Keywords: *Fermentation. Biofuel. Environmental education.*

1. Introdução

Possíveis combustíveis alternativos e renováveis têm sido amplamente pesquisados nos últimos anos. Isso se deve, em grande parte, à conscientização ambiental pela sociedade, principalmente pelo fato de que as principais fontes energéticas do mundo não são consideradas renováveis, podendo haver uma escassez das mesmas, além de gerar impactos negativos à natureza e à sociedade em geral, devido a sua extração e uso (IANDA, 2023).

Durante muitos anos, os derivados de petróleo foram a principal fonte de energia utilizada em todo o mundo, gerando uma série de questões ambientais. No entanto, devido ao aumento dos preços e a um crescente senso de responsabilidade ambiental, há um redirecionamento de esforços em pesquisa para explorar fontes alternativas de energia, que sejam renováveis, sustentáveis, ecologicamente seguras e economicamente atrativas (CORONA et al., 2019).

A produção de bebidas alcoólicas a partir de fontes ricas em carboidratos é um processo que tem sido praticado há séculos em diferentes culturas ao redor do mundo. Essas fontes de carboidratos podem incluir uma variedade de matérias-primas, como grãos, frutas, tubérculos e até mesmo mel (IANDA, 2023).

Os resíduos de frutas são uma alternativa atraente de biomassa para a produção de etanol, pois possuem altos níveis de açúcares fermentescíveis, como sacarose, glicose e frutose. Roda *et al.* (2016) ressaltam que a industrialização do abacaxi, em particular, gera uma quantidade significativa de resíduos sólidos e valores de até 75-80% já foram relatados (PACHECO et al., 2022).

O abacaxi (*Ananas comosus L. merril*) é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea e perene da família Bromeliácea, que tem grande aceitação sensorial em todo o mundo em sua forma natural e industrializada. A composição química do abacaxi varia conforme a variedade e as condições climáticas, conforme a época do ano em que é produzido. Seu valor nutricional compreende, principalmente, os sólidos solúveis, as vitaminas e minerais presentes (ABREU; FIQUEIREDO, 2019).

Gil e Maupoey (2019) destacam que o resíduo agroindustrial de abacaxi é estudado como um material de baixo custo para a geração de diferentes produtos de valor agregado, dentre eles o álcool.

Diante da busca constante de contextualizar conteúdos vistos em sala de aula com aplicações práticas, o fazer pedagógico no ensino ainda apresenta alguns desafios para os professores que trabalham com as disciplinas de Biologia e muitos alunos apresentam dificuldades de aprendizagem. Na maioria das vezes, esses alunos remetem suas dificuldades ao fato de que, nessas matérias, apenas se decoram fórmulas, leis, conceitos e dificilmente se consegue estabelecer relações com o dia a dia. Percebe-se que uma das provocações do professor é tentar relacionar o conteúdo abordado em aula com a necessidade do aluno. Para Pacheco et al., (2022), as atividades de ensino empregadas nas aulas de biologia, assim, como nas demais disciplinas escolares, devem ser planejadas de modo que as ideias, as teorias e o conhecimento que os alunos trazem consigo possam ser aproveitadas, completadas e desenvolvidas.

Diante do exposto, este estudo mostra-se de grande relevância para a área pedagógica, baseada nas ciências biológicas experimentais, para ensino e conscientização ambiental de sustentabilidade e para áreas afins, uma vez que teve por objetivo relacionar a prática de obtenção do etanol a partir do aproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais do abacaxi, utilizando-se de materiais de laboratório, e ao mesmo tempo, despertar a conscientização sobre o desperdício de alimento, incentivando a educação ambiental e trazendo para o ambiente escolar metodologias ativas de caráter experimental, afim de reafirmar os conceitos biotecnológicos vistos em aula, por meio de atividades lúdicas.

2. O Abacaxi e o aproveitamento de seus resíduos sólidos

Ananas comosus (L.) Merrill é uma planta herbácea e perene, que produz frutos através de uma gema terminal, encontrando-se nele, ainda, as gemas axilares, responsáveis pela formação de novas plantas. O abacaxizeiro apresenta a característica de ser autoestéril, com sementes que podem ser geradas através de polinização cruzada, sendo estas utilizadas para melhoramento genético, com o intuito de se obterem híbridos com características superiores (PACHECO et al., 2022).

O abacaxi tem origem na América Tropical e Subtropical, incluindo, provavelmente, o Brasil e apresenta alto cultivo nos trópicos e subtropicais dos dois hemisférios. Trata-se de um fruto de grande apreciação no mundo devido ao seu sabor peculiar ácido e adocicado, quando maduro. A fruta destaca-se pelo valor energético, devido a sua alta composição do açúcar, e pela atividade proteolítica da enzima bromelina, que auxiliam no processo de digestão dos alimentos. A sua casca é um insumo, que embora não seja valorizado nas indústrias de alimentos, auxiliam na dieta humana de forma complementar (PACHECO et al., 2022).

O abacaxi é considerado o terceiro fruto mais produzido no Brasil, ficando atrás somente da banana e laranja, segundo dados referentes ao ano de 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). A produção de abacaxi é responsável pelo faturamento de mais de 345 milhões ao ano e uma produtividade de 30.689 frutos por hectare. De acordo com a EMBRAPA (2019), a primeira região de maior produção do fruto é o Nordeste, proporcionando 567.500 toneladas, seguida pelo Norte, com 566.196 toneladas. As espécies mais produzidas no país são a Pérola e a *Smooth Cayenne*, com predominância da primeira.

A variedade Pérola é vastamente cultivada no Brasil, apresentando porte médio e crescimento ereto, com folhas com cerca de 65 cm de comprimento e espinhos nos bordos. O pedúnculo do fruto é longo, medindo em torno de 30 cm. Produz muitos filhotes (5 a 15) presos

ao pedúnculo, próximos da base do fruto, o qual apresenta forma cônica, casca amarelada (quando maduro), polpa branca, succulenta, com sólidos solúveis totais variando de 14 °Brix a 16 °Brix, além de pouca acidez, sendo agradável ao paladar do brasileiro (EMBRAPA, 2019).

O estado da Paraíba é responsável por 18,9% da produção brasileira de abacaxi, com destaque produtivo para os municípios de Itapororoca, Araçagi, Santa Rita, Pedras de Fogo, Lagoa de Dentro e Curral de Cima, caracterizando o estado como o segundo maior produtor do país, atrás apenas do estado do Pará que, segundo o IBGE (2019), com uma produção de 426 mil frutos plantados em 18.779 hectares por ano.

O beneficiamento de frutas gera cerca de 40% de resíduos tais como polpa, casca, caroços e sementes. No processamento do abacaxi, por volta de 65 a 75% do fruto são desperdiçados. Devido à grande quantidade de resíduos gerados e à falta de destino específico, a indústria de processamento mínimo de frutas encontra dificuldades para se desenvolver (LIMA; SOUZA, CUNHA, 2019).

Os resíduos mais comuns do abacaxi são a casca, a coroa e o cilindro central, são tidos como improdutivos pela indústria. Porém, a casca e o centro, frequentemente descartados, armazenam grande conteúdo de fibra alimentar que colabora significativamente para a saúde. Já a coroa não possui destino alimentar, mas pode ser utilizada para propagar mudas através do desmembramento das folhas (LIMA; SOUZA, CUNHA, 2019).

A fermentação oriunda da casca do abacaxi é uma alternativa biotecnológica limpa e de amplo alcance, pois pode ser aplicada tanto no ambiente industrial quanto escolar, desde que possua as condições básicas de estrutura e equipamentos. Entre os benefícios da utilização do alimento integral, de forma sustentável, pode-se citar a redução da produção de lixo orgânico, diminuição da degradação ambiental, prolongamento da vida útil do alimento e benefícios à renda familiar (CAMPOS et al., 2019).

2.1. Etanol

O etanol, também conhecido como álcool etílico, é produzido desde os tempos antigos pela fermentação de açúcares presentes em produtos vegetais, tais como cereais, beterraba, batata e cana, sendo a fabricação de bebidas alcoólicas, na verdade, tão antiga quanto à civilização humana. A produção de etanol puro começou no século XII, juntamente com melhorias na “arte da destilação”. Durante a Idade Média, o álcool foi usado principalmente para a elaboração de medicamentos e para a fabricação de pigmentos (BRITO, 2023).

O etanol é classificado quimicamente como um álcool primário, cuja fórmula molecular é $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, sendo 52% de carbono, 13% de hidrogênio e 35% de oxigênio em massa (CAMPOS et al., 2019). Trata-se de um álcool produzido através de duas vias: a hidratação do metileno, derivado do petróleo e a fermentação de açúcares, comumente extraídos da cana-de-açúcar ou do milho, sendo que qualquer composto que contenha açúcar, amido ou celulose, pode ser fonte para obtenção do etanol. Segundo o BNDES (2020), o etanol é obtido de biomassas açucaradas (glicose, melaço, cana-de-açúcar, uva, sacarose), amiláceas (milho, trigo, mandioca, batata, arroz e outros cereais) e celulósicas (bagaço de cana, palhas e resíduos celulósicos).

O álcool pode ser produzido por diferentes maneiras, entre elas, química ou fermentativa. A via química é pouco aplicada no Brasil, e é efetuada a partir de hidrocarbonetos não saturados, de gases de petróleo e de hulha. Já a via fermentativa é a mais utilizada no Brasil para obtenção do etanol. A fabricação de etanol compreende três etapas principais: o preparo do substrato (mosto), a fermentação e a destilação (LORENCI et al., 2020).

O mosto que é definido como um líquido açucarado pronto para ser fermentado, sendo classificado de três formas distintas: caldo, melaço e misto (caldo e melaço). O melaço é um subproduto obtido através da fabricação de açúcar, possui densidade variando entre 1,4 a 1,5 g/ml e é produzido à razão de 40Kg/t cana, sendo um líquido denso, viscoso, de cor parda escura, rico em açúcares, e com baixo percentual de água. Possui também outras designações como melaço, mel esgotado e mel final (MELO et al., 2020).

Na fermentação alcoólica de hexoses, por ação de leveduras, os principais produtos obtidos, em proporções equimolares, são etanol e o dióxido de carbono. Esse mecanismo foi quantificado pela primeira vez por Gay-Lussac, onde 100 kg de glicose rendem 51,1% kg de etanol e 48,9 kg de dióxido de carbono. O rendimento teórico de 51,1% em massa é conhecido como coeficiente de Gay-Lussac e é o dado básico na eficiência de conversão (TENÓRIO, 2023). A reação é apresentada na Equação 1.



A levedura mais comumente utilizada para fermentação do etanol é a *Saccharomyces cerevisiae*, também chamada levedura de panificação. Esta levedura fermenta apenas hexoses, isto é, glicose, manose e, em determinadas condições, a galactose, mas não é capaz de fermentar pentoses, caso da xilose e arabinose, que são os principais constituintes da maioria das hemiceluloses (MELO et al., 2020).

As leveduras, são seres heterotróficos, unicelulares, aclorofilados e que podem ser aeróbios ou anaeróbios. Na natureza podem ser facilmente encontrados no solo, em pó e em frutos em geral, podendo, também, ser transportados facilmente pelo vento e por insetos. As leveduras apresentam dimensões variadas, com formas que podem ser ovóides, esféricas ou elipsoidais, dependendo do meio de cultivo. Além disso, seu uso é fundamental na pesquisa científica e na produção de enzimas e compostos de interesse biotecnológico, por apresentarem uma notável versatilidade, contribuindo para avanços significativos em várias áreas, desde a indústria alimentícia até a medicina e a pesquisa ambiental (CÉRDAN; MOZAZ; AZPILICUETA, 2020).

A destilação representa uma operação física unitária voltada para a separação de componentes em uma mistura, com base na volatilidade relativa desses componentes. Nesse processo, o componente mais volátil transita para a fase vapor, enquanto o menos volátil permanece preferencialmente na fase líquida. A execução dessa operação envolve a ebulição e condensação parciais da mistura, buscando-se sua separação e purificação. A temperatura de ebulição, momento em que uma substância muda do estado líquido para o gasoso, é influenciada pela pressão ambiente, sendo este parâmetro crucial na destilação à pressão atmosférica. Durante a destilação, os vapores gerados são geralmente mais concentrados nos componentes voláteis, permitindo a separação de frações enriquecidas nos componentes desejados. Embora líquido e vapor contenham os mesmos componentes, suas quantidades relativas podem variar (MELO et al., 2021).

Conhecido o processo de obtenção de etanol, no início do século XX, tornou-se conhecido o potencial do álcool para ser utilizado como combustível para diferentes motores de combustão, especialmente em automóveis, o que levou ao desenvolvimento de vários métodos para produção de etanol em larga escala. Os primeiros protótipos de motores de combustão interna, construídos no século XIX por Samuel Morey em 1826 e Otto Nicholas em 1876, eram capazes de usar o etanol como combustível. O primeiro carro produzido por Henry Ford, em 1896, poderia usar etanol puro como combustível e, em 1908, o Ford Modelo T, o primeiro carro fabricado em série, era um veículo flexível, que poderia ser ajustado para usar o etanol como combustível da mesma forma que a gasolina ou qualquer mistura dos dois (VIDAL, 2020)

Os processos fermentativos desempenham um papel fundamental na produção de bebidas alcoólicas, onde microrganismos como leveduras convertem os açúcares presentes nas matérias-primas em álcool e dióxido de carbono. Esse processo de fermentação pode variar em duração e condições dependendo do tipo de bebida desejada, resultando em diferentes teores alcoólicos e perfis de sabor. Além disso, é importante ressaltar que o álcool produzido durante a fermentação também é amplamente utilizado como agente antisséptico em produtos de limpeza e desinfecção. A capacidade do álcool de destruir microrganismos patogênicos o torna um componente valioso em desinfetantes para mãos, superfícies e instrumentos médicos, contribuindo para a prevenção de infecções e a manutenção da higiene em diversas áreas da vida cotidiana (MELO et al., 2021).

2.2. Educação ambiental nas escolas

A educação ambiental é indispensável para transformar o cenário de negligência ambiental atual, de forma que gere reflexão capaz de esclarecer que a devastação é um processo contínuo e que cada um é corresponsável, direta ou indiretamente, pelo aumento dessa problemática. Desse modo, a escola tem papel de protagonismo nessa questão, pois é através desse conceito que os alunos podem avaliar seu papel social e compreender como podem afetar o ambiente em sua degradação ou preservação (OLIVEIRA, 2023).

Em 1999, com a implantação da lei nº 9795/99, foi manifestada a educação ambiental como indispensável nas escolas. A lei estabelece que a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. A escola auxilia na formação de cidadãos críticos e conscientes de seus deveres com a sociedade, portanto, cabe ao ambiente escolar estimular os alunos para tal objetivo (BRASIL, 1999).

Para isso, faz-se necessário, além de aulas teóricas embasadas nessa temática, introduzir laboratórios de ensino, incluir ações direcionadas ao cuidado com a natureza através de recursos manuais, fornecer material lúdico e desenvolver atividades técnicas, aliando teoria e prática. Segundo Oliveira (2023), as atividades experimentais são importantes e relevantes se vinculadas a uma metodologia adequada de discussão e análise do que está sendo estudado. Sendo assim, o desenvolvimento prático de resíduos agroindustriais coopera ativamente para gerar cidadãos conscientes com o futuro das próximas gerações.

É de conhecimento comum que se aprende melhor a partir da prática. Concretiza-se o conhecimento quando se coloca em prática aquilo que aprendemos. A biologia traz para o professor desta área, diversos meios de se constatar a veracidade dos conteúdos estudados de maneira teórica em sala de aula, através das aulas práticas e experimentais. Portanto, o ensino da biologia deve integrar teoria à prática. Também se faz necessário analisar a postura e a forma como os docentes planejam as aulas práticas e, como procuram trabalhar esse tipo de aula com seus alunos. É importante recordar que a metodologia e a didática do professor, assim como seu papel de educador, são de fundamental importância para proporcionar um aprendizado melhor dos conteúdos (LAYRARGUES; LIMA, 2023).

De acordo com Silva *et al.* (2019), o uso de metodologias práticas contribuem no processo de construção do conhecimento, sendo necessário haver esse despertar por parte dos educadores, buscando estratégias que mudem a realidade da aprendizagem dos alunos atualmente. Nesse contexto, o papel da escola constitui em preparar o aluno para diversas situações da vida, fazendo necessário a utilização de diferentes métodos e estratégias para o desempenho do processo de ensino aprendizagem, interligando os conteúdos abordados em sala de aula às vivências dos alunos.

Sugahara (2019) relata que as aulas de laboratório têm um lugar insubstituível no ensino da Biologia, pois desempenham funções únicas, permitindo que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. As aulas práticas e/ou aquelas experimentais, representam uma modalidade didática de grande importância. Nestes casos, os educandos passam a acompanhar uma prática a partir das hipóteses e ideias observadas em sala de aula acerca dos fenômenos naturais ou tecnológicos do cotidiano. Com as aulas práticas e experimentais, tem-se uma expectativa maior de que este possa construir um conhecimento bem mais significativo. Evita-se, portanto, aquele conhecimento que advém de uma simples reprodução de conceitos, sem nenhum valor.

As atividades experimentais necessitam uma maior elaboração, de forma a propiciar uma situação capaz de permitir uma discussão crítica e interpretação criativa dos resultados obtidos. Além disso, espera-se do professor uma postura didático-pedagógica que assegure a compreensão dos conceitos fundamentais da Biologia. Estes devem desafiar os estudantes a questionarem, argumentarem de forma fundamentada, buscarem possíveis contradições, de forma a construir coletivamente outros novos conhecimentos. Para a execução das aulas práticas, são diversas as dificuldades encontradas, principalmente nas escolas públicas, da forma como se encontram hoje, muitas vezes sucateadas e sem investimento para os laboratórios ou materiais específicos. Nestes casos, os próprios professores, acabam por custear, o que já passa a ser um impedimento para a sua execução (INTERAMINENSE, 2021).

O laboratório não deve apenas ser visto como um ambiente metódico e específico, ou lugar de descontração e ludicidade, quando se trata do ensino de ciências. Este deve ser visto como uma ferramenta metodológica prática. Neste sentido, o docente deve propiciar aos seus alunos um ambiente mais estimulante, com promoção do diálogo entre as áreas e os saberes construídos entre professor e aluno (BORGES; LIMA, 2019).

Diante do exposto, propôs-se aliar a simulação de um processo industrial em escala laboratorial, voltado para aulas práticas (visão pedagógica) com o aproveitamento de resíduos agroindustriais e a redução do desperdício e do lixo (Educação ambiental), enfatizando a abordagem de processos fermentativos e a obtenção de bioprodutos (Biotecnologia), avaliando, assim, a viabilidade técnica de um processo fermentativo industrial de produção de etanol, a partir do mosto obtido de cascas de abacaxi. Nesse sentido, buscou-se abordar aspectos de educação ambiental, a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais do abacaxi, e a importância das atividades práticas para a contextualização de conteúdos, a partir da simulação do processo biotecnológico de fábrica em escala laboratorial.

3. Método da pesquisa

A proposta experimental destacada nesse trabalho foi realizada no Laboratório de Química do Instituto Federal da Paraíba, Campus Cabedelo-PB, a fim de verificar a viabilidade técnica de execução da simulação do processo fermentativo em escala laboratorial.

Para isso, cascas de abacaxi da variedade Pérola foram coletadas de um hortifrúti da cidade de Cabedelo-PB. Antes de serem descascados, os frutos foram lavados inteiros com água corrente e detergente, para remoção das sujidades mais grosseiras, presentes na superfície externa. Depois, foram deixados em solução sanitizante de hipoclorito de sódio (2,5%) a 100 ppm por 15 minutos, sendo enxaguados em água quente, para remoção do cloro, e descascados. As cascas foram, então, acondicionadas em sacos de polietileno, armazenadas em caixa térmica e levadas para o referido laboratório, para processamento.

Realizou-se a higienização de todos os equipamentos e vidrarias a serem utilizados, com solução de água clorada a 200 ppm por 15 minutos, enxaguando-se, em seguida, com água fervente, para remoção de cloro.

Triturou-se as cascas de abacaxi em um liquidificador industrial (marca skymesen, modelo LB 25MB). O caldo obtido foi filtrado, utilizando-se kitassato, funil de Büchner, papel de filtro qualitativo e compressor.

Mediu-se o teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) do caldo, utilizando-se refratômetro manual com escala de 0 a 32% Brix, modelo LF PEQ 731, marca Marine, segundo metodologia descrita por IAL (2008), sendo tal procedimento realizado no mosto não fermentado (tempo 0 h) e após o início da fermentação, nos tempos 24, 48 e 72 h de fermentação (Figura 1a).

Figura 1 – Etapas de obtenção do etanol a partir do processo fermentativo



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

a) Medição do teor de SST das amostras; b) Amostras em processo de fermentação em temperatura controlada; c) Sistema de destilação do mosto fermentado; d) Álcool obtido após o processo de destilação.

Mediu-se, também, o pH do caldo, utilizando-se potenciômetro de bancada portátil, calibrado com as soluções tampões 4,0 e 7,0, respectivamente, com 5,0 mL de amostra, segundo metodologia descrita por IAL (2008), também nos tempos 0, 24, 48 e 72 h de fermentação.

Diante do resultado do teor de SST do caldo (5 °Bx), no tempo 0, fez-se a padronização desse teor, para 25 °Bx, como sugerido por Diniz (2018), utilizando-se a técnica de chaptalização, descrita por Rizzon e Dall'agnol (2007), adicionando-se sacarose na proporção de 187g.L⁻¹ de mosto.

Em seguida, as amostras foram submetidas a etapa de pasteurização (95 °C/ 2 min.), a fim de eliminar microrganismos presentes, capazes de atrapalhar o processo de fermentação futuro. Seguiu-se com o resfriamento (30 °C) em banho-maria com gelo e água gelada e, logo em seguida, fez-se uma segunda filtração, utilizando-se papel de filtro quantitativo, para separação de elementos insolúveis ou pouco solúveis. Após a segunda filtração, separaram-se quatro alíquotas de 900 ml, em garrafas de vidro âmbar com capacidade de 1 L, cada.

Para a preparação da fermentação, utilizou-se levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* em uma proporção de 10g/L de mosto, segundo a metodologia utilizada por CORAZZA *et al.* (2019).

O fermento foi diluído em uma parte do próprio caldo, e depois reinserido no respectivo vidro. Em seguida, cada alíquota foi homogeneizada por 30 minutos para aeração, utilizando-se mesa agitadora da marca Quimis, modelo q225m22, para que houvesse a multiplicação das leveduras.

As amostras foram colocadas em uma estufa regulada à temperatura de 29 °C, com adaptação para escape do CO₂ (Figura 1b).

A cada 24 h, foram coletadas alíquotas das amostras de mosto, para medição dos teores de SST e pH, para posterior avaliação do comportamento dos açúcares fermentescíveis diante do processo fermentativo. O experimento foi considerado finalizado após 72 horas de fermentação, quando o teor de sólidos solúveis se apresentou sem variação significativa após três medições consecutivas, hora a hora.

A destilação foi realizada em seguida, utilizando-se um destilador, composto de balão de fundo redondo, condensador, ligado a um sistema de refluxo, manta aquecedora, garras, suporte universal e béquer, previamente higienizados com água clorada a 200 ppm (Figura 1c).

Para comprovar qualitativamente a obtenção de etanol (Figura 1d), fez-se um teste de chama, aproximando-se um isqueiro do material destilado, colocado em um vidro de relógio (Figura 2).

Os resultados das análises de SST e pH, realizadas em quadruplicata, foram expressos através de média e desvio padrão, sendo aplicada a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, com 5% de probabilidade, para a verificação dos dados expostos, utilizando-se, para isso, o Software Assistat[®] 7.7.

4. Resultados e discussões

Os dados dos parâmetros físico-químicos, obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta, foram representados na Tabela 1 e no Gráfico 1 a seguir, para comprovar o processo fermentativo, em caráter experimental.

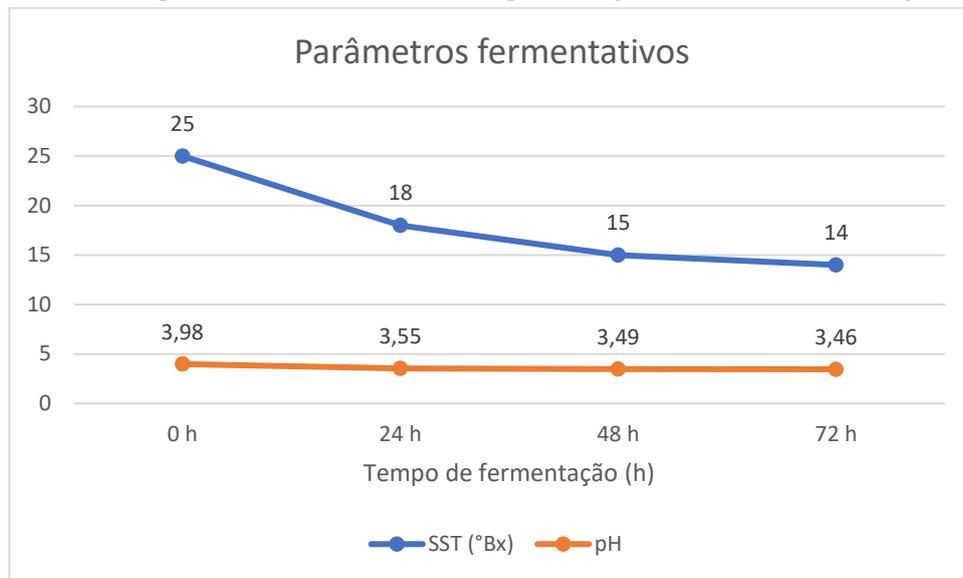
Tabela 1 – Teor de sólidos solúveis totais e pH do mosto durante o processo fermentativo

Tempo de fermentação (h)	0 h	24 h	48 h	72 h
SST (°Bx)	25,00 ±0,00 ^a	18,00 ±0,00 ^b	15,00 ±0,00 ^c	14,00 ±0,00 ^d
pH	3,98±0,01 ^a	3,55±0,02 ^b	3,49±0,01 ^c	3,46±0,02 ^c

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$), pelo Teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Gráfico 1 – Comportamento do teor de SST e do pH ao longo de 72 horas de fermentação



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Observando-se o tempo 0 de fermentação (Tabela 1 e Gráfico 1), é possível verificar um elevado teor de SST inicial (25,0 °Bx), devido à etapa de chaptalização realizada, a partir da adição de sacarose, para padronização do mosto de casca de abacaxi, que apresentou, antes da correção, um baixo valor de SST (5 °Bx). Tal adição de açúcares justifica-se, nesse trabalho, pela intenção de desenvolver um experimento de caráter didático, para ser aplicado em aulas para ensino básico, técnico e superior, pela necessidade de intensificar o processo fermentativo e observar um decaimento perceptível de SST, além de obter os produtos da fermentação em maior concentração. Nesse sentido, acredita-se que o mosto corrigido teve desde o início da fermentação um maior crescimento de leveduras, associado à etapa de aeração promovida, devido à maior quantidade de substrato como fonte de energia para sua multiplicação e crescimento dos microrganismos. Segundo Vidal (2020), maiores teores de SST, desde que toleráveis pelas leveduras, sem causar estresse osmótico (15% e 25%.) favorecem uma maior produção de etanol durante o processo de fermentação. Isso ocorre porque uma maior concentração de açúcares na solução fornece mais substrato para as leveduras fermentativas, aumentando assim a taxa de produção de etanol.

Conforme esperado, ao longo dos dias, foi possível observar o decaimento significativo do teor de SST, decorrente do consumo dos açúcares fermentescíveis presentes no mosto de casca de abacaxi padronizado, por ação das leveduras adicionadas ao sistema, caracterizando o processo fermentativo (Tabela 1 e Gráfico 1). O decaimento dos SST justifica-se pela oxidação parcial anaeróbica da glicose, proveniente do mosto, com descarboxilação do piruvato, e redução do acetaldeído, o que explica a produção de dióxido de carbono (CO₂) e etanol (MELO et al., 2023). O teor de SST é de grande importância, tanto para o consumo *in natura*, como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria prima implicam em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento.

O decaimento do teor de SST foi observado durante 72 h após a adição do fermento, verificando-se uma tendência à estabilização, com um teor de SST de 14 °Brix, considerado alto para finalização de processos fermentativos. Essa finalização precoce da fermentação pode ser justificada pelo possível estresse osmótico dos microrganismos, gerado pela adição de

açúcares fermentescíveis ao sistema, ao ponto de atingir 25 °Brix, que pode ter limitado a evolução da fermentação, embora o objetivo didático do experimento tenha sido alcançado. Para Vidal (2020), é importante respeitar os limites de concentração de açúcares, para evitar o estresse osmótico das leveduras e manter um equilíbrio adequado, para garantir uma fermentação eficiente e saudável.

Segundo o SEBRAE (2019), o pH desejável numa fermentação para obtenção de álcool está entre 4,0 e 5,0. Aquarone (2019), entretanto, destaca que a faixa de pH entre 3,8 e 4,0 permite uma fermentação alcoólica rápida, além de inibir bactérias indesejáveis, podendo ser usado para selecionar preferencialmente as leveduras sobre as bactérias e diminuir a susceptibilidade à contaminação bacteriana. Analisando-se os dados do tempo 0 (Tabela 1 e Gráfico 1), observou-se que o pH do suco padronizado das cascas de abacaxi ($3,98 \pm 0,01$) encontrava-se dentro da faixa desejável de pH para o início do processo. Foi observado um decaimento significativo do pH ao longo dos dias de fermentação, estabilizando-se a partir de 48h de fermentação. As cascas de abacaxi tornam-se uma matéria-prima favorável ao processo fermentativo devido ao caráter ácido da fruta (3,45 a 4,36), que inibe contaminações do sistema por bactérias (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 2019). A máxima produção de ácidos pelas leveduras ocorreu em 48 horas do processo fermentativo, permanecendo sem alterações significativas até o fim do procedimento. Essas substâncias resultantes de metabolismo secundário da fermentação alcoólica interferem diretamente na qualidade do produto final, devido à possibilidade de formação de ésteres responsáveis pela formação de ácidos succínico, láctico, acético, dentre outros (SILVA, 2019).

Os valores iniciais (tempo 0) de pH (3,98) e SST (25,0 ° Brix) observados no suco padronizado de cascas de abacaxi (Tabela 1) foram semelhantes ao verificado por Rodrigues et al. (2019) (pH 4,0 e SST 25,0), ao realizar a fermentação do caldo da casca de abacaxi padronizado para produção do etanol.

Conforme demonstrado através desta proposta, ficou evidenciado que o teor de SST e o pH do mosto padronizado de cascas de abacaxi diminuem ao longo do tempo, indicando que o fermento consumiu açúcares e produziu álcool e ácidos orgânicos resultantes do metabolismo das leveduras. Além disso, pôde-se constatar a presença de álcool como produto da fermentação a partir do odor característico de etanol e pela formação de chama visível, diante do teste de chamas, realizado ao final (Figura 2), típica de substâncias inflamáveis.

Figura 2 – Teste de chama realizado para comprovar a presença de álcool



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Esses resultados são consistentes com o processo de fermentação, corroborando que é possível reproduzir processos fermentativos industriais em escala laboratorial, podendo esta reprodução ser aplicada de uma forma lúdica em aulas práticas, principalmente, porque o uso de metodologias ativas como estratégia de ensino incentiva os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, por meio de problemas e situações reais, realizando tarefas que os estimulem a pensar além, a terem iniciativa, a debaterem, tornando-se responsáveis pela construção de conhecimento. O uso de metodologias ativas no ensino da biologia é fundamental para promover uma aprendizagem significativa e duradoura. Ao envolver os estudantes em atividades práticas e desafiadoras, eles são incentivados a desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração, tornando-se protagonistas de sua própria jornada educacional (VIEIRA; TAVARES, 2023).

5. Conclusão

Diante do visível decaimento do teor de SST e do pH do mosto durante a fermentação, pode-se concluir que é possível reproduzir e demonstrar o processo fermentativo, geralmente executado em escala industrial, em práticas experimentais de laboratório.

Do ponto de vista educacional, tal procedimento experimental é tecnicamente viável de execução em turmas de ensino básico, técnico e superior, devido à utilização de metodologias ativas, importantes para o desenvolvimento crítico e socioemocional, abordando-se, ainda, a temática de educação ambiental a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais como fontes promissoras de açúcares fermentescíveis para processos fermentativos.

Referências

ABREU, D. C. A.; FIGUEIREDO, K. C. de S. Bromelain separation and purification processes from pineapple extract. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**.v. 36, n.2, p.1029-1025, 2019.

AQUARONE, E., Lima, U.A.; Borzani, W. **Biotecnologia Industrial: alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgard Blucher, vol 5, 2019.

AQUARONE, E.; **Abacaxi: processamento e industrialização**. São Paulo: Nobel, 2019, 176p.

BNDES; MDIC; MME. **Plano nacional de biocombustíveis 2017-2030**. Brasília, DF: BNDES, 2020.

BRITO, S. Formas alternativas de se produzir etanol: uma análise sobre o etanol de primeira, segunda e terceira geração. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**.v. 38, n.10, 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de abril de 1999.

BORGES, R. M. R; LIMA, V. M. do R. Tendências contemporâneas do ensino de biologia no Brasil. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciéncias**. v. 6 n. 1, 2019.

CERDÁN, T. G.; MOZAZ, S. R.; AZPILICUETA, C. A. Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak. **Food research international**, v. 35, n. 7, p. 603-610, 2020.

CAMPOS, D, et al. Optimization of bromelain isolation from pineapple byproducts by polysaccharide complex formation. **Food Hydrocolloids**, v.5, n.87, p.792-804, 2019.

CASTRO, J. R.; KLUDGE, R. **Produção de mudas de abacaxi**. Brasília, DF: Embrapa, 1998.

CERDÁN, T. G.; MOZAZ, S. R.; AZPILICUETA, C. A. Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak. **Food research international**, v. 35, n. 7, p. 603-610, 2020.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Quim. Nova**, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2019.

CORONA, A et al. Environmental screening of potential biomass for green biorefinery conversion. **Journal of cleaner production**, , v. 189, p. 344–357, 2019.

DINIZ, M. P. F. **Aproveitamento da casca de abacaxi no preparo de fermentado alcoólico**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. Graduação em tecnólogo em agroecologia. Orientador: Prof. Dr. Anselmo de Souza Pinheiro. São Cristóvão/SE agosto 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção de abacaxi no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

GIL, J.; MAUPOEY, C. Valorização de resíduos de abacaxi: uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 180-188, 2019.

IANDA, T. **Avaliação tecno-econômica ambiental de social de biorrefinarias modulares em Guiné-Bissau**. Tese de Doutorado. Salvador, 2023.

INTERAMINENSE, B. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Rev. Mult. Psic.** v.13, n. 45, p. 342-354, 2019.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2023.

LORENCI, A. et al. Lignocellulosic biomass: acid and alkaline pretreatments and their effects on biomass recalcitrance – conventional processing and recent advances. **Bioresource technology**, v. 304, n. 8, p. 122848, 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2019.

LIMA, M. J. O.; SOUZA, M. S.; CUNHA, A. F. G. A indústria de processamento mínimo de frutas: uma revisão de literatura. **Revista de Administração e Inovação**, v. 14, n. 2, p. 116-138, 2019.

MELO, T. Processo de produção da aguardente e cachaça: Uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v.10, n.4, 2021.

OLIVEIRA, A. Educação ambiental e sustentabilidade: um caminho para o desenvolvimento econômico sustentável? **Revista em pesquisa em educação ambiental**, v.18, n.13, 2023.

RIZZON, L. A. DALL'AGNOL, L. **Vinho tinto**. Embrapa, Brasília, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/541963/vinho-tinto>. Acesso em: 18 fev 2024.

RODA, A, et al. Effect of pre-treatments on the saccharification of pineapple waste as a potential source for vinegar production. **Journal of cleaner production**, v. 12, n.122, p. 4477-4484.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.32, n.1, p.126-134, 2019.

PACHECO, N, et al. Caracterização do abacaxi e sua casca como alimento funcional: revisão narrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, e46011326840, 2022

SILVA, J. A.; SILVA, R. C. R.; RAMOS, M. C. S. A importância das metodologias ativas no ensino de ciências e matemática: uma revisão de literatura. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 344-367, 2019.

SUGAHARA, M. **O Ensino de Biologia em questão – os vazios e as referências da Graduação na prática docente sob o olhar de egressos**. 2019. 159f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2019.

TENÓRIO, M. **Análise da cinética,viabilidade e eficiência de leveduras de cerveja. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.**

VIDAL, F. Produção e mercado de etanol. **Caderno Setorial Etene**, n.121, 2020.

VIEIRA, F; TAVARES, R. Uso de metodologias ativas no ensino de biologia – relato de experiência. **Conedu**, v.8, n.10, 2023.

ANEXOS

ANEXO A – Normas de submissão do trabalho – Revista Principia

Diretrizes para publicação na Revista Principia (não colocar ponto final no título):
ENVIO DA SUBMISSÃO EM PDF

Obs.: Título em português e em inglês (caso o artigo seja em português) ou em inglês e em português (caso o artigo seja em inglês). Tamanho 12, Times New Roman, alinhamento centralizado, não colocar em caixa alta. Letras maiúsculas somente em nomes próprios e na primeira letra do título. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras. Evitar abreviaturas (exceto as internacionalmente conhecidas, como, por exemplo, DNA) e nomes científicos (exceto quando estritamente necessário). Estes devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções, conforme o caso.

Nome completo do autor sem abreviações^[1], Nome completo do autor sem abreviações^[2] (INCLUIR APENAS APOS O ACETITE). Indicar o autor correspondente com o acréscimo de um asterisco

^[1] e-mail, departamento (opcional), nome por extenso da instituição a que está vinculado (sigla entre parênteses), país. ORCID
^[2] e-mail, departamento (opcional), nome por extenso da instituição a que está vinculado (sigla entre parênteses), país. ORCID (INCLUIR APENAS APOS O ACETITE)
 * autor correspondente

Obs.: o nome de cada autor deve estar preenchido por completo no sistema da Revista Principia, sem abreviações, incluindo o número ORCID, e com a identificação da instituição à qual pertencem (ex: Universidade Federal de Qualquer Lugar (UFQL)). Esse preenchimento é obrigatório no sistema de gerenciamento da Revista Principia, mas os autores, filiações e e-mails não devem ser identificados no manuscrito submetido. Em caso do primeiro aceite, devem ser incluídos os nomes dos autores no arquivo, identificando-se o autor correspondente; solicita-se que este, por padronização, seja o principal autor – primeiro autor do trabalho. Máximo de seis autores, incluídos na submissão do manuscrito. Não será permitida a inclusão de novos autores após a submissão.

Resumo

Deve conter entre 200 e 300 palavras, parágrafo único, no idioma utilizado para redação do artigo (Língua Portuguesa ou Língua Inglesa), em fonte Times New Roman, tamanho 11. O resumo deve apresentar claramente o objetivo do artigo, os aportes teóricos, a metodologia e os principais resultados alcançados. Não deve conter citações/referências. Deve ser estruturado da seguinte forma: *artigo original* – fundamentação breve, objetivo, método(s), resultados e conclusão(ões); *relato de caso*: introdução, (objetivo – opcional), relato do caso e conclusão(ões); *artigo de revisão*: introdução, (objetivo – opcional), método – mencionando quantos artigos foram escolhidos do universo consultado, os descritores utilizados e quais foram as bases de dados pesquisadas – com síntese das subdivisões do texto e conclusão. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa. As palavras-chave devem auxiliar na identificação dos principais assuntos tratados no artigo, podendo ser no mínimo três e no máximo cinco, separadas entre si por ponto e vírgula e finalizadas por ponto, obedecendo ao padrão abaixo. A norma da ABNT referente ao resumo é a NBR 6028.

Palavras-chave: palavra-chave 1; palavra-chave 2; palavra-chave 3; palavra-chave 4; palavra-chave 5. (por ordem alfabética, e devem ser representativas do estudo apresentado).

Guidelines for publication in the Revista Principia: Título em língua inglesa

Abstract

O abstract deve ser escrito em Língua Inglesa ou Língua Portuguesa (em oposição ao idioma utilizado para redação do artigo), em fonte Times New Roman, itálico, tamanho 11.

Keywords: keyword 1; keyword 2; keyword 3; keyword 4; keyword 5. (por ordem alfabética).

Quadro 1 – Título do quadro deve seguir este modelo (fonte Times New Roman 10, alinhamento centralizado, espaçamento simples, sem recuo e sem ponto no final). Todos os quadros e tabelas tem que estar editáveis (não usar figuras). Evitar textos muito longos, onde a descrição de conteúdo deve estar contido, no texto

Item	Tamanho	Estilo
Título do artigo	12	Negrito
Resumo (ou Abstract, se artigo for escrito em inglês)	11	Normal
Abstract (ou Resumo, se artigo for escrito em inglês)	11	Itálico
Títulos das seções, subseções e subsubseções	11	Negrito e numerado na sequência
Corpo de texto do artigo	11	Normal
Títulos de figuras, tabelas e quadros	10	Normal
Corpo de texto de tabelas e quadros	10	Normal
Nota de rodapé e indicação de fontes de ilustrações e tabelas	8	Normal

Fonte: elaborado(a) pelos autores OU dados da pesquisa OU endereço eletrônico do gráfico/tabela OU Autor (ano, p. número) (fonte Times New Roman 8, alinhamento à esquerda, espaçamento simples).

- **Título do artigo:** deve conter no máximo 50 palavras e apresentar apenas a primeira inicial maiúscula, respeitando-se, porém, a obrigatoriedade em casos específicos;
- **Resumo:** entre 200 e 300 palavras;
- **Palavras-chave/keywords:** de 3 a 5 (em ordem alfabética);
- **Títulos das seções/subseções/subsubseções:** apenas primeira maiúscula, respeitando-se, porém, a obrigatoriedade em casos específicos, numeradas em sequência. Não colocar recuo de texto nos títulos;
- **Corpo do texto:** o texto deve ser normalizado conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na versão mais atual:
 - **Referências (NBR 6023)** – devem ser grafadas no final do artigo, em ordem alfabética dos elementos. Só devem compor a seção de Referências as fontes que tenham sido efetivamente citadas ao longo do texto. Os autores deverão verificar as observações na parte final deste modelo quanto às referências.
 - **Citações (NBR 10520).**
 - **Notas (NBR 14724)** – a indicação de nota no corpo do artigo deve ser feita através de algarismos arábicos, em formato sobrescrito, imediatamente após o termo ou frase a que se refere. As notas deverão ser grafadas no rodapé do texto, na página em que aparecem, utilizando, para isso, o recurso "inserir nota de rodapé" do software processador de texto.
 - **Ilustrações (NBR 14724)** – incluem figuras, quadros, gráficos, etc. As figuras contidas no manuscrito devem estar no formato *.jpg ou *.png (resolução mínima de 300 dpi).
 - **Tabelas (NBR 6022 e Normas de Apresentação Tabular do IBGE)** – forma não discursiva de apresentar informações nas quais os dados numéricos se destacam como informação central.
 - **Equações Matemáticas (NBR 6022)** – as equações deverão ser indicadas em linhas separadas do texto, iniciando-se em um novo parágrafo, dentro de uma tabela com bordas transparentes (ver exemplo). Quando necessário, deve-se usar toda a extensão da largura

Fonte: Site Principia/ IFPB.

Obs.: caso o manuscrito seja na língua inglesa, os autores deverão apresentar o título em inglês/abstract/keywords primeiro, e depois o título em português/resumo/palavras-chave, estes em itálico.

1 Introdução

Na introdução apresentam-se as informações gerais sobre a pesquisa, fundamentando seu interesse e contribuição para o conhecimento acadêmico-científico. Seu objetivo é informar e colocar o leitor a par do conhecimento já existente sobre o tema que será abordado. Desse modo, a seção de Introdução deve delimitar contextual e teoricamente o assunto abordado, apresentar as questões norteadoras e as justificativas que geraram a pesquisa, bem como, ao final, apresentar os objetivos precisos do estudo. Também é natural delinear o estado da arte do assunto abordado por meio de referências bibliográficas recentes sobre o tema, ficando a critério dos autores colocá-lo na introdução ou criar uma seção para isso.

A Revista Principia solicita que, ao final da seção de Introdução, o(s) autor(es) escrevam um parágrafo apresentando as ideias principais das seções posteriores.

Os manuscritos devem ser digitados em espaço simples, fonte Times New Roman tamanho 11, incluindo a numeração das páginas. O tamanho do texto, incluindo referências, tabelas e ilustrações, deve ser de no mínimo 12 e no máximo 18 páginas para artigos originais e artigos de revisão, no mínimo 8 páginas para relatos de caso (aplicados apenas na área de Medicina Veterinária), no máximo 5 páginas para artigos de opinião e no máximo 2 páginas para as cartas ao editor (esse último tipo de contribuição não deverá conter tabelas e ilustrações). A Revista Principia reforça que todos os conteúdos e assertivas científicas emitidos pelos manuscritos (os quais posteriormente, se aprovados, viram artigos a serem publicados) são de inteira responsabilidade dos autores.

Todo manuscrito submetido à publicação deve ser redigido em português ou inglês, na forma **impressal**. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira menção, com a inclusão por extenso da expressão equivalente, e usadas permanentemente a partir de então – ex: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Instruções gerais de formatação do corpo do manuscrito podem ser observadas a seguir:

- **Número máx. de autores por artigo:** 6
- **Número de páginas:** entre 12 e 18 para artigos originais e artigos de revisão, 8 páginas para relatos de caso, 5 para artigos de opinião e 2 para as cartas ao editor (este último tipo de contribuição não deverá conter tabelas e ilustrações). **Numerar as páginas para facilitar o trabalho dos avaliadores;**
- **Formato da página:** A4;
- **Orientação da página:** vertical;
- **Margens:**
 - superior = 3,5 cm;
 - inferior = 2 cm;
 - direita e esquerda = 2,5 cm
- **Espaçamento entre linhas:** simples
 - os títulos devem ser separados do texto que os antecede por um espaço simples em branco.
- **Recuo na primeira linha do parágrafo:** 1,0 cm da margem esquerda
- **Espaçamento entre parágrafos:** 0 pt antes e 0 pt depois
- **Fonte:** Times New Roman, com variações no tamanho e estilo da fonte, de acordo com as informações constantes no Quadro 1.

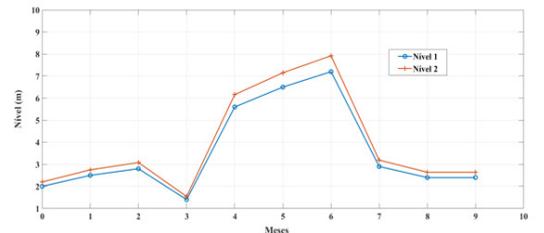
da página para sua edição. As equações, que devem ser editáveis e não apresentadas como figuras, devem estar centralizadas, numeradas sequencialmente e identificadas por números arábicos (entre parênteses e alinhados à direita), como observado na Equação 1 (não abreviar o nome para Eq., por exemplo):

$$A = \frac{b \times c}{\sqrt{d}} \sum_{i=0}^N q_i \times r^i \quad (1)$$

nos quais: b é parâmetro (em dB); c é o nível (em m); d é o nível (em m); q_i é a carga (em C), com $i = 1..N$; r é o raio (em m). Lembre-se que as variáveis citadas ao longo do texto e nas equações devem estar em itálico. Por favor, sempre use sinais e símbolos internacionalmente aceitos para unidades (unidades SI). Também deve ser lembrado que números racionais devem ser escritos com vírgula e não com ponto (sistema britânico) – ex. 0,5 e não 0.5.

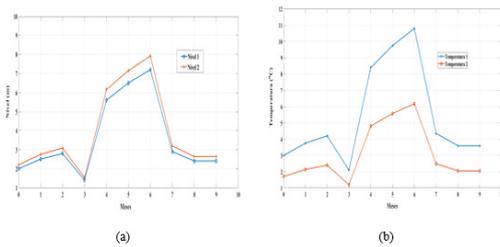
As tabelas, quadros, figuras, equações e demais elementos devem vir logo após terem sido citados no texto, e não ao final do trabalho. Devem ser mencionados da seguinte maneira no manuscrito, em ordem sequencial no texto: Tabela 1, Quadro 1, Figura 1, não devendo ser utilizadas expressões como "tabela abaixo", "Quadro 2 acima" e equivalentes. No caso de Figura 2a, Figura 2b, estas devem ser mencionadas no texto dessa maneira, como no exemplo a seguir, incluindo a inserção de tais subfiguras em uma tabela para melhor organização.

Figura 1 – Título da figura deve seguir este modelo (fonte Times New Roman 10, alinhamento centralizado, espaçamento simples, sem recuo e sem ponto no final). Figuras com no mínimo 300 dpi. Textos internos na figura devem estar em Times New Roman, com o tamanho no mínimo 18, porém de acordo com a proporcionalidade da figura, oferecendo melhor visibilidade ao leitor



Fonte: dados da pesquisa OU arquivo dos autores (q. foto) OU endereço eletrônico da figura OU Autor (ano, p. número) (fonte Times New Roman 8, alinhamento justificado, espaçamento simples).

Figura 2 – Título da figura deve seguir este modelo (fonte Times New Roman 10, alinhamento centralizado, espaçamento simples, sem recuo e sem ponto no final). (a) Nível dos tanques. (b) Temperatura ambiente. Figuras com no mínimo 300 dpi, alocadas em uma tabela com bordas transparentes, como neste exemplo. Textos internos na figura devem estar em Times New Roman, com o tamanho no mínimo 18, porém de acordo com a proporcionalidade da figura, oferecendo melhor visibilidade ao leitor



Fonte: dados da pesquisa OU arquivo dos autores (gc; foto) OU endereço eletrônico da figura OU Autor (ano, p. número) (fonte Times New Roman 8, alinhamento justificado, espaçamento simples).

As seções seguintes apresentam elementos necessários à estrutura do artigo; tais seções podem, entretanto, ser intituladas como o autor achar mais adequado para exposição de seus argumentos.

2 Referencial teórico (este nome pode ser substituído pela temática abordada no manuscrito)

Esta seção deve aprofundar seus referenciais teóricos, situando o leitor na temática da pesquisa realizada. Deve, ainda, apresentar o modelo conceitual utilizado na investigação, referenciando as principais fontes nas quais o manuscrito foi fundamentado. Caso parte dos resultados apresentados já tenha sido previamente divulgada, a concepção do texto e as suas conclusões principais devem ser necessariamente originais e inéditas.

O autor deve utilizar a seguinte formatação para citações com mais de 3 (três) linhas: recuo de 4 cm da margem, fonte Times New Roman 10, alinhamento justificado, espaçamento simples. Fornecer um espaço simples de uma linha em branco antes e depois, conforme este modelo. A citação deve vir sem aspas e com referência de autor, conforme norma da ABNT NBR 10520. (Autor, ano, p. número).

O texto continua após ser antecedido por linha em branco, com fonte Times New Roman 11, alinhamento justificado, espaçamento simples, conforme este modelo de formatação. Para citar autores, utilize a norma NBR 10520 da ABNT, como nos exemplos a seguir: Autor (ano) ou Autor (ano, p. número), caso a referência esteja incorporada no texto principal; (Autor, ano) ou (Autor, ano, p. número) ou (Autor 1; Autor 2; Autor 3, ano) ou (Autor 1; Autor 2; Autor 3, ano, p. número) ou (Autor, ano; Autor, ano) ou (Autor, ano, p. número; Autor, ano, p. número), caso a referência venha entre parênteses. Para citações de mais de uma página, utilize o hífen entre os números, conforme o exemplo que segue: Autor (2013, p. 4-9) ou (Autor, 2013, p. 4-9). No caso de obras com quatro autores ou mais, deve ser colocado *et al.* (ex: Costa Junior *et al.*, 2020). Para mais informações sobre citações, consulte a NBR 10520 mais atualizada.

Obs.: Toda seção/subseção deve ter um texto introdutório, não devendo haver uma subseção após a seção sem algum texto precedente.

3 Método da pesquisa

O manuscrito deverá contemplar uma descrição do desenvolvimento metodológico da pesquisa que permita a reprodução do estudo apresentado. A descrição, apesar de sucinta, deverá ser clara,

Devem ser expressos de forma concisa. Se a pesquisa foi financiada por alguma(s) instituição(ões), esta(s) deve(m) ser citada(s).

Financiamento (obrigatória; não deve ser numerada)

Os autores devem informar as fontes e o número de processos de financiamento obtidos para o desenvolvimento do estudo. Caso o estudo não tenha recebido nenhum apoio financeiro, os autores devem informar que "Esta pesquisa não recebeu financiamento externo".

Conflito de interesses (obrigatória; não deve ser numerada)

Os autores devem relatar quaisquer circunstâncias ou interesses pessoais ou institucionais que possam influenciar a representação ou interpretação dos resultados da pesquisa. Se não houver conflito de interesses, informe "Os autores declaram não haver conflito de interesses".

Declaração do Conselho de Ética (se aplicável; não deve ser numerada)

Todos os manuscritos enviados para a Revista Principia que envolvem seres humanos e/ou animais devem estar de acordo com a legislação vigente. Para os manuscritos que passaram pelo Comitê de Ética, o seu parecer deve ser anexado na submissão, e o número do parecer deve ser mencionado no manuscrito.

Referências (não deve ser numerada)

As referências devem ser grafadas no final do artigo em ordem alfabética de seus elementos, de acordo com a NBR 6023 da ABNT. Só devem compor as referências as fontes que tenham sido efetivamente citadas ao longo do texto. As fontes consultadas na internet devem informar *link* (Disponível em) e data de acesso (Acesso em). As referências de artigos científicos, livros e demais trabalhos que tenham DOI (*Digital Object Identifier*) devem ser informados. Deixar um espaço simples entre as referências desta seção. **Todos os autores de cada trabalho deverão ser listados na seção de referências (não utilizar *et al.* nesta seção).** Instruções gerais de formatação das Referências podem ser observadas a seguir:

Obs. 1: as referências de artigos devem obedecer aos padrões indicados para artigo e/ou matéria de publicação periódica, acrescidos do DOI (se houver) OU endereço eletrônico e data de acesso. Sempre que houver DOI, este deve ser informado.

Obs. 2: nos artigos submetidos na língua inglesa, as referências de textos em outras línguas devem informar a língua. Exemplos:

LUCK, H. *Liderança em gestão escolar*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2010. In Português.

SAHELICES GONZÁLEZ, P. *Ama y haz lo que quieras*. Madrid: Rev. Agustiniñana, 2000. 537 p. In Spanish.

Obs. 3: nos artigos em inglês, endereço eletrônico e data de acesso devem ser indicados da seguinte forma: Available at: (*link*). Accessed on: 12 Jan. 2022.

Obs. 4: caso sejam utilizados dados, códigos de programas e outros materiais de terceiros, os mesmos deverão ser citados e referenciados.

Apêndices e/ou Anexos (não deve ser numerada)

Apêndice: texto ou documento elaborado pelo autor a fim de complementar sua argumentação. Anexo: texto ou documento não elaborado pelo autor que serve de fundamentação, comprovação ou ilustração. Estes devem ser evitados na medida do possível no modelo da Revista Principia, existindo excepcionalidades para tal uso.

Fonte: Site Principia/ IFPB.

permitindo ao leitor compreender precisamente o procedimento (metodologia ou métodos) adotado, ou ter acesso a ele por referências citadas.

Nesta seção, o autor deverá compartilhar os aspectos teórico-metodológicos de seu trabalho, compartilhando a natureza de sua pesquisa-relato, os instrumentos de geração dos dados e o paradigma de análise no qual o seu trabalho se insere. Descrever local e sujeitos da pesquisa. Com isso, deve mostrar como o objetivo designado na seção introdutória será alcançado. Fonte Times New Roman 11, alinhamento justificado, espaçamento simples.

Rotinas de linguagem de programação não precisam ser colocadas na íntegra, quando pertinentes a um trabalho na área. Recomendamos que esses códigos sejam colocados em uma base de dados e disponibilizados como um *link*, bem como os dados utilizados. Um algoritmo ou um pseudocódigo, nesses casos, é mais conveniente ao leitor do artigo.

4 Resultados e discussões

Podem ser apresentados na mesma seção ou em subseções separadas e subdivididas. Os resultados da pesquisa podem ser apresentados em tabelas, figuras ou outras formas que os autores considerem adequadas. Os resultados devem ser analisados e discutidos com a literatura pertinente. Fonte Times New Roman 11, alinhamento justificado, espaçamento simples.

A Revista Principia, fazendo parte da política de *Open Access* (Ciência Aberta), solicita que os autores disponibilizem os dados usados para gerar os resultados do manuscrito, incluindo, quando aplicável, *hyperlinks* para tais conjuntos de dados arquivados publicamente, analisados ou gerados durante o estudo.

A Tabela 1 consiste em um exemplo para elaboração de tabelas, de acordo com a NBR 6022 e Normas de Apresentação Tabular do IBGE.

Tabela 1 – Título da tabela (fonte Times New Roman 10, alinhamento centralizado, espaçamento simples, sem recuo e sem ponto no final). Todos os quadros e tabelas tem que estar editáveis (não usar figuras).

Situação do total	Total	Mulheres	Homens
Total	117.960.301	59.595.332	58.364.969
Urbana	79.972.931	41.115.439	38.857.492
Rural	37.987.370	18.479.893	19.507.477

Fonte: dados da pesquisa OU endereço eletrônico da figura OU Autor (ano, p. número) (fonte Times New Roman 8, alinhamento justificado, espaçamento simples).

Obs. 1: Se a tabela ultrapassar a dimensão de uma página em número de linhas, e tiver poucas colunas, pode-se apresentar a tabela em duas partes, lado a lado, com as partes separadas por um traço vertical duplo, repetindo o cabeçalho.

Obs. 2: os autores não precisam se preocupar se a tabela/quadro/figura começar em uma página e terminar em outra (incluindo o título e a fonte), porque, no caso de aprovação do manuscrito, o setor de diagramação da Revista Principia saberá resolver a ocorrência para uma melhor apresentação ao leitor.

Obs. 3: sinais convencionais em tabelas: a) - (traço), quando o dado não existe; b) ... (três pontos), quando a informação existe, mas não está disponível; c) 0 (zero), quando o valor numérico for menor que a metade da unidade de medida adotada para expressar os dados; d) (X) (letra x), quando o dado for omitido a fim de evitar a individualização das informações, nos casos onde existe apenas um ou dois informantes.

5 Conclusão/Considerações finais

Nesta seção, o(s) autor(es) deve(m) apresentar seus comentários conclusivos, destacando os principais produtos (resultados) da pesquisa. Deve(m), ainda, recuperar os objetivos de seu artigo, expostos na seção introdutória, e/ou compartilhar o desfecho de seu relato, mostrando os desdobramentos de suas análises e os encaminhamentos de suas reflexões. Fonte Times New Roman 11, alinhamento justificado, espaçamento simples. Propostas de futuros trabalhos decorrentes dos resultados e análises realizadas é extremamente recomendada.

Agradecimentos (seção opcional; não deve ser numerada)

Livro

SOBRENOME, N. (citar todos os autores). **Título do livro em negrito:** subtítulo em redondo. N° da edição. Cidade: Editora, ano.

LUCK, H. **Liderança em gestão escolar**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

BAUMAN, Z. **Globalização: as consequências humanas**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.

GOMES, A. C.; VECHI, C. A. **Estética romântica: textos doutrinários comentados**. São Paulo: Atlas, 1992.

Trabalho acadêmico

SOBRENOME, N. **Título do trabalho em negrito:** subtítulo em redondo. Ano de defesa. Tipo de trabalho (Curso e área) – Faculdade, Universidade, Cidade, ano de publicação. Disponível em: endereço eletrônico. Acesso em: mês da publicação (três primeiras letras. ex; jan.), ano.

AGUIAR, A. A. **Avaliação da microbiota bucal em pacientes sob uso crônico de penicilina e benzatina**. 2009. Tese (Doutorado em Cardiologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5131/tde-24092009-171538-pt-br.php>. Acesso em: 11 fev. 2022.

OLIVEIRA, V. H. F. **Application speedup characterization: modeling parallelization overhead and variations of problem size and number of cores**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/28237>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Livro/documento em meio eletrônico

GODINHO, T. **Vida organizada:** como definir prioridades e transformar seus sonhos em objetivos. São Paulo: Gente, 2014. *E-book*.

Livro/documento disponível online

ALVES, C. **Navio negroiro**. [S. l.]: Virtual Books, 2000. Disponível em: <http://www.terra.com.br/virtualbooks/freebook/port/Lport2/navionegroiro.htm>. Acesso em: 11 jan. 2002.

BAVARESCO, A.; BARBOSA, E.; ETCHEVERRY, K. M. (org.). **Projetos de filosofia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011. *E-book*. Disponível em: <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/projetosdefilosofia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2011.

COELHO, A. C. **Fatores determinantes de qualidade de vida física e mental em pacientes com doença pulmonar intersticial: uma análise multifatorial**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16359/000695147.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 set. 2009.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/eduarda/media/05-PMISB.pdf>. Acesso em: 11 set. 2009.

SAYERS, R. **Principles of awareness-raising: for information literacy, a case study.** Bangkok: UNESCO Bangkok, 2006. Disponível em: http://portal.unesco.org/ci/en/files/22439/11510733461Principles_of_AwarenessRaising_19th_April_06.pdf/Principles%20of%20Awareness_Raising_19th%20April%2006.pdf. Acesso em: 11 abr. 2010.

Capítulo, fragmento, volume, parte de livro/documento/artigo

SOBRENOME, Nome do autor abreviado (citar todos os autores). Título do capítulo em redondo: subtítulo em redondo. *In:* SOBRENOME, Nome do organizador abreviado (citar todos os organizadores) (org.) **Título do livro em negrito:** subtítulo em redondo. Nº da edição. Cidade: Editora, ano. p. xx-xx. (e/ou capítulo, volume, etc.)

ROMANO, G. Imagens da juventude na era moderna. *In:* LEVI, G.; SCHMIDT, J. (org.). **História dos jovens 2: a época contemporânea.** São Paulo: Companhia das Letras, 1996. p. 7-16.

SANTOS, F. R. A colonização da terra do Tucujú. *In:* SANTOS, F. R. **História do Amapá, 1º grau.** 2. ed. Macapá: Valcap, 1994. p. 15-24.

Capítulo, fragmento, volume, parte de livro/documento/artigo em meio eletrônico e disponíveis online

INCA – INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). Estômago. *In:* INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Tipos de câncer.** [Brasília, DF]: Instituto Nacional do Câncer, 2010. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/estomago/definicao>. Acesso em: 11 mar. 2010.

POLÍTICA. *In:* DICIONÁRIO da língua portuguesa. Lisboa: **Priberam** Informática, 1998. Disponível em: <http://www.priberam.pt/dIDLPO>. Acesso em: 11 mar. 1999.

Artigo, seção e/ou matéria de publicação periódica

SOBRENOME, N. (citar todos os autores). Título do artigo: subtítulo. **Nome do periódico em negrito por extenso (não abreviado).** Cidade do periódico (quando houver), v. ou ano, n. xx, p. xx-xx, ano de publicação. DOI (se houver) OU endereço eletrônico e data de acesso. Sempre que houver DOI, este deve ser informado.

GODOY, R. B.; BRITO, M. A. G.; GARCIA, R. C.; KIMPARA, M. L. M.; PINTO, J. O. P. **Integrated starter alternator PMSM drive for hybrid vehicles.** *Journal of Control, Automation and Electrical Systems*, v. 32, n. 1, p. 165-174, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40313-020-00665-x>.

JARDIM, A. RENOVABIO: revolução econômica e socioambiental. **Agroanalysis**, v. 37, n. 12, p. 48, dez. 2017. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/view/76577>. Acesso em: 11 mai. 2020.

RIBEIRO, D. O. Os empregos estão de volta. **Você S.A.**, ed. 147, p. 60-61, 11 set. 2010.

SILVA, M. M. L. Crimes da era digital. **Net**, Rio de Janeiro, 1998. Seção Ponto de Vista. Disponível em: <http://www.brazilnet.com.br/contextos/brazilrevistas.htm>. Acesso em: nov. 1998.

TLILI, A. S. H ∞ optimization-based stabilization for nonlinear disturbed tim e delay system s. **Journal of Control, Automation and Electrical Systems**, v. 32, n. 1, p. 96-108, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40313-020-00661-1>.

Artigo e/ou matéria de jornal

CRÉDITO à agropecuária será de R\$ 156 bilhões até 2015. **Jornal do Commercio**, Rio de Janeiro, ano 97, n. 156, p. A3, 20 maio 2014.

OTTA, L. A. Parcela do tesouro nos empréstimos do BNDES cresce 566% em oito anos. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, ano 131, n. 42656, 1 ago. 2010. *Economia & Negócios*, p. B1.

Artigo e/ou matéria de jornal em meio eletrônico

PROFESSORES terão exame para ingressar na carreira. **Diário do Vale**, Volta Redonda, v. 18, n. 5877, 27 maio 2010. *Caderno Educação*, p. 41. Disponível em: <http://www.bancadigital.com.br/diariodovale/reader2/Default.aspx?pid=1&eid=495&ip=38&rp=39&IT=page>. Acesso em: 11 set. 2010.

VERÍSSIMO, L. F. Um gosto pela ironia. **Zero Hora**, Porto Alegre, ano 47, n. 16.414, p. 2, 12 ago. 2010. Disponível em: <http://www.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default.jsp?uf=1&action=flip>. Acesso em: 11 ago. 2010.

Legislação

RIO GRANDE DO SUL. [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado do Rio Grande do Sul**. 4. ed. atual. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 1995.

Legislação em meio eletrônico

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 11 jan. 2017.

BRASIL. **Decreto-lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967**. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa, e dá outras providências. *In:* VADE **mecum**. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2007. 1 CD-ROM, p. 1-90.

CURITIBA. **Lei nº 12.092, de 21 de dezembro de 2006**. Estima a receita e fixa a despesa do município de Curitiba para o exercício financeiro de 2007. Curitiba: Câmara Municipal, [2007]. Disponível em: <http://domino.cmc.pr.gov.br/contlei.nsf/98454e416897038b052568fe004f8180/e5df879ac6353e7f032572800061df72>. Acesso em: 11 mar. 2007.

Trabalho publicado em anais de eventos etc.

SOBRENOME, N. Título do trabalho em redondo. *In:* NOME DO EVENTO EM MAIÚSCULAS, n. do evento, ano do evento, cidade do evento. **Anais [...]**. Cidade de publicação: Editora/organizadora do evento, ano de publicação. DOI (se houver) OU endereço eletrônico e data de acesso. Sempre que houver DOI, este deve ser informado.

FRANÇA, A. A.; VILAR, S. R.; ARAÚJO, L. M.; COSTA JUNIOR, A. G. Projeto de controladores PI/PID discretizados para velocidade angular de um robô móvel com tração diferencial. *In:*

CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA (CBA 2018), 22., 2018, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Automática, 2018. Disponível em: https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/cba/article/view/142. Acesso em: 11 maio 2020.

MELO JUNIOR, A. J.; SILVA, F. E. M.; MARTINS, L. L. P.; GOMES, T. M. A.; LEÃO, R. P. S. Desenvolvimento de aplicativo para estudo de propagação de afundamentos de tensão com base na IEEE Std 1668-2017. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA (CBA 2020), 23., 2020, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Automática, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48011/asba.v2i1.1680>.

Filmes, vídeos, entre outros em meio eletrônico

UM MANIFESTO 2.0 do bibliotecário. Mash up por Laura Cohen. Tradução: Maria José Vicentini Jorente. [S. l.: s. n.], 2007. 1 vídeo (4 min). Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?vYj1p0A8DMrE>. Acesso em: 11 maio 2010.

Documento de acesso exclusivo em meio eletrônico

APPLE. **OS X El Capitan**. Versão 10.11.6. [Cupertino]: Apple, c2017.

LAPAROTOMIA. *In:* WIKIPEDIA: the free encyclopedia. [San Francisco, CA: Wikimedia Foundation, 2010]. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Laparotomia>. Acesso em: 11 mar. 2010.

ANEXO B - Certificado de aprovação/ apresentação ou carta de aceite

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cabedelo - Código INEP: 25282921
	Rua Santa Rita de Cássia, 1900, Jardim Camboinha, CEP 58103-772, Cabedelo (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0010-66 - Telefone: (83) 3248.5400

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

entrega do tcc de Michael Martins

Assunto:	entrega do tcc de Michael Martins
Assinado por:	Michael Martins
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Michael Martins de Azevedo, ALUNO (201817020001) DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CABEDELLO**, em 08/04/2024 19:25:21.

Este documento foi armazenado no SUAP em 08/04/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1136487

Código de Autenticação: 70f4db02ad

