

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
ETEC Júlio de Mesquita
Curso Técnico em Química

AVALIAÇÃO BACTERIANA E A ELABORAÇÃO DE UM SABONETE COM A ECOENZIMA (ANANAS COMOSUS L. MERRIL)

Camille Lins Stofel Barbosa¹

Fernanda Rosa de Oliveira²

Magali Canhamero³

Carlos Eduardo Andrade Barreiro⁴

Resumo: A utilização dos resíduos do *Ananas comosus* no desenvolvimento da ecoenzima como alternativa antibacteriana natural obtida através da fermentação. Esse produto contém propriedades sanitizantes, podendo ser utilizado, por exemplo, aos cuidados à higiene pessoal. Inclusive atua no reaproveitamento da matéria orgânica mitigando o desperdício, e atendendo a demanda do mercado na busca de produtos naturais. Discos de papel embebidos na solução foram aplicados na placa e, após 24 horas, alguns deles apresentaram halo de inibição ao crescimento de bactérias. Adicionalmente, utilizou-se o método quantitativo, a titulação ácido-base para determinar o teor de ácido acético na solução, sendo desenvolvido um sabonete a partir desse processo.

Palavras-Chave: Ecoenzima, Fermentação, Sabonete.

¹ Aluno do Curso Técnico em Química – camillebarbosa.3@etec.sp.gov.br

² Aluno do Curso Técnico em Química – fernanda.oliveira549@etec.sp.gov.br

³ Professora do Curso Técnico em Química – magali.canhamero01@etec.sp.gov.br

⁴ Professor do Curso Técnico em Química - carlos.barreiro@etec.sp.gov.br

BACTERIAL EVALUATION AND THE DEVELOPMENT OF A SOAP WITH ECOENZYME (ANANAS COMOSUS L. MERRIL)

Abstract: The use of *Ananas comosus* waste in the development of ecoenzyme as a natural antibacterial alternative obtained through fermentation. This product contains sanitizing properties and can be used, for example, in personal hygiene care. It also contributes to the reutilization of organic matter, reducing waste, and meeting the market demand for natural products. Paper discs soaked in the solution were applied to a plate, and after 24 hours, some of them showed an inhibition zone against bacterial growth. Additionally, a quantitative method, acid-base titration, was used to determine the acetic acid content in the solution, leading to the development of soap from this process.

Keywords: Ecoenzyme, Fermentation, Soap.

1 INTRODUÇÃO

“A Ecoenzima é tratada também por Enzima do lixo ou Bioenzima, foi propagada pela Dra. Rosukon e foi desenvolvida na Tailândia em meados de 2006, do qual se aprofundou no tema há mais de 30 anos” (Fonseca, 2019). Os conhecimentos estão sendo propagados e estudados por suas contribuições, visto que oferece uma destinação para os resíduos orgânicos, tornando em um produto útil, listo as suas várias aplicabilidades, que segundo Singh *apud* Prasad (2019, tradução nossa) ela é útil para limpar o chão, para lavagem de roupas, nos cuidados pessoais, sendo antibacteriano e antiviral.

Segundo Drehmer há uma busca por inovação pelo uso de ingredientes naturais com função ativas na pele, que são incentivadas pelo estilo de vida dos consumidores atuais (Drehmer, 2020 *apud* Draelos, 2019). Esta informação traz oportunidade para a criação de novos produtos que utilizam ingredientes naturais para atender esta demanda do público.

Visto que a enzima do lixo, é obtida por meio da fermentação de resíduos orgânicos, especialmente de frutas e vegetais, desempenha um papel antibacteriano, exploraremos este tema com mais profundidade a seguir.

1.1 Abacaxi - *Ananas comosus* L. Merrill

“O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é uma planta tropical monocotiledônea, herbácea e perene, da família Bromeliaceae, que sempre se destacou na fruticultura tropical” (Gurgel, 2017). Segundo Silva (2008) *apud* Giacomelli (1981) “A polpa do fruto é sucosa, aromática, saborosa, com leve acidez, cor branca, amarela ou laranja-avermelhada, sendo o peso médio dos frutos de um quilo dos quais 25% são representados pela coroa”.

De acordo com Bazzi et.; al *apud* Julio Zanella (2006) foi apurado que a casca do abacaxi carrega diversos nutrientes, tais como proteínas, lipídeos, fibras, vitamina C, cálcio, potássio e fósforo. E Conforme Junior (2022) os parâmetros físico-químicos da polpa do abacaxi, como pH e acidez livre, variam durante a maturação e afetam as atividades enzimáticas.

Segundo Santos et. al.; (2009) o abacaxi possui a enzima proteolítica bromelina, se refere ao conjunto de enzimas proteolíticas encontradas nos vegetais

da família bromeliaceae, sendo o abacaxi o principal, ele nos afirma “A bromelina é encontrada no caule, folhas, raízes e no fruto do abacaxi (*A. comosus*) e em todas as espécies da família Bromeliaceae”.

Visto isso de acordo com Ferreira et. al.; (2017) o abacaxi gera em sua produção uma grande quantidade de resíduos que poderiam ser utilizados para a obtenção de enzimas e outros compostos de grande relevância à indústria, nos afirma que os seus resíduos são ricos em proteases.

1.2 Sabonete

“Os sabonetes são cosméticos cuja função básica é a limpeza da pele. São obtidos por saponificação, reação que ocorre por adição de álcali à matéria graxa, resultando em sais de ácidos orgânicos com propriedades tensoativas e detergência (Chaves et al., 2022 *apud* Sasson et al., 2009).

1.3 Enzimas

Sob a perspectiva de Couri e Damasco (2021) enzimas são catalisadores orgânicos, incumbidos por milhares de reações bioquímicas coordenadas, introduzidas nos processos biológicos dos sistemas vivos.

Ademais a “aplicação industrial de enzimas é determinada pela sua especificidade, atividade, estabilidade de armazenamento e uso, disponibilidade e custos” (Couri S.; Damasco M., 2021). Do qual, através de suas propriedades e características, as enzimas se destinam a indústria de detergentes, que é o destino da maior parte das lipases produzidas comercialmente, pois a utilização de formulações que contém lipases, amilases e proteases reduzem expressamente o tempo e a temperatura de lavagem” (Buturi et. Al., 2014 *apud* Koblitz, 2008 p. 9).

1.4 A Ecoenzima

“É uma mistura resultante de um processo fermentativo, não se tratando de uma enzima nova ou específica, mas de um complexo enzimático estável resultante da interação entre os ingredientes da fermentação”. (Fonseca, 2019) E segundo o artigo de Lakra et.al (2020, tradução nossa) “Quimicamente, as bioenzimas são uma

mistura de proteínas, carboidratos, metabólitos etc. que são produzidos naturalmente por bactérias ou leveduras usadas para a preparação”.

O desenvolvimento é realizado com a mistura de três itens para o processo de fermentação, a água, o açúcar mascavo e os resíduos da casca do abacaxi, as cascas, o talo e a coroa. Contudo há um tempo ideal para a fermentação, segundo Singh et.al. Al.; *apud* Prasad (2019, tradução nossa) a solução final é após três meses.

Adicionalmente a solução “após o processo de fermentação, em geral, apresenta uma coloração marrom escura” (Fonseca, 2019) e o aroma dependerá do alimento que está sendo fermentado, no caso os resíduos do abacaxi fermentados apresentam um odor forte de vinagre e levemente adocicado. Pode apresentar também um “biofilme” ou comumente chamado o termo “mãe do vinagre” se não houver agitação constante, o biofilme trata-se de uma camada sobrenadante que possivelmente possui leveduras e bactérias, um indicativo da formação (Fonseca, 2019).

1.5 Processo de formação da Ecoenzima

O processo de formação ocorre no processo fermentativo de orgânicos, a fermentação alcoólica, utiliza-se a água e o açúcar mascavo, do qual “há a obtenção de energia, na forma de ATP, sem consumo de oxigênio” (Fonseca, 2019). Segundo Nazim e Meera *apud* Fonseca o processo de produção pode ser definido como uma oxidação anaeróbia que produz álcool através da fermentação alcoólica incompleta e ácido acético pela fermentação acética completa.

A fermentação viabiliza o processo de ATP sem a presença de oxigênio, é um processo anaeróbico. “A glicose é convertida a piruvato pela glicólise, e o piruvato é convertido a etanol e CO₂ em um processo de duas etapas”: (Nelson, Cox, 2014, p. 565) A reação simplificada do processo de fermentação alcoólica é representada pela equação mostrada na Figura 1:

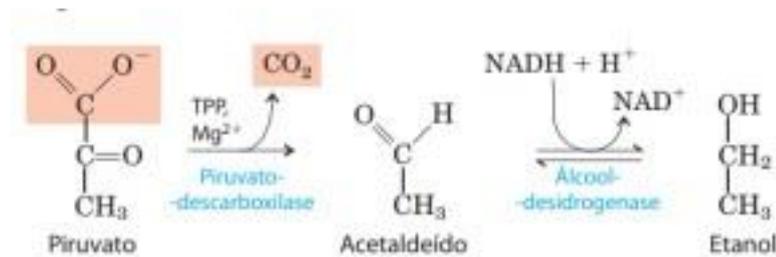
Figura 1: Equação básica da fermentação alcoólica:



Fonte: Adaptado de Nelson e Cox (2014).

Para Nelson e Cox, na primeira etapa o piruvato é descarboxilado em uma reação irreversível catalisada pelo **piruvato-descarboxilase**, o acetaldeído é reduzido a etanol pela ação do **álcool desidrogenase** (2014, p. 565, grifo do autor). A equação representada na Figura 2 aponta para as etapas da fermentação alcoólica:

Figura 2: Etapas da fermentação alcoólica:



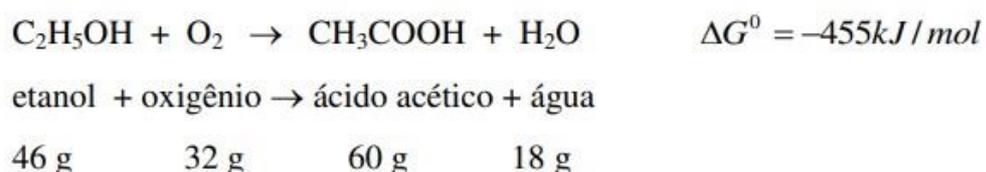
Fonte: Nelson e Cox (2014).

“Juntamente às reações enzimáticas ocorre o crescimento das leveduras e na sequência ocorrem outras vias metabólicas para formação de produtos como polissacarídeos, ácidos nucleicos, lipídeos, proteínas, entre outros” (Fonseca, 2019) Há fatores que podem atrapalhar a conversão da glicose em álcool, como a temperatura, o ambiente, o tempo de fermentação e o pH.

O processo de fermentação alcoólica é seguido pela fermentação acética; assim, a sua formação é semelhante ao processo de fabricação do vinagre. De acordo com Zilioli “A fermentação acética refere-se a um processo envolvendo a oxidação do etanol e formação de ácido acético consumo de O₂, ocorrendo liberação de grandes quantidades de energia (2011).

A fermentação acética é um processo exotérmico. O processo de oxidação se desenvolve de acordo com a equação básica na figura 3:

Figura 3: Equação da oxidação do etanol a ácido acético:



Fonte: Zilioli (2011).

Portanto, ocorre em duas etapas de fermentação oxidativa conclusivas, a fermentação alcoólica e a fermentação acética. Inicialmente, a enzima álcool desidrogenase transforma o etanol em acetaldeído por meio da remoção de átomos de hidrogênio, em seguida, a enzima aldeído desidrogenase converte o acetaldeído em ácido acético. Assim produzindo a enzima do lixo para diversos fins, como tendo propriedades para uso em produtos de limpeza.

1.6 Objetivo:

Desenvolvimento da coenzima e sua aplicação em um sabonete.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Ecoenzima

A preparação envolveu fermentação, utilizando água mineral, açúcar mascavo e resíduos do abacaxi (*Ananas comosus*), na proporção 10:3:1 (10 partes de água, 3 de resíduos e 1 de açúcar). Foram usados os resíduos da coroa, cascas e cilindro central, pelo período de três meses, realizado em recipientes de vidro ou garrafas plásticas, hermeticamente fechados e cobertos com sacos plásticos opacos, sob condições de baixa luminosidade solar, após esse período coou-se a solução.

2.2 Análises

Foram realizados em torno de 15 métodos quantitativos na avaliação do crescimento microbiano e estudo das propriedades as soluções, inclui-se os antibiogramas para a análise das bactérias presentes na saliva, na privada, e observou-se halos de inibição. Verificou-se a formação de halos maiores com a adição de maior quantidade de coenzima associada ao sabonete. Para a determinação de concentração de Ácido Acético na solução, foi realizado o método de titulação ácido-base três vezes para calcular a média do gasto de NaOH 1,0 Molar e determinar com precisão a concentração.

2.3 Sabonete

Adicionou-se a solução a base de sabonete líquido glicerinado, e corrigiu-se o pH com NaOH 1,0 mol/L.

2.4 Resultados

2.4.1 Ecoenzima

Após 3 meses de fermentação, observou-se um forte odor de vinagre e levemente adocicado, com coloração marrom escura, típica da enzima do lixo. Também se formou uma fina película sobrenadante, o "biofilme" ou "mãe do vinagre", que se degradou após agitação constante. Na Fotografia 1 observa-se uma camada fina sobrenadante, destacada com traçados brancos para melhor visualização, se refere ao biofilme, sinal de formação da ecoenzima, trata-se de um composto com possíveis bactérias e leveduras:

Fotografia 1:



Fonte: Autoria própria.

2.4.2 Análises:

A Fotografia 2 mostra o crescimento microbiano, comparando a ecoenzima com o álcool etílico 45%. Os discos na ecoenzima, localizados na parte superior e inferior esquerda da Placa de Petri, tiveram menor proliferação de bactérias, enquanto o disco no álcool etílico 45%, na parte inferior direita, teve maior proliferação:

Fotografia 2:

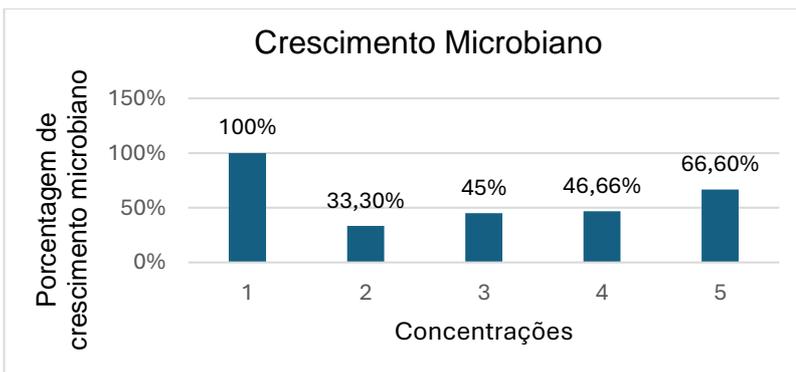
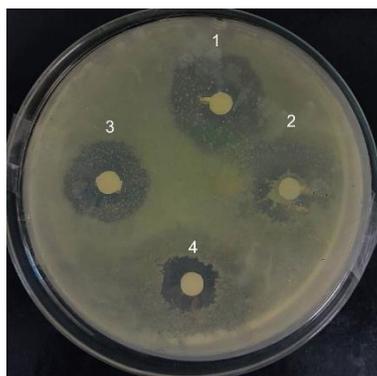


Fonte: Autoria própria.

Ademais, observa-se que a ecoenzima possui o potencial em reduzir a proliferação das bactérias, como notado neste método. Na Fotografia 3, os halos 1, 2 e 3 referem-se aos discos de ecoenzima com sabonete, com halos de 30mm, 25,5mm e 24mm, respectivamente, indicando maiores halos de inibição, o halo 4, de 15mm, refere-se ao sabão convencional, com menor halo de inibição, com as seguintes proporções de ecoenzima para com a base de sabonete.

Analizamos os resultados das medições da área de inibição, que é a diferença entre a área total de inibição e a área ocupada pelo disco com sabonete e ecoenzima. Se a solução for bactericida, é observado um halo de inibição, indicando a área na qual não houve proliferação de micro-organismos, ou seja, a área de inibição. Esse cálculo fornece a medição dos halos de inibição, como mostrado no Gráfico 1:

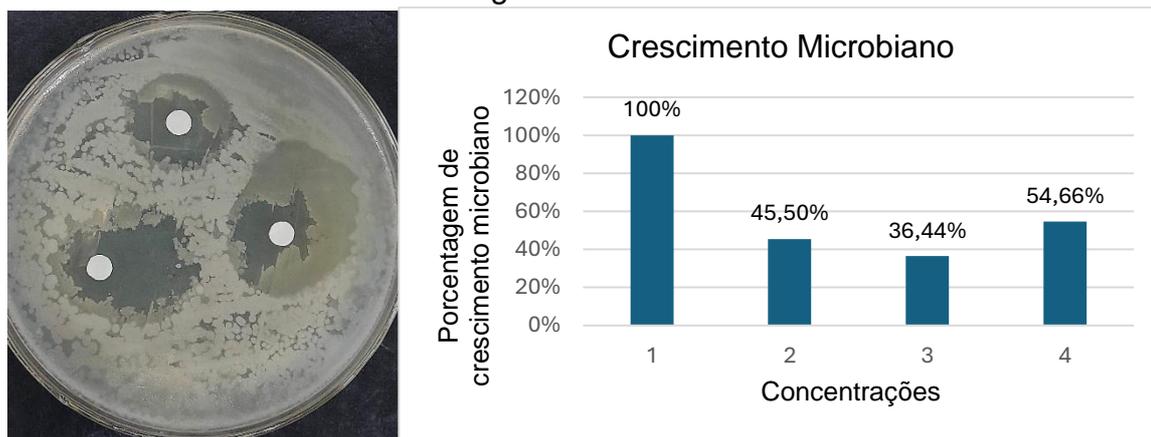
Fotografia 3 e Gráfico 1:



Autoria própria.

Na Fotografia 4 e no Gráfico 2, referente às bactérias originárias da privada, observa-se a formação de halos de inibição com discos de coenzima e sabonete, com halos de 24,5mm, 28,6mm e 20,4mm de diâmetro, com as proporções de sabonete e coenzima respectivamente 5:10, 5:15 e 10:7, e o cálculo denominado gráfico de morte:

Fotografia 4 e Gráfico 2:



Autoria própria.

2.4.3 Titulação ácido-base:

A titulação com 2 mL da solução, usando 1 gota de fenolftaleína e NaOH 0,1 Molar, gastou volumes de NaOH de 2,8 mL, 2,9 mL e 2,8 mL, com média de 2,87 mL. A partir dessa média, calculou-se a concentração de ácido acético (CH_3COOH) na solução em 0,8%.

3 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O reaproveitamento dos resíduos orgânicos, que são amplamente descartados, evidencia uma abordagem sustentável. A bioenzima apresentou halos de inibição a bactérias, indicando sua capacidade de combater microrganismos. Avaliou-se também a concentração de ácido acético presente, que contribui para a ação higienizante, o sabonete mostrou propriedades sensoriais satisfatórias, além de um pH equivalente a 6 ideal para lavar as mãos. Ainda assim, é necessário otimizar o processo de fermentação e a formulação do sabonete para garantir maior estabilidade, tanto que estudos de segurança e eficácia, adaptados a diferentes tipos de pele, são essenciais para consolidar sua aplicabilidade. Por fim, recomenda-se a realização de futuros estudos microbiológicos adicionais, avaliando os efeitos bactericidas.

4 REFERÊNCIAS

BAZZI, J. et al. Aproveitamento integral do abacaxi: uma revisão bibliográfica. **Instituto Federal de Santa Catarina**, Xanxerê, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2249>. Acesso em: 1 de jul. de 2024.

BUTURI, E. P. et al. Avaliação da Eficiência de Detergente Enzimático na Remoção de Lipídios presentes em Embalagens de Produtos Cárneos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Paraná, v. 5, n. 3, p. 8–15, 2014. DOI: 10.14685/rebrapa.v5i3.178. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287601474_Evaluation_of_enzymatic_detergent_efficiency_in_removing_lipids_from_meat_package. Acesso em: 30 de jun. 2024.

COURI S. DAMASCO M. Enzimáticos. **Portal Embrapa**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/enzimaticos>.

DEZORDI C. Desenvolvimento de meio de cultura semi-seletivo para detecção de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, 2006. Disponível em: Acesso em 21 nov. de 2024.

FERREIRA L. A. et al. A utilização de resíduos das agroindústrias de suco de abacaxi para a produção de bromelina. **Revista Sítio Novo**, v. 1, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.47236/2594-7036.2017.v1.i0.247-257p>. Disponível em: <https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/91>. Acesso em: 1 de jul. de 2024.

FRANÇA-SANTOS, A. et al. Estudos bioquímicos da enzima bromelina do *Ananas comosus* (abacaxi). **Scientia Plena**, Sergipe, v. 5, n. 11, 2011. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/749>. Acesso em: 1 de jul. de 2024.

FONSECA. Ecoenzima: Aplicações na área da engenharia ambiental. **Universidade**

Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2019. DOI: 10.3895/rbta.v16n1.13180. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/203745>. Acesso em: 15 out. de 2024.

GURGEL, G. B. Aspectos fisiológicos de plantas de abacaxi (ananas comosus L. Merrill) sob cultivo hidropônico e convencional associado ao estudo molecular do florescimento. **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, p. 92, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/13115>. Acesso em: 1 de jul. de 2024.

IWMC. Dr. Rosukon Poompanvong. **Fundação Internacional do Centro de Meditação Feminina**. Disponível em: <https://iwmcf.net/award/2012/11>. Acesso em 15 out. de 2024.

JUNIOR, Amilton et al. Parâmetros físico-químicos como descritores de qualidade do abacaxi Pérola produzido em Salvaterra – Marajó/PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Belém, 2022. Disponível em: Acesso em 7 nov. De 2024.

LAKRA, Parul Saini, SUNIL Saini, ANKITA. Synthesis, Physio-Chemical Analysis and Applications of Bio-Enzymes Based on Fruit and Vegetable Peels. 9. 670-681. 10.1729/Journal.31480, **ResearchGate**, 2022. DOI:10.1729/Diário.31480. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363481720_Synthesis_Physio-Chemical_Analysis_and_Applications_of_BioEnzymes_Based_on_Fruit_and_Vegetable_Peels. Acesso em 14 out. 2024.

MORAES M.; FARIAS F. Avaliação da estabilidade de detergentes enzimáticos. **Agron Science**. DOI: doi.org/10.53934/9786599965821-15. Disponível em: 256<https://agronscience.com/avaliacao-da-estabilidade-de-detergentesenzimaticos>. Acesso em: 30 de jun. de 2024.

SINGH H.; PRASAD A. Study and analysis of bio-enzyme based natural product. **International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology**, 2019 Vol. 4, Issue 8, ISSN No. 2455-2143, p. 205-207. Disponível em: <https://www.ijeast.com/papers/205-207,Tesma408,IJEAST.pdf>. Acesso em de 30 nov. 2024.

ZILIOLI, Estevão. Composição química e propriedades funcionais no processamento de vinagres. 2011. 84 f. Tese (doutorado) - **Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos**, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1616070>. Acesso em: 29 out. de 2024.