

# Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves  
(Organizador)

# Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensino de ciências e educação matemática 2 [recurso eletrônico] /  
Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ensino de ciências e  
educação matemática – v.2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-072-8

DOI 10.22533/at.ed.728192501

1. Educação. 2. Prática de ensino. 3. Professores – Formação.  
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 370.1

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Ensino de Ciências e Educação Matemática”, em seu segundo volume, contém vinte capítulos que abordam as Ciências sob uma ótica de Ensino nas mais diversas etapas da aprendizagem.

Os capítulos encontram-se divididos em cinco seções: Ensino de Ciências e Biologia, Ensino de Física, Educação Matemática, Educação Ambiental e Ciência e Tecnologia.

As seções dividem os trabalhos dentro da particularidade de cada área, incluindo pesquisas que tratam de estudos de caso, pesquisas bibliográficas e pesquisas experimentais que vêm contribuir para o estudo das Ciências, desenvolvendo propostas de ensino que podem corroborar com pesquisadores da área e servir como aporte para profissionais da educação.

No que diz respeito à Educação Matemática, este trabalho pode contribuir grandemente para os professores e estudantes de Matemática, por meio de propostas para o ensino e aprendizagem, que garantem o avanço das ciências exatas e também fomentando propostas para o Ensino Básico e Superior.

Indubitavelmente esta obra é de grande relevância, pois proporciona ao leitor um conjunto de trabalhos acadêmicos de diversas áreas de ensino, permeados de tecnologia e inovação.

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O MODELO DIDÁTICO DA MOLÉCULA DE DNA: CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO NO ENSINO DA BIOLOGIA	
Daiane Cristina Ferreira Golbert Pollyana Secundo de Oliveira Ferreira Iara Ingrid de Assis Rony Robson Fideles de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
O USO DE JOGOS APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: UM ESTUDO DE CASO	
Elaine Santana de Souza Gerson Tavares do Carmo Mariana Monteiro Soares Crespo de Alvarenga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
EMERGÊNCIA DOS ERROS NUMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM DESACORDO AO REDUACIONISMO	
Thales Cerqueira Mendes Bruno de Andrade Martins Kelison Ricardo Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
IMPACTOS DO PIBID NA VIDA PROFISSIONAL DO EGRESSO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO IFNMG- CAMPUS JANUÁRIA	
Pollyana Antunes de Oliveira Edinei Canuto Paiva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>59</b>
UM DIAGNÓSTICO SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA “COSMOLOGIA” NA LITERATURA E NO ENSINO DE FÍSICA EM ESCOLAS DE CAJAZEIRAS-PB	
Heydson Henrique Brito Da Silva Mauro Parnaíba Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
SISTEMA MONETÁRIO: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA FINANCEIRA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Ana Luisa Tenório dos Santos Aline Jaislane de Souza Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 74**

UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO E ESTUDO DE ÂNGULOS

Islaine Conceição Pereira Bezerra  
Igor Brendol Pereira Morais  
Abigail Fregni Lins

**DOI 10.22533/at.ed.7281925017**

**CAPÍTULO 8 ..... 82**

O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NO CURSO DE PEDAGOGIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA ESCOLAR: MAPEANDO DISSERTAÇÕES E TESES

Jónata Ferreira de Moura

**DOI 10.22533/at.ed.7281925018**

**CAPÍTULO 9 ..... 96**

O IMAGINÁRIO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA DE SÃO LUÍS - MA SOBRE A EJA

Rayane de Jesus Santos Melo  
Maria Consuelo Alves Lima

**DOI 10.22533/at.ed.7281925019**

**CAPÍTULO 10 ..... 108**

O PROCESSO DE JUVENILIZAÇÃO E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Rayane de Jesus Santos Melo  
Maria Consuelo Alves Lima

**DOI 10.22533/at.ed.72819250110**

**CAPÍTULO 11 ..... 119**

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ESTABILIZAÇÃO POR SOLIDIFICAÇÃO A PARTIR DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GRANITO EM MATRIZ CIMENTÍCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO CONSTITUINTE DE CONCRETO PARA PISOS

Mário Gomes da Silva Júnior  
André Luiz Fiquene de Brito  
Ana Cristina Silva Muniz

**DOI 10.22533/at.ed.72819250111**

**CAPÍTULO 12 ..... 134**

APLICAÇÃO DE ARGILAS ESMECTÍCIAS ORGANOFÍLICAS NA ADSORÇÃO DE EFLUENTES PETROLÍFEROS EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota  
Rochelia Silva Souza Cunha  
Luana Araújo de Oliveira  
Patrícia Noemia Mota de Vasconcelos  
Meiry Glauca Freire Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.72819250112**

**CAPÍTULO 13 ..... 146**

BLOCO DE GESSO E ISOPOR PARA VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS EM ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL

Daniel Pessanha de Queiroz  
Cristiane Rodrigues Macedo  
Cláudio Luis de Araújo Neto

**DOI 10.22533/at.ed.72819250113**

**CAPÍTULO 14 ..... 149**

ISOLAMENTO DA MICOTA ANEMÓFILA PRESENTE NA SALA DE MEMORIAL DA BIBLIOTECA JOSEPH MESEL DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Francisco Braga da Paz Junior  
Davi Nilson Mendonça Souza  
Eliana Santos Lyra da Paz  
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná  
Lindeberg Rocha Freitas  
Ubirany Lopes Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.72819250114**

**CAPÍTULO 15 ..... 155**

ISOLAMENTO DE LEVEDURAS DA VAGEM DA ALGAROBA (PROPOPIS JULIFLORA) E ANÁLISE DA ATIVIDADE AMILOLÍTICA E FERMENTATIVA DOS ISOLADOS

Caroliny Hellen Azevedo da Silva  
Rayane Dias dos Santos  
Jonas Luiz Almada da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.72819250115**

**CAPÍTULO 16 ..... 166**

OTIMIZAÇÃO DA VAZÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE E ÁREA DE TROCA TÉRMICA DE UM TROCADOR DE CALOR CONTRA-CORRENTE

Mário Gomes da Silva Júnior  
Camila Barata Cavalcanti  
Josiele Souza Batista Santos

**DOI 10.22533/at.ed.72819250116**

**CAPÍTULO 17 ..... 177**

PREVALÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS COLETADOS NA SALA DE ACERVOS DA BIBLIOTECA DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Eliana Santos Lyra da Paz  
Thayná Lacerda Almeida  
Francisco Braga da Paz Junior  
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná  
Clécio Florêncio de Queiroz  
Maria do Livramento Ferreira Lima

**DOI 10.22533/at.ed.72819250117**

**CAPÍTULO 18 ..... 183**

UMA PROPOSTA MODERNA DA ELETRÓLISE DE MICHAEL FARADAY

Mateus Carneiro Guimarães dos Santos  
Maria Danielly Lima Santos  
Mayana Mirelly Horta Santos  
Erivanildo Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.72819250118**

**CAPÍTULO 19 ..... 192**

MÓDULO AUTOMATIZADO DE MONITORAMENTO DE SOLO

Alysson Ramon do Amaral Andrade  
Alexandre da Silva Coelho Barbosa  
Douglas Cassiano da Silva  
Francisco Cassimiro Neto  
Jadson de Oliveira Viana  
José Alves do Nascimento Neto

**DOI 10.22533/at.ed.72819250119**

**CAPÍTULO 20 ..... 197**

PROCESSO GTAW: NOVAS TECNOLOGIAS

Geovanna Vitória da Silva Gonçalves  
Marcos Mesquita da Silva  
Thalyne Keila Menezes da Costa  
Divanira Ferreira Maia  
Jomar Meireles Barros

**DOI 10.22533/at.ed.72819250120**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 203**



## ISOLAMENTO DE LEVEDURAS DA VAGEM DA ALGAROBA (*PROPOPIS JULIFLORA*) E ANÁLISE DA ATIVIDADE AMIOLÍTICA E FERMENTATIVA DOS ISOLADOS

### **Caroliny Hellen Azevedo da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.  
Currais Novos – RN.

### **Rayane Dias dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.  
Currais Novos – RN.

### **Jonas Luiz Almada da Silva**

Instituto Federal do Ceará.  
Limoeiro do Norte – CE.

**RESUMO:** Amilases são enzimas amplamente distribuídas na natureza e encontradas, principalmente, em frutas e vegetais. Essas moléculas são capazes de hidrolisar cadeias longas e complexas de amido em açúcares menores, deixando-os disponíveis para que sejam aproveitados por microrganismos em seus metabolismos. As vagens da algaroba, planta arbórea altamente adaptada à climas desérticos e semiáridos, possuem uma composição nutricional com considerável teor de proteínas e vitaminas e uma elevada concentração de açúcares. Por esse motivo, tem sido empregada nos mais diversos processos biotecnológicos sobretudo para a produção de alimentos. Isto posto, objetivou-se com este trabalho isolar leveduras desse fruto e verificar se esses fungos unicelulares são capazes de

produzir amilase e fermentar açúcares. Para tal, fez-se o isolamento em meio PDA acidificado e em seguida as linhagens foram inoculadas em meios sólidos contendo amido e meios em caldo contendo açúcares. A verificação de atividade amilolítica deu-se pelo teste do iodo. Optou-se também por fazer uma caracterização morfológica dos isolados, observando-se suas características macroscópicas e microscópicas. Os resultados mostraram que a algaroba obteve respostas mais positivas no meio composto Ágar Amido 2 e no caldo malte, todavia, todos os meios empregados tiveram resultados interessantes e consideráveis. Conclui-se, portanto, que a algaroba é uma boa alternativa para processos biotecnológicos e que os seus isolados produzem enzimas de interesse industrial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Enzimas, amilase, algaroba.

**ABSTRACT:** Amylases are enzymes widely distributed in nature and found mainly in fruits and vegetables. These molecules are capable of hydrolyzing long and complex starch chains into smaller sugars, leaving them available for use by microorganisms in their metabolisms. The algaroba pods, a tree plant highly adapted to the desert and semi-arid climates, have a nutritional composition with considerable protein and vitamin content and a high concentration of

sugars. For this reason, it has been used in the most diverse biotechnological processes mainly for the production of food. Therefore, the objective of this work was to isolate yeasts from this fruit and to verify if these single-celled fungi are capable of producing amylase and fermenting sugars. For this, isolation was done in acidified PDA medium and then the lines were inoculated in solid media containing starch and broth media containing sugars. The verification of amylolytic activity was by the iodine test. It was also chosen to make a morphological characterization of the isolates, observing its macroscopic and microscopic characteristics. The results showed that the algaroba obtained more positive responses in the composite medium Agar Starch 2 and in the malt broth, however, all the means employed had interesting and considerable results. It is concluded, therefore, that algaroba is a good alternative for biotechnological processes and that its isolates produce enzymes of industrial interest.

**KEYWORDS:** Enzymes, amylase, mesquite.

## 1 | INTRODUÇÃO

Enzimas são substâncias de origem proteica que atuam como biocatalisadores, isto é, aceleram as reações químicas e diminuem a energia de ativação necessária para elas ocorrerem. Todas as reações bioquímicas dos seres vivos são catalisadas por enzimas; elas atuam em condições não-poluentes e apresentam alta especificidade ao substrato e eficiência catalítica, não se degradando após catalisar uma reação química (ZHOU *et al.*, 2015).

O mercado de enzimas tem ganhado notoriedade e cada vez mais mostra-se promissor em decorrência do crescente desenvolvimento industrial nos mais diversos âmbitos tecnológicos e da preocupação atual que há em torno da sustentabilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O potencial biotecnológico das enzimas tem sido aplicado em larga escala em indústrias como a de alimentos, utilizadas na fabricação de produtos e na obtenção de ácidos orgânicos e compostos nutricionais como aminoácidos; farmacêutica (vitaminas, antibióticos, vacinas); agropecuária (aditivos de ração e produção de enzimas heterólogas), energia (etanol e biodiesel); materiais (utilizadas na fabricação do papel, polímeros e tecidos), entre muitas outras aplicações (VAN BEILEN e LI, 2002).

As enzimas são capazes de converter o substrato em moléculas-alvo, as quais podem ser utilizadas mais facilmente em outros processos. Esse princípio é muito aplicado na indústria alimentícia, onde, por exemplo, enzimas são empregadas nas etapas de produção de alimentos para transformar carboidratos complexos como o amido, celulose, hemicelulose, glicanos, xilanos e pectinas, em moléculas menores que podem ser aproveitadas na fermentação. Muitos desses catalisadores são produzidas por microrganismos que também as utilizam nas reações dos seus metabolismos, e, por isso, tem-se o emprego de bactérias, bolores e leveduras para se extrair essas

moléculas (PEREIRA *et al.*, 2017).

Segundo Koblitz (2010), as hidrolases são a classe de enzimas que mais apresentam aplicações industriais. Esse grupo engloba as amilases, amiloglucosidases, celulasas, pectinases, proteases, lipases, entre outras. As amilases, foco tecnológico do presente trabalho, atuam modificando o amido em produtos de panificação e na produção de bebidas alcoólicas, por exemplo.

As carboidrases são um grupo de enzimas capazes de hidrolisar as ligações glicosídicas entre monossacarídeos, os quais, unidos, formam grandes cadeias de açúcares, constituindo os polissacarídeos. Esses catalisadores são capazes tanto de quebrar os carboidratos em açúcares menores (glicose, frutose e galactose), como de realizar a reação inversa, sintetizando oligossacarídeos a partir deles (ZHOU *et al.*, 2015).

As amilases são carboidrases que hidrolisam o amido, polissacarídeo encontrado em grande quantidade em vegetais, cereais e frutas, em açúcares fermentáveis, atuando sobre as ligações  $\alpha$ -1,4 e/ou  $\alpha$ -1,6 desses carboidratos. Nessa classificação destacam-se as  $\alpha$ -amilases,  $\beta$ -amilases e glicoamilases. Os principais produtos dessa hidrólise são dextrina, maltose e glicose. Na fermentação de bebidas alcoólicas, as leveduras não são capazes de fermentar as matérias-primas utilizadas, ricas em cadeias longas de amido. Para isso, antes da etapa de fermentação, ocorre a sacarificação do amido, que consiste na hidrólise desse carboidrato, transformando-o em açúcares fermentáveis pelas leveduras, como a glicose e a maltose.

A algaroba é uma árvore amplamente encontrada no Nordeste brasileiro, sobretudo na região semiárida onde seu uso está associado principalmente às atividades agropecuárias, servindo de alimento para rebanhos de animais durante as estiagens (SILVA *et al.*, 2014).

Na literatura há vários estudos acerca da algaroba, destacando-se, sobretudo, a potencialidade dos seus frutos, bastante ricos em nutrientes como carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais, e conhecidos pelo seu caráter aromático e doce. Para tanto, tem sido aproveitada no preparo de produtos de panificação, geleias, pudins, condimentos, adoçante e bebidas fermentadas (aguardente), mel e licores (SILVA, 2009).

A polpa constitui 56% do fruto e contém 60% de açúcares, dos quais 96% são sacarose, o que favorece processos como a fermentação, secagem e torrefação para a obtenção dos mais diversos produtos. O mesocarpo possui altos teores de sacarose e açúcares redutores, e, no endocarpo, destaca-se a presença de proteínas (GRADOS e CRUZ, 1996).

A América Latina se destaca no aproveitamento das vagens de algaroba, bem como também da madeira e das ramagens da árvore, muito utilizadas na alimentação humana e animal e para a produção de estacas. Apesar disso, o Brasil ainda precisa desenvolver mais métodos de aproveitamento do fruto e ampliar o seu beneficiamento para a escala industrial, a fim de se evitar e gerar uma alternativa para o desperdício

dessa potencial matéria-prima (LIMA, 2005).

Tendo em vista o exposto, este trabalho tem por objetivo isolar leveduras das vagens de algaroba e analisar a capacidade dos isolados em utilizar o amido para os seus metabolismos, e fermentar a sacarose, indicando ou não a produção de enzimas com potencial biotecnológico, entre elas a amilase, como forma de beneficiar e valorizar um fruto tão rico e gerar alternativas para o seu desperdício.

## **2 | METODOLOGIA**

### **2.1 Coleta das vagens e isolamento das leveduras**

Para o isolamento de leveduras das vagens de algaroba foram realizadas 4 coletas de amostras, sendo a primeira no município de Jardim do Seridó-RN e as demais no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, campus Currais Novos-RN, no período de fevereiro a abril de 2018. As coletas foram feitas com um balde previamente esterilizado e os coletores utilizaram luvas para entrar em contato com as vagens, tais medidas com o intuito de diminuir as contaminações por microrganismos do ambiente e presentes nas mãos. As vagens selecionadas foram aquelas que indicavam estar maduras, isto é, de coloração amarela e aspecto seco, pois os frutos maduros apresentam concentrações maiores de açúcares e, conseqüentemente, uma maior população de leveduras.

O isolamento das leveduras deu-se em meio de cultura Potato Dextrose Agar (PDA), próprio para o crescimento de bolores e leveduras, e acidificado com ácido tartárico para inibir o crescimento de bactérias. O método utilizado foi o de Spread Plate e foram feitas três diluições das amostras ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ), em triplicata. As placas foram incubadas numa estufa por 5 dias à temperatura de 25-27 °C, condições ótimas para o crescimento de fungos, segundo metodologia de Silva (2010). Após o crescimento, as colônias que apresentavam aspecto leveduriforme, ou seja, sem micélios e sem aspecto cotonoso, foram isoladas em meio PDA acidificado e postas nas mesmas condições de crescimento anterior. Ao todo, foram isoladas 20 colônias de leveduras diferentes, referidas pela letra C e o respectivo número, de modo a facilitar a identificação. Os isolados foram passados também para PDA inclinado acidificado com o intuito de formar uma coleção de fungos.

### **2.2 Caracterização cultural e morfológica**

As colônias isoladas foram analisadas culturalmente quanto aos critérios cor, forma, elevação, bordos, superfície, odor e aparência óptica, e para os tubos analisou-se a consistência, quantidade, cor, odor e aspecto do crescimento ao longo da linha

de inoculação em ágar inclinado. Depois cada levedura foi preparada em esfregaço e realizou-se uma coloração simples utilizando corante cristal violeta para observar as características morfológicas das células ao microscópio.

### 2.3 Teste de produção de amilase

A fim de se analisar a capacidade dos levedos isolados em quebrar o amido a partir da produção de amilase, foram compostos dois meios à base desse carboidrato, denominados de Ágar Amido 1 (AA1), composto de extrato de carne (1,3g), amido solúvel (4,4g) e ágar bacteriológico (6,6g), e Ágar Amido 2 (AA2), composto por amido solúvel (4,4g) e ágar nutriente (12,3g), este já fornecendo em sua composição extrato de carne (1,5g). A diferença entre os dois meios é a concentração de extrato de carne. O pH dos meios foi corrigido para  $7,5 \pm 0,2$  com hidróxido de sódio a 0,1 mol. Cada colônia foi isolada numa placa de AA1 e AA2 e incubadas em estufa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) por 5 dias à temperatura de 25-27 °C. Dado o crescimento, aplicou-se iodo (Iugol) na superfície das placas, observando-se se essa substância adquiriu coloração azul, segundo Koblitz (2010).

### 2.4 Teste de fermentação da sacarose

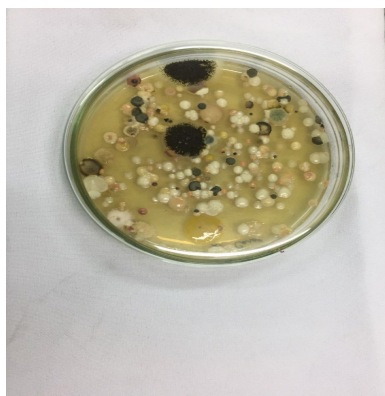
Para analisar o potencial fermentativo das leveduras isoladas da algaroba, prepararam-se três meios: caldo malte (4,6g) contendo já em sua formulação digestão enzimática de gelatina, extrato de malte, dextrose e extrato de levedura, adicionando-se 2,2g de glicose; caldo YPD composto a partir de dextrose (4,4g), extrato de levedura (2,2g) e peptona (4,4g), adicionado de 4,4g de glicose; caldo sacarose formulado com peptona de caseína (4,4g), extrato de levedura (2,2g) e sacarose (4,4g). Foram dispostos 10ml de cada caldo em tubos contendo tubo de Durhan, em seguida foram esterilizados e após foi realizado o inóculo, de forma que cada colônia foi inoculada em cada um dos meios preparados. Os tubos foram incubados em estufa nas condições ótimas de crescimento. Para saber se houve fermentação, verificou-se a formação de gás nos tubos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Caracterização macroscópica e microscópica

As 4 amostras de algaroba apresentaram uma enorme diversidade de fungos filamentosos e colônias selvagens de leveduras. Apesar de todas as amostras terem expressado um elevado crescimento de bolores, as amostras 2, 3 e 4 tiveram um crescimento majoritário de leveduras, identificadas pela ausência de filamentos

(micélios).

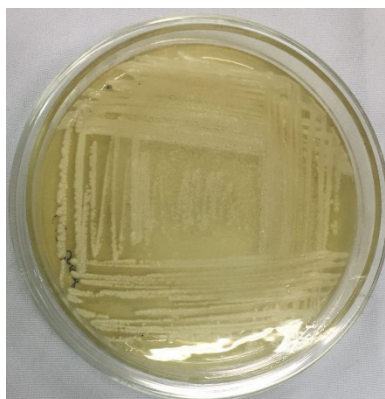


**Figura 1.** Colônias de bolores e leveduras da algaroba (amostra 4).

Fonte: Os autores.

As colônias de leveduras isoladas apresentaram formato circular, tamanho pequeno ou médio variando entre 2 e 5 mm; algumas se mostraram planas em relação à superfície do meio e outras elevadas de forma convexa, umbonada (presença de uma protuberância central) e pulviniforme (mais elevada que o formato convexo).

Com relação à pigmentação, foram encontradas colônias amarelas, brancas e rosas mais intensas ou mais claras. A maioria das colônias brancas (sem pigmentação) possuíam aspecto opaco, exceto algumas que eram translúcidas. Aquelas das demais colorações demonstraram translucidez (figura 2). Quanto ao aspecto, as culturas demonstraram ser úmidas, pastosas, cremosas, viscosas ou com aspecto de muco.

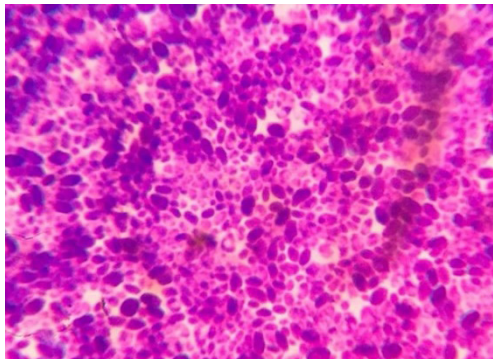


**Figura 2.** Levedura C18.

Fonte: Os autores.

Do total, 18 leveduras expressaram algum tipo de odor e dessas, 5 possuíam aroma de morango ou uva, evidenciando a capacidade desses microrganismos em produzir compostos fenólicos ou aromáticos responsáveis pelo aroma e que possam ser interessantes para alguma utilização industrial, por exemplo, na indústria de aromatizantes ou flavorizantes alimentares. As demais possuíam aromas como de leite azedo ou de chulé.

A análise microscópica das colônias revelou células de formato oval, apiculado (formato de limão), esférico, elíptico e elipsoide (figura 3). Também foi possível observar a presença de brotos (figura 4), indicando a reprodução por brotamento característica das leveduras, e de pseudomicélios que se formaram pela união entre si das células após a reprodução (figura 5).



**Figura 3.** Formato da levedura C19.

Fonte: Os autores.



**Figura 4.** Reprodução por brotamento.

Fonte: Os autores.



**Figura 5.** Formação de pseudomicélio.

Fonte: Os autores.

Moreira et al. (2015) analisou os parâmetros morfológicos, fisiológicos e fermentativos de linhagens industriais de leveduras do gênero *Saccharomyces*, encontrando espécies que apresentaram coloração rosa, branca, amarela e aspecto

translúcido ou brilhoso.

Tal comparativo morfológico é importante para estabelecer semelhanças e diferenças entre os mais diversos microrganismos, a fim de facilitar a escolha de métodos e técnicas para aplicar ao microrganismo de interesse.

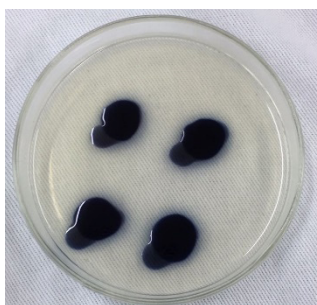
Apesar de não ser possível identificar as leveduras presentes em vista da alta complexidade e custo dos métodos e também por se tratar de linhagens selvagens, algumas culturas apresentaram aspecto morfológico semelhante ao gênero *Saccharomyces*.

### 3.2. Testes de amilase e fermentação da sacarose

Nos vegetais e frutas, o amido encontra-se na forma de pequenos grânulos: a amilose e a amilopectina. A amilose é uma macromolécula constituída de unidade de glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4, enquanto que a amilopectina é um polímero que apresenta ramificações de glicose unidas por ligações  $\alpha$ -1,6 (ARAÚJO, 2015).

As  $\alpha$ -amilases, produzidas tanto por animais quanto por microrganismos, são enzimas que quebram ligações  $\alpha$ -1,4 de amiloses e amilopectinas. As  $\beta$ -amilases (exógenas), bastante presentes em sementes, grãos e vegetais, hidrolisam ligações  $\alpha$ -1,4 do amido, liberando em torno de 90% de maltose e 10% de glicose (Koblitz, 2010). As glicoamilases ou amiloglicosidases agem sobre as ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4,  $\alpha$ -1,3 e  $\alpha$ -1,6, transformando o amido em unidades de glicose a partir do vértice não-redutor da amilose e amilopectina. Contudo, para que haja a total conversão é necessário a presença de  $\alpha$ -amilase, pois as duas atuam em conjunto.

Segundo Bastos *et al.* (2015), a amilose é capaz de formar um complexo de cor azul quando em contato com o iodo. Quando há enzimas amilases no meio contendo amido, esse complexo é formado, mas em seguida as manchas antes azuis tornam-se transparentes. Dessa forma, não havendo essa enzima, ao se adicionar o iodo, o completo azul não se perde (figura 6). De acordo com a velocidade da perda da cor azul, é possível determinar se houve ação da  $\alpha$ -amilase (perda de cor azul rápida),  $\beta$ -amilase (perda lenta) ou glicoamilase (perda lenta).



**Figura 6.** Formação de complexo azul resultante da interação amido-iodo em meio AA1 para controle.

Fonte: Os autores.



No meio AA1, apenas 5 leveduras tiveram resultado positivo para a produção de amilase, isto é, houve perda da cor azul. Já para o meio AA2, 17 leveduras tiveram uma resposta positiva. A levedura C7 foi positiva para o meio AA1 e negativa para o meio AA2, enquanto que outras tiveram resultado negativo para o primeiro meio e positivo para o segundo. Pode-se aferir, então, comparando-se as composições dos meios, que as leveduras isoladas utilizam tanto o amido como o extrato de carne como fonte de carbono.

Foi observado que a perda da cor azul se deu de forma rápida, evidenciando a presença de  $\alpha$ -amilases.

Neto e Albuquerque (2016) isolaram 21 leveduras de flores e frutos da cidade de Recife (PE) e, aplicando o teste do iodo, verificaram que 55% das espécies encontradas produziram amilase.

Na análise do teste fermentativo, as 20 leveduras fermentaram o caldo malte, indicado pela formação de bolhas no tubo de Durham e de espuma na superfície do meio; 5 fermentaram o caldo sacarose e 19 fermentaram o caldo YPD. Isso ocorre porque algumas enzimas conseguem hidrolisar polímeros de cadeias longas, enquanto outras atuam somente sobre moléculas menores, como oligossacarídeos, dissacarídeos ou monossacarídeos. Nesse caso, o caldo malte e YPD teve uma resposta mais positiva pois apresentam teores maiores de glicose, notando-se a preferência dessas leveduras em consumir o monossacarídeo em vez de dissacarídeos como a sacarose, formado de glicose e frutose.

Alves, Muniz e Santana (2014) isolaram cinco linhagens de leveduras de caldo de algaroba e avaliaram o seu potencial para a fermentação alcoólica inoculando-as em caldo de cana de açúcar. Os resultados obtidos mostraram que as espécies isoladas tiveram um rendimento igual ou superior ao caldo de cana fermentado com a levedura da panificação, conhecida comercialmente por Fermento Fleischmann.

#### 4 | CONCLUSÕES

Com o presente trabalho é possível aferir que a algaroba possui uma alta potencialidade biotecnológica tanto do ponto de vista da vagem e todas as suas propriedades nutricionais quanto no aspecto microbiano. As leveduras isoladas mostraram-se eficientes na produção de amilase e na fermentação de açúcares, contribuindo consideravelmente para o estudo e aplicação de novos microrganismos com elevada atividade enzimática em processos tecnológicos, e agregando valor econômico a um fruto do semiárido brasileiro. Vale salientar que, juntamente a este, novos estudos mais detalhados devem ser realizados com o intuito de identificar e caracterizar a microbiota fúngica da algaroba, de modo a beneficiar ainda mais produtos da agroindústria.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. F.; MUNIZ, M. B.; SANTANA, W. V. de. **Desempenho de linhagens de leveduras isoladas da algaroba no caldo de cana de açúcar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 10. 2014, Florianópolis. **Anais.** 2015. v. 1, p. 1311 - 1318. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-list/cobeq2014-245/list#articles>>. Acesso em: 27 maio 2018.
- ARAÚJO, Miguel Augusto Machado de. **Isolamento e seleção de leveduras para produção de enzimas de interesse industrial a partir de frutos do cerrado.** 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2015.
- BASTOS, Crislane Maria da Silva *et al.* **Efeito das condições de cultivo na produção de amilase por duas linhagens de leveduras.** *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p.123-129, set. 2015.
- GRADOS, N.; CRUZ, G. **New approaches to industrialization of algaroba (*Prosopis pallida*) pods in Peru.** In: FELKER, P., MOSS, J. (Eds.). *Workshop Prosopis: semiarid fuelswood and forage tree building consensus for the disenfranchised.* Washington: Texas AM Univ., 1996. p.25-42.
- KOBLITZ, Maria Gabriela Bello. **Bioquímica de Alimentos: Teoria e Aplicações Práticas.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. (2-65).
- LIMA, P. C. F. **Algarobeira.** In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Ed). *Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro.* Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 2, p. 37-90.
- MOREIRA, Crislaine Santos *et al.* **Análise dos parâmetros morfofisiológica de linhagens de leveduras industriais com potencial biotecnológico para a produção de etanol.** *Ciência e Natura*, [s.l.], v. 37, n. 3, p.55-63, 26 set. 2015. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x18107>.
- NETO, L. J. da Silva; ALBUQUERQUE, S. S. M. C. de. **Isolamento de leveduras de flores e frutos coletados no campus recife da UFPE e avaliação da produção de amilase dos isolados.** 2016. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/11/9405-23027.html>>. Acesso em: 02 maio 2018.
- OLIVEIRA *et al.* **Isolamento e seleção de microrganismos produtores de enzimas amilolíticas.** Em: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016. Digital proceedings. Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2016/trabalhos/isolamento-e-selecao-de-microrganismos-produtores-de-enzimas-amiloliticas>>. Acessado em: 28 mai. 2018.
- PEREIRA *et al.* **Prospection of cellulase from isolated fungi from the semiarid caatinga of paraíba.** In: PROCEEDINGS OF NATIONAL BIOPROCESSES SYMPOSIUM AND ENZYMATIC HYDROLYSIS OF BIOMASS SYMPOSIUM, 2017. **Digital proceedings.** *Campinas, GALOÁ, 2018.* Disponível em: <<https://proceedings.science/sinaferm/sinaferm-2017/trabalhos/prospection-of-cellulase-from-isolated-fungi-from-the-semiarid-caatinga-of-paraiba>>. Acessado em: 27 May. 2018.
- SILVA, C. G. da *et al.* **Avaliação sensorial do pão de forma enriquecido com farinha residual de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 10., 2014, Florianópolis. **Anais.** Florianópolis, 2015. v. 1, p. 4310 - 4317. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-list/cobeq2014-245/list#articles>>. Acesso em: 02 maio 2018.
- SILVA, Clóvis Gouveia da. **Otimização do processo de produção da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares.** 2009. 232 f. Tese (Doutorado)

- Curso de Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

SILVA, Neusely da *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 624 p.

VAN BEILEN, J. B.; Li, Z. **Enzyme technology: an overview**. *Current Opinion in Biotechnology*, 13:338-344. 2002.

ZHOU, Kequan *et al.* **Cereais e leguminosas**. In: ESKIN, N. A. Michael; SHAHIDI, Fereidoon. **Bioquímica de Alimentos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Cap. 1. p. 2-44.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves** - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-072-8

