



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM**  
**REDE NACIONAL**



**LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO**

**ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE O USO DE MICRORGANISMOS NA**  
**AGRICULTURA DE MATO GROSSO**

**TANGARÁ DA SERRA-MT**

**2022**

**LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO**

**ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE O USO DE MICRORGANISMOS NA  
AGRICULTURA DE MATO GROSSO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, da Universidade do Estado de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, na área de concentração: Ensino de Biologia.

Linha de pesquisa: Origem da vida, evolução, ecologia e biodiversidade.

Orientador: Dr. Hilton Marcelo de Lima Souza

**TANGARÁ DA SERRA-MT**

**2022**

OLYNTHO, Luciene Andretti.  
O53e Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso / Luciene Andretti  
Olyntho – Tangará da Serra, 2022.  
71 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Profissional) Profbio, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de Tangara da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.

Orientador: Hilton Marcelo de Lima Souza

1. Microbiologia Agrícola. 2. Sequencias Didáticas. 3. Atividades Investigativas. 4. Protagonismo Estudantil. I. Luciene Andretti Olyntho. II. Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso: .

CDU 63(817.2):664.7

**LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO**

**ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE O USO DE MICRORGANISMOS NA  
AGRICULTURA DE MATO GROSSO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu PROFBIO - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, da Universidade do Estado de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

**Aprovado em: 29/08/2022.**

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 HILTON MARCELO DE LIMA SOUZA  
Data: 19/10/2022 00:12:21-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Dr. Hilton Marcelo de Lima Souza  
(Orientador – PROFBIO/UNEMAT)

Documento assinado digitalmente  
 DOMINGOS DA SILVA LEITE  
Data: 20/10/2022 17:19:47-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Dr. Domingos da Silva Leite  
(Membro Externo – PROFBIO/UNICAMP)

Documento assinado digitalmente  
 CRISTIANE FERREIRA LOPES DE ARAUJO  
Data: 20/10/2022 17:26:25-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Dr.<sup>a</sup> Cristiane Ferreira Lopes de Araújo  
(Membro Interno – PROFBIO/UNEMAT)

**TANGARÁ DA SERRA-MT**

**2022**

*Dedico esta dissertação a meu esposo, César Luís, e filhos, Kalel, Bella e Ravi, que quando chegar a este mundo já terá uma mãe mestre.*

*Vocês foram o motivo de eu não desistir, mas persistir neste propósito.*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, pelo amor e cuidado no tempo em que estive nesta caminhada.*

*A meu esposo, por me incentivar nesta jornada.*

*A meus filhos, Kalel e Bella, por serem tão compreensivos.*

*A meu orientador, Dr. Hilton Marcelo, por me auxiliar a finalizar esta etapa, sempre com paciência e compreensão.*

*À Escola Estadual 29 de Novembro, por permitir a realização deste trabalho em suas dependências, bem como à professora e alunos que se dedicaram ao cumprimento das atividades.*

*A meus queridos amigos e colegas Allan, Ebersson, Ednilson, Grazielle e Valéria, por sempre me encorajarem e apoiarem, especialmente Grazielle e Valéria.*

*A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com a construção deste trabalho, seja com apoio emocional, financeiro, organizacional, estrutural, enfim, a todos que acreditaram nesse projeto.*

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

## Relato do Mestrando - Turma 2020

<b>Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT</b>
<b>Mestrando: Luciene Andretti Olyntho</b>
<b>Título do TCM:</b>
<b>Data da defesa: 29/08/2022</b>
<p>Sou professora da rede pública do Estado de Mato Grosso desde 2015, na área de Ciências da Natureza, e desde 2018, na disciplina de Biologia para o Ensino Médio. Sempre zelei por buscar uma conexão real entre os conteúdos ministrados ao cotidiano dos alunos.</p> <p>Por meio do ProfBio, foi possível aprofundar-me no estudo e aplicação de abordagens educacionais que pudessem promover maior aprendizado aos educandos, de forma que pudessem se apropriar do conhecimento construído ao longo das aulas. Isto foi possível pois o Programa incentiva e encoraja a utilização de metodologias ativas de aprendizagem, tornando o ensino e a aprendizagem mais prazerosos e relacionados ao contexto dos alunos e professores.</p> <p>As aulas das disciplinas, por serem muito aprofundadas em conceitos bastante específicos da área, puderam contribuir de forma indireta com minha prática docente, trazendo mais segurança e ampla compreensão dos processos que, outrora, não eram tão bem assimilados.</p> <p>Ao finalizar esta etapa em minha vida, percebo que o ProfBio foi fundamental na melhoria de minha prática docente, pois idealizar, planejar, executar e analisar a proposta desenvolvida neste trabalho proporcionou um momento de crescimento e satisfação em ver o engajamento dos estudantes na disciplina de Biologia, algo que muitas vezes é difícil de conseguir.</p> <p>Além disso, o planejamento de minha disciplina, com o Novo Ensino Médio, pode trazer mais propostas que se enquadrem na Base Nacional Comum Curricular, com mais facilidade e naturalidade, como já tenho observado nas disciplinas eletivas que ministro.</p> <p>Enfim, este Programa é muito importante para aqueles que desejam, de fato, ter uma modificação em sua prática docente, que buscam melhorar suas aulas e trazer os alunos para alcançarem uma compreensão maior dos processos vitais que regem o universo, pois o ProfBio proporciona uma nova visão quanto ao processo ensino-aprendizagem, colocando professor e aluno como parceiros na busca de conhecimento.</p>

## RESUMO

A agricultura tem sido a principal atividade econômica do Estado de Mato Grosso. Assim, muitos de nossos estudantes do ensino médio desenvolvem o interesse pela atuação profissional na área agrária. Um dos pilares da educação básica é a preparação do estudante para o mundo do trabalho e observa-se que, no ambiente escolar, a relação entre agricultura, ambiente e sociedade não é trabalhada de forma contextualizada e aplicável à vida dos alunos, principalmente quanto ao uso e importância dos microrganismos para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Diante deste cenário, o objetivo deste trabalho foi elaborar sequências didáticas investigativas sobre o uso de microrganismos na agricultura e construir uma cartilha orientativa utilizando a temática proposta para uso desta abordagem por professores da educação básica. Para tanto, foram elaboradas duas propostas de sequências didáticas investigativas (SDI), as quais tomaram como base a utilização de bactérias e fungos para promoção do crescimento vegetal e controle de pragas, respectivamente, por meio da abordagem proposta por Pedaste et. al. (2015). Antes e após a aplicação da SDI foi aplicado um questionário sobre a temática com o intuito de avaliar o aprendizado dos alunos. Os resultados obtidos a partir da aplicação forneceram base para a construção de uma cartilha didática, elaborada utilizando a plataforma Canva. A aplicação das sequências didáticas foi realizada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Tangará da Serra (MT). Após a coleta das autorizações dos alunos e seus responsáveis para a aplicação da SDI, os alunos responderam a um questionário de conhecimentos prévios acerca da temática e, logo após, foram conduzidos na aplicação das sequências didáticas. Ao final da aplicação, os alunos responderam novamente ao questionário para avaliação do aprendizado. Por meio da análise de conteúdo, proposta por Bardin (2011), os questionários puderam demonstrar que houve mudanças nas concepções prévias dos estudantes, os quais passaram a compreender que fungos e bactérias podem ser agentes benéficos importantes para a manutenção dos ecossistemas agrícolas, promovendo uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente e, conseqüentemente, sustentável e agroecológica.

**Palavras-Chave:** Microbiologia agrícola. Sequências didáticas. Atividades investigativas. Protagonismo estudantil.

## ABSTRACT

Agriculture has been the main economic activity in Mato Grosso State, Brazil. This way, lots of our students from high school have developed interest for professional work in the agrarian area. One of the basic education pillars is the preparation of student to the world of work and it is observed that, in the school environment, the relationship between agriculture, environment and Society is not taught in a contextualized and applicable way to the students' lives, specially regarding the use and importance of microorganisms for the development of a sustainable agriculture. Faced with this scenario, the aiming of this work was to elaborate Investigative Didactic Sequencies (IDS) about the use of microorganisms in agriculture and create an orientation booklet using the theme proposed for the use of this approach by teachers of basic education. To this end, two proposals of IDS were elaborated on the use of bacteria and fungi to promote plant growth and pest control, respectively, using the didactic approach proposed by Pedaste et. al. (2015) and applied to 1st year high school students from a state public school in Tangará da Serra-MT, Brazil. Before and after the application of the IDS, a questionnaire on the subject was applied in order to evaluate the students' learning. The obtained data were analyzed by categorization, according to Bardin (2011). The pedagogical experience from IDS application provided the basis to the creation of a didactic booklet, wich was prepared using Canva platform. The results from the analysis of the questionnaire showed that before the IDS application, the students had little or no knowledge on how microorganisms can be important allies as plant development promoters and pest control, relating them mainly as pathogenic agents. At the end of the investigative classes, the post-application questionnaire showed that most of students were able to relate the use of Fungi and bacterias to the agricultural activities, as important agents for the development of a sustainable agriculture. Thus, this study made it possible to observe that the didactic proposal of an investigative nature elaborated and applied with high school students can promote changes in the students' conceptions and perspectives on the topic of microbiology and agriculture, who have come to understand that fungi and bacteria can be important beneficial agents for the maintenance of agricultural ecosystems, promoting agriculture that is less aggressive to the environment and, therefore, agroecological.

**Key words:** Agricultural microbiology. Didactic sequencies. Investigative activities. Student protagonism.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. <i>Objetivo Geral</i> .....	12
2.2. <i>Objetivos Específico</i> .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1. <i>Sequências Didáticas Investigativas (SDI)</i> .....	13
3.2. <i>Aplicação de questionário de sondagem de conhecimentos</i> .....	16
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
4.1 <i>Aplicação da Sequência Didática Investigativa (SDI)</i> .....	18
4.1. <i>Análise dos questionários: conhecimentos prévios e construídos</i> .....	18
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>7. PRODUTO/RECURSO DIDÁTICO .....</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS APLICADO AOS ALUNOS ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE B – TERMOS DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....</b>	<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A microbiologia (do grego *mikros* “pequeno”; *bios* “vida”; *logos* “estudo”) aborda o estudo das bactérias, protozoários, fungos e vírus, que são seres invisíveis ao olho nu. Apesar de serem associados comumente a doenças e infecções, desempenham diversos papéis e aplicabilidades em nosso cotidiano, tanto a nível ecológico, atuando como decompositores na cadeia trófica, quanto biotecnológico, por estarem envolvidos em processos como panificação, produção de laticínios, bebidas alcólicas, medicamentos e biorremediação (BARBOSA *et. al.*, 2010; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Os microrganismos também têm sido importantes para garantia do sucesso em lavouras, promovendo aumento da produtividade agrícola. Bactérias que realizam a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) formam nódulos nas raízes das leguminosas ou associadas às raízes das gramíneas, convertendo o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ) e potencializando a biomassa da planta. Também é importante citar a crescente utilização de bactérias e fungos para controle biológico de insetos pragas e para indução da produção de fitormônios promotores do crescimento vegetal (VALICENTE & THUELLER, 2009; HUNGRIA, 2011; GRAGEDA-CABRERA *et. al.*, 2012; CARDOSO e ANDREOTE, 2016; GALZER e AZEVEDO FILHO, 2016).

No Estado de Mato Grosso, o uso de microrganismos na agricultura é vivenciado em muitas fazendas, devido à inserção de práticas agrícolas agroecológicas, economicamente viáveis e mais sustentáveis. Mesmo com todo destaque na produção agrícola em nossa região, os estudantes de nossas escolas conhecem pouco sobre biotecnologia e agricultura. A microbiologia enquanto potencializadora da produção agrícola é pouco inserida nas aulas escolares, tendo uma abordagem mínima e/ou inexistente em livros didáticos.

Desta forma, a inserção de conteúdos relacionados à microbiologia e à agricultura na escola pode mostrar aos alunos as perspectivas agroecológicas sobre o desenvolvimento agrícola da região, além de fornecer-lhes oportunidades de se engajarem no âmbito profissional nesta área. Diante das atuais mudanças nas diretrizes curriculares nacionais e estaduais nas escolas públicas, principalmente com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o tema de produção agrícola sustentável e uso de microrganismos na agricultura, pode compor a grade de temáticas a serem trabalhadas nas novas disciplinas eletivas ou no Projeto de Vida, presentes no novo Ensino Médio e utilizando abordagens ativas de ensino e que promovem o protagonismo do aluno.

A literatura na área de Ensino de Ciências tem trazido em diversos relatos sobre como as abordagens educacionais ativas melhoram e dinamizam o processo ensino-aprendizagem (MUNFORD e LIMA, 2007; MOREIRA e SOUZA, 2016). Dentre algumas possibilidades, o ensino por investigação tem sido desenvolvido como uma abordagem didática que busca proporcionar ao aluno a experiência com o objeto de estudo, para que ele próprio desenvolva seu conhecimento, direcionado pelo professor, mas produzindo em si o desejo de conhecer e aprender.

Entre as diferentes abordagens de ensino, as sequências didáticas são ótimas ferramentas para trabalhar uma proposta construtivista, podendo ser aplicada aliada a abordagem do ensino por investigação em sala de aula. Entretanto, deve acontecer de forma a permitir que os alunos alcancem os objetivos de conhecimento dentro de suas capacidades, por meio da interação com os colegas, com o objeto de estudo e sob orientação do professor, para que o aprendizado seja focado no aluno e nas suas potencialidades (TRIVELATTO e TONIDANDEL, 2015).

Por isso, a utilização de sequências didáticas investigativas são uma das ferramentas que mais proporcionam apropriação do conhecimento, por abordarem os conteúdos de uma maneira interdisciplinar, levando o educando não somente a buscar respostas numa determinada área (Biologia celular, Ecologia, Bioquímica etc.), mas demonstrando quão interligados todos os conceitos biológicos são para a compreensão da vida. Além disso, envolver todos estes conceitos no cotidiano dos alunos proporciona maior interesse e curiosidade na busca pelas respostas (MOREIRA e SOUZA, 2016).

Considerando que o estado de Mato Grosso é um dos maiores produtores agrícolas do país (IBGE, 2016), que as atividades das propriedades agrícolas influenciam a economia da maioria dos municípios do estado (PODESTA, 2020) e considerando, ainda, que Mato Grosso é um grande exportador mundial de grãos, é muito importante que as aplicações da biologia na agricultura sejam trabalhadas em sala de aula, para que os alunos possam compreender os fatores que fazem seu Estado tão próspero economicamente. Além disso, muitos alunos do ensino médio encontram-se diretamente envolvidos na área de produção agrícola, tanto em empresas quanto no desenvolvimento da agricultura familiar, que são fortes em nossa região.

Este trabalho foi construído com base na premissa de que a abordagem investigativa dos conceitos relacionados a microbiologia com enfoque na agricultura poderia trazer aos alunos uma visão mais abrangente sobre a importância e os benefícios dos microrganismos

para o desenvolvimento das culturas agrícolas, auxiliando-os a compreender a aplicação biotecnológica desses microrganismos nas atividades econômicas do local onde vivem e sua contribuição para uma agricultura sustentável.

A finalidade deste projeto foi desmistificar os conceitos sobre os malefícios relacionados aos microrganismos e demonstrar que o estudo de bactérias e fungos pode se tornar interessante, já que possuem aplicabilidade direta na agricultura da região e, conseqüentemente, no cotidiano da comunidade e de muitos alunos.

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1. Objetivo Geral*

Demonstrar a importância e benefícios dos microrganismos na agricultura através de estratégias didáticas investigativas.

### *2.2. Objetivos Específico*

- Averiguar a percepção dos alunos quanto a importância e utilização dos microrganismos na agricultura;
- Aplicar sequências didáticas investigativas sobre a ação dos microrganismos na agricultura;
- Construir uma cartilha didática voltada para o ensino por investigação utilizando conceitos da microbiologia agrícola.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A aplicação das Sequências Didáticas Investigativas (SDI) foi realizada numa escola pública estadual do município de Tangará da Serra/MT, a qual atende aproximadamente 1500 alunos nos períodos matutino, vespertino e noturno, nas modalidades Ensino Fundamental II (9º ano), Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Foram escolhidas duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio, que estavam realizando uma disciplina eletiva da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no início do segundo semestre letivo de 2022, no formato presencial, tendo a participação de 50 alunos.

A atividade didática seguiu a abordagem do ensino investigativo baseado em Pedaste *et. al.* (2015), tendo como foco o desenvolvimento da autonomia do aluno em relação ao seu próprio aprendizado, permitindo-lhe aplicar o método científico em sala de aula, por meio da elaboração de hipóteses, exploração do conhecimento e construção da aprendizagem. Além de promover a interação entre os alunos, estas propostas também tinham a intenção de propiciar o aprimoramento das habilidades com plataformas digitais, principalmente para a construção de produtos resultantes do aprendizado. Para tanto, antes da aplicação das sequências, os alunos receberam instrumentalização para trabalharem com a plataforma CANVA.

Devido a não familiarização dos alunos com a abordagem investigativa, optou-se pela elaboração de propostas didáticas investigativas estruturadas, baseadas em Banchi e Bell (2008), em que o professor propõe o problema e fornece os dados para respondê-lo, enquanto o aluno trabalha na elaboração de hipóteses e no plano de trabalho, registrando dados e anotando as próprias conclusões. O professor atua como norteador e direcionador, mas a fonte primária da problematização pode partir do professor, do aluno, do contexto social do aluno, ou de quantas fontes forem possíveis, desde que sejam relevantes e significativas para os educandos (ZOMPERO e LABURÚ, 2016).

#### 3.1. Sequências Didáticas Investigativas (SDI)

As atividades didáticas construídas abordaram a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e controle biológico de pragas, tomando como base os conteúdos e propostas presentes no livro Microbiologia Agrícola de Gotti (2018). A seguir, apresentamos o planejamento da atividade e suas respectivas etapas.

##### ***“Sobre dados e tabelas”***

O tema Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) foi aplicado com o objetivo de auxiliar os alunos a compreender a importância da fixação biológica de nitrogênio para o

desenvolvimento vegetal e entender a relação entre as bactérias fixadoras simbióticas e as leguminosas.

Inicialmente, os alunos foram divididos em 5 grupos e, apresentada a problematização, pediu-se que cada grupo discutisse entre seus membros e tentasse interpretar a tabela de dados. Após, os alunos foram orientados a formularem hipóteses e, logo que terminaram, foram conduzidos a realizar uma pesquisa bibliográfica utilizando seus *smartphones* e a internet *Wi-fi* disponibilizada pela escola. Foram estabelecidos objetivos de aprendizagem com os grupos, a partir da problematização. Como todos identificaram o melhor tratamento com base na tabela, mas não tinham um real entendimento sobre do que se tratava, os objetivos de aprendizagem elaborados pelos alunos se voltaram à pesquisa dos termos da tabela, como “inoculação padrão” e “inoculação em pré-semeadura”, função do nitrogênio no desenvolvimento vegetal e em como cada tratamento influenciaria a plantação, o solo e o ambiente. Assim, os grupos deram início às pesquisas, orientados a darem prioridade a fontes confiáveis como artigos científicos e revistas online (ex. Galileu). Os alunos finalizaram as pesquisas e anotações, realizando a confecção dos mapas mentais e cartazes e realizassem o debate das informações indicando se as hipóteses iniciais foram aceitas ou não (Quadro 1).

**Quadro 1:** Etapas desenvolvidas durante a aplicação da atividade didática investigativa intitulada “Sobre dados e tabelas”.

Aulas	Etapa desenvolvida																									
1ª aula	<p>1º momento: Apresentação da problematização</p> <p>Caio e José são sócios e estão iniciando o plantio da safra de soja em sua propriedade e buscam alternativas para aumentar sua produtividade. Desta forma, pesquisaram em artigos científicos sobre o assunto e, num deles, encontraram a tabela que é apresentada a seguir:</p> <p><b>Tabela 1:</b> Nodulação, massa de matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos, em função dos tratamentos.</p> <table border="1" data-bbox="616 1653 1190 1861"> <thead> <tr> <th>Treatamento</th> <th>Número de nódulos por planta</th> <th>Massa de nódulos (mg por planta)</th> <th>Massa de matéria seca (g por planta)</th> <th>Produtividade (kg/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Controle</td> <td>0,99</td> <td>18,3</td> <td>1,6</td> <td>1,650,2</td> </tr> <tr> <td>Controle + 200 kg/ha de N</td> <td>2,39</td> <td>2,9</td> <td>5,3</td> <td>3,249,3</td> </tr> <tr> <td>Inoculação padrão</td> <td>24,85</td> <td>236,5</td> <td>3,9</td> <td>3,562,4</td> </tr> <tr> <td>Inoculação em pré-semeadura</td> <td>22,5</td> <td>232,7</td> <td>3,7</td> <td>3,804,1</td> </tr> </tbody> </table> <p> FONTE: Adaptado de ZILLI, CAMPO e HUNGRIA (2010, p.336).</p> <p>Analise a tabela cuidadosamente, observe e compare os dados entre os diferentes tratamentos, discuta com seu grupo sobre o que observaram e, após, respondam as questões a seguir.</p>	Treatamento	Número de nódulos por planta	Massa de nódulos (mg por planta)	Massa de matéria seca (g por planta)	Produtividade (kg/ha)	Controle	0,99	18,3	1,6	1,650,2	Controle + 200 kg/ha de N	2,39	2,9	5,3	3,249,3	Inoculação padrão	24,85	236,5	3,9	3,562,4	Inoculação em pré-semeadura	22,5	232,7	3,7	3,804,1
Treatamento	Número de nódulos por planta	Massa de nódulos (mg por planta)	Massa de matéria seca (g por planta)	Produtividade (kg/ha)																						
Controle	0,99	18,3	1,6	1,650,2																						
Controle + 200 kg/ha de N	2,39	2,9	5,3	3,249,3																						
Inoculação padrão	24,85	236,5	3,9	3,562,4																						
Inoculação em pré-semeadura	22,5	232,7	3,7	3,804,1																						

	<p>Questões norteadoras:</p> <p>1) Como vocês justificam as diferenças nos resultados obtidos em cada tratamento?</p> <p>2) Como Caio e José poderiam estabelecer critérios para a escolha do melhor tratamento para o plantio de soja em sua lavoura?</p> <p>2º momento: Debate em grupo e registro das hipóteses</p> <p>3º momento: Determinação dos objetivos de aprendizagem</p>
<b>2ª aula</b>	Realização de pesquisa bibliográfica usando smartphones e a internet <i>wi-fi</i> disponibilizada pela escola.
<b>3ª aula</b>	Apresentação dos resultados obtidos pelos grupos e Teste de hipóteses.
<b>4ª aula</b>	Construção do produto de aprendizagem (Mapa mental ou cartaz).

### **“Espuma de quê?”**

A atividade investigativa sobre Controle Biológico teve o objetivo de conduzir os alunos a aprender sobre os mecanismos da utilização do fungo *Metarhizium anisopliae* no controle de pragas e compreender a importância dos bioinseticidas para a manutenção e preservação dos ecossistemas.

No início da aula, os alunos foram organizados em 5 grupos, sendo um grupo com seis alunos e quatro grupos com 5 alunos. Então, uma problematização foi apresentada por meio da entrega dos roteiros do aluno para os grupos. Em seguida, os grupos formularam hipóteses a respeito das questões problematizadoras.

Na segunda aula, foi liberada a internet *wi-fi* para os alunos fazerem a pesquisa bibliográfica utilizando seus *smartphones*. Nesta turma, o direcionamento acerca da pesquisa foi que utilizassem fontes confiáveis, como artigos científicos e revistas online (ex. Superinteressante), não foram estabelecidos objetivos de aprendizagem, pois os alunos se apresentaram mais familiarizados acerca da busca de conhecimento de forma autônoma e independente. Desta forma, foi deixado livre aos grupos sobre o que pesquisarem, desde que explorassem ao máximo os conhecimentos sobre o tema proposto.

No segundo dia de aula, os alunos deram continuidade à pesquisa bibliográfica e conforme os grupos iam terminando esta etapa eram conduzidos na construção dos mapas mentais como produtos de aprendizagem (Quadro 2).

**Quadro 2:** Etapas desenvolvidas durante a aplicação da atividade didática investigativa intitulada “Espuma” de quê?

Aulas	Etapa desenvolvida
1ª aula	<p>1º momento: Apresentação da problematização</p> <p>Você já foi a um canavial? Ou já viu alguma vez algo parecido com a espuma que está na imagem abaixo? Imagine que, visitando um canavial, você se deparou com a presença dessa espuma nas raízes da cana, parecida com sabão. Você fotografou e decidiu que queria realmente saber o que era aquela espuma. Observe com atenção a imagem abaixo:</p>  <p><b>Questões norteadoras:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Como você explica a formação dessa “espuma” próxima às raízes das plantas de cana-de-açúcar?</li> <li>2) Como a presença dessa “espuma” pode influenciar o desenvolvimento da planta?</li> <li>3) Se você fosse dono de um canavial que apresentasse a mesma situação, que atitude você tomaria em relação a presença dessa “espuma” na plantação?</li> </ol> <p>2º momento: Debate em grupo e registro das hipóteses</p>
2ª aula	Realização de pesquisa bibliográfica usando smartphones e a internet wi-fi disponibilizada pela escola.
3ª aula	Apresentação dos resultados obtidos pelos grupos e Teste de hipóteses
4ª aula	Construção do produto de aprendizagem (Mapa mental ou cartaz).

### 3.2. Aplicação de questionário de sondagem de conhecimentos

Para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos quanto a importância e utilização dos microrganismos na agricultura, bem como a melhora na aquisição de novos conceitos sobre a temática, foi aplicado um questionário antes e após a aplicação das sequências didáticas investigativas (Apêndice 1). Antes do acontecimento das aulas, os alunos foram familiarizados com a proposta de participar de uma pesquisa de mestrado, bem como receberam os termos de assentimento e consentimento para que pudessem assinar e levar para seus responsáveis. Participaram dessa pesquisa somente os alunos que entregaram os

respectivos termos assinados. Todos os riscos e benefícios deste trabalho foram apresentados e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso (CAAE: 41948620.0.0000.5166).

A análise dos questionários considerou o que propõe Bardin (2011), a qual afirma que existem três polos cronológicos para a análise de conteúdo: i) Pré-análise: consiste na organização do material coletado, selecionando as partes que contemplem o objetivo proposto; ii) Exploração do material: é o momento da análise propriamente dita. É neste polo que os dados serão codificados e categorizados, de forma a permitir o estudo sistematizado; iii) Tratamento dos resultados, inferências e interpretação: a análise dos conteúdos se dá de forma a gerar inferências e interpretação do material, conforme os objetivos estabelecidos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Aplicação da Sequência Didática Investigativa (SDI)

Na aplicação da SDI, após a problematização apresentada, os alunos responderem às questões norteadoras, elaborando suas hipóteses iniciais em uma folha/roteiro. Em seguida, executaram a pesquisa de textos científicos, com auxílio da professora. Em todo tempo, aconteceram discussão e troca de informações entre os grupos, de forma que os alunos pudessem estabelecer uma comunicação e reflexão sobre os assuntos tratados, melhorando as fontes de obtenção de informação, promovendo aprendizado (PEDASTE *et.al.*, 2015). Esses momentos de discussão e reflexão possibilitaram aos alunos relacionar a importância dos microrganismos para os diferentes processos naturais e sua aplicabilidade na agricultura, de forma a possibilitar o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Os produtos desenvolvidos pelos alunos demonstram que a aprendizagem foi relevante (Figura 2), porém, as discussões em sala antes da elaboração do produto, foram mais satisfatórias, demonstrando que tiveram bom aproveitamento durante a abordagem educacional. Apesar de muitos estudantes ficarem tímidos durante as discussões, a maioria expressou suas concepções sobre a importância dos microrganismos para a agricultura, demonstrando que atividades investigativas são excelentes ferramentas para construção do conhecimento, corroborando com a observação de Melo (2020). A autora aplicou uma sequência didática sobre microrganismos e sua importância no cotidiano dos estudantes e obteve excelentes relatos de aprendizagem, demonstrando que a utilização de sequências didáticas investigativas possui grande aceitação e apreciação pelos estudantes, além de serem excelentes para desenvolver autonomia e protagonismo na aprendizagem.

### 4.1. Análise dos questionários: conhecimentos prévios e construídos

Os alunos relataram dificuldade em responder o questionário de conhecimentos prévios, visto que a maioria afirmou não ter conhecimento acerca do tema. Esta dificuldade inicial já era esperada, considerando que o assunto apresentado é pouco abordado em livros didáticos e aulas do ensino médio. Além disso, os alunos estavam em readaptação ao ensino regular presencial, sendo que os últimos dois anos letivos foram quase que exclusivamente remotos.

Quando perguntados a respeito dos fatores que podem potencializar a produção agrícola (Questão 1), a maioria dos estudantes associaram a utilização de maquinários agrícolas mais tecnológicos (8), adubo químico (8) e a utilização de agrotóxicos (8) como os

mais importantes (Figura 3A). Apesar de haver uma associação das respostas ao uso de biofertilizantes, essa associação deu-se com foco na polinização. Ao serem apresentados a uma imagem contendo nodulação em raízes de soja (Questão 2), os alunos foram questionados a respeito de suas concepções quanto ao que seriam as estruturas apresentadas. A constatação da maioria dos estudantes foi que a própria raiz produzia os nódulos, sendo estes resultados da sua fisiologia e anatomia da planta (18) ou pela ação de agentes patogênicos (6), sem que as estruturas tivessem qualquer relação com a produtividade ou a presença de microrganismos (Figura 3C).

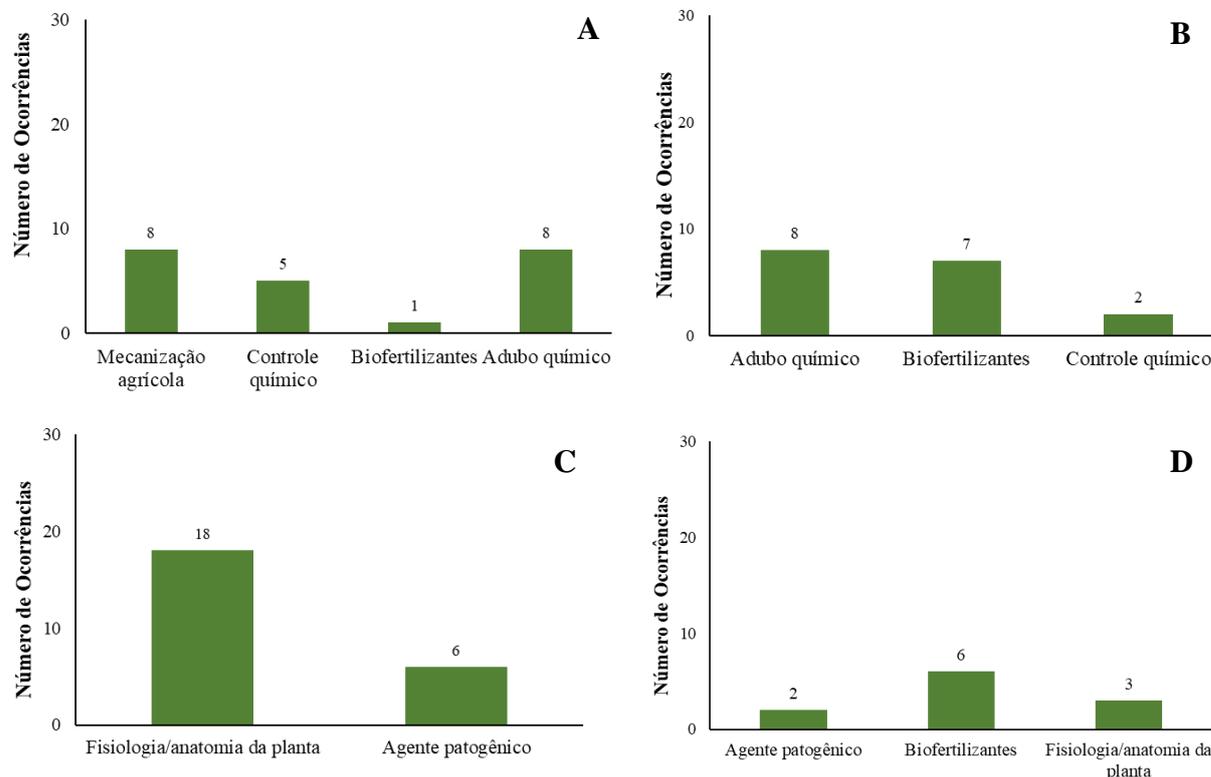
Após a aplicação da sequência didática, um total de 15 estudantes responderam ao questionário. Em ambas as questões apresentadas, houve menção dos biofertilizantes, tanto como sendo uma forma diferente da adubação química e responsável em potencializar o desenvolvimento de plantas (7), quanto pela produção de nodulação nas raízes, realizada por bactérias fixadoras de nitrogênio (6) (Figura 3B, D).

Pode-se entender, a partir da comparação dos gráficos, que antes da aplicação da sequência didática os alunos não tinham a percepção de que os biofertilizantes são viáveis e importantes para uma agricultura sustentável, porém, após participarem das atividades, deixaram de associar o desenvolvimento das plantações exclusivamente ao uso de máquinas agrícolas, além de passarem a compreender que os nódulos são provenientes da interação da bactéria *Bradyrhizobium spp.* com a planta para promover melhor desenvolvimento vegetal. Estas considerações também foram levantadas por Vilas Boas e Moreira (2017), que constataram que o ensino da microbiologia agrícola traz uma perspectiva maior sobre a importância dos microrganismos para a manutenção da vida.

**Figura 2:** Mapa mental construído no CANVA pelos estudantes como produto de aprendizagem da atividade investigativa sobre controle biológico.



**Figura 3:** Conhecimento prévios e construídos dos alunos antes e após a aplicação da Sequência Didática Investigativa, respectivamente, sobre os fatores que podem potencializar a produção agrícola (A, B) e sobre a presença de nódulos nas raízes das plantas (C, D).

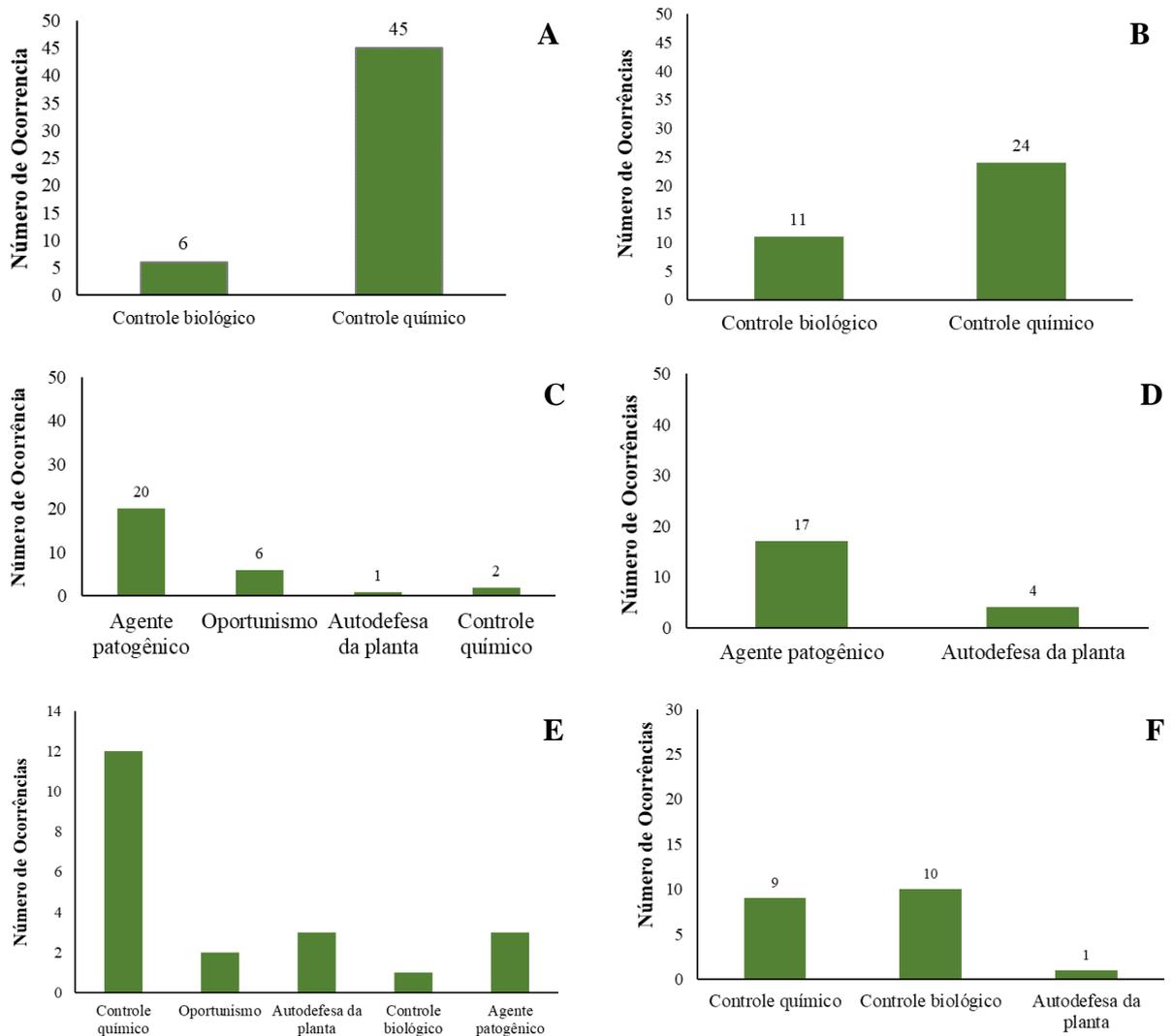


Um total de 26 alunos responderam ao questionário prévio e 19 responderam após a aplicação da atividade investigativa. Antes da aplicação da sequência didática “Espuma de quê?”, os alunos foram questionados sobre como realizar o controle de pragas numa plantação. A maioria das associações dos alunos foi atrelada ao controle químico, ou seja, utilização de agrotóxicos, como inseticidas e herbicidas (45). Entretanto, alguns alunos foram capazes de associar o controle biológico (6) como uma alternativa viável ao controle de pragas numa plantação (Figura 4A). Após a SDI, a menção quanto a utilização de agrotóxicos ainda teve maior quantidade de menções nas respostas dos alunos (24), mas também houve aumento de respostas indicando a possibilidade de controle biológico (11) (Figura 4B).

Quanto a questão sobre a presença de espumas na touceira da cana-de-açúcar, a maioria dos alunos (20) associaram tal fenômeno com a presença agentes patogênicos (fungos e bactérias) ou com organismos oportunistas (6), controle químico (2) ou autodefesa da planta (1) (Figura 4C). Após a realização das atividades, a grande maioria dos alunos compreenderam que a causa da espuma nas raízes da cana-de-açúcar é a cigarrinha-da-cana,

sendo unânime em todas as associações que estiveram atreladas à categoria “agente patogênico” (17) (Figura 4D).

**Figura 4:** Conhecimento prévios e construídos dos alunos antes e após a aplicação da Sequência Didática Investigativa, respectivamente, sobre como realizar o controle de pragas numa plantação (A, B), sobre a presença de espumas na touceira da cana-de-açúcar (C, D) e presença de massa verde em um inseto morto (E, F)



Quando apresentados à imagem de uma cigarrinha-da-cana tomada por um fungo entomopatogênico (*Metarhizium anisopliae*) e indagados a respeito do motivo que teria levado o inseto a estar daquela forma, os alunos responderam que a cigarrinha estaria morta devido a utilização de agrotóxicos (12), os quais teriam causado as manchas esverdeadas. Algumas associações que fugiram à esta, foram a de que o inseto entrou em contato com a

espuma da cana (3), ou que os fungos se alastraram pelo corpo do inseto após sua morte (oportunismo) (2). Houve uma menção quanto ao uso de fungos no controle biológico da cigarrinha (Gráfico 4E). Após a atividade, a menção quanto a presença de controle biológico do inseto obteve maior menção (10), mas ainda teve indicação do controle químico (9) (Figura 4F). No entanto, as pesquisas que eles realizaram proporcionaram uma melhor compreensão da importância da utilização de um fungo, denominado *Metarhizium anisopliae*, que realiza o controle da cigarrinha-da-cana e das pastagens.

Os resultados mostram que a aplicação da SDI promoveu momento de pesquisa e busca por informações ainda desconhecidas pelos estudantes, permitindo-os conhecer a importância dos microrganismos como agentes reguladores do ambiente em que estão inseridos, agindo, no caso apresentado, como promotores do crescimento e agentes de controle biológico de pragas para agricultura. Embora o conhecimento sobre o controle químico de insetos ainda seja uma forte influência nos conhecimentos dos alunos, culturalmente inserida pela prática de manejo mais usada em toda atividade agrícola, foi possível observar que houve aquisição de novos saberes que foram compartilhados em sala de aula, principalmente quanto aos microrganismos.

A maioria dos estudantes do Ensino Médio não compreende os microrganismos como agentes importantes para a manutenção da vida, mas sim como agentes causadores de doenças, conforme vem sendo mencionado na literatura (OLIVEIRA *et. al.*, 2016). Assim, atividades pedagógicas como as que foram apresentadas nesse trabalho contribuem para desmistificação de que todos os microrganismos são maléficos. Ferreira e Batista (2019) também observaram bons resultados quanto à perspectiva agrícola e ambiental nas concepções dos alunos sobre os microrganismos. Segundo os autores, trabalhar a microbiologia agrícola nas escolas auxilia a (re)construir conceitos sobre a temática.

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação destas sequências didáticas investigativas demonstrou que os alunos carecem de informações sobre a importância e aplicabilidade biotecnológica de microrganismos na agricultura. Através da proposta didática desenvolvida foi possível promover mudanças nas concepções e perspectivas dos alunos sobre o assunto, os quais passaram a compreender que fungos e bactérias podem ser agentes benéficos importantes para a manutenção dos ecossistemas e utilização na agricultura, trazendo aumento da produtividade e rentabilidade em um modelo de agricultura sustentável e agroecológico.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCHI, H.; BELL, R. Inquiry comes in various forms. **Science an Children**. v. 27, p. 26-29, 2008. Disponível em: <https://www.michiganseagrant.org/lessons/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/The-Many-Levels-of-Inquiry-NSTA-article.pdf>. Acesso em 25 out. 2021.
- BARBOSA, F. H. F.; MARTINS, F. S.; BARBOSA, L. P. J. L.; NICOLI, J. R. Microbiota indígena do trato gastrointestinal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 1, n. 1, p. 78-93, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50016930008.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CARDOSO, E. J. B. N. ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. Piracicaba: ESALQ, 2 ed., 2016. DOI: 10.606/9788586481567. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/109>. Acesso em: 24 mai. 2020.
- FERREIRA, T. C.; DE ARAÚJO BATISTA, F. G. Microbiologia agrícola para o ensino médio em escola pública urbana em Campina Grande, PB. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 5, n. 4, out/dez 2019. Disponível em: <https://1library.co/document/y83j7n0q-microbiologia-agricola-para-ensino-medio-escola-publica-urbana.html>. Acesso em 16 ago. 2022.
- GALZER, E. C. W.; AZEVEDO FILHO, W. S. Utilização do *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, Caxias do Sul, v. 1, n. 1, p. 13-16, ago. 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307167833\\_Utilizacao\\_do\\_Bacillus\\_thuringiensis\\_no\\_controle\\_biologico\\_de\\_pragas](https://www.researchgate.net/publication/307167833_Utilizacao_do_Bacillus_thuringiensis_no_controle_biologico_de_pragas). Acesso em: 05 mai 2020.
- GOTTI, I. A. **Microbiologia Agrícola**, Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
- GRAGEDA-CABRERA, O. A. G.; DÍAZ-FRANCO, A.; PEÑA-CABRIALES, J. J.; VERA-NUÑES, J. A. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 3, n. 6, p. 1261-1274, nov/dez. 2012. Disponível em: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/1376>. Acesso em: 05 mai. 2020.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa Soja**. Londrina, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879471>. Acesso em: 05 mai 2020.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam\\_2015\\_v42\\_br.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2015_v42_br.pdf). Acesso em: 07 mai. 2020.

MELO, E. F. P. **Uma proposta de sequência didática no ensino de microbiologia para alunos do 2º ano do ensino médio**. Dissertação (mestrado)—Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Celular, Programa de Pós-graduação stricto sensu em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39580>. Acesso em 16 ago. 2020.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 1-17, dez. 2016. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID320/v11\\_n3\\_a2016.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID320/v11_n3_a2016.pdf). Acesso em: 05 mai 2020.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio, Pesquisa e Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, jun. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172007000100089&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172007000100089&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 05 mai. 2020.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; SODRÉ NETO, L. Concepções alternativas sobre microorganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 260-276, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2031>. Acesso em 16 ago. 2022.

PEDASTE, M. *et. al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, Elsevier, v.14, p.47-61, fev. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>. Disponível em: <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-01206700/document>. Acesso em: 01 mai. 2020.

PODESTA, I. Municípios produtores de algodão, milho e soja têm maiores valores de PIB *per capita*. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Brasília, 07 fev. 2020. [online] Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/municipios-produtores-de-algodao-milho-e-soja-tem-o-maior-pib-per-capita>. Acesso em: 07 mai. 2020.

TORTORA, G. T.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Atmed, 2012.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino em Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00097.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2020.

VALICENTE, H. F.; TUELHER, E. S. Controle Biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovirus. **Circular Técnica 114**. Embrapa. Sete Lagoas, dez. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/control-biologico-da-lagarta-do-cartucho-com-baculovirus.pdf/2e536084-d40f-4e6f-8145-b6880c1487a5>. Acesso em: 05 mai 2020.

VILAS BOAS, R. C.; MOREIRA, F. M. S. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n 1, p. 295-306, jan/fev. 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000100030>. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832012000100030&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832012000100030&script=sci_arttext). Acesso em: 16 ago. 2022.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências:**

Um diálogo com as teorias da Aprendizagem Significativa. Curitiba: Appris. 2016.

## 7. PRODUTO/RECURSO DIDÁTICO



# MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA

*Sequências didáticas investigativas  
para o Ensino Médio*

**Luciene Andretti Olyntho  
Hilton Marcelo de Lima Souza**



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

# *Sobre os autores*



***Luciene Andretti Olyntho***

Graduada em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso em Tangará da Serra, MT. Mestre em Ensino de Biologia (PROFBIO/UNEMAT/UFMG). Professora efetiva na rede estadual de ensino do Estado de Mato Grosso.



***Hilton Marcelo de Lima Souza***

Graduado em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Mestre em Ciências Ambientais pela UNEMAT. Doutor em Biotecnologia pela Universidade do Estado do Amazonas. Professor de graduação e pós graduação da UNEMAT. Professor permanente no Programa Profissional de Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO e Programa de Mestrado Acadêmico em Ambiente e Sistema de Produção Agrícola - PPGASP, Campus de Tangará da Serra.

# SUMÁRIO

<i>Apresentação</i>	4
<i>Sequências Didáticas Investigativas (SDI)</i>	5
<i>SDI 1: Fixação biológica de nitrogênio</i>	8
Etapa 1: Experimentação	10
Etapa 2: SOBRE DADOS E TABELAS	20
<i>SDI 2: Controle biológico de pragas</i>	25
"Espuma" de quê?	26
<i>Considerações Finais</i>	32
<i>Referências Bibliográficas</i>	33



# APRESENTAÇÃO

Olá! Esta cartilha didática faz parte de um Trabalho de Conclusão de Mestrado intitulado "**Ensino Investigativo sobre o uso de microrganismos na agricultura de Mato Grosso**" (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO).

Seu objetivo é proporcionar uma visão mais focada na Microbiologia agrícola, permitindo aos alunos compreender os microrganismos como agentes importantes e benéficos para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, além de oferecer ao professor uma ferramenta importante para trabalhar estes temas em sala de aula!

O conteúdo desta cartilha foi totalmente pensado nos moldes da BNCC do Ensino Médio, abrangendo tanto as competências gerais da educação básica quanto as competências e habilidades do componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Todos os recursos aqui apresentados podem ser adequados à realidade de cada comunidade escolar, para que a aprendizagem seja realmente significativa para os alunos.

Então, sinta-se a vontade, professor, para explorar esse material e proporcionar maior engajamento aos alunos em atividades que promovam a alfabetização científica!

# SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS

No contexto educacional, tem-se procurado diversas maneiras de ministrar os conteúdos escolares de forma que o aluno se sinta realmente parte do processo de aprendizagem, proporcionando condições para que haja apropriação dos conceitos, fazendo com que o aluno não seja apenas um espectador dos conhecimentos transmitidos, mas possa também construir o seu próprio conhecimento.

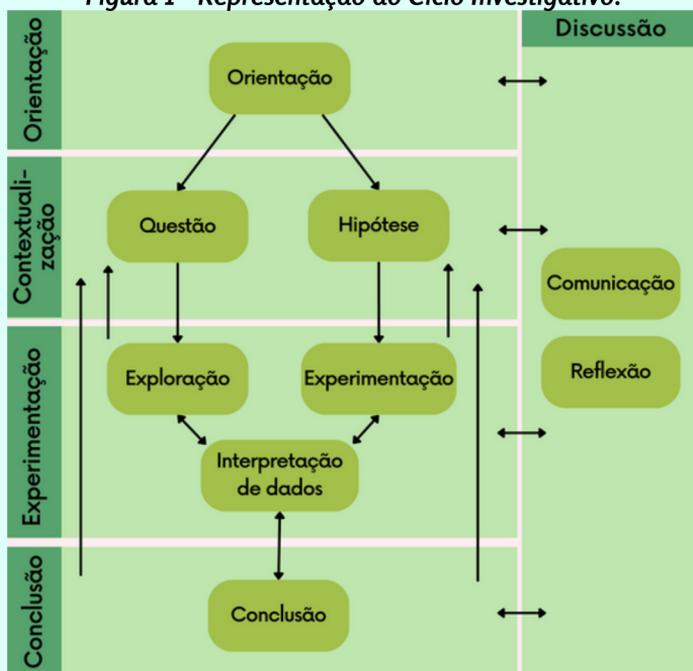
Assim, vem se estabelecendo o consenso construtivista, que busca valorizar o conhecimento prévio dos estudantes, considera a relevância da interação sujeito-objeto e compreende que para haver construção do conhecimento, é necessária a interação social (SCARPA e CAMPOS, 2018).

O estudante deve atribuir significado ao que está aprendendo. O conhecimento não deve ser imposto ao aluno, mas apresentado na forma de possibilidades. O professor, então, deve ser um direcionador, ou seja, direcionar o aluno em sua experiência pessoal com o objeto de estudo, de forma a torná-lo parte de si, tornando esse conhecimento intrínseco (WESTBROOK e TEIXEIRA, 2010).

O ensino por investigação tem sido desenvolvido como uma abordagem didática que busca proporcionar ao aluno a experiência com o objeto de estudo, para que ele próprio desenvolva seu conhecimento, direcionado pelo professor, mas produzindo em si o desejo de conhecer e aprender.

Assim, Pedaste *et. al.* (2015) propuseram uma síntese dessa abordagem de ensino através do Ciclo Investigativo, que pode ser aplicado na sala de aula pelo professor. Logo abaixo, é possível observar os elementos que estruturam tal proposta (Figura 1).

**Figura 1 - Representação do Ciclo Investigativo.**



Através da análise da proposta acima, podemos entender que o ensino investigativo deve ser permeado pela discussão, comunicação e reflexão das ideias em todos os momentos da construção do aprendizado, justamente para instigar o estudante a resolver situações problemas, construindo sua própria aprendizagem e em constante troca de saberes entre os pares.

É possível avaliar o grau de liberdade de professor e alunos tanto em atividades experimentais quanto em atividades de resolução de problemas, como comenta Carvalho (2018), quando explica sobre a atuação do professor e o ensino por investigação no ensino médio. Segundo a autora, os graus 1 e 2 remetem ao ensino diretivo, seguindo um roteiro de conteúdos e conceitos, os graus 3 e 4 remetem ao ensino investigativo e o grau 5, investigativo, que ainda é raramente encontrado na educação básica.

**Figura 2: Graus de liberdade intelectual oferecida pelos professores (P) a seus alunos (A).**

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Esta cartilha pedagógica foi desenvolvida com a finalidade de trabalhar os conceitos e modelos em Microbiologia aplicados à agricultura, de forma a proporcionar a construção de habilidades científicas de aprendizagem. Serão apresentadas duas propostas de Sequência Didática Investigativa (SDI): a primeira vai tratar sobre a importância da fixação biológica de nitrogênio para o desenvolvimento e produtividade da soja, e a segunda abordará sobre o controle biológico de insetos da cana-de-açúcar a partir de fungos entomopatogênicos. Ambas temáticas já são aplicadas na agricultura de Mato Grosso e podem estar vinculados a realidade econômica e local de diversos alunos da educação básica.



# SDI 1: FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é realizada por bactérias que possuem uma enzima capaz de reduzir o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ). Estas bactérias podem formar nódulos nas raízes das leguminosas ou ficam associadas às raízes das gramíneas (CARDOSO e ANDREOTTI, 2016).

A importância do N para as plantas está no fato de que este elemento é um importante constituinte dos aminoácidos e proteínas, agentes que atuam na deposição de matéria orgânica na planta e no solo (exudação), além de serem constituintes do DNA e atuarem na regulação das funções celulares.

Esta sequência didática foi elaborada para que os alunos possam compreender como os microrganismos, tais como as bactérias fixadoras de nitrogênio (rizóbios), atuam no desenvolvimento das plantas, auxiliando na melhora dos resultados pelos produtores e, conseqüentemente, no aumento da rentabilidade da produção.

## DIRECIONAMENTO AO PROFESSOR

A intenção desta sequência é proporcionar certa liberdade aos alunos na construção dos experimentos, então deixe que cada grupo escolha seus tratamentos e monte seus experimentos, mas esteja sempre atento para conduzi-los e orientá-los.

Antes de iniciar esta sequência, ministre uma aula prévia aos alunos para nivelar os conhecimentos sobre **método científico e experimento controlado**.

Para iniciar esta etapa, é necessário providenciar os seguintes materiais:

- Sementes de soja (pode utilizar variedades distintas);
- Vasos para o plantio (o ideal é utilizar vasos grandes, com capacidade mínima de 8L, para que as raízes possam se desenvolver);
- Indicar que adotem diferentes tratamentos (exemplos: uso de NPK (4-14-8 ou 10-10-10), chorume, esterco, cama de frango, inoculante a base de *Bradyrhizobium* spp., etc.);
- Papel milimetrado;
- Seringas para dosar os tratamentos líquidos;
- Medidor para dosar os tratamentos sólidos.

Durante o período em que os alunos fazem o acompanhamento do experimento realizado na etapa 1 é interessante que o professor aplique a segunda etapa deste tema. Isto porque a etapa 2 poderá proporcionar aos alunos uma compreensão mais ampla do experimento, além de instigá-los a interpretar dados, habilidade que será utilizada mais adiante na etapa 1.

# ETAPA 1: EXPERIMENTAÇÃO

## OBJETIVOS:

- Compreender a importância dos microrganismos para a produção de soja;
- Entender como a pesquisa científica contribui para a melhoria da agricultura;
- Promover a realização de um experimento na escola.

## CONCEITOS:

- Desenvolvimento vegetal.
- Biotecnologia e produção agrícola.
- Método científico.

## TEMPO:

6 aulas + 20 a 30 dias de acompanhamento do experimento.

## HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

- Organização e distribuição de tarefas;
- Trabalho em equipe;
- Interação social e elaboração de hipóteses;
- Responsabilidade e cuidado com dados experimentais;
- Utilização de tecnologias digitais para discussão e apresentação de dados e resultados.

## MATERIAIS:

- Vasos de 8L/latas de tinta de 10L;
- Diferentes tratamentos (NPK, Chorume 100% e 10%, esterco bovino, *Bradyrhizobium japonicum* (inoculante);
- Sementes de soja
- Roteiros de aula;
- Papel milimetrado;
- Smartphones e/ou câmeras;
- Plataformas digitais (CANVA);
- Notebook.

## AValiação:

Contínua e processual, com base em todas as etapas desenvolvidas, considerando a participação das atividades propostas, responsabilidade e divisão de tarefas nos grupos, construção do material de divulgação e ficha de avaliação.

## DESENVOLVIMENTO:

- 1- Organizar os alunos em grupos de, no máximo, 6 alunos.
- 2- Apresentar os materiais aos grupos, pedindo que cada grupo selecione 2 tratamentos para seguir com o experimento, além do tratamento controle. Cada tratamento deverá ter três repetições.
- 3- Após a escolha dos tratamentos, os grupos deverão fazer as anotações no roteiro de aula (página 13) e responder à questão norteadora.
- 4- Cada grupo montará seu experimento de acordo com o tratamento escolhido.
- 5- Finalizada a montagem dos experimentos, é importante orientar os alunos quanto ao monitoramento diário do experimento, bem como uma organização entre os membros do grupo para rega e registro de dados dos 20 a 30 dias seguintes ao plantio.
- 6- No 15º dia do experimento, o tratamento com NPK deverá receber nova adubação, na mesma proporção inicial. Esta parte dependerá das instruções de uso do fertilizante NPK utilizado, conforme indicação do fabricante.
- 7- O acompanhamento deverá ser registrado por meio de fotos, vídeos e outros, além do registro escrito no roteiro (páginas 14 e 15).
- 8- Ao fim dos dias de acompanhamento, cada grupo fará a quantificação dos nódulos formados e o tamanho médio das plântulas e do sistema radicular em cada repetição de cada tratamento. Tudo deverá ser registrado

nas tabelas do roteiro (página 16) e posteriormente passado para uma planilha do Microsoft Excel para sistematização dos dados. Professor(a), imprima uma folha de tabelas para cada tratamento, visto que os alunos irão utilizar 3 tratamentos distintos.

9- Após os dados serem transferidos para o Excel, peça aos grupos que analisem os dados coletados e respondam novamente a questão norteadora.

10- Concluída a análise dos resultados, os grupos deverão fazer um relatório de pesquisa e discutir seus resultados com base na literatura.

11- Cada grupo deverá, então, fazer uma apresentação de seus resultados, num momento de socialização promovido e mediado pelo(a) professor(a).

12- Ao final de todo o desenvolvimento desta SD, cada aluno receberá uma ficha de avaliação (página 18) sobre a participação e integração dos componentes do grupo.

13 - Promova um momento para os alunos revisitarem as hipóteses registradas no início da aula e faça o registro dos novos conhecimentos adquiridos (página 17).

### **SUGESTÃO:**

Enquanto os alunos fazem o acompanhamento do experimento, o professor pode desenvolver a sequência didática do tema 2, sobre controle de pragas. Ou, se preferir, pode aplicar a segunda etapa deste primeiro tema.

Caso tenha interesse, o professor pode utilizar os dados coletados pelos próprios alunos durante a experimentação para inserir na problematização da etapa 2 ("Sobre dados e tabelas").



# Roteiro de Aula

## Tema: Experimentação

Grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Variedade da soja:

Tratamento 01

Tratamento 02

Como cada tratamento poderá influenciar o desenvolvimento das plantas?

Controle

Tratamento 01

Tratamento 02



# Roteiro de Aula

## ANOTANDO OS DADOS

Na tabela abaixo, anote diariamente como foi realizado o acompanhamento do experimento, indicando o que foi observado em cada dia. Lembre-se de registrar fotos todo dia.

DIA	DATA	CONTROLE	TRATAMENTO 01	TRATAMENTO 02
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



# Roteiro de Aula

## ANOTANDO OS DADOS

DIA	DATA	CONTROLE	TRATAMENTO 01	TRATAMENTO 02
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				



# Roteiro de Aula

## ANOTANDO OS DADOS

TRATAMENTO:

REPETIÇÃO 01

<u>COLETA DE DADOS</u>	CONTROLE	TRATAMENTO 01	TRATAMENTO 02
Quantidade de nódulos			
Tamanho da raiz (mm)			
Altura da planta (mm)			

REPETIÇÃO 02

<u>COLETA DE DADOS</u>	CONTROLE	TRATAMENTO 01	TRATAMENTO 02
Quantidade de nódulos			
Tamanho da raiz (mm)			
Altura da planta (mm)			

REPETIÇÃO 03

<u>COLETA DE DADOS</u>	CONTROLE	TRATAMENTO 01	TRATAMENTO 02
Quantidade de nódulos			
Tamanho da raiz (mm)			
Altura da planta (mm)			



# Roteiro de Aula

## Tema: Experimentação

Grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Responda novamente a questão norteadora, agora revendo os conceitos iniciais e respondendo conforme as conclusões a que o grupo chegou ao final do experimento e da análise dos dados.

Como cada tratamento poderá influenciar o desenvolvimento das plantas?





# AVALIAÇÃO DO GRUPO

Nome: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Agora é a hora de avaliar o desempenho dos membros do seu grupo durante as atividades propostas.

ALUNO	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	P = PARCIAL		
		S	N	P
	Interesse e envolvimento durante as aulas.			
	Cooperação, relacionamento e harmonia com os membros do grupo.			
	Auxiliou com as pesquisas bibliográficas.			
	Responsabilidade e compromisso com as atividades propostas.			
	Interesse e envolvimento durante as aulas.			
	Cooperação, relacionamento e harmonia com os membros do grupo.			
	Auxiliou com as pesquisas bibliográficas.			
	Responsabilidade e compromisso com as atividades propostas.			
	Interesse e envolvimento durante as aulas.			
	Cooperação, relacionamento e harmonia com os membros do grupo.			
	Auxiliou com as pesquisas bibliográficas.			
	Responsabilidade e compromisso com as atividades propostas.			
	Interesse e envolvimento durante as aulas.			
	Cooperação, relacionamento e harmonia com os membros do grupo.			
	Auxiliou com as pesquisas bibliográficas.			
	Responsabilidade e compromisso com as atividades propostas.			

## ETAPA 2: SOBRE DADOS E TABELAS

### OBJETIVOS:

- Compreender a importância da fixação biológica de nitrogênio para o desenvolvimento vegetal;
- Entender a relação entre as bactérias fixadoras simbióticas e as leguminosas.

### CONCEITOS:

- Importância da fixação biológica de nitrogênio realizada por rizóbios para a promoção do desenvolvimento vegetal;
- Biotecnologia e aumento da produtividade.

### HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

- Analisar e interpretar dados para a formulação de hipóteses.
- Identificar a importância dos biofertilizantes para a agricultura;
- Exposição de opiniões e conhecimentos para discussão em grupo.

### MATERIAIS:

- Roteiros para os grupos;
- Textos complementares;
- Celulares/tablets/notebooks.

### TEMPO:

6 aulas.

### AVALIAÇÃO:

Contínua e processual, considerando a participação dos alunos nas discussões do grupo e a construção do material de divulgação.

## DESENVOLVIMENTO:

- 1- Apresentar a problematização e discutir os dados com os alunos;
- 2- Organizar os alunos em grupos e orientá-los a formularem hipóteses sobre as questões norteadoras, registrando-as em seus roteiros;
- 3- Conduzir os grupos a realizarem pesquisa bibliográfica em fontes confiáveis e, de preferência, acadêmicas, para buscarem respostas e explicações às perguntas iniciais;
- 4- Para sistematizar as conclusões, os alunos deverão construir um material de divulgação utilizando a plataforma Canva ou outra que preferirem. Este material deverá conter uma explicação para os dados apresentados na tabela e respostas às questões norteadoras, de forma que outras pessoas da comunidade escolar possam compreender a importância dos biofertilizantes para a agricultura e sustentabilidade.
- 5- Durante a aula seguinte, os alunos irão apresentar seu material e discutir suas conclusões sob mediação do professor.



# Roteiro de Aula

## Tema: "Sobre dados e tabelas"

Grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

### Problematização

Caio e José são sócios e estão iniciando o plantio da safra de soja em sua propriedade e buscam alternativas para aumentar sua produtividade. Desta forma, pesquisaram em artigos científicos sobre o assunto e, num deles, encontraram a tabela que é apresentada a seguir:

**Tabela 1:** Nodulação, massa de matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos, em função dos tratamentos.

Tratamento	Número de nódulos por planta	Massa de nódulos (mg por planta)	Massa de matéria seca (g por planta)	Produtividade (Kg/ha)
Controle	0,99	18,3	1,6	1.650,2
Controle + 200 kg/ha de N)	2,39	2,9	5,3	3.249,3
Inoculação padrão	24,85	236,5	3,9	3.562,4
Inoculação em pré-semeadura	22,5	232,7	3,7	3.804,1

FONTE: Adaptado de ZILLI, CAMPO e HUNGRIA (2010, p.336).

Analise a tabela cuidadosamente, observe e compare os dados entre os diferentes tratamentos, discuta com seu grupo sobre o que observaram e, após, respondam as questões a seguir.



# Roteiro de Aula

---

Após discutir em grupo sobre a problematização apresentada, responda:

1. Como vocês justificam as diferenças nos resultados obtidos em cada tratamento? \_\_\_\_\_

2. Como Caio e José poderiam estabelecer critérios para a escolha do melhor tratamento para o plantio de soja em sua lavoura? \_\_\_\_\_



## SDI 2: CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS PRAGAS

O controle biológico de pragas nada mais é do que a utilização de inimigos naturais, compostos secundários de plantas ou uso de iscas com feromônios de insetos, os quais tem como objetivo manter o equilíbrio natural e ao mesmo tempo controlar a incidência de pragas nas plantações agrícolas. "Esse método contribui para a melhoria da qualidade do produto agrícola sem liberar resíduos nos alimentos, sendo inofensivos ao meio ambiente e à saúde da população" (RENZI *et. al.*, 2019)

Com intuito de possibilitar a compreensão da importância de agentes biológicos para o manejo e combate de insetos que se tornam pragas em lavouras, foi elaborada uma sequência didática investigativa sobre o controle de cigarrinhas da cana-de-açúcar a partir de seu principal inimigo natural, o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. Já faz algum tempo que esse fungo tem sido utilizado com bioinsumo agrícola e seu uso torna a agricultura mais sustentável e lucrativa.

Na proposta didática investigativa, apresenta-se um fato encontrado em canaviais, relacionando o ciclo de vida das cigarrinhas com a eficiência da atividade do fungo em realizar o controle biológico.

# "ESPUMA" DE QUÊ?

## OBJETIVOS:

- Aprender sobre os mecanismos da utilização do fungo *Metarhizium* no controle de insetos pragas;
- Compreender a importância dos bioinseticidas para a manutenção e preservação dos ecossistemas.

## CONCEITOS:

- Mecanismo de ação do *Metarhizium* no controle biológico;
- Importância dos agentes biológicos no controle de pragas para manutenção dos ecossistemas.

## HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

- Entender como *Metarhizium anisopliae* age enquanto bioinseticida;
- Associar a utilização de bioinseticidas à preservação ambiental e dos ecossistemas;
- Formular hipóteses a partir da observação e análise de situações-problema;
- Desenvolver relacionamento interpessoal e autonomia na busca de informações.

## MATERIAIS:

- Roteiros para os grupos;
- Textos complementares;
- Celulares/tablets/notebooks.

## TEMPO:

4 aulas.

## AVALIAÇÃO:

Contínua e processual, com base em todas as etapas desenvolvidas, considerando a participação dos alunos nas discussões do grupo, a construção do material de divulgação e ficha de avaliação.

## DESENVOLVIMENTO:

- 1- Organizar os alunos em grupos de 4 ou 5 componentes;
- 2- Apresentar a problematização (página 27) e orientar os alunos a registrar suas hipóteses no roteiro (página 28) (se preferir, a problematização poderá ser apresentada utilizando o *Padlet* e os alunos poderão colocar suas hipóteses lá).
- 3- Conduzir os grupos a realizarem pesquisa bibliográfica em fontes confiáveis e, de preferência, acadêmicas, para buscarem respostas e explicações ao problema apresentado;
- 4- Finalizadas as pesquisas e conclusões, os alunos deverão socializar suas descobertas em sala, numa mesa redonda organizada e mediada pelo professor;
- 5- Para sistematizar as conclusões, os alunos deverão construir um mapa mental utilizando a plataforma Canva ou outra que preferirem, ressaltando a importância do controle biológico de pragas para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável;
- 6- Ao final, peça aos alunos que utilizem as informações dos mapas mentais para montar um post para uma rede social (Instagram, Facebook, TikTok, entre outras) e peça que eles compartilhem em seus perfis marcando o professor e a escola.

Obs.: Esta última etapa poderá ser utilizada como parte da avaliação do grupo.



# Roteiro de Aula

Grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

## Problematização

Você já foi a um canavial? Ou já viu alguma vez algo parecido com a espuma que está na imagem abaixo? Imagine que, visitando um canavial, você se deparou com a presença de uma espuma, parecida com sabão, nas raízes da cana. Você fotografou e decidiu que queria realmente saber o que era aquela espuma. Depois disso, você vê que existem vários insetos cobertos por uma mancha verde. Observe com atenção as imagens abaixo:



Inseto com  
manchas verdes.



Espuma nas  
raízes da cana.



# Roteiro de Aula

Com base no que você entende sobre a espuma, responda:

1. Como você explica a formação dessa “espuma” próxima às raízes das plantas de cana-de-açúcar?



2. Como a presença dessa “espuma” pode influenciar o desenvolvimento da planta?





# Roteiro de Aula

Com base no que você entende sobre o inseto encontrado, responda:

3. Que inseto é esse? Como essas manchas verdes surgiram em seu corpo?



3. Qual a relação entre o inseto apresentado e a presença da espuma no canalial?





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta cartilha foi elaborada com muito empenho e dedicação, por isso esperamos que possa contribuir para melhoria do processo de ensino e aprendizagem sobre a importância dos microrganismos, nesse caso especificamente aplicados na agricultura.

Enquanto professores, devemos sempre estar atentos às necessidades de nossos alunos e a utilização de atividades didáticas investigativas é uma abordagem de ensino que pode despertar nos próprios estudantes uma compreensão da necessidade de se conectarem com as diferentes funções da escola e do ensino de biologia.

Enfim, é importante que todos nós que atuamos na educação estejamos engajados em elaborar e compartilhar novos materiais didáticos que visem trazer diferentes formas de abordar assuntos relacionados a nossa realidade e desmistificando a ação dos microrganismos apenas como causadores de doenças, proporcionando a compreensão de que o mundo microbiano é um grande contribuinte para a manutenção da vida como um todo!



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, E. J. B. N. ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. Piracicaba: ESALQ, 2 ed., 2016. DOI: 10.606/9788586481567. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/109>. Acesso em: 24 mai. 2020.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>.

PEDASTE, M. et. al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, Elsevier, v.14, p.47-61, fev. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>. Disponível em: <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-01206700/document>.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>.

WESTBROOK, R. B.; TEIXEIRA, A. **John Dewey**. Recife: Editora Massagana, 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4677>



**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS APLICADO AOS ALUNOS ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS**

**Questão 1:** Exemplifique alguma forma que pode potencializar o desenvolvimento de plantações agrícolas.

**Questão 2:** O que são essas estruturas em destaque na foto? Você já viu isso em alguma planta?



**Questão 3:** Cite mecanismos que você conhece para realizar o controle de pragas numa plantação.

**Questão 4:** Como você explicaria a presença desta “espuma” próxima às raízes da cana de açúcar?



**Questão 5:** A imagem abaixo apresenta um inseto que foi encontrado próximo a uma plantação de cana-de-açúcar. Na sua opinião, este inseto está vivo ou morto? Por que ele apresenta essas manchas verdes?



## **APÊNDICE B – TERMOS DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

#### **Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso**

**Luciene Andretti Olyntho**  
**Prof. Dr. Hilton Marcelo de Lima Souza (Orientador)**

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa e é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo pesquisador e pelo responsável legal do participante, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com a pesquisadora. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento, mas seria muito importante o envolvimento nesta pesquisa.

#### **Justificativa e objetivos:**

Segundo alguns estudos, alunos do Ensino Médio possuem razoável ou pouquíssimo conhecimento sobre a importância dos microrganismos na agricultura, sendo um dos motivos dessa lacuna a abordagem superficial ou negligenciada deste tema e o uso de livros didáticos visto que a maioria não aborda este tema em sua composição. Este trabalho tem como proposta elaborar duas sequências didáticas investigativas sobre a importância de certos microrganismos para atividade agrícola, desenvolvendo atividades pedagógicas construtivistas e que proporcionem ao professor desenvolver esse assunto de forma aprofundada e dinâmica facilitando ao aluno a sua assimilação de forma consistente.

#### **Procedimentos:**

Participando do estudo o aluno está sendo convidado a: participar de uma breve entrevista/questionário antes e após a participação de uma aula sobre a referida temática abordada neste projeto para identificar os conhecimentos adquiridos sobre a temática.

#### **Desconfortos e riscos:**

Fadiga mental, tomada de tempo para as entrevistas, divulgação de imagem em registros fotográficos, constrangimentos e conflitos interpessoais que possam surgir ao longo do processo. Entretanto, em todos os momentos, o professor estará atento aos possíveis danos, sempre prezando por conduzir as aulas com tranquilidade e objetividade, de maneira gentil e ao mesmo tempo descontraída, para que a pesquisa flua de forma natural e respeitosa, considerando a individualidade de cada aluno. Além disso, fotos que envolvam os participantes só serão divulgadas desde que não permitam a identificação do participante (vendando a face em fotos, por exemplo). O aluno poderá desistir da participação a qualquer momento, sem prejuízo ou penalização, pelos motivos citados ou não, de acordo com a livre opção do educando.

**Benefícios:**

Permitir que os alunos compreendam mais sobre a importância dos microrganismos para a agricultura; subsidiar o trabalho do professor de Ensino Médio quanto à abordagem proposta; permitir que os alunos apreendam o conteúdo de forma clara e significativa.

**Acompanhamento e assistência:**

Você tem o direito à assistência integral e gratuita devido a danos diretos e indiretos, imediatos e tardios, pelo tempo que for necessário. Em todas as etapas da pesquisa, a professora acompanhará os alunos no desenvolver das atividades propostas, esclarecendo dúvidas e fazendo intervenções quando necessário.

**Sigilo e privacidade:**

O aluno tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Luciene Andretti Olyntho, Endereço profissional: Rua Sete de Setembro, 621, Centro, CEP: 78380-000, telefone: (65) 9 9994-5363, e-mail: luciene.andretti@unemat.br.

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos que esta possa acarretar, aceito participar:

---

Nome do(a) participante da pesquisa “Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso”

---

(Assinatura do participante da pesquisa ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da pesquisa “Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso”. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa Estratégia pedagógica para o ensino de Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia para o Ensino Médio.

---

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do pesquisador)

## **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso”, coordenada pela professora pesquisadora Luciene Andretti Olyntho, contatos: telefones: (65) 99994-5363, e-mail: [luciene.andretti@unemat.br](mailto:luciene.andretti@unemat.br), sob orientação do Prof. Dr. Hilton Marcelo de Lima Souza.

Queremos saber se as sequências didáticas que serão aplicadas irão ajudá-lo(a) a compreender melhor e de forma mais fácil a importância dos microrganismos. Você só participará da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir, mas gostaria muito de poder contar com sua importante participação neste trabalho. Os(as) alunos(as) que participarão desta pesquisa têm entre 16 e 18 anos de idade e estão cursando a primeira série do ensino médio.

A pesquisa será realizada na Escola Estadual 29 de Novembro, no período de aula, em que você irá participar de entrevista/questionário antes e depois da dinâmica. Não se preocupe, pois isso não servirá para avaliá-lo(a) individualmente, o objetivo será o de avaliar as sequências didáticas por mim elaboradas, verificando se elas ajudaram ou não na sua aprendizagem. Primeiro você será convidado a responder uma entrevista/questionário sobre seus conhecimentos prévios relacionados a Microbiologia Agrícola. Em seguida, você participará de uma série de aulas diferenciadas sobre o conteúdo citado nas quais irá buscar respostas para explicar fenômenos. Posteriormente a essa atividade, você voltará a responder o questionário como no primeiro momento, de forma a verificar os conhecimentos que você possa ter apreendido com as aulas. Em todas as etapas, você receberá devolutiva da professora. Caso aconteça algo errado, você pode me procurar pessoalmente ou pelos contatos que tem no começo deste texto.

A aplicação da proposta didática que foi elaborada é interessante, mas a sequência de atividades que serão sugeridas para realização pode gerar estresse, desinteresse ou cansaço. No entanto, tenho certeza de que ficará satisfeito com a oportunidade de participar desse projeto.

Por se tratar de uma pesquisa que envolve pessoas, poderá haver constrangimentos e conflitos interpessoais ao longo do processo, porém, em todos os momentos, o professor estará atento aos possíveis danos, sempre prezando por conduzir as aulas com tranquilidade e objetividade, de forma que as atividades previstas fluam de forma natural e respeitosa, considerando a individualidade de cada aluno. Além disso, nenhum tipo de imagem ou registro do será divulgado, apenas a equipe de pesquisa terá acesso a estas informações.

Diversos são os benefícios que podem acontecer ao realizar essa atividade como: desenvolver e estimular a sua curiosidade e o trabalho em equipe, além de te proporcionar uma forma dinâmica e interativa de aprender sobre a importância dos microrganismos para a agricultura, bem como na sua

vida e da sua comunidade; e ajudar a desenvolver um material didático que ajudará efetivamente outros professores e alunos.

Caso você não queira ou desista de participar da pesquisa você irá realizar, junto com os demais colegas que também não quiserem participar uma atividade de pesquisa sobre o tema Microbiologia Agrícola, recebendo um roteiro com orientações para sua realização, podendo consultar livros didáticos e fontes na internet. Dessa forma, todos, independente da estratégia didática a ser utilizada, entrarão em contato com o tema proposto, visto que o conteúdo faz parte do currículo do 1º ano do Ensino Médio.

Será garantida que sua identidade ficará em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores e que na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Você terá acesso aos resultados da pesquisa sempre que solicitado, esses resultados também serão divulgados para a escola onde foram coletados os dados. O projeto e seus respectivos resultados serão encaminhados para publicação e divulgação. Seu responsável legal receberá um documento para autorização e sua participação somente será efetivada se esta autorização for concedida.

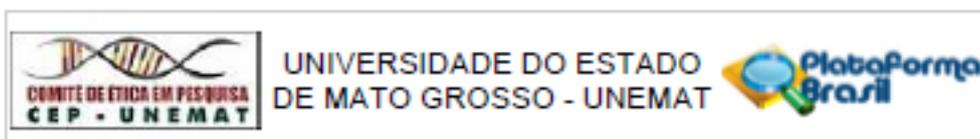
#### **CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO**

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa “Ensino Investigativo Sobre o Uso de Microrganismos na Agricultura de Mato Grosso”. Entendi os riscos e benefícios que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir, e que não serei prejudicado(a) por ter desistido.

A pesquisadora tirou minhas dúvidas e orientou meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li, e concordo em participar da pesquisa.

Tangará da Serra, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ENSINO DE MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA POR MEIO DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

**Pesquisador:** LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 41948620.0.0000.5166

**Instituição Proponente:** UNEMAT

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.602.799

#### Apresentação do Projeto:

O Projeto em análise, trata-se de um Trabalho de Conclusão de Mestrado do PROFBIO/UNEMAT, cujo objetivo é demonstrar a importância e benefícios dos microrganismos na agricultura através de estratégias didáticas investigativas validadas com alunos do ensino médio, averiguar a percepção dos alunos quanto a importância dos microrganismos na agricultura, desenvolver atividades didático pedagógicas investigativas sobre a importância dos microrganismos na agricultura e construir e validar uma cartilha didática voltada para o ensino por investigação com alunos do ensino médio, utilizando conceitos da microbiologia agrícola. Esta pesquisa será desenvolvida em cinco etapas, incluindo a aplicação de duas sequências didáticas investigativas e entrevistas antes e depois da aplicação destas sequências. Os dados serão analisados conforme a proposta de Bardin (2011). Este projeto terá como produto final a elaboração e montagem de uma cartilha didática pautadas do ensino investigativo, esperando-se proporcionar melhoria ao processo educacional.

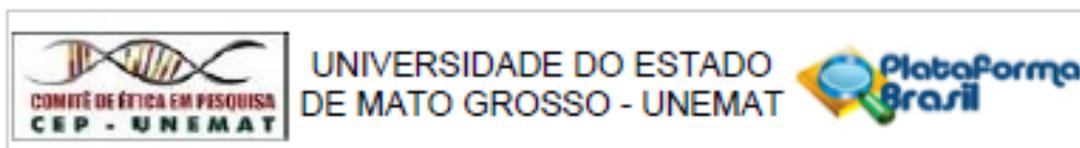
#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Primário:

Demonstrar a importância e benefícios dos microrganismos na agricultura através de estratégias didáticas investigativas validadas com alunos do ensino médio.

##### Objetivo Secundário:

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095  
 Bairro: Cavalihada II CEP: 78.200-000  
 UF: MT Município: CACERES  
 Telefone: (65)3221-0067 E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 4.602.799

vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecida;

- Ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos;
- Garantia de que danos previsíveis serão evitados; e
- Relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração dos interesses envolvidos, não perdendo o sentido de sua destinação sócio-humanitária.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos, com exceção do TCLE, foram apresentados de acordo com as exigências da resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS-Conselho Nacional de Saúde.

O TCLE foi apresentado, entretanto o texto está direcionado ao participante da pesquisa (menores de idade, quando deveria ser direcionado aos representantes legais do menor.

**Recomendações:**

Recomendação, FVAOR ATENDER

1 - Redigir o texto do TCLE direcionado aos representantes legais (pois o TCLE estará solicitando autorização para os menores participarem da pesquisa) dos participantes da pesquisa .

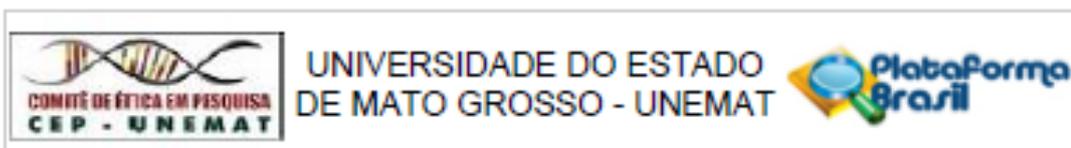
**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Recomendações do parecer anterior;

[Atendida] 1 - Apresentar garantia de que danos previsíveis serão evitados e fazer a ponderação, entre riscos e benefícios, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o

[Atendida] 2 - Redigir TCLE e TALE em linguagem simples e acessível aos participantes da pesquisa e seus responsáveis legais e inserir riscos e medidas para mitiga-los nos dois documentos.

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095  
 Bairro: Cavalcada II CEP: 78.200-000  
 UF: MT Município: CACERES  
 Telefone: (65)3221-0067 E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 4.932.799

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso CEP/UNEMAT após análise do protocolo em comento, de acordo com a resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS, é de parecer que não há restrição ética para o desenvolvimento da pesquisa.

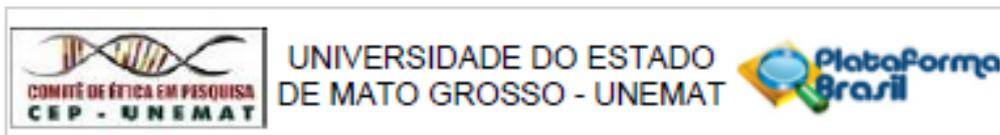
**Considerações Finais a critério do CEP:**

Caro pesquisador, o CEP Informa que ao término do projeto de pesquisa sob sua responsabilidade, seja encaminhado a este comitê o Relatório Final via Plataforma Brasil.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1670754.pdf	25/02/2021 09:33:07		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	10TALE_Luclene.doc	25/02/2021 09:31:27	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9TCLE_Luclene.doc	25/02/2021 09:31:05	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	3Projeto.pdf	27/11/2020 21:59:23	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Outros	14Curriculo.pdf	27/11/2020 09:40:40	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Outros	15TermoCompromisso.pdf	27/11/2020 09:36:11	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Outros	6Infraestrutura.pdf	26/11/2020 14:43:48	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Outros	5DeclaraResponsabilidade.pdf	26/11/2020 14:42:59	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Outros	4DecaracaoColeta.pdf	26/11/2020 14:42:28	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Folha de Rosto	2FolhadedeRostoCONEP.pdf	26/11/2020 14:41:47	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito
Outros	1Oficio.pdf	26/11/2020 14:41:11	LUCIENE ANDRETTI OLYNTHO	Aceito

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1005  
 Bairro: Cavanhada II CEP: 78.200-000  
 UF: MT Município: CACERES  
 Telefone: (65)3221-0087 E-mail: cep@unemat.br



Continuação do Parecer: 4.802.799

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CACERES, 20 de Março de 2021

---

**Assinado por:**

**Severino de Palva Sobrinho  
(Coordenador(a))**

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Catedral II

CEP: 78.200-000

UF: MT Município: CACERES

Telefone: (65)3221-0067

E-mail: cep@unemat.br