



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA EaD**

**ERLANE DA ROCHA FERNANDES  
JOSÉ GERALDO CAMPOS RIOS SERRA  
ONDINA CUNHA DA COSTA  
WHERIE CARVALHO DA COSTA**

**A QUÍMICA DOS REPELENTE: AÇÃO DA CITRONELA NA PREVENÇÃO DE  
ARBOVIROSES TRANSMITIDAS PELO *Aedes Aegypti***

**Palmas, TO  
2024**

**ERLANE DA ROCHA FERNANDES**  
**JOSÉ GERALDO CAMPOS RIOS SERRA**  
**ONDINA CUNHA DA COSTA**  
**WHERIE CARVALHO DA COSTA**

**A Química dos Repelentes: Ação da Citronela na Prevenção de Arboviroses  
Transmitidas pelo *Aedes aegypti***

Artigo apresentado à Universidade Federal do Tocantins  
(UFT), Campus Universitário de Palmas para obtenção  
do título de licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Elisandra Scapin

**Palmas, TO**

**2024**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins**  
**Campus Universitário de Palmas**

---

F363q Fernandes, Erlane da Rocha.  
A química dos repelentes: ação da citronela na prevenção de arboviroses transmitidas pelo aedes aegypti. / Erlane da Rocha Fernandes, José Geraldo Campos Rios Serra, Ondina Cunha da Costa, Wherie Carvalho da Costa. – Palmas, TO, 2024.  
42 f.

Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Química EAD, 2024.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisandra Scapin.

1. Ecologia química. 2. Didática. 3. Repelentes. 4. Citronela. I. Serra, José Geraldo Campos Rios. II. Costa, Ondina Cunha da. III. Costa, Wherie Carvalho da. IV. Título.

CDD 577.14

Bibliotecária: Roseane da Silva Pires  
CRB-2 / 1.211

Todos os Direitos Reservados – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código penal.

**Erlane da Rocha Fernandes**  
**José Geraldo Campos Rios Serra**  
**Ondina Cunha da Costa**  
**Wherie Carvalho da Costa**

**A Química dos Repelentes: Ação da Citronela na Prevenção de Arboviroses  
Transmitidas pelo *Aedes aegypti***

Artigo apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Licenciatura em Química - EaD foi avaliado para a obtenção do título de licenciado em química e aprovado em sua forma final pelo Orientador.

Data de aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Profa. Dra. Elisandra Scapin, UFT

*“À busca incessante pelo conhecimento, à paixão pela ciência e à perseverança em desvendar os segredos do mundo molecular. Que este trabalho represente não apenas o término de uma jornada acadêmica, mas também o início de uma trajetória de descobertas e contribuições para o avanço da Química e para o bem da sociedade. A todos que compartilharam desse caminho, dedicamos este trabalho com gratidão e admiração.”*

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus, que nos permitiu chegar a esse momento, com todas as dificuldades e obstáculos, até aqui nos acompanhou o Senhor e isso é toda garantia de sucesso que poderíamos desejar.

Em um mundo onde as coisas mudam tão rapidamente, há uma coisa que nunca se altera e sempre nos apoia: nossa amada família. Hoje, expressamos profunda gratidão a cada um de vocês por seu suporte inabalável, amor incondicional e alegria que trazem à nossas vidas.

Agradecemos ao colegiado do curso de Licenciatura em Química EAD da Universidade Federal do Tocantins, na pessoa da coordenadora Juliana Barilli, que esteve conosco em toda a jornada, propiciando um acúmulo de conhecimento, crescimento pessoal e profissional.

Não poderíamos deixar de agradecer aos nossos nobres colegas que compartilharam experiências e conhecimentos que foram fundamentais em nossa trajetória e aos tutores que nos acompanharam durante o decorrer do curso.

Nossos agradecimentos ao Colégio Dom Alano Marie Du Noday, na pessoa do diretor Gean dos Reis Silva e da professora Diana Lopes da Silva que possibilitaram a aplicação do Projeto de Intervenção Pedagógica na unidade escolar.

Agradecemos também ao Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus Palmas, na pessoa da diretora Noemi Barreto Sales Zukowski por ceder o espaço da instituição e da Docente Adriana Lopes Leal pela orientação e acompanhamento nas atividades laboratoriais.

## RESUMO

O estudo aborda a ecologia química, investigando as interações entre organismos e o ambiente, com ênfase em repelentes à base de citronela e seu uso no combate a arboviroses. O projeto envolve a pesquisa sobre repelentes naturais como alternativa aos produtos químicos sintéticos no controle do *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de doenças como dengue, zika, chikungunya e febre amarela. O objetivo do estudo foi aplicar um projeto de intervenção com alunos do EJA do Colégio Estadual Dom Alano Marie Du Noday em Palmas - Tocantins, visando ampliar o conhecimento dos educandos acerca de repelentes naturais, especialmente o óleo de citronela. Utilizando a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas, os alunos participaram de uma aula teórica seguida por um vídeo demonstrando a extração do óleo essencial da citronela, posteriormente os discentes trabalharam em um jogo de palavras cruzadas elaborado pelos pesquisadores e ao final das atividades os alunos responderam um questionário de avaliação do projeto. Os resultados permitem inferir que a diversidade e a pertinência dos temas foram reconhecidas como enriquecedoras, embora alguns alunos tenham expressado dificuldades de aprendizagem, evidenciando a importância de uma abordagem pedagógica adaptativa. Quanto à aplicabilidade dos conteúdos no cotidiano, os alunos reconheceram sua utilidade prática e relevância, destacando a necessidade de elementos aplicáveis em diferentes contextos. A avaliação dos alunos foi efetivada durante o processo de ensino-aprendizagem e revelou uma compreensão sólida dos conceitos apresentados e uma percepção positiva da metodologia utilizada. Em síntese, os resultados indicam o sucesso da abordagem ao estimular a participação dos alunos e promover a construção do conhecimento sobre a citronela e suas aplicações.

**Palavras-chaves:** Ecologia Química. Arboviroses. Repelentes. Citronela.

## ABSTRACT

The study addresses chemical ecology, investigating interactions between organisms and the environment, with an emphasis on citronella-based repellents and their use in combating arboviruses. The project involves research into natural repellents as an alternative to synthetic chemicals to control *Aedes aegypti*, a mosquito that transmits diseases such as dengue, zika, chikungunya and yellow fever. The objective of the study was to apply an intervention project with EJA students at Colégio Estadual Dom Alano Marie Du Noday in Palmas - Tocantins, aiming to expand students' knowledge about natural repellents, especially citronella oil. Using the active Problem-Based Learning methodology, the students participated in a theoretical class followed by a video demonstrating the extraction of citronella essential oil. Afterwards, the students worked on a crossword game prepared by the researchers, at the end of the activities the students answered a project evaluation questionnaire. The results allow us to infer that the diversity and relevance of the themes were recognized as enriching, although some students expressed learning difficulties, highlighting the importance of an adaptive pedagogical approach. Regarding the applicability of the content in everyday life, students recognized its practical usefulness and relevance, highlighting the need for applicable elements in different contexts. Student assessment was carried out during the teaching-learning process, which revealed a solid understanding of the concepts presented and a positive perception of the methodology used. In summary, the results indicate the success of the approach in stimulating student participation and promoting the construction of knowledge about citronella and its applications.

**Key-words:** Chemical Ecology. Arboviruses. Repellents. Citronella.



## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1. Citronela ( <i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle).....	19
Figura 2. (1) Citronelal, (2) citronelol e (3) geraniol.....	19
Figura 3. Gráfico das respostas dos discentes para questão: Como você avalia este projeto....	22
Figura 4. Gráfico das respostas dos discentes para questão: A carga horária (o tempo) para a realização das atividades foi satisfatória.....	23
Figura 5. Gráfico das respostas dos discentes para questão: Sobre a didática e metodologia utilizada no projeto, como você avalia? .....	23
Figura 6. Gráfico das respostas dos discentes para questão: Você considera os conteúdos apresentados interessantes.....	24
Figura 7. Gráfico das respostas dos discentes para questão: O conteúdo foi de fácil aprendizagem. ....	25
Figura 8. Gráfico das respostas dos discentes para questão: Foram trabalhados conteúdos que podem contribuir em seu cotidiano? .....	25

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
EJA	Educação de Jovens e Adultos
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DEET	N,N-dietil-3-metilbenzamida
OH	Hidroxila
C=O	Carbonila

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Intervenção Educativa.....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Materiais necessários.....	14
2.2.2 Procedimento.....	14
<b>2.3 Avaliações do conhecimento.....</b>	<b>15</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Ecologia Química.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Aedes aegypti.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Repelentes.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Citronela.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Extrações de Óleos Essenciais.....</b>	<b>20</b>
3.5.1 Extração por Solventes.....	21
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISE.....</b>	<b>22</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE A - Plano de Aula.....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE B - Vídeo Extração do Óleo Essencial da Citronela.....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE C - Palavras Cruzadas.....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE D - Questionário de Avaliação.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO A - FOTOS DA EXECUÇÃO DO PROJETO DE INTERVENÇÃO.....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As arboviroses, como dengue, zika, chikungunya e febre amarela, desvelam um desafio premente para a saúde pública, especialmente em zonas tropicais e subtropicais (BRASIL, 2017). Essas enfermidades acarretam sérias vicissitudes à saúde e, em quadros severos, podem redundar em fatalidades. O *Aedes aegypti*, emerge como um vetor de inestimável magnitude na propagação e disseminação de arbovírus associados a essas moléstias (ZARA *et al.*, 2018; POWELL, 2018). Por conseguinte, a implementação de estratégias profiláticas robustas torna-se imperativas para atenuar a disseminação dessas patologias e resguardar o bem-estar coletivo.

Certas estratégias de controle do *A. aegypti* assentam-se na ecologia química, um domínio científico que investiga os sinais químicos produzidos e percebidos pelos organismos para interagir com outros seres vivos e com o entorno circundante (ZHANG, DICKE & BALDWIN, 2020). Essa ciência desempenha um papel essencial no estudo e no combate a vetores, permitindo abordagens mais refinadas e eficazes para mitigar os riscos à saúde pública associados a esses mosquitos. Nesse contexto, compostos químicos responsáveis pela atração do mosquito e o modo de ação dos repelentes sintéticos e naturais nos mosquitos foram elucidados (DICKENS & BOHBOT, 2013; CARDOSO *et al.*, 2018). Compreender essas interações químicas pode ajudar os cientistas a desenvolver estratégias mais eficientes para o controle de mosquitos. Isso inclui o desenvolvimento de armadilhas que imitam os odores humanos para atrair e capturar mosquitos, bem como o uso de agentes químicos que interferem em seus sistemas sensoriais, tornando-os menos capazes de localizar hospedeiros.

O interesse por repelentes naturais tem sido impulsionado por estudos que investigam os benefícios dos óleos essenciais de plantas como a citronela que é uma das fontes promissoras desses produtos (SANTOS *et al.*, 2017). Diante desse cenário, o presente trabalho visa aplicar um projeto de intervenção junto aos discentes do EJA (Educação de Jovens e Adultos) do Colégio Estadual Dom Alano Marie Du Noday em Palmas - Tocantins, com o objetivo de ampliar o conhecimento dos alunos sobre repelentes naturais, especialmente o óleo de citronela como uma alternativa natural para o controle de vetores.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Intervenção Educativa**

O projeto de intervenção propõe a implementação de uma metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), destinada aos alunos do EJA (Educação de Jovens e Adultos) do Colégio Estadual Dom Alano Marie Du Noday em Palmas - Tocantins. Os discentes participarão de uma aula teórica sobre a ação de repelentes naturais, seguida por um vídeo abordando a extração do óleo essencial da citronela (APENDICE B). O conteúdo foi ministrado de forma expositiva e dialogada, visando assegurar um ensino problematizado e contextualizado, conforme plano de aula (APENDICE A).

A metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) proporciona aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades de pesquisa, análise crítica e resolução de problemas, contribuindo para uma aprendizagem mais autônoma e significativa. A abordagem pedagógica adotada promove a integração entre teoria e prática, estimulando a reflexão e a tomada de decisões diante das situações-problema apresentadas. Dessa forma, espera-se que os alunos adquiram não apenas conhecimento factual, mas também competências essenciais para sua formação integral.

### **2.2 Extrações do óleo essencial de citronela**

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para revisão da literatura existente sobre a extração de óleo essencial de citronela, onde foram consultados artigos científicos, livros, teses e dissertações relevantes, a fim de compreender os métodos de extração mais eficazes e as melhores práticas utilizadas na área. Silva, Souza e Oliveira (2016) enfatizaram que o óleo essencial de citronela se destaca por suas propriedades repelentes de insetos, bem como suas aplicações em aromaterapia e cosméticos.

Com base na revisão da literatura, definiu-se a metodologia experimental, optando-se pela extração do óleo essencial de citronela utilizando Soxhlet e extrator de óleo essencial, empregando álcool como solvente.

Elaborou-se um plano experimental detalhado, incluindo a preparação das amostras de citronela, a montagem dos equipamentos, a seleção dos parâmetros de extração (tempo, temperatura, quantidade de solvente, etc.) e a realização dos ensaios de extração.

### 2.2.1 Materiais necessários

- ✓ Citronela (folhas secas ao sol);
- ✓ Álcool etílico p. a.;
- ✓ Conjunto extrator tipo Soxhlet;
- ✓ Balança analítica;
- ✓ Vidrarias de laboratório (balões, condensadores, etc.);
- ✓ Termômetro;
- ✓ Cronômetro;
- ✓ Papel de filtro;
- ✓ Frascos para armazenamento;

### 2.2.2 Procedimento

As folhas de citronela secas e trituradas foram pesadas (cerca de 20g) e acondicionadas em um cartucho de papel filtro e inseridas no extrator Soxhlet. Em seguida, foi adicionado 250 ml de álcool etílico ao balão de 500ml e realizou-se a montagem do equipamento completo (balão, extrator e condensador). Após esse procedimento, a fonte de aquecimento foi ligada para elevar a temperatura do solvente e possibilitar o refluxo, permitindo que o solvente entre em contato com a citronela e extraia os compostos voláteis. O equipamento realizou ciclos automáticos onde o solvente entrou em contato com a matriz sólida da citronela, proporcionando uma extração eficiente dos óleos essenciais. O processo de extração continuou até que o líquido no balão adquiriu cor e aroma característicos da citronela, indicando a conclusão da extração. Esse procedimento seguiu a metodologia estabelecida para extração de lipídeos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Após o procedimento, o extrato (solução álcool-citronela) foi submetido a uma destilação simples. A temperatura e pressão foram ajustadas, para atingir o ponto de ebulição do álcool e o processo de evaporação foi monitorado até que todo o álcool ser removido, deixando apenas o óleo essencial.

A evaporação do álcool é um passo crucial na obtenção do óleo essencial puro de citronela. Este procedimento é de suma importância para garantir a qualidade e a pureza do produto final, e pode ser embasado por teorias abordadas diversos autores, a exemplo de Meireles (2013) em seu livro “Técnicas de Separação em Química Orgânica”, onde discute detalhadamente métodos de purificação de compostos orgânicos, incluindo a destilação e evaporação de solventes, fornecendo percepções sobre os princípios teóricos por trás dos procedimentos práticos envolvidos na obtenção de óleos essenciais.

Antes de iniciar o procedimento de recuperação do óleo essencial de citronela, foi necessário seguir algumas etapas, como as descritas abaixo:

- ✓ Quando todo o álcool foi evaporado, desligar a fonte de aquecimento e deixar o óleo essencial esfriar.
- ✓ Filtrar com o auxílio de um papel de filtro e um funil de separação para remover quaisquer impurezas residuais.
- ✓ Transferir o óleo essencial purificado para um frasco escuro.
- ✓ Armazenar o frasco de óleo essencial em um local fresco, ao abrigo da luz.
- ✓ Utilizar equipamentos de proteção individual, como óculos de proteção e luvas, durante todo o procedimento.
- ✓ Manipular os solventes em uma capela de exaustão para evitar a inalação de vapores tóxicos.
- ✓ Estar ciente dos riscos associados aos solventes inflamáveis e seguir as precauções de segurança adequadas.

### **2.3 Avaliações do conhecimento**

A avaliação dos discentes foi realizada ao longo do processo de ensino aprendizagem envolvendo a interação dos alunos durante a aplicação do projeto e a participação dos alunos nas discussões e atividades propostas, como o jogo de palavras cruzadas (APENDICE C). A eficácia do projeto foi averiguada por meio de um questionário aplicado após as atividades (APENDICE D). Esta abordagem teve como base as teorias da educação e psicologia cognitiva em conformidade com Freire (1996) e Vygotsky (1998).

A atividade com palavras cruzadas foi elaborada pelos pesquisadores por meio do site <https://puzzle.org/pt>. A inclusão desse jogo como parte do projeto não apenas torna o aprendizado mais divertido e envolvente, mas também reforçará os conceitos aprendidos durante a aula. O aspecto lúdico incentiva a participação ativa dos alunos e ajuda a reforçar os conhecimentos adquiridos, enquanto promove a conscientização sobre a importância da prevenção das arboviroses.

Os resultados do questionário serão utilizados para verificar se houve um aumento no entendimento dos alunos sobre a extração, propriedades e aplicações do óleo de citronela como repelente natural, busca-se ainda analisar a eficácia do projeto em aspectos como didática, tempo, linguagem, conteúdos apresentados, críticas e sugestões.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Ecologia Química

A ecologia química é um campo interdisciplinar que tem ganhado destaque crescente nas últimas décadas (ZARBIN, 2010). Segundo Oliveira e Silva (2022), ela se caracteriza pela integração de conceitos da ecologia e da química, buscando compreender as interações entre os organismos e seu ambiente através dos compostos químicos presentes. Nesse sentido, conforme ressaltado por Santos *et al.* (2022), a análise dos compostos químicos produzidos pelos organismos e sua influência nas interações ecológicas têm se revelado crucial para uma compreensão mais profunda dos ecossistemas. Conforme destacado por Silva (2021), a ecologia química oferece uma perspectiva única para desvendar os intrincados mecanismos que moldam as comunidades ecológicas e sua dinâmica ao longo do tempo.

Zhang, Dicke e Baldwin (2020) enfatizam que essa disciplina investiga os sinais químicos produzidos e detectados pelos organismos para interagir com outros seres vivos e com o meio ambiente circundante. Estes sinais incluem, por exemplo, compostos voláteis liberados por plantas para atrair polinizadores ou repelir herbívoros, feromônios usados por animais para comunicação intraespecífica e substâncias químicas liberadas por microrganismos no solo que afetam o crescimento das plantas (DICKE; BALDWIN, 2010). Ao aplicar os princípios da teoria ecológica, que busca entender as relações entre os organismos e seu ambiente, em conjunto com os fundamentos da química orgânica e analítica, a ecologia química explora como esses sinais químicos influenciam a estrutura das comunidades, as interações entre espécies e os padrões de distribuição e abundância de organismos, contribuindo não apenas para uma compreensão mais profunda dos processos ecológicos, mas também para a conservação (PARE, TUMLINSON & ADLER, 2013).

No contexto da ecologia química, os organismos frequentemente produzem e percebem uma ampla gama de compostos químicos que desempenham papéis importantes em diversas interações ecológicas, esses compostos podem funcionar como sinais de comunicação intraespecífica, alertas de perigo ou atraentes de predadores como destacado por Lewinsohn (2018). Nesse sentido, a compreensão dos aspectos relacionados às interações ecológicas e químicas do *Aedes aegypti* é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção de enfermidades como dengue, zika e chikungunya (GUBLER, 2011).



### 3.2 *Aedes aegypti*

A origem provável do *Aedes aegypti* é da região etiópica, como documentada por Linnaeus (1762), sendo originário de regiões tropicais e subtropicais que se adaptou ao ambiente urbano e periurbano, onde encontra condições ideais para sua proliferação (KRAEMER *et al.*, 2019). Como afirmado por Pereira (2023), essa adaptação está intrinsecamente ligada a processos químicos que ocorrem em seu organismo e no ambiente ao seu redor. A fisiologia desse agente envolve vários mecanismos químicos complexos, como a metabolização de nutrientes para obter energia e a síntese de substâncias que permitem sua sobrevivência e reprodução, a exemplo da fêmea do mosquito que requer nutrientes adicionais, como proteínas presentes no sangue, para o desenvolvimento dos ovos (Krokovsky *et al.*, 2012). Além disso, o mosquito utiliza sinais químicos para localizar seus hospedeiros e se orientar no ambiente. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) exalado pelos seres humanos é um dos principais atrativos para o mosquito, que detecta esse gás através de receptores químicos em suas antenas (MCMENIMAN *et al.*, 2014). Diversos estudos têm se concentrado em aspectos químicos relacionados ao *Aedes aegypti*. Segundo Oliveira *et al.* (2015) e Manoukis *et al.* (2020), os feromônios são substâncias químicas voláteis secretadas por esse vetor, principalmente pelas fêmeas, para atrair machos durante o acasalamento. Investigações têm se voltado para a identificação e síntese desses feromônios, visando o desenvolvimento de armadilhas e iscas atrativas como estratégias de controle populacional. Além disso, o olfato é essencial na busca de hospedeiros para alimentação sanguínea e na descoberta de locais para reprodução, conforme destacado por McBride (2016). Estudos como os de Leal (2008) identificaram compostos químicos específicos que influenciam a escolha dos locais de oviposição pelo mosquito. Essas descobertas são fundamentais para manipular o ambiente e reduzir a reprodução do vetor, complementando as estratégias de controle.

### 3.3 Repelentes

Segundo Carvalho *et al.* (2020), repelente é uma substância química que transforma a atmosfera nociva para os insetos ao redor da pele humana, impedindo a sua picada. Um repelente eficaz deve ser capaz de repelir diversas espécies ao mesmo tempo, ter pelo menos 8 horas de eficácia, não ser tóxico, possuir um aroma agradável, ser resistente à água e ser economicamente viável. Lamentavelmente, nem sempre é possível atender a essas prescrições (Stefani *et al.*, 2009). Jangir e Prasad (2023) destacam que inseticidas e repelentes disponíveis no mercado e amplamente utilizados pelas pessoas para proteção pessoal são produzidos

principalmente à base de piretróides. Os piretróides são versões sintéticas das piretrinas (extraídas das plantas do gênero *Chrysanthemum*) desenvolvidas para melhorar sua estabilidade e eficácia como inseticidas, que apesar de serem estruturalmente similares às piretrinas naturais, têm uma persistência maior no ambiente e uma toxicidade potencialmente maior para os seres humanos e outros organismos não alvos (HERINGER & DÍAZ-ALBITER, 2019). Nesse sentido, Silva *et al.* (2019) alertam que a síntese de repelentes naturais contribui para estratégias sustentáveis de controle de mosquitos ao reduzir os impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana, promovendo o uso responsável dos recursos naturais.

Os repelentes exercem sua ação por meio de diversos mecanismos que causam interferência nos receptores sensoriais dos insetos, que podem incluir a modificação ou bloqueio das respostas dos receptores olfativos dos neurônios, a ativação de um receptor odorífero específico que interfere na capacidade atrativa do inseto, bem como a capacidade de sequestrar compostos atrativos. Além disso, os repelentes podem interagir com receptores gustativos, alterando suas percepções (DICKENS & BOHBOT, 2013). Estudos realizados por Syed e Leal (2008) demonstraram que a aplicação de DEET (N,N-dietil-3-metilbenzamida) na pele humana resultou em uma modificação do "perfil químico" dos compostos voláteis liberados, o que reduziu a atratividade dos mosquitos pela pele tratada.

### 3.4 Citronela

A citronela *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (figura 1) é uma gramínea, pertencente à família Poaceae, originária do Ceilão e sul da Índia, conhecida popularmente como citronela, citronela-do-ceilão, lenabatu-grass, cidródo-paraguai. É uma planta perene, de clima tropical ou subtropical, que possui folhas planas, inteiras, estreitas, longas (0,5-1 m de altura), com margens ásperas, aspecto curvo, com aroma semelhante ao do eucalipto. No seu período de crescimento, é exigente em chuvas, mas próximo à colheita o excesso de precipitação afeta o teor e a qualidade do óleo (SILVA *et al.*, 2017). Trata-se de uma planta aromática que ficou conhecida por fornecer matéria prima para a fabricação de repelentes contra mosquitos, devido à propriedade de afastar os insetos sem exterminá-los, não provocando um desequilíbrio ambiental (MENEZES, 2005).

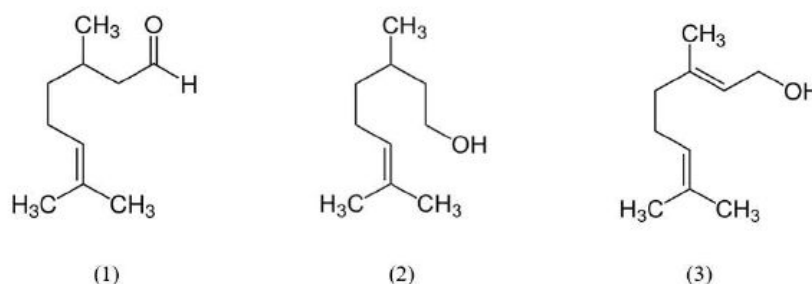
**Figura 1** – Citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle)



Fonte própria 14/03/2024

O óleo extraído da citronela possui constituintes importantes como o geraniol, citronelol e citronelal (figura 2) (HIGUCHI, 2022). De acordo com Bakkali *et al.* (2008) os componentes ativos da citronela podem afetar os insetos através da interferência com seu sentido de olfato e a indução de respostas comportamentais adversas. A presença desses fitoquímicos fazem com que a citronela seja um dos produtos mais utilizados em repelentes naturais existentes no mercado, onde suas concentrações variam de 5-10%, esse valor é menor do que a maioria dos outros comerciais repelentes porque concentrações mais elevadas podem causar sensibilidade na pele (MAIA & MOORE, 2011). Pesquisas realizadas por Santos, Oliveira e Lima (2020) discutem a estrutura química e as propriedades repelentes do citronelal, geraniol e citronelol, afirmando que esses compostos têm mostrado eficácia contra mosquitos.

**Figura 2** – (1) Citronelal, (2) citronelol e (3) geraniol



Fonte: HIGUCHI, 2022

O citronelal, um aldeído monoterpênico, é o componente predominante do óleo essencial de citronela. Sua estrutura química contém uma cadeia carbonílica (grupo aldeído) e

um grupo isopreno reconhecido por sua eficácia como agente repelente (MAIA & MOORE 2011; OLIVEIRA *et al.* 2019). O geraniol, um álcool monoterpênico, compartilha características estruturais com o citronelal, porém, possui um grupo hidroxila (OH) em vez de um grupo carbonila (C=O). Estudos realizados por Silva *et al.* (2017) destacam a ação repelente do geraniol contra mosquitos vetores de doenças, corroborando com sua utilização em produtos repelentes naturais. O citronelol, também é um álcool monoterpênico que apresenta uma estrutura com um grupo hidroxila ligado a uma cadeia que possui um grupo isopreno. Pesquisas conduzidas por Santos e colaboradores (2015) têm explorado as aplicações do citronelol como repelente de mosquitos, destacando sua eficácia e segurança para uso humano.

A eficácia e durabilidade dos repelentes naturais de citronela têm sido objeto de estudos científicos. Maia e Moore (2011) afirmam que a eficácia desses compostos pode variar dependendo de fatores como concentração, formulação do produto e condições ambientais. Além disso, estudos têm investigado a durabilidade da infusão de citronela na pele humana (CARVALHO *et al.*, 2020). Segundo pesquisa realizada por Tong *et al.* (2011), fatores como sensibilidade da pele, quantidade aplicada e condições ambientais podem influenciar a durabilidade do efeito repelente da citronela. A presença de suor, exposição à água e atividade física também têm sido identificados como fatores que podem afetar a eficácia e durabilidade dos repelentes de citronela na pele.

### **3.5 Extrações de Óleos Essenciais**

A seleção da técnica de extração de óleos essenciais é um processo complexo que requer considerações minuciosas sobre as propriedades da planta em questão, bem como os objetivos específicos em relação ao tipo de óleo essencial desejado (COSTA & PEREIRA, 2019). Estudos conduzidos por Oliveira e Silva (2018) e Santos, Oliveira e Lima (2020) têm demonstrado a importância de levar em conta fatores econômicos e ambientais na escolha da técnica de extração.

Outros aspectos relevantes incluem a análise cuidadosa das condições de extração, incluindo temperatura, pressão, tempo de extração e solvente utilizado, que é crucial para garantir a qualidade e pureza dos óleos essenciais obtidos (COSTA & PEREIRA, 2019; SOUZA *et al.*, 2021). Tais parâmetros influenciam diretamente na eficiência da extração e na preservação das propriedades terapêuticas dos óleos essenciais (FRANCA, 2005). Portanto, a seleção adequada da técnica de extração e o controle rigoroso das condições de processo são aspectos essenciais para o sucesso na produção de óleos essenciais de alta qualidade.

Franca *et al.* (2005) destacam a importância das técnicas de extração na indústria de óleos essenciais. Dentre as técnicas existentes, se destacam a destilação a vapor, a extração por solventes e a prensagem. Estudos ressaltam a eficácia da destilação a vapor na preservação das propriedades terapêuticas dos óleos essenciais. Segundo Almeida *et al.* (2012), esta técnica é comumente utilizada para extrair óleos essenciais de plantas nativas do Brasil, como a erva-mate e o capim-limão. Lima e outros pesquisadores (2016) relatam acerca da extração de óleos essenciais de frutas cítricas brasileiras, como laranja e limão, por prensagem a frio. Suas descobertas destacam a eficiência desta técnica para preservar os compostos voláteis e os benefícios nutricionais dos óleos. Santos e colaboradores (2018) exploraram a extração de óleos essenciais de plantas da Amazônia utilizando solventes orgânicos e suas pesquisas enfatizam a importância da escolha adequada do solvente e das condições de extração para obter produtos de alta qualidade e pureza.

Dentre os solventes utilizados para extração, o etanol vem sendo amplamente estudado, por não ser tóxico e possuir riscos menores de manipulação quando comparado a outros solventes orgânicos (BAUMLER, CARRÍN & CARELLI, 2017). No âmbito da extração do óleo essencial de citronela, o álcool 70% tem sido amplamente estudado como solvente eficaz, Oliveira *et al.* (2019) destacam esse solvente é capaz de extrair os componentes voláteis da citronela de forma eficiente, preservando suas propriedades repelentes contra o *Aedes aegypti*. Além disso, o álcool 70% é uma opção segura e amplamente disponível, tornando-se uma escolha viável para a extração de óleos essenciais em diversos contextos.

### 3.5.1 Extração por Solventes

A extração por solventes é um procedimento operacional que visa à separação de componentes específicos (FELLOWS, 2006). Nesse método, um componente, seja ele extraível ou solúvel, é distribuído entre duas fases distintas, conforme determinado pelo equilíbrio estabelecido pela natureza do componente (grau de polaridade). Após a introdução do solvente no sistema, esse se enriquece continuamente com o componente extraível, alcançando um estado de equilíbrio (OETTERER *et al.*, 2006). As fases em questão podem ser constituídas por um sólido e um líquido, dois líquidos imiscíveis ou ainda um sólido ou líquido em conjunto com um gás (ORDÓÑEZ, 2005).

A extração sólido-líquido é um processo que visa a remoção de um componente desejado, denominado soluto, de um substrato sólido, como um alimento, utilizando um líquido, chamado solvente, capaz de dissolver o soluto. Durante o curso da extração, ocorre a

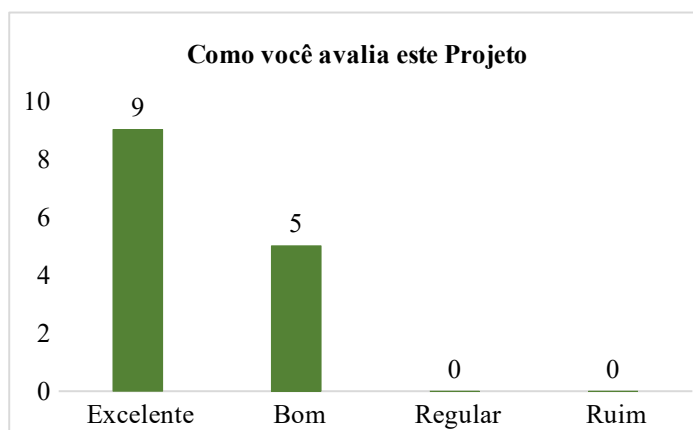
transferência de massa do soluto do sólido para o solvente, atravessando três etapas distintas: a dissolução do soluto no solvente, a migração da solução através das partículas do sólido até sua superfície e, por fim, a dispersão da solução por todo o volume do solvente. O tempo necessário para completar o processo de extração é influenciado pela solubilidade do soluto no solvente, pela temperatura de extração, pela área superficial dos sólidos, pela viscosidade do solvente e pela taxa de fluxo do mesmo (FELLOWS, 2006). Os solventes mais utilizados para esse tipo de extração são a água e alguns solventes orgânicos como o hexano, heptano, diclorometano, éter, clorofórmio, benzeno e etanol (ORDÓÑEZ, 2005).

A técnica de extração de Soxhlet é amplamente utilizada em diversos campos da química, incluindo a extração de óleos essenciais de plantas. No contexto brasileiro, encontramos referências que abordam essa técnica e sua aplicação na obtenção de compostos naturais. Um autor que discute a extração de compostos naturais é Eduardo de Magalhães Braga, em seu livro "Introdução à Engenharia Ambiental" (2017). Braga (2017) explora diversos métodos de extração, incluindo a técnica de Soxhlet, destacando sua aplicação na obtenção de extratos vegetais e óleos essenciais.

#### 4 RESULTADOS E ANÁLISE

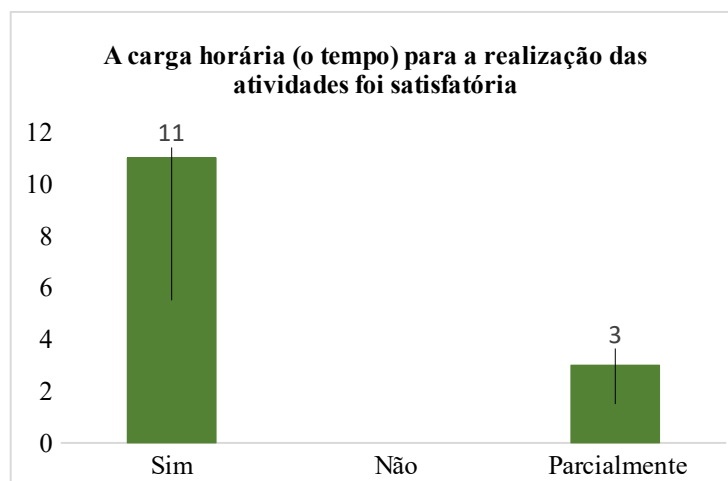
O projeto de intervenção foi aplicado no dia 08/05/2024, com 14 alunos do 2º e 3º ano do EJA da Escola Colégio Estadual Dom Alano Marie Du Noday. Ao final das atividades os discentes responderam a um questionário de avaliação do projeto (APÊNDICE D). Os resultados do questionário de avaliação do projeto de intervenção podem ser visualizados nas figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

**Figura 3** – Gráfico das respostas dos discentes para questão: Como você avalia este projeto.



É possível observar na figura 3 que a maioria dos discentes avaliou o projeto como excelente (64 %) enquanto os demais avaliaram como bom (36%) e nenhum dos educandos avaliou negativamente o projeto.

**Figura 4** – Gráfico das respostas dos discentes para questão: A carga horária (o tempo) para a realização das atividades foi satisfatória.



A avaliação da carga horária do projeto (figura 4) revelou uma perspectiva diversificada entre os participantes. Dos 14 avaliadores, 11 (79%) expressaram que a carga horária estabelecida foi considerada ideal para a realização das atividades propostas. Essa maioria apontou que o tempo disponível permitiu uma abordagem detalhada dos conteúdos, proporcionando uma compreensão sólida dos conceitos apresentados. Por outro lado, 3 (21%) avaliadores manifestaram uma avaliação parcial em relação à carga horária do projeto. Esses participantes sentiram que o tempo disponível foi insuficiente para explorar alguns temas de forma mais ampla.

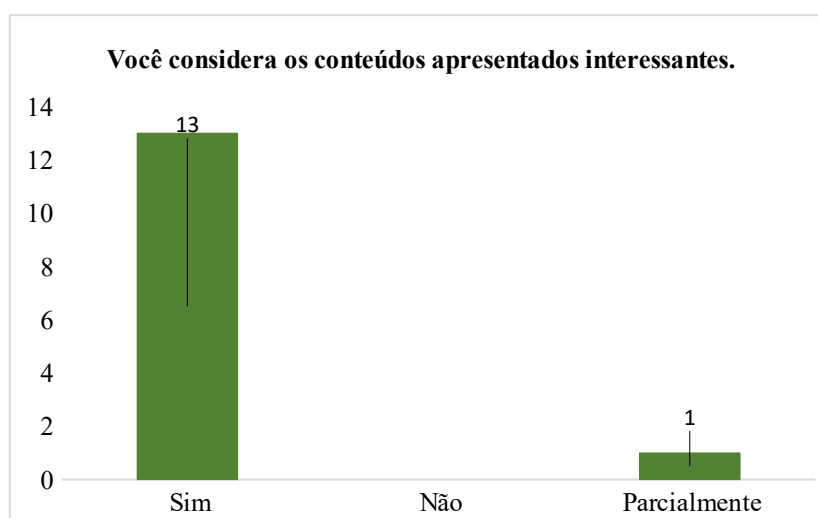
**Figura 5** – Gráfico das respostas dos discentes para questão: Sobre a didática e metodologia utilizada no projeto, como você avalia?



Com relação a didática e metodologia utilizada no projeto (figura 5), houve uma distribuição equilibrada dentre as percepções dos educandos que variavam entre excelente e boa, evidenciando que a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) propiciou aos discentes a oportunidade de desenvolver habilidades e análise crítica para resolução de problemas, fomentando uma aprendizagem autônoma e significativa. Esta abordagem educacional buscou integrar teoria e prática, estimulando a reflexão e a tomada de decisões diante dos desafios propostos. Cabe ressaltar que a metodologia empregada, que se coaduna com as concepções de Paulo Freire e Vygotsky, mostrou-se eficaz ao fomentar a participação ativa dos discentes no processo de ensino-aprendizagem. Tanto a exposição teórica quanto o material em vídeo (APÊNDICE B) estabeleceram um ensino problematizado e contextualizado, promovendo, assim, um engajamento mais profundo e uma interação significativa dos estudantes com o tema proposto.

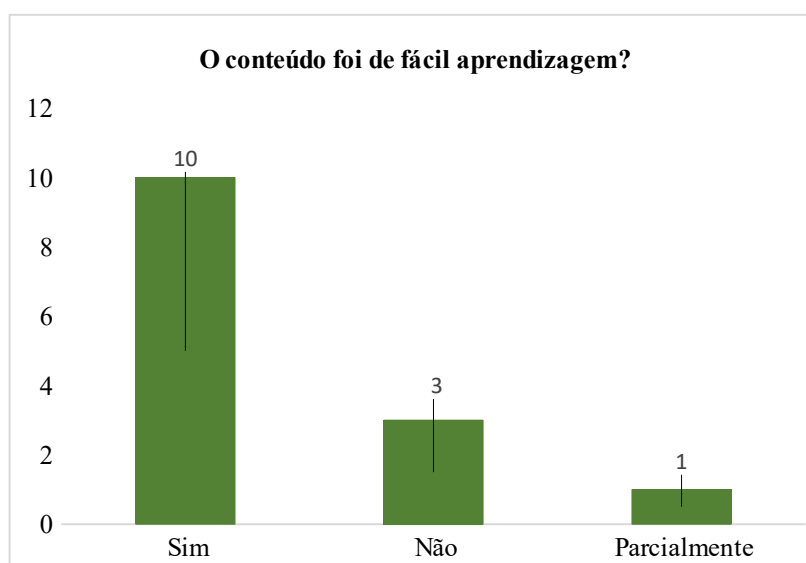
**Figura 6** – Gráfico das respostas dos discentes para questão: Você considera os conteúdos apresentados interessantes.





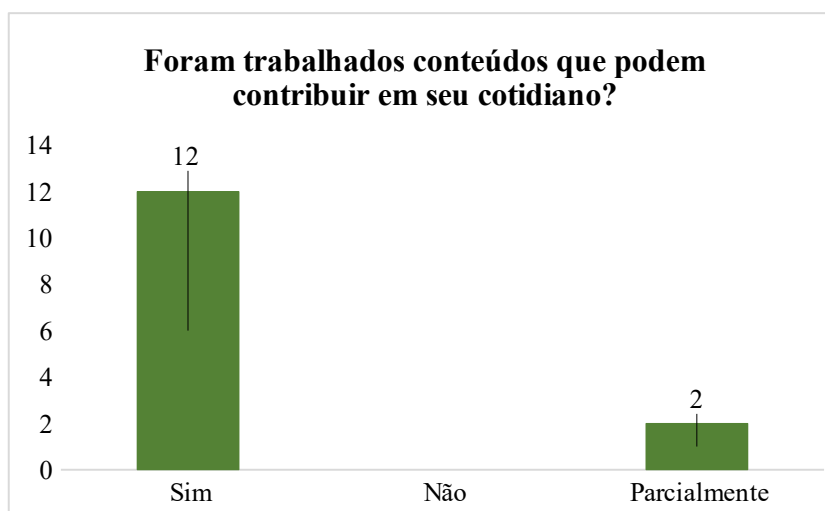
A análise do conteúdo apresentado no projeto revelou uma avaliação predominantemente positiva por parte dos educandos que consideraram o conteúdo apresentado como interessante (figura 6). Em síntese, a análise do conteúdo apresentado revelou uma ampla aceitação e apreciação por parte da maioria dos discentes. A diversidade e pertinência dos temas foram reconhecidas como pontos positivos, contribuindo para uma experiência de aprendizado enriquecedora e significativa. No entanto, a observação de uma avaliação parcial destaca a importância contínua de aprimorar e refinar a qualidade do conteúdo apresentado, garantindo que todas as áreas sejam abordadas de forma completa e abrangente.

**Figura 7** – Gráfico das respostas dos discentes para questão: O conteúdo foi de fácil aprendizagem.



Todavia, a análise da facilidade de aprendizagem do conteúdo apresentado revelou uma variedade de perspectivas entre os educandos (figura 7). Enquanto a maioria considerou o material de fácil assimilação, algumas vozes minoritárias expressaram dificuldades ou uma avaliação parcial da facilidade de aprendizagem. Essas observações destacam a importância de uma abordagem pedagógica flexível e adaptativa, capaz de atender às necessidades individuais dos alunos e garantir uma experiência de aprendizado eficaz.

**Figura 8** – Gráfico das respostas dos discentes para questão: Foram trabalhados conteúdos que podem contribuir em seu cotidiano?



Em relação a sua aplicabilidade dos conteúdos trabalhados no projeto no cotidiano (figura 8), os discentes revelaram uma percepção predominantemente positiva por parte da maioria dos alunos que reconheceu a utilidade prática dos conteúdos apresentados e sua relevância para a vida diária, destacando a importância de incorporar elementos que possam ser diretamente aplicados em diferentes contextos e situações do cotidiano. Entretanto, dois participantes manifestaram uma avaliação parcial em relação à utilidade demonstrando uma necessidade de uma maior exemplificação da relevância do projeto para o nosso dia a dia.

No questionário foram disponibilizadas duas questões subjetivas onde eles deveriam expressar sobre a existência de algum ponto que considerou mais interessante durante a aula, e em caso positivo, foi solicitado que eles descrevessem o referido ponto, também foi solicitado aos educandos que registrassem críticas ou sugestões ao projeto de intervenção. Na primeira questão os alunos escreveram que “Não houve nada que eu não gostasse, gostei de todos os pontos”, “Todos foram muito interessantes”, “A explicação da professora sobre a citronela”, “Quando demonstrou a amostra do óleo da citronela”,

“Aprender sobre a extração do óleo da citronela”, “A utilização dos repelentes naturais” e “Foi excelente”.

A diversidade de aspectos elencados pelos alunos como pontos favoráveis da aula reflete a amplitude das informações apresentadas e a eficácia com que foram transmitidas. É notável que distintos elementos, como a exposição acerca da citronela, a demonstração prática da extração do óleo essencial e a discussão sobre a aplicação dos repelentes naturais, foram devidamente valorizados pelos discentes. Tal fato sugere que a abordagem multidisciplinar utilizada foi bem recebida e contribuiu para uma experiência de aprendizagem rica e multifacetada.

Em se tratar das críticas e sugestões, a maioria dos alunos apenas registrou “O projeto foi maravilhoso”, “foi muito bom, continue nesse caminho” e “muito bom” e um dos discentes afirmou que o ponto negativo foi “não ter ido para o laboratório”. É imprescindível abordar essa crítica relevante levantada pelo aluno, que aponta para a ausência de aulas práticas no laboratório. Essa observação evidencia uma lacuna significativa que merece ser endereçada no aprimoramento do projeto, especialmente considerando-se a importância das experiências práticas para complementar o embasamento teórico. Deve-se salientar que, embora a escola não disponha de espaço laboratorial, é essencial reconhecer a necessidade de incorporar atividades experimentais em futuras interações do projeto. Essas atividades práticas são fundamentais para proporcionar uma aprendizagem mais completa e abrangente aos alunos, enriquecendo sua experiência educacional e promovendo uma compreensão mais aprofundada dos conceitos apresentados. Portanto, é imperativo considerar a inclusão de atividades práticas como uma estratégia fundamental para aprimorar a qualidade do ensino oferecido e garantir um desenvolvimento mais holístico dos educandos.

#### **4 CONCLUSÃO**

Com base nos resultados obtidos durante a aplicação do projeto de intervenção podemos inferir que o mesmo permitiu a ampliação do conhecimento dos alunos sobre repelentes naturais, com ênfase no óleo de citronela, aumentando o entendimento dos discentes sobre alternativas naturais para o controle de vetores.

A maioria dos discentes considerou que o tempo disponível permitiu uma abordagem significativa dos conteúdos, proporcionando uma compreensão sólida dos conceitos apresentados.

Em se tratar da didática e metodologia, houve uma distribuição equilibrada entre as percepções dos alunos entre excelente e boa, evidenciando que a metodologia ativa de

Aprendizagem Baseada em Problemas propicia aos discentes a oportunidade de desenvolver habilidades e análise crítica para resolução de problemas. Tanto a exposição teórica quanto o vídeo estabeleceram um ensino problematizado e contextualizado, promovendo um engajamento mais profundo e uma interação significativa dos estudantes com o tema proposto.

A análise do conteúdo revelou uma ampla aceitação e apreciação por parte da maioria dos discentes. A diversidade e pertinência dos temas foram reconhecidas como pontos positivos, contribuindo para uma experiência de aprendizado enriquecedora e significativa. A maior parte dos alunos considerou o material de fácil assimilação, entretanto alguns alunos expressaram dificuldades ou uma avaliação parcial da facilidade de aprendizagem, o que evidencia a importância de uma abordagem pedagógica flexível e adaptativa, capaz de atender às necessidades individuais dos alunos e garantir uma experiência de aprendizado eficaz.

Em relação à aplicabilidade dos conteúdos trabalhados no projeto no cotidiano, os discentes revelaram uma percepção predominantemente positiva, reconhecendo a utilidade prática dos conteúdos apresentados e sua relevância para a vida diária, salientando a importância de incorporar elementos que possam ser diretamente aplicados em diferentes contextos e situações do cotidiano.

Em síntese, os resultados obtidos revelam que a abordagem adotada logrou êxito ao estimular a participação ativa dos alunos e ao fomentar a construção do conhecimento acerca da citronela e suas aplicações.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. R., ALBUQUERQUE, T. L., FREITAS, S. M., & LIMA, M. A. (2012). Extração de óleo essencial de plantas medicinais por destilação a vapor: uma revisão. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 6(6), 1125-1135.
- BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., & IDAOMAR, M. (2008). **Biological effects of essential oils** – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- BAUMLER, A., CARRIN, M. E. C., & CARELLI, G. (2017). **Bioprocessos: princípios e aplicações**. LTC.
- BRAGA, E. M. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Ed. LTC, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. (2017). Protocolo de Manejo Clínico e Vigilância Epidemiológica da Febre Amarela. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo\\_manejo\\_clinico\\_vigilancia\\_febre\\_ama\\_rela.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_manejo_clinico_vigilancia_febre_ama_rela.pdf)>. Acesso em: 15 março 2024.
- CARDOSO, J. C., DA SILVA, A. R., & DE LIMA, M. M. (2018). Identificação de compostos químicos envolvidos na atração do mosquito *Aedes aegypti*. **Revista de Entomologia Aplicada**, 42(3), 345-352.
- CARVALHO, C., CASSEY, P., COSTA, J., SCHIFFLER, G., & DICKMAN, C. (2020). Repellents: Guiding a search for safer formulations. **Trends in Ecology & Evolution**, 35(3), 209-212.
- COSTA, M. L.; PEREIRA, L. R. (2019). Extração de óleos essenciais: métodos, solventes e variáveis operacionais. **Química Nova**, 42(3), 319-326.
- DICKE, M.; BALDWIN, I. T. (2010). The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the 'cry for help'. **Trends in Plant Science**, 15(3), 167-175.
- DICKENS, J. C.; BOHBOT, J. D. (2013). Mini review: Mode of action of mosquito repellents. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 106(3), 149–155. doi:10.1016/j.pestbp.2013.02.006
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FRANCA, L. F., Oliveira, L. S., & Ferreira, S. L. C. (2005). Desenvolvimento de metodologia para extração de óleo essencial de erva-doce (*Pimpinella anisum*, L.) utilizando planejamento experimental. **Química Nova**, 28(1), 28-31.
- FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra.

GUBLER, D. J. (2011). Química do *Aedes aegypti*: Estratégias de controle e prevenção de doenças. **Journal of Medical Entomology**, 48(6), 1243-1254.

HERINGER, O. A., & DÍAZ-ALBITER, H. M. (2019). Current scenario of the main plant-derived repellents: A review. **Insects**, 10(11), 372.

HIGUCHI, C. T. **Desenvolvimento de repelente com óleo de citronela em matriz nanotecnológica e sua avaliação de segurança e eficácia**. 91p. Tese (Doutorado em Química – Ciência e Tecnologia da Sustentabilidade) – Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2022.

IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 1ª ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.

JANGIR, P. K.; PRASAD, A. Insecticide susceptibility status on *Aedes aegypti* (Linn) and *Aedes albopictus* (Skuse) of Chittorgarh district, Rajasthan, India. **Experimental Parasitology**. v 254, November 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2023.108619>

KRAEMER, M. U., SINKA, M. E., DUDA, K. A., MYLNE, A. Q., SHEARER, F. M., BARKER, C. M.; HAY, S. I. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. **Scientific data**, 6(1), 2019, 1-8.

KROKOVSKY, L., HARRINGTON, L. C., & BIRRENKOTT, G. Repellency of IR3535, KBR3023, para-menthane-3,8-diol, and DEET to black salt marsh mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the Everglades National Park. **Journal of Medical Entomology**, 49(1), 2012, 138-146.

LEAL, W. S. Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. **Annual review of entomology**, 53, 2008, 399-421.

LEWINSOHN, T. M. Compostos químicos na ecologia: implicações para a comunicação e o comportamento de insetos. **Ecologia Aplicada**, 10(Supl 2), 2018, 1681-1699.

LIMA, G. C., PAIVA, R., BANDEIRA, P. N., & SIQUEIRA, E. M. A. Extração e caracterização do óleo essencial de cascas de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Brazilian Journal of Development**, 2(1), 2016, 1151-1160.

LINNAEUS, C. *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitae, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas* (Vol. 2). Impensis Laurentii Salvii, 1762.

MAIA, M. F.; MOORE, S. J. Plant-based insect repellents : a review of their efficacy, development and testing. **Malaria Journal**, v. 10, n. Suppl 1, 2011, p. 1–15.

MANOUKIS, N. C., ROELOFS, W. L., & GUERENSTEIN, P. (2020). *Aedes aegypti* microsatellites as a tool for population and disease control. **Bulletin of the Entomological Society of America**, 66(1), 2020, 107-113.

MCBRIDE, C. S. Genes and odors underlying the recent evolution of mosquito preference for humans. **Current Biology**, 26(6), R41-R46, 2016.

MCMENIMAN, C. J., CORFAS, R. A., MATTHEWS, B. J., RITCHIE, S. A., & VOSSHALL, L. B. Multimodal integration of carbon dioxide and other sensory cues drives mosquito attraction to humans. *Cell*, 156(5), 2014, 1060-1071.

MEIRELES, M. M. "**Extração de componentes de plantas medicinais e de interesse industrial**". Editora Nobel, 2013.

MENEZES, E.L.A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. **Seropédica**, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. p.58.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Manole, 2006. 612p.

OLIVEIRA, A. F.; SILVA, M. L. Extração de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais. **Scientia Plena**, 14(4), 1-9, 2018.

OLIVEIRA, D. S., CARVALHO, L. R., MELO, L. F. S., AYRES, C. F. J., & GUEDES, R. N. C. Microbial control of *Aedes aegypti* mosquitoes: A laboratorial investigation. **Journal of Invertebrate Pathology**, 132, 2015, 12-18.

OLIVEIRA, J. A.; SILVA, R. B. **Ecologia Química: Integração de conceitos da ecologia e da química para compreender as interações entre organismos e ambiente**. Editora Ciência Moderna, 2022.

OLIVEIRA, J. F.; LIMA, A. R.; SOUZA, P. T.; FERREIRA, M. E.; COSTA, L. C.; BARBOSA, R. S. Síntese e caracterização de compostos derivados de plantas com atividade repelente contra mosquitos. **Química Nova**, 41(2), 2018, 160-169.

OLIVEIRA, T. F., REIS, J. G., OLIVEIRA, F. B., OLIVEIRA, F. B., ARAÚJO, A. P. A. Extração e caracterização do óleo essencial de citronela. In *Anais do III Congresso Internacional de Pesquisa Multidisciplinar em Saúde e VI Seminário de Iniciação Científica da Pós-Graduação em Saúde da UFRN*, 2019.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PARE, P. W., TUMLINSON, J. H., ADLER, L. S. Ecologia química e conservação: integrando abordagens para entender e preservar a biodiversidade. **Conservation Biology**, 27(2), 2013, 183-193.

PEREIRA, R. M. Chemical ecology of *Aedes aegypti* mosquitoes: a review. **Journal of Chemical Ecology**, 49(3), 2023, 272-285.

POWELL, J. R. "Mosquito-Borne Human Viral Diseases: Why *Aedes aegypti*?" **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 98(6), 2018, 1563-1565.

SANTOS, F. L., OLIVEIRA, J. B., PEREIRA, D. V., LIMA, J. S., SILVA, C. F. Extração de óleo essencial de espécies vegetais amazônicas. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, 16(2), 2018, 123-130.

SANTOS, J. R., LEITE, M. C., DA SILVA, A. C., GOMES, C. S., DO NASCIMENTO, M. A. M. Atividade antimicrobiana dos compostos fenólicos totais e do óleo essencial do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) sobre bactérias isoladas de infecção de trato urinário, 2015.

SANTOS, L. R., PEREIRA, F. C., NASCIMENTO, A. P., SILVA, M. C. Potencial de óleos essenciais de plantas como repelentes naturais contra mosquitos *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, 51, 82, 2017.

SANTOS, M. P., SOUZA, F. G., ALMEIDA, C. D. (2022). Análise dos compostos químicos na ecologia e suas implicações nas interações ecológicas. **Revista Brasileira de Ecologia**, 10(2), 150-165.

SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, J. F.; LIMA, L. A. (2020). Extração e aplicação de óleos essenciais de plantas medicinais. **Scientia Plena**, 16(7), 1-7.

SILVA, A. B.; RODRIGUES, C. F.; ALMEIDA, D. S.; PEREIRA, E. F.; NOGUEIRA, G. H. Repelentes naturais contra *Aedes aegypti*: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Saúde Pública**, 53, 97, 2019.

SILVA, A. B., SOUZA, C. D., OLIVEIRA, E. F. (2016). Extração e aplicação de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) como repelente natural de insetos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 18(2), 594-600.

SILVA, E. M.; OLIVEIRA, P. R.; LIMA, T. A.; SANTOS, M. J.; CARDOSO, R. F. Contribuição da síntese de repelentes naturais para estratégias sustentáveis de controle de mosquitos. **Revista Brasileira de Entomologia**, 63(1), 78-86, 2019.

SILVA, L. M. Perspectivas da ecologia química na compreensão dos mecanismos de interação entre os organismos e o ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 8(3), 2021, 275-290.

SILVA, L. P.; SANTOS, R. B.; OLIVEIRA, M. F.; ALMEIDA, J. V.; COSTA, H. L.; SOUZA, A. P. Propriedades repelentes de insetos da citronela (*Cymbopogon nardus*) e seus compostos ativos. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 65(21), 4397-4405, 2017.

SOUZA, M. S., LIMA, I. M. F., LIMA, R. C., OLIVEIRA, A. M., FEITOSA, C. M., & FEITOSA, J. P. A. Extração e caracterização do óleo essencial das folhas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. mediante a técnica de destilação por arraste de vapor d'água. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 25(3), 2021.

STEFANI, D., PIZZOL, T., FRANCO, D., MIOT, H. A., & PASSOS, R. L. (2009). Mosquito repellent from sweet basil leaves (*Ocimum basilicum*). **Environmental Science and Pollution Research**, 16(5), 2009, 1-5.

SYED, Z.; LEAL, W. S. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 105(36), 2008. 13598–13603. doi:10.1073/pnas.0805312105



TONG, F., BLOOMQUIST, J. R., DICKENS, J. C. (2011). Chemical Composition and Insecticidal Activities of Essential Oils from Different Varieties of Citronella. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 59(13), 2011, 6958-6963.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Martins Fontes, 1998.

ZARA, A.L.S.A.; SANTOS, S.M.C.; FERNANDES, E.G.; CARVALHO, R.G.; COELHO, G.E.; CRUZ, O.G. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, 25(2), 2018, 391-404.

ZARBIN, P. H. G. **Comunicação Química entre Insetos e Plantas**. Editora UFPR, 2010.

ZHANG, H., DICKE, M., BALDWIN, I. T. (2020). Sinais químicos na interação planta-inseto: dos mecanismos moleculares às aplicações na ecologia química. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 92(1), 2020, 1-29.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - Plano de Aula



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
 CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
 CURSO DE GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA EM  
 QUÍMICA <sup>EaD</sup>

## 1. IDENTIFICAÇÃO

<b>Área de conhecimento:</b> Química	<b>Tema:</b> Extração e aplicação do Oleo Essencial de Citronela como Repelente	<b>Habilidade:</b> CN12- Investigar e compreender processos de extração de substâncias naturais e suas aplicações.
<b>Escola:</b> Colégio Estadual Dom Alano Marie Du Noday em Palmas - Tocantins	<b>Turma:</b> 3º ano do Ensino Médio - EJA	<b>Docentes:</b> Erlane R. Fernandes, José G. C. Rios Serra, Ondina C. da Costa
<b>Data:</b> 08/05/2024	<b>Horário ou duração:</b> 19h50min - 21h00 min	<b>Wherie C. da Costa.</b>

## 2. PLANO

Objetivos	Conteúdo programático	Recursos:
<p><b>2.1 – Objetivo Geral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover condições para que os discentes possam compreender a metodologia de extração do óleo de citronela e articular conhecimentos sobre sua aplicação como repelente.</li> </ul> <p><b>2.2 – Objetivo Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Introduzir conceitos de extração e aplicações do óleo essencial de citronela.</li> <li>✓ Promover o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, análise crítica e resolução de problemas.</li> <li>✓ Estimular a reflexão e a tomada de decisões diante das situações-problema apresentadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ecologia Química;</li> <li>✓ Arboviroses – principalmente dengue;</li> <li>✓ Repelentes naturais;</li> <li>✓ Citronela;</li> <li>✓ Extração de óleo essencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Kit multimídia (Data show)</li> <li>✓ Quadro e pincel (caso haja necessidade).</li> <li>✓ Atividades impressas (palavras cruzadas e questionário)</li> </ul>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
 CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
 CURSO DE GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA EM  
 QUÍMICA EaD

### 3. METODOLOGIA

- ✓ O conteúdo será ministrado de forma expositiva com escuta ativa, visando assegurar um ensino problematizado e contextualizado, que se dará em conformidade com a metodologia ativa: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

### 4. PROCEDIMENTOS

1- Introdução:	2- Desenvolvimento:	3- Conclusão:
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apresentação da temática e problema: Doenças transmitidas pelo <i>Aedes aegypti</i> e a importância da citronela como repelente natural.</li> <li>✓ Contextualização do problema: como extrair e utilizar o óleo essencial de citronela.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exposição dialogada sobre a ação de repelentes naturais, com foco na citronela.</li> <li>✓ Apresentação de um vídeo demonstrativo, gravado previamente pelos docentes, sobre a extração do óleo essencial de citronela.</li> <li>✓ Realização de atividade de palavras cruzadas para reforçar os conceitos aprendidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao término da aula será aplicado um questionário de avaliação do projeto.</li> </ul>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA EM  
QUÍMICA EaD

## 5. FORMAS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- ✓ A avaliação se dará ao longo do processo de ensino aprendizagem e envolverá a interação dos alunos durante a aula e a participação dos alunos nas discussões e atividades propostas.

## 6. REFERÊNCIAS

- ✓ Silva, A. B., Souza, C. D., & Oliveira, E. F. (2016). Extração e aplicação de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) como repelente natural de insetos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 18(2), 594-600.
- ✓ IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 1ª ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.
- ✓ Meireles, Márcia M. "Extração de componentes de plantas medicinais e de interesse industrial". **Editora Nobel**, 2013.

### APÊNDICE B - Vídeo Extração do Óleo Essencial da Citronela

[https://drive.google.com/file/d/1ocjkk6sF-ClxIV\\_8BKRepA0BRvIgx\\_fh/view](https://drive.google.com/file/d/1ocjkk6sF-ClxIV_8BKRepA0BRvIgx_fh/view)

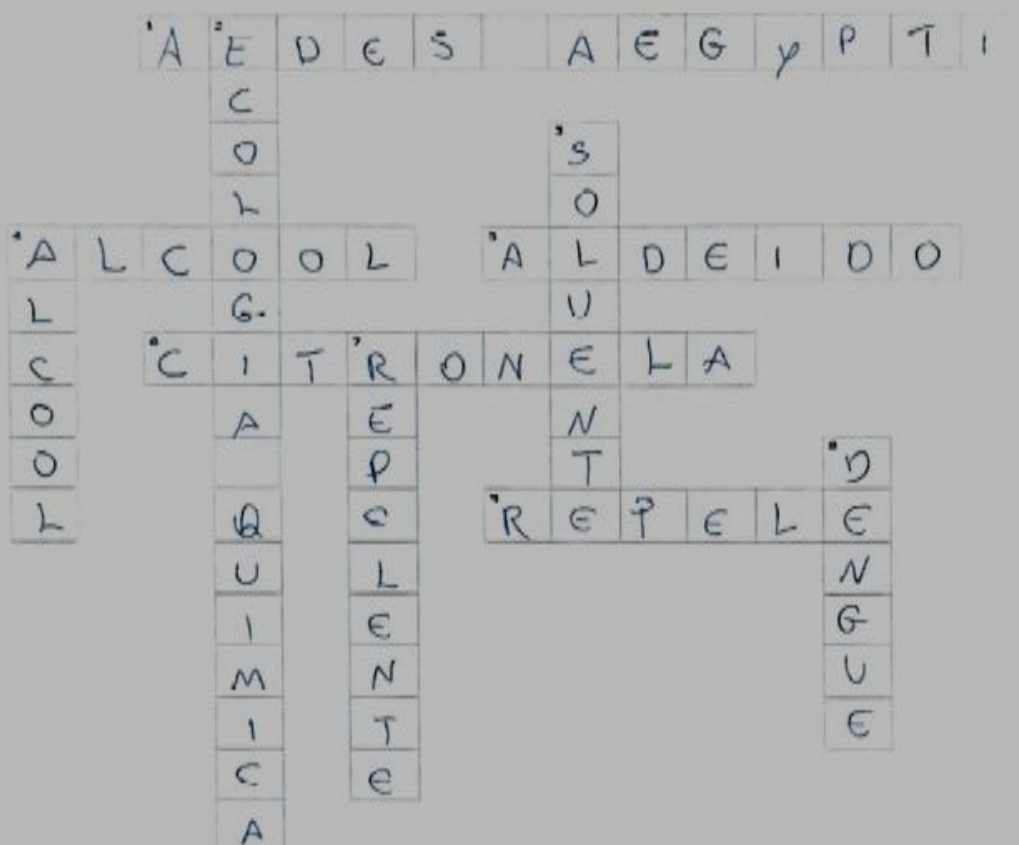


## APÊNDICE C - Palavras Cruzadas



Universidade Federal Do Tocantins (UFT)  
Universidade Aberta Do Brasil (UAB)

### A Química dos Repelentes



#### HORIZONTAL

- 1 Vetor responsável pela transmissão da dengue, zika e chikungunya.
- 4 Líquido utilizado na desinfecção que também pode ser usado como solvente.
- 6 Planta medicinal que pode ser utilizada na fabricação de repelentes.
- 9 O que óleo essencial de citronela faz com o *Aedes aegypti*

#### VERTICAL

- 2 Disciplina que investiga os sinais químicos produzidos e detectados pelos organismos para interagir com outros seres vivos e com o meio ambiente circundante
- 3 Meio utilizado para extração de óleos essenciais
- 4 Função orgânica caracterizada pela ligação entre o grupo hidroxila (-OH) e um átomo de carbono saturado
- 7 Substância utilizada para repelir insetos.
- 8 Doença transmitida pelo *Aedes aegypti*.

## APÊNDICE D - Questionário de Avaliação



Universidade Federal Do Tocantins (UFT)  
Universidade Aberta Do Brasil (UAB)

### AValiação PROJETO - QUÍMICA DOS REPELENTEs

**1 - Como você avalia este Projeto:**

- Excelente
- Bom
- Regular
- Ruim

**2 - A carga horária (o tempo) para a realização das atividades foi satisfatória?**

- Sim
- Não
- Parcialmente

**3 - Sobre a didática e metodologia utilizada no projeto, como você avalia?**

- Excelente
- Boa
- Regular
- Ruim

**4 – Você considera os conteúdos apresentados interessantes.**

- Sim
- Não
- Parcialmente

**5 – O conteúdo foi de fácil aprendizagem:**

- Sim
- Não
- Parcialmente

**6 - Foram trabalhados conteúdos que podem contribuir em seu cotidiano.**

- Sim
- Não
- Parcialmente

**7 – Teve algum ponto que você mais gostou durante a aula, se sim, escreva abaixo:**

**8 - Registre aqui sua sugestão ou crítica ao projeto.**



## ANEXOS

## ANEXO A - FOTOS DA EXECUÇÃO DO PROJETO DE INTERVENÇÃO

