

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO
CAMPUS AVANÇADO CATALÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

MICHELE CAMARGO DA SILVA

**QUÍMICA VERDE EM PROL DO MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA DE
AULA PRÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**

**CATALÃO - GO
2023**

MICHELE CAMARGO DA SILVA

**QUÍMICA VERDE EM PROL DO MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA DE
AULA PRÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Avançado Catalão, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Marccus Victor Almeida Martins.

CATALÃO - GO

2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SQ6q SILVA , Michele Camargo
 QUÍMICA VERDE EM PROL DO MEIO AMBIENTE: UMA
 PROPOSTA DE AULA PRÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO /
 Michele Camargo SILVA ; orientador Marccus Víctor
 Almeida Martins . -- Catalão, .
 p.

 TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências
 Naturais) -- Instituto Federal Goiano, Campus
 Catalão, .

 1. . I. Almeida Martins , Marccus Victor ,
 orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:
Michele Camargo da Silva

Matrícula:
2019109223130400

Título do trabalho:
Química verde em prol do meio ambiente: uma proposta de aula prática para ensino médio.

RESTRICÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Catalão

Local

04/08/23

Data

Michele Camargo da Silva
Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Marcus Victor
Assinatura do(a) orientador(a)





ATA DE DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

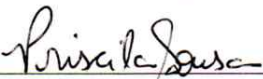
No dia quatorze do mês de junho do ano de dois mil e vinte e três, às 19 horas, reuniu-se a banca examinadora da **DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)**, composta pelos seguintes membros: Marccus Victor Almeida Martins (orientador), Anicézio José da Silveira Guimarães e Priscila Afonso Rodrigues de Sousa, para examinar o TCC intitulado QUÍMICA VERDE EM PROL DO MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA DE AULA PRÁTICA PARA ENSINO MÉDIO, da discente MICHELE CAMARGO DA SILVA, Matrícula nº 2019109223130400, do curso de Licenciatura em Ciências Naturais do IF Goiano – Campus Avançado Catalão. Após a apresentação oral do TCC, houve a arguição da discente pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela () APROVAÇÃO, APROVAÇÃO COM RESSALVA, () REPROVAÇÃO da discente obtendo a Média Final 9,4. Ao final da sessão pública de defesa foi registrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos membros da banca examinadora.

Observação:

() A discente não compareceu à defesa do TCC.


Marccus Victor Almeida Martins
Orientador


Anicézio José da Silveira Guimarães
Membro interno


Priscila Afonso Rodrigues de Sousa
Membro externo

Dedico este trabalho a minha família que muito me apoiou e me incentivou a realizá-lo, e aos meus amigos que sempre me apoiaram e compreenderam a minha ausência durante a pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família que sempre me deu força nos momentos difíceis, apoiou e incentivou para estudar. Agradeço também aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado para colaborar com meus estudos.

Agradeço a todos os professores do curso de licenciatura em Ciências Naturais que contribuíram para realização desse trabalho.

Agradeço em especial o Prof. Dr. Marccus Victor Almeida, que foi meu orientador de trabalho de conclusão de curso e professor durante todo o curso de licenciatura, sendo exemplo de como um professor deve atuar em sala de aula.

Agradeço o Prof. Me. Anicézio José da Silveira Guimarães, que esteve presente durante todo o curso, mostrando sua paixão pela educação e me inspirando ainda mais pelo curso de licenciatura.

Agradeço a Profa. Dra. Maeda Batista dos Anjos, que como professora sempre fez seu trabalho com excelência e dedicação.

Agradeço aos meus colegas, pela troca informações e compartilhamento de conhecimentos ao longo do curso.

RESUMO

A química verde é um segmento da química que se detém a atenuar ou acabar com o uso de substâncias poluidoras, bem como recuperar a qualidade do meio ambiente. Com o crescente avanço industrial a química se tornou uma ciência chave para aumento das cadeias produtivas e consequentemente suprir as demandas da população. Porém, o aumento do uso de produtos químicos gera resíduos tóxicos, poluição e degradação, para o meio ambiente. Diante deste problema, o grande desafio da química verde é apresentar processos alternativos de maneira a conscientizar governos, população e indústrias sobre a importância das tecnologias limpas voltadas para geração de menos resíduos e poluentes, bem como a utilização de reagentes alternativos e renováveis. Assim, o objetivo desse trabalho consiste em fazer uma revisão teórica sobre o surgimento da Química Verde abordando trabalhos já publicados sobre o tema. Nesse sentido, foram aplicados formulários com questões básicas sobre a temática da química verde e roteiro prático experimental em uma turma de ensino médio de uma escola pública do município de Catalão/Go. Especificamente, foi realizada uma aula prática de determinação de pH ácido/básico de substâncias caseiras, utilizando o extrato do repolho roxo como indicador natural desses meios. Com isso, foram introduzidos de forma teórica e experimental os princípios da química verde de maneira a conscientizar os alunos do ensino médio, a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Química Verde. Sustentabilidade. Poluição. Preservação Meio Ambiente.

ABSTRACT

The green chemistry is a segment of chemistry that focuses on mitigating or ending the use of polluting substances, as well as recovering the quality of the environment. With the growing industrial advance, chemistry has become a key science for increasing production chains and consequently meeting the demands of the population. However, the increased use of chemical products generates toxic residues, pollution, degradation, for the environment. Faced with this problem, the great challenge of green chemistry is to present alternative processes in order to make governments, population, industry aware of the importance of clean technologies aimed at generating less waste and pollutants, as well as the use of alternative and renewable reagents. Thus, the objective of this work is to carry out a theoretical review on the emergence of green chemistry, approaching works already published on the subject. In addition, a form with basic questions on the theme of green chemistry and a practical experimental script were applied to a high school class at a public school in the municipality of Catalão-Goiás. Specifically, a practical class was held to determine the acid/base pH of household substances using red cabbage extract as a natural indicator of these media. With this, we sought to introduce, theoretically and experimentally, the principles of green chemistry in order to raise awareness of the preservation of the environment.

Keywords: Green Chemistry. Sustainability. Pollution. Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura química da Fenolftaleína.....	15
Figura 2 – Reação química da fenolftaleína em meio ácido/básico.....	16
Figura 3 – Estrutura química da antocianina do repolho roxo.....	16
Figura 4 – Variação de cor da antocianina do repolho em diferentes faixas de pH.....	17
Figura 5 – Resposta obtidas com questão 3 do formulário.....	21
Figura 6 –Resposta obtidas com questão 4 do formulário.....	22
Figura 7 – Resposta obtidas com questão 5 do formulário.....	23
Figura 8 – Resposta obtidas com questão 6 do formulário.....	23
Figura 9 – Resposta obtidas com questão 7 do formulário.....	24
Figura 10 – Obtenção do extrato de repolho.....	25
Figura 11– Béquer com compostos caseiros.....	26
Figura 12 – Béqueres com amostras caseiras e seu valor de pH medido na fita.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Materiais usados	20
Tabela 2 – Cores obtidas com uso do indicador.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4. METODOLOGIA	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Aplicação do questionário para estudantes do ensino médio	21
5.2 Determinação do pH de substâncias caseiras com o uso do extrato do repolho roxo	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
APÊNDICE A	30

1. INTRODUÇÃO

Muito tem se discutido sobre a sustentabilidade e a importância da preservação do meio ambiente com o crescente avanço populacional nas últimas décadas. Desde o século XIX a química foi relacionada a problemas ambientais, fazendo um alerta sobre os prejuízos ocasionados pelos volumes de efluentes tóxicos, resíduos, gases indesejados no meio ambiente produzidos por vários segmentos industriais. Em vista desses problemas, em 1972 foi realizada a Conferência de Estocolmo na Suécia, onde se discutiu principalmente as relações do homem com meio ambiente. Destacava-se que a sociedade científica havia identificado o aumento da poluição mundial provocado pela ação do homem, e a não preservação dos recursos naturais. Em 1990 foi criado pelos Estados Unidos da América a primeira Lei de Prevenção à Poluição, que buscava prevenir a poluição e a redução da geração de poluentes por meio de alterações na produção, operação e uso da matéria-prima. Posteriormente, em 1993, essa Lei passou por algumas reformulações onde os processos de fabricação dos produtos devem ser ambientalmente corretos. Seguindo na mesma direção do ambientalmente correto, há a necessidade de usar a própria área da química como ferramenta de proteção ao meio ambiente. Especificamente, pensar em usar substâncias químicas de forma natural para substituir produtos químicos processados pelo homem tem se tornado uma das saídas para proteger o meio ambiente, dentre vários fatores poluidores.

Em se tratando de química mais branda, o termo química verde, foi definido pela primeira vez em 1991, por John Warner e Paul Anastas, (Anastas et al, 2000), membros da agência ambiental norte-americana *Environmental Protection Agency* (EPA). Segundo a definição proposta por John Warner e Paul Anastas, a Química Verde corresponde ao “desenvolvimento de produtos químicos e processos que buscam à redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas”. Contudo a química verde surgiu a partir da necessidade de frear os poluentes e as substâncias emitidas pelas indústrias, voltada para a redução dos danos ao meio ambiente. Em vista disso, o trabalho propôs que o momento ideal para a introdução e a conscientização do ensino da química verde, bem como o uso dela para fins práticos e dentro da sala de aula, possibilitando aos estudantes construir conhecimento a respeito da temática.

Dessa forma, trabalho propôs o levantamento do nível de conhecimento de estudantes do Ensino Médio de cinco turmas de uma escola pública do município de Catalão/Go sobre o tema da química verde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A poluição do meio ambiente é uma problemática mundial e grande parte desta poluição corresponde ao contato e descarte de forma indevida de produtos e materiais contendo substâncias químicas com o meio ambiente. Houve conferências entre países para discutir quais medidas poderiam ser adotados para minimizar os danos já causados pela poluição industrial. Dentro desta escala de poluição mundial pode-se citar a química como sendo um dos grandes vetores de poluição do meio ambiente.

Segundo Anastas e Warner (1991), a química verde se baseia no “desenvolvimento de produtos químicos e processos que buscam a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas”. Em primeiro momento a química verde foi voltada para a redução da poluição industrial, com o intuito de tentar remediar os danos já causados ao meio ambiente.

A química verde representa um conjunto de atitudes que as organizações industriais devem adotar para reavaliarem os processos de produção, objetivando a preservação ambiental. Para alcançar esses objetivos foram estabelecidos 12 princípios (Anastas et al, 2000):

- I) Prevenção: é melhor impedir a formação de resíduos do que o tratar depois;
- II) Economia Atômica utilização de métodos sintéticos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes;
- III) Sínteses de produtos de maior toxicidade: usa composto de menor toxicidade;
- IV) Desenvolvimento de Compostos Seguros: as produções químicas devem ser feitas com menos risco tóxico;
- V) Diminuição de Solventes e Auxiliares: utilizar menos solventes e agentes de separação ou fazer a trocar por substâncias inócuas no processo;
- VI) Eficiência Energética: os métodos sintéticos deverão ser conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambiente diminuindo seu impacto econômico e ambiental;
- VII) Uso de Matérias Primas Renováveis;
- VIII) Redução do Uso de Derivados: o uso de reagentes e bloqueadores proteção ou desproteção, e modificadores temporários que deverão ser minimizados ou evitados quando possível;
- IX) Catálise: a utilização de catalizadores para a aceleração e ganho dos rendimentos dos processos químicos;
- X) Desenvolvimento de Compostos Degradáveis: produtos químicos deverão ser produzi-

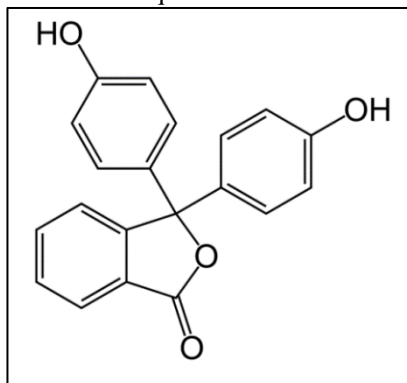
dos não degradação;

- XI) Análise do Tempo Real para Prevenção da Poluição: as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para que haja a monitoramento do processo em tempo real, afim de controlar os compostos tóxicos;
- XII) Química Segura para Prevenção de Acidentes: as substâncias usadas nos compostos químicos deverão ser escolhidas para diminuição de possíveis riscos tais como explosões, incêndios.

Leonardão et al (2003), definirão a química verde como desenho desenvolvido e implementação de produtos químicos para reduzir ou eliminar o uso de geração substancia perigosas a saúde humana. Os processos químicos causam grande danos para meio ambiente. Inserido dentro de um dos princípios da química verde está à utilização de substâncias químicas extraídas de vegetais, onde elas atuam alternativamente a substâncias que frequentemente poluem o meio ambiente quando descartadas de modo inadequado.

Especificamente, dentro das propriedades químicas de uma substância destacam-se o seu caráter básico ou ácido. Segundo Arhenius, substância ácida é aquela que em meio aquoso libera íons H^+ . É a substância básica libera íons OH^- . Neste sentido, é muito comum o uso de compostos de alta massa molecular que atuam como indicadores deste meio ácido/básico e que geralmente podem poluir o meio ambiente se descartados de maneira inadequada. Um exemplo de composto químico que atuam como indicador é a fenolftaleína, que em meio básico apresenta-se de coloração rosa e em meio ácido permanece incolor. A figura a seguir mostra a estrutura química desse reagente conhecido como fenolftaleína.

FIGURA 1. Estrutura química da Fenolftaleína.

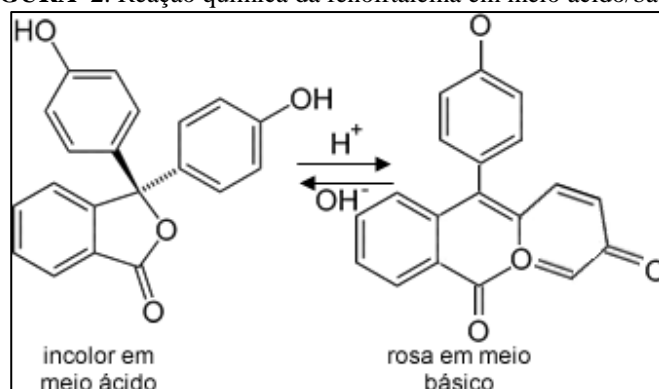


FONTE: Própria autora.

Esse composto químico apresenta a fórmula molecular $C_{20}H_{14}O_4$, o qual é de difícil degradação

natural quando liberado inadequadamente no meio ambiente. A figura 2, apresenta a reação química que ocorre quando a fenolftaleína está em meio ácido ou básico:

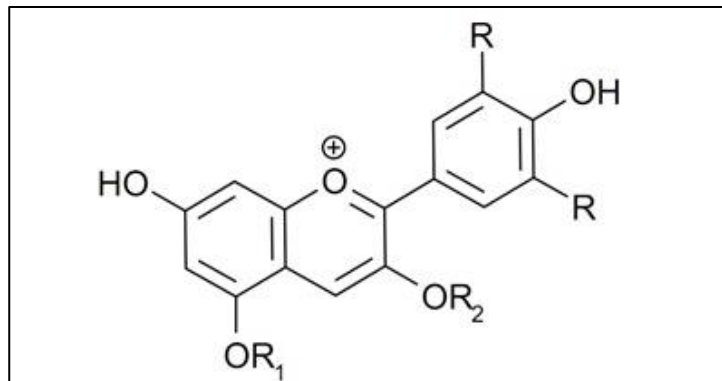
FIGURA 2. Reação química da fenolftaleína em meio ácido/básico.



FONTE: Própria autora.

Percebe-se que em meio ácido a estrutura química da fenolftaleína possui dois átomos de hidrogênios (H) a mais quando comparada a estrutura química em meio básico. Essa protonação, ou seja, inserção de átomos de hidrogênio confere a coloração incolor, enquanto a desprotonação (retirada de átomos de H) confere a coloração rosa. Alternativamente ao uso da fenolftaleína podem-se usar substâncias químicas naturais de mais baixa massa molecular e que sofrem fácil degradação como, por exemplo, as antocianinas. As antocianinas (das palavras grego anthos, flor e kianos, azul), são pigmentos vegetais, responsáveis por uma grande variedade de cores observadas em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas, que podem variar do vermelho vivo ao violeta/azul. Dentre os vegetais ricos em antocianinas, o repolho roxo (*Brassica oleracea*) detém elevada concentração deste pigmento, tornando-se uma matéria prima apropriada para extração de corante natural. Essas antocianinas desempenham o mesmo papel do composto fenolftaleína. No entanto, apresentam uma maior facilidade de degradação natural e não poluem o meio ambiente. A figura 3 apresenta a estrutura química padrão das antocianinas.

FIGURA 3. Estrutura química da antocianina do repolho roxo.

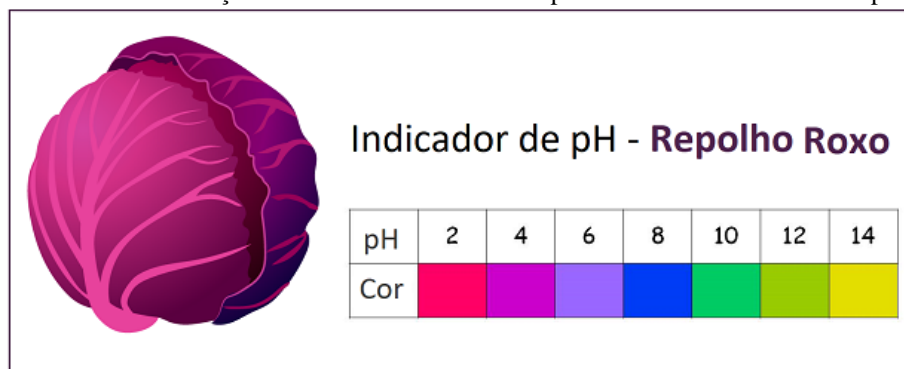


FONTE: Própria autora.

A figura acima se apresentar a estrutura química com colorações diferentes quando está inserida em meios de pHs que oscilam desde o ácido indo até o básico, conforme a Figura 3.

A antocianina, pode ser encontrada em grande variedade de frutas e vegetais que apresenta a coloração roxo, como por exemplo beterraba, uva, açaí, jabuticaba, amora, hibiscos e repolho roxo. Para realização do roteiro pratico experimental foi escolhido o repolho roxo, pelo baixo custo monetário, pela facilidade de manuseio para preparação do indicador. E por fazer parte do cotidiano dos estudantes.

FIGURA 4. Variação de cor da antocianina do repolho em diferentes faixas de pH



FONTE: Disponível em: <<https://www.saberatualizado.com.br/2019/11/como-funciona-o-indicador-de-ph-base-de.html>>.

Amaral *et al* (2021), realizou experimento de Construção de Curvas de Titulação com Extrato de Repolho Roxo destacando o aspecto visual na mudança da coloração das substâncias HCl (ácido clorídrico) e NaOH (hidróxido de sódio). De acordo com a escala de pH, HCl apresentou a coloração vermelha substância ácida e NaOH apresentou a coloração verde, ou seja, substancia básica. Mostrando assim que o extrato de repolho roxo pode usado para identificação de substâncias ácido/base.

O trabalho realizado Prado *et al* (2019), diferente do trabalho de Amaral e *et al* (2021), eles realizaram o experimento com repolho roxo como indicador de pH, com substâncias caseiras que faz

parte do cotidiano dos alunos e obteve os seguintes resultados:

observou-se que, quando o suco de repolho roxo foi misturado com a água (incolor), a coloração roxa prevaleceu, indicando o pH neutro; quando posto na água sanitária, por sua vez, notou-se a coloração amarelada, o que indica basicidade; no bicarbonato de sódio, então, notou-se a coloração azulada, a qual indica que a mistura está levemente básica; no suco de limão, a cor vermelha prevaleceu, caracterizando uma solução ácida, assim como com o vinagre, mas com uma intensidade menor na coloração avermelhada, permitindo assim verificar o pH dessas soluções. (PRADO *et al*, 2019 p.5).

Nesse sentido os dois pesquisadores chegaram aos resultados esperados quanto ao uso do indicador natural de pH. SILVA *et al* (2009), afirmou que uso de extrato de repolho roxo como atividade pedagógica, apresentam importantes ferramentas para auxiliar a teoria com a prática no processo de ensino/aprendizagem.

Diante de todo o exposto, percebe-se que o uso do extrato do repolho roxo pode ser utilizado para a identificação do pH de substâncias básicas e ácidas. Além disso, consiste de uma excelente proposta de desenvolvimento prático-experimental sobre a temática da química verde, como forma alternativa de se preservar o meio ambiente além de se trabalhar conceitos básicos de química ensinados dentro do ensino médio.

Dentro dos 12 princípios da química verde, o roteiro experimental buscou trabalhar a partir dos princípios do 08 e 10, redução do uso de derivados e desenvolvimento de composto degradáveis quando optamos em trocar o indicador sintético por indicador que natural evitamos o uso de reagentes adicionais que podem gerar resíduos que poluem o meio ambiente. O extrato de repolho é composto natural de não prejudicar o meio ambiente pode ser descartado no lixo no comum.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Realizar um levantamento sobre o nível de conhecimento de estudantes do ensino médio sobre tema química verde, bem como propor um roteiro de aula prática para desenvolver com os estudantes.

3.2 Objetivos Específicos

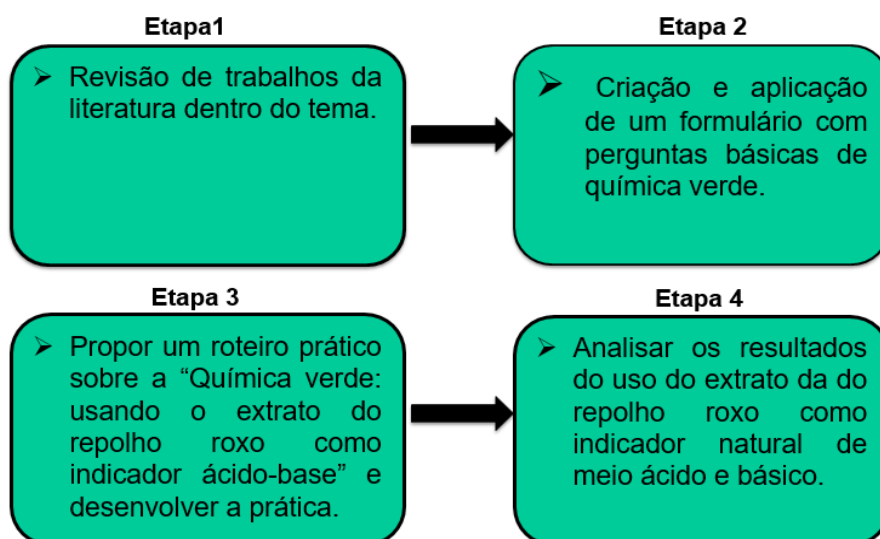
- Realizar uma revisão bibliográfica com trabalhos já publicados dentro da temática de química

verde;

- Aplicar um formulário em cinco turmas de ensino médio de uma escola pública de Catalão/Goiás sobre o conhecimento da química verde;
- Propor um roteiro prático sobre a temática “Química verde: usando o extrato do repolho roxo como indicador ácido-base”;
- Realizar uma aula prática com uma das turmas de ensino médio para contextualizar a temática da química verde.

4. METODOLOGIA

Este Trabalho foi desenvolvido em quatro partes distintas, conforme esquematizado a baixo, revisão de trabalhos da literatura dentro do tema; criação e aplicação de um formulário com perguntas básicas de química verde para os discentes de uma escola pública de Catalão-Goiás; propor um roteiro prático sobre a “Química verde: usando o extrato do repolho roxo como indicador ácido-base” e desenvolver a prática; analisar os resultados do uso do extrato da do repolho roxo como indicador natural de meio ácido e básico.



FONTE: Própria autora.

Cada etapa da metodologia está detalhada a seguir:

I) Revisão de trabalhos da literatura dentro do tema

Foram escolhidos na literatura científica, cinco trabalhos entre os anos (2000-2023) publicados

para servirem de introdução ao tema. A ferramenta de pesquisa utilizada foi *Google Acadêmico*.

II) Criação e aplicação de um formulário com perguntas sobre de química verde para os discentes de uma escola pública de Catalão-Goiás

Foi criado um formulário com perguntas básicas sobre o conhecimento a respeito da química verde. Esse formulário foi aplicado em todas as turmas de ensino médio pertencentes a uma escola pública do município de Catalão/Goiás. As questões estão presentes no formulário (**APÊNDICE A**).

III) Procedimento Experimental

A Tabela 1 apresenta todos os materiais e insumos utilizados na aula prática sobre o tema química verde.

Tabela 1. Materiais usados na aula prática.

Materiais	Amostras
Béquer (500 mL)	Suco de Limão
Peneira	Vinagre incolor
Liquidificador	Leite
Tubo de ensaio (10 mL)	Água sanitária
Conta gotas e Seringa	Hidróxido de sódio
Béquer e fitas de pH	Extrato do repolho roxo

FONTE: Própria autora.

Roteiro prático:

- Em um liquidificador foi triturado $\frac{1}{4}$ de repolho roxo com 500 mL de água natural;
- Em seguida, realizou-se a filtração do batido com uma peneira convencional, foi armazenado em béquer de 500 mL, e distribuído para grupos de alunos.
- Nos frascos de vidro contendo 10 mL de cada amostra, suco de limão, vinagre, água sanitária e leite, hidróxido de sódio, foi solicitado para que os estudantes fizessem a medição de pH, com fitas de pH, foi utilizado 1 fita cada amostra, a fita medição através da marcação de coloração, na embalagem das fitas possuem a tabela de pH com tabela de cores e valores, foi solicitado que alunos anotasse a resultados obtidos através da medição.
- Nos frascos de vidro contendo 10 mL de cada amostra, suco de limão, vinagre, água sanitária e leite, hidróxido de sódio, adicione 10 gotas do extrato do repolho roxo com o uso de uma seringa de farmácia. Anote as alterações de cor.

IV) Análise e discussão dos resultados

Para analisar e discutir os resultados, foram utilizados gráficos quantitativos para estimar as respostas obtidas pela aplicação do formulário. A partir dos resultados podemos avaliar o nível de conhecimentos dos estudantes sobre química verde, e o interesse dos alunos em participar da aula prática utilizando princípios da química verde.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente aplicou-se um questionário para cinco turmas de ensino médio da escola pública de Catalão/Goiás. Em seguida, uma das cinco turmas foi escolhida para participar da proposta de aula prática intitulada: “Química verde: usando o extrato do repolho roxo como indicador ácido-base”. Neste sentido, os tópicos a seguir apresentam detalhadamente a análise do questionário e da aula prática desenvolvida como proposta de fixação do tema da química verde.

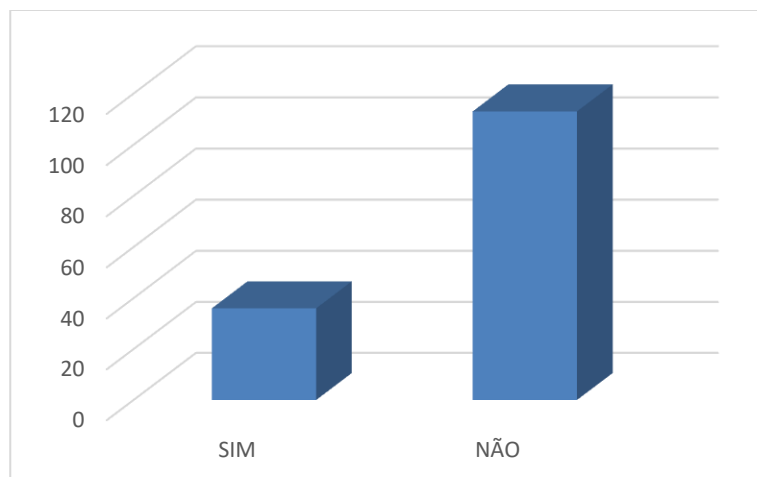
5.1 Aplicação do questionário para estudantes do ensino médio

Aplicou-se o questionário em cinco turmas de ensino médio (1º, 2º e 3º série), no turno matutino, do ensino regular sendo que 1º série A 34 estudantes 1º série B 37 estudantes, 2º série A 20 alunos 2º série B 25 alunos, 3º série 33 discentes. Perfazendo um total de 149 estudantes com idades entre 13 a 22 anos de idade. Cada estudante respondeu individualmente as questões do formulário. Ao indagar os alunos na questão 3 do formulário:

3. Você já ouviu falar sobre a Química Verde?

Observou-se dos 149 estudantes, 36 responderam SIM e 113 responderam NÃO, conforme apresentado na Figura 5.

FIGURA 5: Resposta obtidas com questão 3 do formulário.



Fonte: próprio autor.

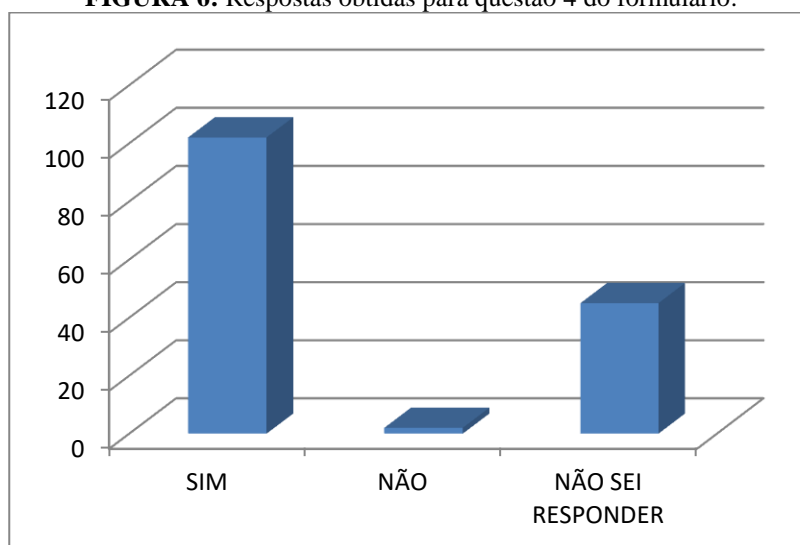
Analisando o gráfico da Figura 5, percebe-se que 24,2 % dos estudantes responderam que de alguma forma já tiveram certo conhecimento sobre o tema da química verde. No entanto, 75,8% dos estudantes responderam que desconhecem o tema da química verde. Diante do elevado percentual dos estudantes que disseram NÃO, fica evidente a necessidade os alunos de ensino médio em ter contato os conhecimentos e preceitos que preconizam a química verde.

Em relação a perguntar 4 do formulário:

4. *Você acha que a química verde está ligada à sustentabilidade do meio ambiente?*

Dos 149 estudantes, 102 Disseram SIM, 2 Disseram NÃO e 45 disseram NÃO SEI RESPONDER.

FIGURA 6: Respostas obtidas para questão 4 do formulário.



Fonte: Próprio autor.

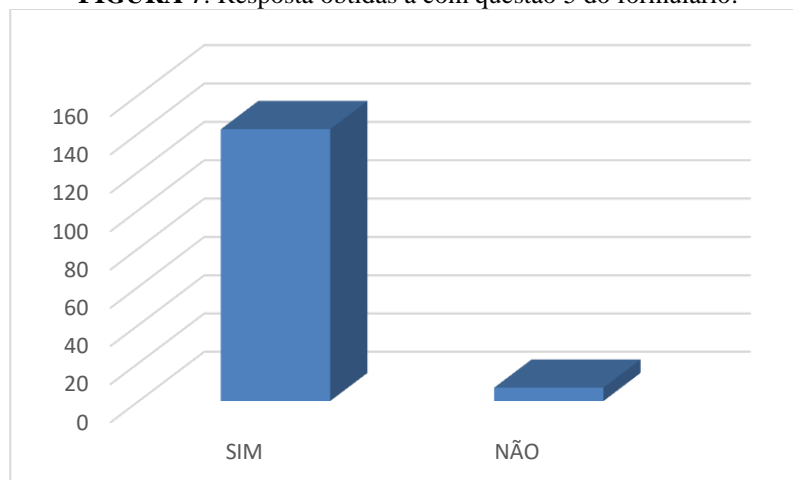
Na Figura 6, percebe-se nitidamente que 68,2% dos estudantes concordam que a química verde está diretamente ligada aos princípios da sustentabilidade do meio ambiente. Neste sentido, esses 102% de alunos que concordam com a questão 4, podem ter vinculado terno “verde” com a palavra “sustentabilidade”. No entanto, 30,2% dos estudantes disseram que a química verde não se associa com a sustentabilidade do meio ambiente. Acredita-se que esse elevado percentual está de fato associado aos estudantes que nunca ouviram falar sobre os princípios da química verde, e com isso não conseguem associar à sustentabilidade.

Analisar as respostas obtidas com a questões 5:

5. Você acha importante saber sobre química verde?

Observa-se que dos 149 estudantes, 86 afirmaram que SIM, 04 afirmaram que NÃO, e 57 afirmaram NÃO SEI RESPONDER, conforme está expresso na **FIGURA 7**.

FIGURA 7: Resposta obtidas a com questão 5 do formulário.



Fonte: Próprio autor.

De acordo com gráfico da Figura 7 observou-se que 57,7 % dos discentes tem a percepção que é importante adquirir conhecimentos sobre a química verde. No entanto apenas 2,69% responderam que não tem relevância saber sobre temática. Destacou-se também que 38,26%, não souberam responder a questão de número 5, mostrando que eles ainda não têm conhecimento sobre a importância da química verde para meio ambiente. Uma vez que possibilita o pensamento crítico e ações voltadas sustentabilidade do planeta terra.

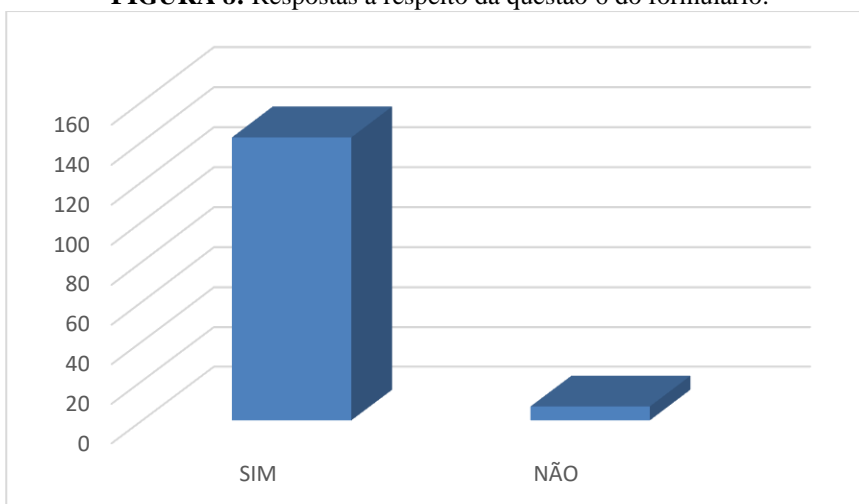
Ao abordar os discentes com questão 6:

O seu professor de química já trabalhou esse assunto com você?

Do total de 149 alunos, 02 responderam que SIM, enquanto 147 responderam NÃO, conforme

representado na Figura 8.

FIGURA 8: Respostas a respeito da questão 6 do formulário.



Fonte: Próprio autor.

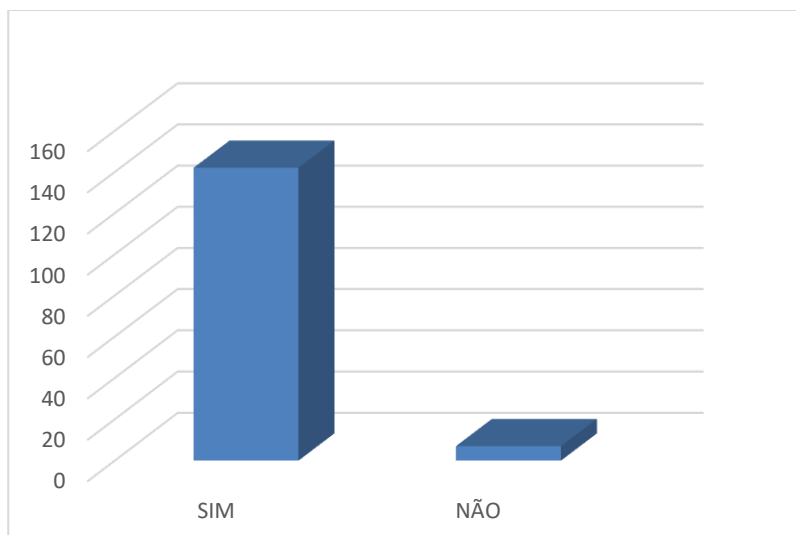
Analisando o gráfico da Figura 8, percebeu-se que 98,66% dos discentes responderam que o professor ainda não havia abordado o tema “química verde” nas aulas de química. Essa resposta está dentro do esperado, uma vez que muitos alunos quando convidados para participar da pesquisa se mostraram bastante curiosos. Durante a aplicação do questionário um estudante indagou “se a química verde era sobre árvores” fato que demonstra que mesmo sem ter contato com a temática já fica subentendido que a química verde está associada a preservação e sustentabilidade do meio ambiente. No entanto apenas 1,34 % dos participantes afirmaram que o professor de química já havia trabalhado o tema em sala de aula.

Os estudantes foram indagados:

7. Você gostaria de ter uma aula prático-experimental para aprender sobre química verde?

Dos 149 Estudantes 142 disseram SIM, 07 disseram NÃO, conforme exposto na Figura 9.

FIGURA 9. Resposta sobre a questão 7 do formulário.



Fonte: Próprio autor.

No gráfico da Figura 9, percebe-se que a maioria dos estudantes tem interesse em participar da aula prático-experimental que obedeça aos princípios da química verde. Ou seja, onde possa ser explorado a importância da geração de resíduos com uso de materiais alternativos que não poluam o meio ambiente. Neste sentido 95,3% dos alunos, responderam que tem interesse em participar de aulas práticas com roteiro voltado para os princípios da química verde. Enquanto, apenas 3,7% dos discentes não demonstraram interesse em ter a aula prática.

Diante das informações obtidas pela aplicação do questionário nas turmas de ensino médio foi convidada para participar da aula experimental a turma do 2º série do ensino médio o critério escolhido para convite foi a turma já ter conhecimentos prévios na química por esta 2 série do ensino médio. Nesse aspecto, os alunos foram convidados a participar a aula experimental que foi intitulada: “Química verde: usando o extrato do repolho roxo como indicador ácido-base”. O roteiro prático se encontra na metodologia.

5.2 Determinação do pH de substâncias caseiras com o uso do extrato do repolho roxo

Inicialmente dividiu-se a turma escolhida em 4 grupos contendo 5 alunos. Após realizou-se a leitura do roteiro prático onde todos os alunos acompanharam a explicação de todos os reagentes e vidrarias. Em seguida, os alunos foram liberados para executar o roteiro prático.

Foram convidados dois alunos para preparação do extrato do repolho roxo, conforme detalhado no procedimento experimental (descrição na metodologia). No decorrer da aula, percebeu-se o envolvimento e comprometimento dos alunos os quais apresentaram reações de alegria no momento

em que as gotas do extrato do repolho ocasionavam a mudança de coloração nas amostras caseiras de suco de limão, vinagre, leite, hidróxido de sódio. A Figura 10 ilustra o momento da obtenção do extrato do repolho roxo através da trituração com o liquidificador.

FIGURA 10: Obtenção do extrato de repolho.



Fonte: Próprio autor.

A Figura 11 ilustra o momento em que os estudantes começaram a colocar as gotas do extrato do repolho roxo dentro dos béqueres contendo as amostras caseiras e da solução de hidróxido de sódio. No entanto, antes de colocar as gotas nas amostras, solicitou-se que todos os alunos colocassem a fita de pH nas soluções de maneira a obter o valor de pH apresentado nestas fitas.

FIGURA 11: Béquer com compostos caseiros.

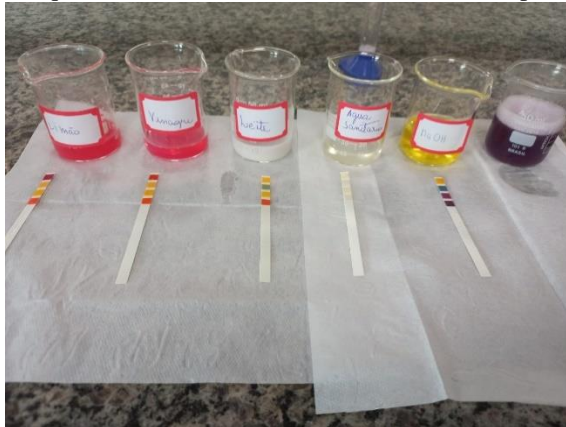


Fonte: Próprio autor.

Após a medição com a fita de pH, os alunos colocaram as gotas do extrato do repolho dentro de cada béquer contendo as amostras caseiras e a solução de hidróxido de sódio. De forma rápida, as soluções tiveram a alteração de cor, o que indica que a antocianina do repolho apresenta a cor

específica em função do pH que ela está inserida. A Figura 12 ilustra o momento em que houve alteração da cor.

FIGURA 12- Béqueres com amostras caseiras e seu valor de pH medido na fita.



Fonte: Próprio autor.

Um dos princípios da química é redução de resíduos tóxicos, pelo uso de reagentes que não poluem ou degrada o meio ambiente quando finalizamos o experimento prático as amostras utilizadas foram descartadas em lixo comum, o extrato do repolho roxo e as demais amostras utilizadas não causam nenhum tipo de dano ao meio ambiente.

A Tabela 2 apresenta de forma sumarizada a cor das amostras antes e após o contato com gotas do extrato do repolho roxo.

Tabela 2: Cores obtidas com uso do indicador repolho roxo.

Substância	Cor inicial	Cor final
Leite	Branco	Branco
Vinagre	Incolor	Vermelho claro
Suco de limão	Incolor	Vermelho claro
Água sanitária	Incolor	Incolor
Hidróxido de sódio	Incolor	Amarelo

Fonte: Próprio autor.

A partir destes resultados fica evidente que a utilização do extrato do repolho roxo como indicador de meio ácido e básico é uma excelente proposta de roteiro prático para contextualizar a teoria da química verde. Isso ocorre porque o uso das substâncias do repolho (antocianinas), as quais são naturais e de fácil degradação ambiental, desempenham eficientemente bem o mesmo o papel de

detectar se o meio é ácido ou básico da mesma forma que uma substância sintética (fenolftaleína). Outro fato que merece destaque é que a execução desta aula prática pode ser feita em qualquer escola, uma vez que os materiais e reagentes utilizados são 100% adaptáveis à realidade de uma escola pública, da qual possa ser completamente desprovida de um ambiente laboratorial específico para execução de aulas práticas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com levantamento do nível de conhecimentos dos estudantes obtidas pela aplicação do formulário ficou evidente que os alunos possuem pouco conhecimento sobre a temática química verde, pode ser por não está explícito do livro didático os docentes muitas vezes trabalham essa vertente mais os estudantes não reconhece pelo nome química verde.

Giordan (1999) destacou a importância da experimentação que despertar o interesse entre os alunos, que atribuem a está um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos, despertando os alunos para o trabalho em equipe, vinculado a temática trabalhada. Quando foi feito o roteiro prático experimental os estudantes estava muitos animados e participativos e questionadores sobre o que era química verde, e seus princípios.

A proposta e execução do roteiro pratico-experimental de utilização do extrato do extrato de repolho como indicador de meio ácido-base se mostrou eficiente. Isso demonstrar que essa pratica pode ser usada para contextualizar a temática química verde em prol da sustentabilidade do meio ambiente.

Contudo nota-se que a temática química verde pode ser utilizada como ferramenta para complementar as aulas de química voltadas para o processo de ensino aprendizagem trabalhando com a vertente dos 12 princípios química verde. Ao trabalhar os conteúdos da disciplina de química almejando a preservação do meio ambiente através da conscientização dos estudantes sobre poluição e escolhas mais seguras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, F. A.; MENDES, R. M.; LEITE, C. N.; ALVES, A. G. T.; BROSCENSKI, R. F.; CANOBRE, S. C.; **Proposta e Aplicação de um Experimento Investigativo para a Construção de Curvas de Titulação com Extrato de Repolho Roxo** *Revista Virtual de Química*, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 68-83, 2023. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20220098>.

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C.; **Green Chemistry: Theory and Practice**, Oxford University Press: Great Britain, 2000.

DE LIMA, V. A.; BATTAGLIA, M; GUARACHO, A. e INFANTE, A. **Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo**. *Química Nova na Escola*, n.1, p. 33-34, 1995. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/exper2.pdf>>. Acesso em: 23 abril. 2023.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Indicador ácido-base com repolho roxo**. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/experimentos-quimica/indicador-acido-base-com-repolho-roxo.htm>. Acesso em: 29 abr. 2023.

Leonardão, J.E.; Freitag, A. R.; Batista, F.C.A.; Dabdoub, J.M.; Silveira, C. C.; GREEN CHEMISTRY- **OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE E SUA INSERÇÃO NAS ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA** - *Química Nova*, Vol. 26, No. 1.123-129, 2003.

PRADO, Rafael Maciel Sousa *et al.* **A importância da experimentação para o ensino-aprendizagem da química: o repolho roxo como indicador ácido-base para verificação de ph com estudantes do ensino médio público**. *Anais VI CONEDU...* Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/58422>>. Acesso em: 29/04/2023 18:33.

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO, O. **Análise da verdura química de experimentos propostos para o ensino médio**. *Actio*, v. 2, n. 2, p. 97-118, 2017.

SILVA, J.; SILVA, A.; ANTERO, R. V.; BORGES, E. **ESTUDO DA EFICÁCIA DO EXTRATO DE REPOLHO ROXO COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE**. *ENCICLOPEDIA BIOSFERA*, [S. l.], v. 5, n. 7, 2009. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4865>. Acesso em: 15 abr. 2023.

APÊNDICE A



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS AVANÇADO CATALÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Curso: Licenciatura em Ciências Naturais – 8º Período

Michele Camargo da Silva

Título: “QUÍMICA VERDE EM PROL DO MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA DE AULA PRÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO”

CONVITE

Questionário-discente-ensino médio

1. Qual série você faz no ensino médio?

1ª série () 2ª série () 3ª série ()

2. Qual a sua idade?

3. Você já ouviu falar sobre a Química Verde? ?

() Sim () Não

4. Você acha que a química verde está ligada à sustentabilidade do meio ambiente?

() Sim () Não () Não sei responder

5. Você acha importante saber sobre a Química Verde?

() Sim () Não () Não sei responder

6. O seu professor de química já trabalhou esse assunto com você?

() Sim () Não

7. Você gostaria de ter uma aula prático-experimental para aprender sobre química verde?

() Sim () Não

Obrigado pela sua participação!