



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

DANILO ANDRADE CRUZ

ELABORAÇÃO DE ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA: SÍNTESE DA CALCONA

Sousa (PB)

2026

DANILO ANDRADE CRUZ

**ELABORAÇÃO DE ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA: SÍNTESE DA CALCONA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Superior de Licenciatura em Química do
Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, como
requisito para aprovação da disciplina de TCC II.

Orientador: Dr. João Batista M. de Resende Filho

Coorientadora: Ma. Poliana Gomes de Abrantes

Sousa (PB)

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Milena Beatriz Lira Dias da Silva – Bibliotecária CRB 15/964

C957e Cruz, Danilo Andrade Cruz.
Elaboração de roteiro experimental para o ensino de Química Orgânica: síntese da calcona / Danilo Andrade Cruz, 2026.

40 p.:il.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho.
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2026.

1. Ensino de Química Orgânica. 2. Experimentação.
3. Condensação aldólica. I. Título. II. Resende Filho, João Batista Moura.

BC/SS

CDU 54:37



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS SOUSA

ATA 4/2026 - CCSLQ/DES/DDE/DG/SS/REITORIA/IFPB

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Elaboração de roteiro experimental para o ensino de Química Orgânica: síntese da calcona.

Autor(a): Danilo Andrade Cruz.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 29/01/2026.

Dr. João Batista Moura de Resende Filho

IFPB – Campus Sousa / Professor(a) Orientador(a)

Dr. Hermeson Jales Dantas

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 1

Me. Samuel Guedes Bitu

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 2

Documento assinado eletronicamente por:

- João Batista Moura de Resende Filho, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 29/01/2026 21:15:33.
- Samuel Guedes Bitu, TÉCNICO DE LABORATÓRIO ÁREA, em 29/01/2026 21:15:41.
- Hermeson Jales Dantas, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 29/01/2026 21:16:08.

Este documento foi emitido pelo SIAP em 29/01/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suaq.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código: 823695
Verificador: 18e8e275c9
Código de Autenticação:



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço imensamente a Deus e à Virgem Maria por sempre me guiarem, abençoarem e iluminarem os meus caminhos e a minha vida como um todo, trazendo-me clareza em minhas decisões e auxiliando-me a escolher o melhor para a minha evolução pessoal e espiritual. Cada aprovação, oportunidade, livramento e momento de alegria ou tristeza foi proporcionado para gerar aprendizados em minha vida, e sou eternamente grato a Eles por tudo o que me concederam.

Agradeço à minha mãe, Maria de Fátima Cruz. Não há palavras suficientes para descrever o meu amor por ela, que sempre batalhou para proporcionar o melhor para a minha vida, fazendo o possível e o impossível para que nada faltasse. Agradeço imensamente a Deus por ter me concedido uma mãe tão maravilhosa. É ela quem está sempre me apoiando e incentivando a nunca desistir dos meus sonhos, ressaltando o meu melhor lado. Posso afirmar que sou profundamente grato por ter uma mãe tão especial em minha vida. Ao meu pai, Irinaldo Andrade Silva: apesar dos momentos inoportunos, sei que nele reside um bom coração. Em seu período de sobriedade foi um pai maravilhoso e exemplar, e gostaria que retornasse a essa fase; de qualquer forma, agradeço-lhe e também nutro por ele amor e respeito.

Agradeço à minha irmã, Dayanne Thamyres Andrade Neves. Amo-a muito e, apesar dos desentendimentos, o que é natural, sei o quanto ela sempre apoiou a minha evolução e torceu para que eu me tornasse a minha melhor versão. Também desejo que ela alcance a melhor versão de si mesma. Sou muito grato por seu amor fraterno e por sempre torcer por mim; você ocupa um lugar especial em meu coração.

Agradeço aos meus amigos que trouxe da infância para a vida: Pedro Vinícius, Livia Geórgia e Eduarda Sobreira. Amo todos eles, pois fazem parte da minha trajetória. Sempre incentivamos o melhor uns nos outros e, independentemente do tempo em que ficamos afastados em razão da correria do cotidiano, quando nos encontramos, a alegria é imensa, o que me deixa profundamente realizado. Obrigado por estarem presentes em minha vida.

Agradeço à minha melhor amiga, Tereza Raquel, por todo o apoio e pelas conversas em que podemos ajudar um ao outro, por estar presente tanto nos momentos especiais quanto nos adversos da minha vida. Amo-a muito e espero que conquiste tudo aquilo que almeja. Obrigado por ser uma amiga tão especial. Agradeço também a Milena Soares, amiga que o EJC trouxe para a minha vida, a quem considero imensamente especial e que espero levar para toda a vida.

Agradeço à minha turma 2022.1 por todo o apoio e pelas amizades que levarei comigo, em especial a André Silveira, Maria Joana e Talita Emanuely. Tenho um carinho imenso por vocês e espero mantê-lo por toda a vida. Sou grato por toda a ajuda, suporte e pelos momentos especiais que compartilhamos. Agradeço ao meu orientador, João Batista M. de Resende Filho, por me orientar e auxiliar ao longo da minha trajetória acadêmica, bem como pelas inúmeras vezes em que solicitei ajuda em processos acadêmicos e fui prontamente atendido, independentemente do dia. Tenho por ele um enorme apreço. Agradeço também à minha coorientadora, Poliana Gomes de Abrantes, por todo o suporte, assim como a UFPB de Campus João Pessoa por ter sido onde a coorientadora fez algumas das análises nas quais os resultados foram apresentados neste trabalho.

Agradeço a todos os professores do IFPB, Campus Sousa, que me proporcionaram uma formação acadêmica de qualidade e impactaram significativamente minhas decisões quanto aos rumos da minha vida profissional. Expresso minha gratidão por cada ensinamento. Agradeço também ao programa que me abriu portas para o mundo da docência: o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid).

Por fim, agradeço a todos os meus familiares e às pessoas importantes em minha vida, que me apoiaram durante todo o processo e que possuem um valor inestimável para mim.

RESUMO

A experimentação constitui uma ferramenta fundamental no ensino de Química Orgânica, contribuindo para a articulação entre teoria e prática e para a construção significativa do conhecimento científico. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo elaborar um roteiro experimental voltado às disciplinas de Química Orgânica do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba – Campus Sousa, tendo como eixo norteador a síntese da calcona por meio da reação de condensação aldólica. A calcona foi sintetizada a partir da reação entre benzaldeído e acetofenona em meio básico, utilizando etanol 95% como solvente, com acompanhamento por cromatografia em camada delgada. O produto obtido foi purificado por cristalização e caracterizado por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas e ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13. Os resultados indicaram a formação predominante do isômero geométrico *E* (trans), conforme esperado para esse tipo de sistema conjugado, sendo observada boa concordância entre os dados espectrais obtidos e aqueles descritos na literatura. A partir dos resultados experimentais, foi elaborado um roteiro didático contendo fundamentação teórica, procedimentos experimentais, orientações de segurança e questões investigativas, visando subsidiar o ensino de reações de condensação aldólica. Dessa forma, o trabalho contribui para o fortalecimento da experimentação no ensino de Química Orgânica, oferecendo um material acessível, validado experimentalmente e adequado à formação de futuros professores de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química Orgânica. Experimentação. Condensação aldólica.

ABSTRACT

Experimentation is a fundamental tool in the teaching of Organic Chemistry, as it promotes the integration of theory and practice and contributes to meaningful scientific learning. In this context, this study aimed to develop an experimental protocol for Organic Chemistry courses in the Chemistry Teacher Education Program at the Federal Institute of Paraíba – Campus Sousa, using chalcone synthesis as the central theme. Chalcone was synthesized through an aldol condensation reaction between benzaldehyde and acetophenone under basic conditions, using 95% ethanol as solvent, with reaction monitoring by thin-layer chromatography. The crude product was purified by recrystallization and characterized by gas chromatography–mass spectrometry, infrared spectroscopy, and hydrogen and carbon nuclear magnetic resonance. The results indicated the predominant formation of the E (trans) geometric isomer, as expected for conjugated α,β -unsaturated ketones, with good agreement between the experimental spectral data and those reported in the literature. Based on the experimental results, a didactic experimental protocol was developed, including theoretical background, experimental procedures, safety guidelines, and investigative questions, aiming to support the teaching of carbonyl condensation reactions. Thus, this work contributes to strengthening experimentation in Organic Chemistry education by providing an accessible and experimentally validated teaching resource for the training of future chemistry teachers.

Keywords: Organic Chemistry teaching. Experimentation. Aldol condensation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura química da calcona ((2E) -1,3-difenil-prop-2-en-1-ona)	12
Figura 2 – Alguns derivados calconoides	13
Figura 3 – Equação química da condensação aldólica formando a calcona	14
Figura 4 – Mecanismo da condensação aldólica formando a calcona	15
Figura 5 – Fotos do sistema reacional teste para a síntese da calcona	21
Figura 6 – Calcona obtida na reação de condensação aldólica entre a acetofenona e o benzaldeído.....	22
Figura 7 – Cristalização da calcona em etanol.....	23
Figura 8 – Cromatograma da calcona cristalizada e espectro de massa	24
Figura 9 – Quadro de fragmentação proposto para o espectro de massa da calcona....	25
Figura 10 – Espectro de RMN de ¹³C da calcona em DMSO deuterado	26
Figura 11 – Espectro de RMN de ¹H da calcona em DMSO deuterado	26
Figura A – Equação genérica da reação de condensação aldólica	27
Figura B – Equação genérica da síntese da calcona.....	27
Figura C – Exemplos de calconas e suas atividades biológicas	27

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CCD – Cromatografia em Camada Delgada

CF/88 – Constituição Federal de 1988

DMSO – Dimetilsulfóxido

EI – Ionização por Impacto de Elétrons

EQO – Ensino de Química Orgânica

GC-MS – Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas

IPeFarM – Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

NOE – Efeito Nuclear Overhauser

QO – Química Orgânica

RMN – Ressonância Magnética Nuclear

RMN ^1H – Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio

RMN ^{13}C – Ressonância Magnética Nuclear de Carbono-13

SBQ – Sociedade Brasileira de Química

UNICAL – Unidade Central Analítica

UV – Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	O ensino da Química Orgânica	12
2.2	Calconas e derivados calconoides	13
2.3	Reação de condensação aldólica	15
3	OBJETIVOS	17
3.1	Objetivo Geral	17
3.2	Objetivos Específicos	17
4	METODOLOGIA	18
4.1	Materiais e reagentes	18
4.2	Caracterização da calcona	18
4.3	Síntese e purificação da calcona	19
4.4	Elaboração de roteiro experimental	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1	Síntese, purificação e caracterização da calcona	21
5.2	Roteiro experimental	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Química, no âmbito das Ciências, dedica-se ao estudo da estrutura, composição e propriedades das substâncias, bem como de suas transformações e variações de energia, permitindo ao estudante reconhecer materiais presentes em seu cotidiano e compreender alterações químicas envolvidas em processos naturais, industriais, agrícolas e tecnológicos (Pereira *et al.*, 2021).

Na área da Química Orgânica (QO), há uma grande quantidade de conceitos, reações, mecanismos etc. que podem ser relacionados a diversos fenômenos e processos antrópicos ou naturais, direta ou indiretamente ligados ao cotidiano dos estudantes. Esses conhecimentos, por sua vez, podem ser trabalhados com uma abordagem teórico-prática. Segundo Maciel e Leão (2022), a assimilação dos conteúdos se mostra mais efetiva quando há a presença de experimentos, ou seja, o entendimento teórico do estudante associado ao prático desenvolve o caráter científico mais apurado.

A experimentação no Ensino de Química Orgânica (EQO) pode apresentar ao aluno uma nova perspectiva sobre a química presente em nossas vivências e entender a amplitude dos fenômenos químicos existentes. De acordo com Carlos e Echevarria (2024), o EQO tradicionalista, voltado apenas aos meios teóricos e a memorização dos conceitos, fórmulas, mecanismos, torna-se algo desinteressante para os alunos.

De acordo com Santos e Menezes (2020), o ensino de Ciências ainda apresenta diversas lacunas no processo de ensino-aprendizagem, frequentemente reduzindo o conhecimento científico à simples reprodução dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Segundo Jesus (2015) e Chassot (2004), os estudos indicam que as dificuldades no ensino de Química estão fortemente relacionadas ao caráter abstrato dessa área, o que torna complexa a articulação entre os conceitos do cotidiano e aqueles científicos ensinados na escola, limitando significativamente a compreensão dos estudantes.

A experimentação como estratégia de ensino de Química se fortaleceu apenas na segunda metade do século XX. No contexto brasileiro, as atividades de laboratório surgiram ainda no século XIX por demandas socioeconômicas e, posteriormente, foram incorporadas às aulas de ciências com um caráter utilitarista, relacionando teoria à extração e transformação de minérios. Apenas no início do século XX é que a realização de experimentos passou a ser oficialmente regulamentada nas instituições de ensino do país (Silva; Machado; Tunes, 2019).

As práticas de professores que vão além da aula expositiva despertam maior interesse nos alunos, tornando a aprendizagem mais significativa. Observa-se também que

docentes de Química, tanto de cursinhos preparatórios quanto do ensino médio, impulsionados pela forte concorrência dos vestibulares, recorrem a recursos didático-pedagógicos que estimulam a imaginação e os sonhos dos estudantes (Campos *et al.*, 2015).W Um exemplo de abordagem para a prática experimental é a investigativa que, segundo Wartha e Lemos (2016), é apresentada como uma abordagem que incentiva os estudantes a formular perguntas, construir explicações fundamentadas em evidências e comunicar suas ideias de maneira estruturada.

Diante deste contexto, pode-se inferir que a abordagem dos conceitos sobre reações orgânicas de forma experimental investigativa pode contribuir para uma melhoria na aprendizagem destes conteúdos de QO no Ensino Superior. Destacamos a necessidade de fortalecer a experimentação no EQO no ensino superior, com perspectivas para a ampliação e incorporação aos demais níveis de ensino. Tal perspectiva contribui para o desenvolvimento científico dos discentes e favorece o acesso ao conhecimento de forma prática e objetiva, por meio da utilização de roteiros/cadernos de experimentos que auxiliam no acompanhamento e na discussão das reações estudadas. Ademais, a ampliação da aplicabilidade desse material para o ensino médio reforça práticas de aprendizagem mais ativa, contextualizada e integrada. Segundo Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), diversos autores destacam que a experimentação no ensino de Química representa um recurso pedagógico relevante, capaz de favorecer a construção de conceitos pelos estudantes.

Em linhas gerais, o presente trabalho busca desenvolver um material didático na forma de roteiro de experimento, direcionado às disciplinas de Química Orgânica do curso de Licenciatura em Química do IFPB – Campus Sousa, tendo como eixo temático central a síntese da calcona, relacionada com o conteúdo de reação de condensação aldólica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O ensino da Química Orgânica

A Química Orgânica é uma área de estudo bastante abrangente, segundo Silva e Sasseron (2023), tal área apresenta inúmeras representações, teorias e conceitos de diferentes complexidades, o que reforça ainda mais a sua importância. Essa área da ciência está diretamente ligada ao cotidiano das pessoas: ela explica desde os compostos presentes nos alimentos e medicamentos até a estrutura de plásticos, tecidos e cosméticos. Conforme estabelecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2000), esta área do conhecimento é essencial para a compreensão dos processos vitais e do desenvolvimento tecnológico contemporâneo.

Na contemporaneidade, a educação brasileira se orienta por um tripé: cidadania, educação e mundo do trabalho, estabelecido tanto no art. 205 da Constituição Federal (CF/88) quanto no art. 2º da Lei nº 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB) como fundamento do processo de ensino-aprendizagem. Esses princípios se articulam com as áreas do conhecimento que estruturam o currículo definida pela Base Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2020): Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Brasil, 1988, 1996). A Sociedade Brasileira de Química (SBQ, 2019), em suas diretrizes atualizadas para cursos de graduação, enfatiza a necessidade de um equilíbrio cuidadoso entre o ensino teórico e a prática laboratorial. Essa abordagem integrada permite aos estudantes não apenas compreender os fundamentos teóricos, mas também desenvolver as habilidades práticas necessárias para sua atuação profissional. A experimentação controlada e bem planejada é apontada como elemento crucial para a consolidação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula.

Nas aulas de Química, ainda predomina um ensino centrado na memorização de fórmulas, conceitos e leis, enquanto raramente se aborda a disciplina como uma ciência inserida nos contextos social, tecnológico e econômico da sociedade. Observa-se um distanciamento significativo entre o conteúdo químico e a realidade dos estudantes, marcado por um forte detalhamento conceitual sem a devida preocupação com a contextualização ou com a relação com o cotidiano (Cardoso, 2000).

Nessa perspectiva, torna-se relevante a relação experimental com as questões que surgem no cotidiano dos discentes, ajudando tanto no entendimento dos acontecimentos que os rodeiam como também a base teórica do conteúdo e suas implicações, saindo do âmbito dos

questionamentos como por exemplo: Qual a relevância disso no meu cotidiano? Por que devo estudar tal conteúdo? Eu irei usar tal conhecimento na minha vida prática? Entre tantos outros questionamentos dos estudantes.

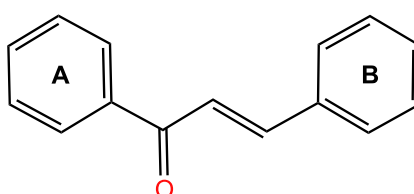
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que as práticas e os processos investigativos são essenciais para aproximar o estudante da identificação de problemas e colocá-lo em uma postura ativa nas atividades de sala de aula. Para resolver esses problemas, o aluno deve levantar informações pertinentes, formular hipóteses, argumentos e explicações, planejar procedimentos, realizar testes experimentais e tirar conclusões a partir da análise dos dados obtidos. Esse movimento favorece o protagonismo estudantil, uma vez que, além de acessar informações, o estudante aprende a produzi-las, obtê-las e analisá-las de forma crítica (Brasil, 2020).

Desse modo, o aprendizado do uso da experimentação como ferramenta essencial em aulas de Química Orgânica torna-se uma maneira dos licenciandos compreenderem, na própria graduação, instrumentos que lhe trarão maiores rendimentos em sala de aula.

2.2 Calconas e derivados calconoides

As calconas (Figura 1) são descritas na literatura como cetonas α,β -insaturadas (enonas) com a estrutura (2E)-1,3-difenil-prop-2-en-1-ona, integrando uma das subclasses dos flavonoides e atuando como intermediárias importantes tanto em processos biossintéticos quanto sintéticos. Diferentemente dos demais flavonoides, as calconas não apresentam o anel pirânico, que normalmente se forma pela ciclização da hidroxila situada na posição 2' da molécula (Nakanishi *et al.*, 1975). A calcona apresenta dois anéis aromáticos (A e B, Figura 1), em que um está ligado diretamente à carbonila cetônica e o outro está ligado a um dos carbonos que contém a dupla ligação conjugada com a cetona. Segundo Dimmock *et al.* (1999) as calconas apresentam ampla variedade de atividades biológicas, podendo ocorrer naturalmente ou ser obtidas por síntese de maneira relativamente simples.

Figura 1 – Estrutura Química da calcona ((2E)-1,3-difenil-prop-2-en-1-ona).

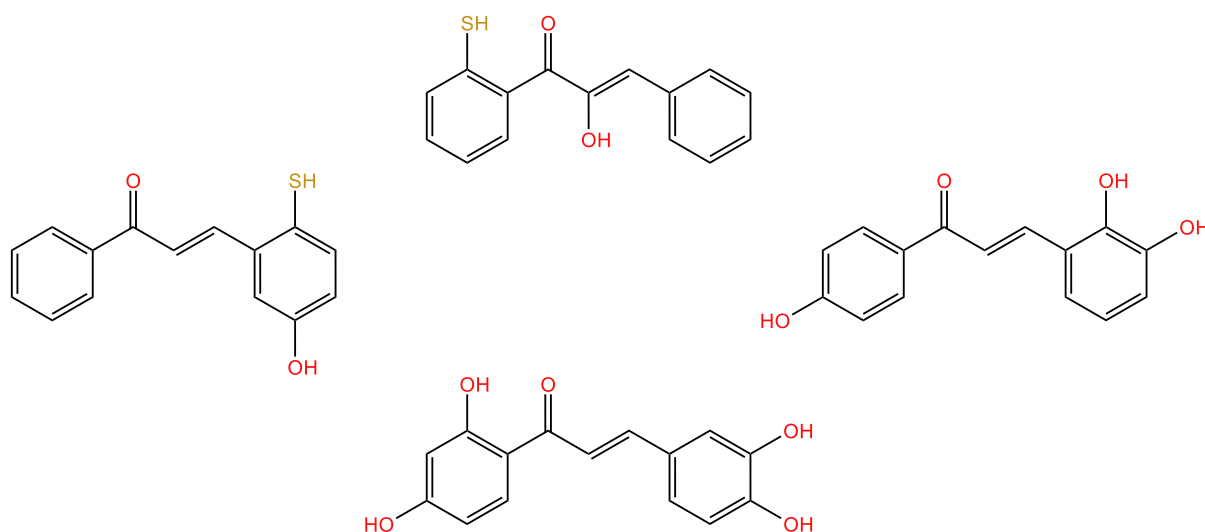


Fonte: Autoria própria, 2026.

De acordo com Gaonkar e Vignesh (2017), devido ao sistema carbonílico α,β -insaturado conjugado por ligações duplas e pela deslocalização eletrônica, as calconas apresentam baixo potencial redox e maior tendência a participar de reações de transferência de elétrons, o que pode contribuir para as atividades biológicas. A literatura aponta que as calconas, por serem polifenóis (seus derivados normalmente apresentam grupos OH ligados aos anéis aromáticos – ver Figura 2) de estrutura relativamente simples e de grande interesse químico-farmacológico, têm recebido destaque devido à ampla gama de atividades terapêuticas que apresentam. Entre essas atividades relatam-se propriedades antioxidantes, antinociceptivas, anticonvulsivantes, anti-inflamatórias e ainda ações antivirais contra o SARS-CoV e o vírus influenza H1N1 (Ferreira, *et al.*, 2018; Vanangamudi, *et al.*, 2017; Nassar, *et al.*, 2016; Özdemir, *et al.*, 2015; Park, *et al.*, 2016; Malbari, *et al.*, 2018, *apud* Leite, 2024).

Os derivados calconoides (Figura 2) compreendem calconas estruturalmente modificadas por substituições nos anéis aromáticos ou por transformações químicas adicionais no sistema enona. A introdução de grupos doadores ou retiradores de elétrons nas posições aromáticas permite modular propriedades eletrônicas, reatividade química e comportamento espectroscópico desses compostos. Além disso, as calconas servem como importantes precursores sintéticos para a obtenção de heterociclos bioativos, como pirazóis, flavonas, auronas e isoxazóis, ampliando significativamente seu campo de aplicação química (Dimmock *et al.*, 1999; Van Beurden *et al.*, 2020).

Figura 2 – Alguns derivados calconoides.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

A caracterização das calconas e de seus derivados é comumente realizada por técnicas espectroscópicas clássicas, como espectroscopia no infravermelho, ressonância magnética nuclear (RMN) de hidrogênio e carbono e espectrometria de massas. A presença da

carbonila conjugada pode ser identificada no infravermelho por bandas intensas na região de 1650–1680 cm^{-1} , enquanto a RMN permite confirmar a configuração geométrica da dupla ligação por meio das constantes de acoplamento entre os hidrogênios vinílicos, que são tipicamente maiores para o isômero *E* (Pavia *et al.*, 2010; Silverstein *et al.*, 2014).

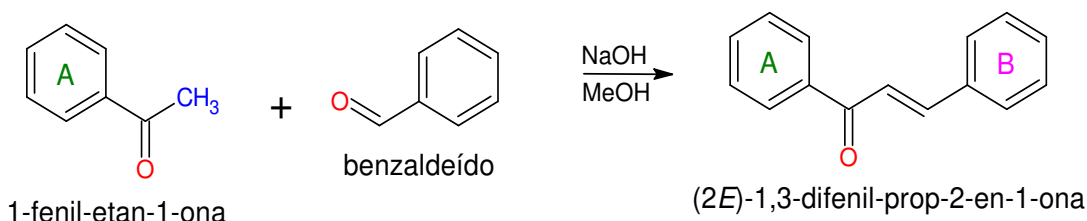
Nesse contexto, as calconas assumem papel de destaque tanto na pesquisa em Química Orgânica quanto no ensino experimental, por reunirem simplicidade sintética, relevância estrutural e ampla possibilidade de discussão teórica. A utilização desse sistema como eixo temático em atividades experimentais permite abordar conceitos fundamentais, como reatividade de compostos carbonilados, isomeria geométrica, técnicas de purificação e métodos de caracterização espectroscópica, contribuindo para uma formação mais integrada e significativa dos estudantes.

2.3 Reação de condensação aldólica

Nas sínteses orgânicas, as reações de condensação em compostos carbonilados são essenciais para a formação de uma nova ligação C-C (Silva; Jones Júnior, 2001). A condensação aldólica ocorre quando um enolato atua como nucleófilo, atacando o grupo carbonila de outra molécula, o que leva à formação de um intermediário β -hidroxicarbonilado, que pode se converter em um composto α,β -insaturado por eliminação de água (Carey; Giuliano, 2015).

Quando aldeídos e cetonas reagem em meio básico, formam cetonas α,β -insaturadas, caracterizando a chamada condensação de Claisen-Schmidt. Embora seja possível realizar a reação entre dois aldeídos diferentes, isso raramente é viável devido às condensações cruzadas e à autocondensação, que geram quatro produtos possíveis e tornam o processo pouco seletivo. No entanto, a reação pode ocorrer de maneira eficiente quando um dos carbonílicos não possui hidrogênios α — como benzaldeídos substituídos — e, portanto, não forma íons enolatos, enquanto o outro apresenta uma carbonila pouco reativa às adições, como metilcetonas substituídas (caso das acetofenonas), evitando assim a autocondensação e permitindo bons rendimentos nas condensações aldólicas mistas (Solomons; Fryhle, 2002).

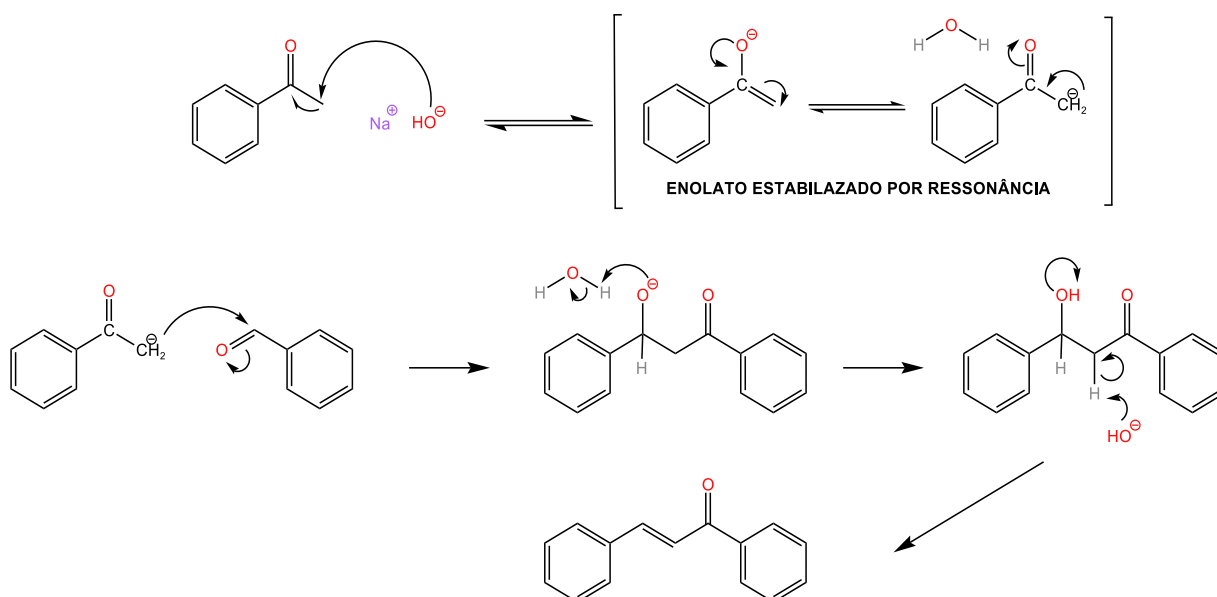
Figura 3 – Equação química da condensação aldólica formando a calcona.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

Em termos mecanísticos, March e Smith (2013) explicam que, na reação aldólica, o carbono α de aldeídos ou cetonas é desprotonado, originando um enolato que reage com outro composto carbonilado. Esse processo pode ser influenciado por diversos fatores, como a natureza da base utilizada, o tipo de solvente e as características estruturais dos reagentes. O produto formado pode passar por uma ou mais condensações, e, em muitos casos, sofre desidratação — especialmente quando aquecido ou na presença de ácido, tornando-se um composto α,β -insaturado.

Figura 4 – Mecanismo da condensação aldólica formando a calcona.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

A condensação aldólica é amplamente aplicada na síntese de intermediários orgânicos, como fragrâncias, fármacos, resinas e materiais poliméricos, sendo uma das reações mais versáteis da Química Orgânica devido à sua capacidade de formar ligações carbono-carbono de maneira controlada (Carey; Giuliano, 2015). Zhu *et al.* (2024) destacam que a condensação aldólica tem sido utilizada na construção de materiais funcionais orgânicos, como semicondutores, polímeros condutores e dispositivos optoeletrônicos, devido à sua alta eficiência e possibilidade de aplicação em catálise homogênea e heterogênea.

Faria, Almeida e Mota (2018), por sua vez, desenvolveram um estudo experimental utilizando furfural e acetona em meio básico, demonstrando a viabilidade da condensação aldólica com catalisadores ecológicos, reforçando sua importância tanto na indústria quanto como experimento de ensino de Química Orgânica.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar um roteiro experimental voltado para as disciplinas de Química Orgânica do Curso Superior de Licenciatura em Química do IFPB, Campus Sousa, tendo como eixo norteador a síntese da calcona.

3.2 Objetivos Específicos

- Sintetizar, acompanhar, purificar e caracterizar a calcona;
- Pesquisar métodos de separação diastereoisomérica da calcona;
- Caracterizar a calcona por Espectrometria de Massa, e Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio e Carbono;
- Confeccionar e disponibilizar um roteiro experimental envolvendo a síntese da calcona para uso em disciplinas de Química Orgânica.

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais e reagentes

Os reagentes e solventes utilizados nessa pesquisa foram o benzaldeído >98% (Impex), acetofenona (Neon), etanol 95% P.A. (Isofar), hidróxido de sódio (Dinâmica), hexano (Isofar) e acetato de etila (Dinâmica). Não houve nenhum tratamento prévio dos reagentes/solventes utilizados nas etapas de síntese e purificação da calcona. A reação foi acompanhada por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), utilizando como eluente hexano:acetato de etila 9:1 v/v.

4.2 Caracterização da calcona

As técnicas utilizadas para caracterizar os compostos orgânicos sintetizados neste trabalho foram: Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massa (GC-MS), Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN ^1H) e de Carbono-13 (RMN ^{13}C).

As análises de GC-MS foram realizadas em um GCMS-QP2010 Ultra (Shimadzu®), equipado com uma coluna capilar RTX-5MS (5% bifenilo / 95% dimetilpolissiloxano), com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro e espessura de filme de 0,25 μm . O volume de injeção das amostras foi de 1 μL , com split na razão 1:50. O hélio foi utilizado como gás carreador a 1 mL/min. A temperatura de injeção das amostras foi ajustada para 250 °C, e a temperatura do injetor foi mantida em 280 °C. A temperatura do forno foi inicialmente programada para 40 °C (mantida por 2 minutos), aumentada para 100 °C a uma taxa de 10 °C/min e, posteriormente, elevada a 200 °C a uma taxa de 20 °C/min, sendo mantida nessa temperatura por 5 minutos. A fonte de ionização por impacto de elétrons operou a 70 eV, com varredura completa na faixa de massa m/z 35–400. As amostras analisadas por GC-MS foram preparadas mediante a retirada de uma alíquota do meio reacional e dissolução em cerca de 1,5 mL de acetato de etila ou clorofórmio.

Todos os dados cromatográficos foram processados utilizando o software GC-MS Solution (Shimadzu®). Os compostos analisados por GC-MS foram identificados e comparados com os bancos de dados disponíveis no software da Shimadzu: NIST 2008 / NIST2008+Shimadzu e FFNSC 1.3 (Espectro de Massas de Sabores e Fragrâncias de Compostos Naturais e Sintéticos).

Os espectros de RMN ^1H e RMN ^{13}C foram registrados em um espectrômetro VARIAN® Mercury Spectra AC 20 (200 ou 500 MHz para RMN ^1H e 50 MHz para RMN ^{13}C), pertencente à Unidade de Central Analítica (UNICAL) do Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos da UFPB (IPeFarM-UFPB). Os espectros foram tratados e analisados utilizando o software MestReNova®, versão 6.1.0-6224.

4.3 Síntese e purificação da calcona

Para a síntese da calcona, foram medidos 0,1 mmol de benzaldeído (10 μL) com o auxílio de uma micropipeta, transferindo-se o volume para um tubo de ensaio. Em seguida, foram adicionados 0,1 mmol de acetofenona (12 μL) ao mesmo tubo, também com micropipeta. Com o uso de uma pipeta graduada de 1 mL, foram adicionados 0,5 mL de etanol 95% ao sistema. Posteriormente, foram adicionados 100 μL de uma solução de NaOH a 10% m/V. Por fim, inseriu-se uma barra magnética, e o sistema permaneceu sob agitação magnética, à temperatura ambiente, por 60 minutos.

A reação foi monitorada por cromatografia em camada delgada (CCD). Após o término da reação, foi adicionado 1 mL de água destilada gelada à mistura reacional, agitando-se manualmente até a formação de turvamento ou precipitação. Para intensificar a precipitação, o sistema foi levado ao congelador por aproximadamente 5 minutos. O sólido foi então filtrado, seco sob pressão reduzida, e o rendimento da reação foi calculado. O produto obtido foi analisado por GC-MS para a determinação do excesso diastereoisomérico.

A calcona foi purificada por cristalização em etanol 95% a temperatura reduzida (0-5°C). Após a formação dos cristais, o sistema foi filtrado, lavado com etanol 95% gelado e seco à temperatura ambiente. Após secagem, o material foi separado para análise de GC-MS e RMN ^1H e ^{13}C .

4.4 Elaboração de roteiro experimental

Como parte da proposta deste trabalho, foi elaborado um roteiro experimental voltado ao ensino de Química Orgânica, com ênfase em reações envolvendo compostos carbonilados. O experimento apresentado no caderno (síntese da calcona) contou com uma introdução teórica, na qual foram descritos os fundamentos da reação orgânica em destaque (condensações aldólicas), seguida por seus respectivos objetivos, lista de reagentes e materiais, procedimento experimental e orientações de segurança. O roteiro foi elaborado com base em um formato

padronizado, com linguagem acessível, imagens esquemáticas, tabelas de observações e campos destinados ao registro de dados experimentais.

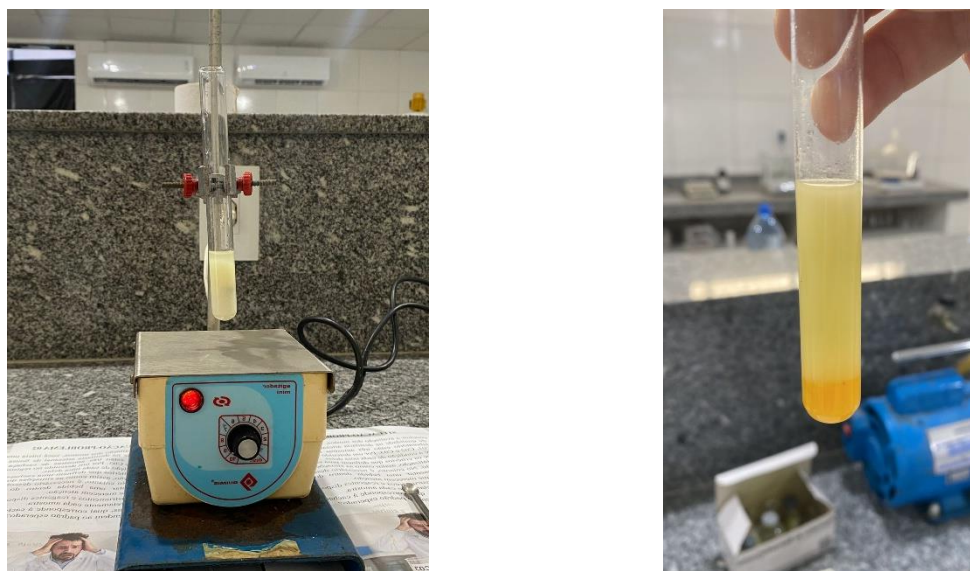
Além dos procedimentos experimentais, foram incluídos questionários e sugestões de atividades pós-laboratoriais com enfoque investigativo, visando ao estímulo do pensamento crítico e da interdisciplinaridade. Por fim, a produção do roteiro de experimento buscou integrar os resultados obtidos na síntese da calcona realizada em laboratório ao longo do presente trabalho, proporcionando um material validado experimentalmente e pedagogicamente estruturado. Esse recurso didático teve como finalidade ampliar o ensino de Química Orgânica, aproximando teoria e prática e segura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Síntese, purificação e caracterização da calcona

Durante a síntese da calcona via condensação aldólica entre benzaldeído e acetofenona em meio básico, observou-se um tempo reacional total aproximado de 1 h sob agitação magnética (Figura 5) à temperatura ambiente. No entanto, o acompanhamento da reação por cromatografia em camada delgada (CCD) indicou que, após esse período, ainda havia a presença de material de partida (reagentes). Tal cenário pode sugerir que: (1) a conversão dos reagentes no produto não estava completa no intervalo de tempo analisado; ou (2) o equilíbrio químico da reação é atingindo antes da conversão total dos reagentes nos produtos. De acordo com a literatura, reações de condensação aldólica do tipo *Claisen-Schmidt* podem apresentar tempos reacionais variáveis, dependendo de fatores como concentração da base, temperatura, natureza do solvente e eficiência da agitação, sendo comum a necessidade de tempos superiores a 1 h para o consumo total dos reagentes (McMURRY, 1997; Carey; Giuliano, 2015).

Figura 5 – Fotos do sistema reacional teste para a síntese da calcona.



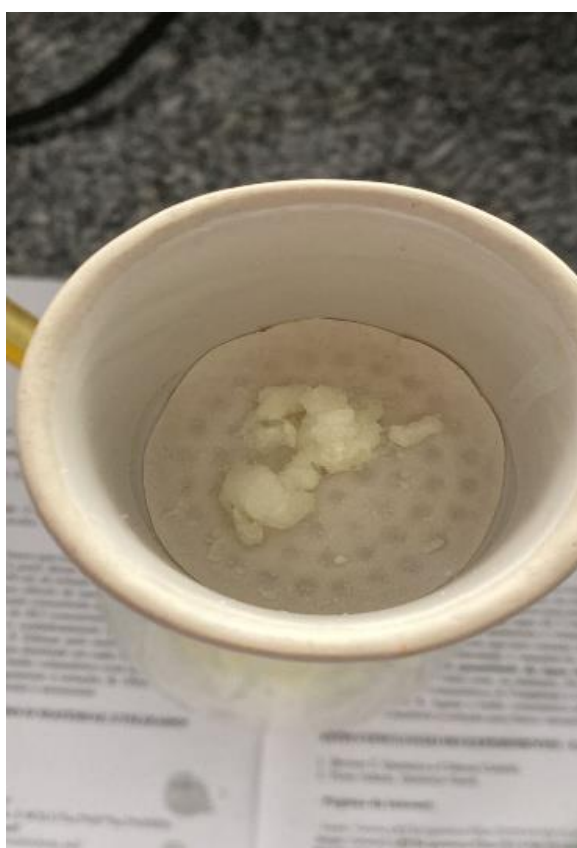
Fonte: Autoria Própria, 2026.

Com o objetivo de determinar o tempo ideal de reação, foram realizadas CCDs em diferentes intervalos (15 min, 30 min, 1 h, 2 h e 3 h). A análise dessas cromatografias permitiu observar uma diminuição significativa das manchas referentes aos reagentes entre 1 h e 2 h de reação, indicando que esse tempo se mostrou mais adequado para a obtenção da calcona com maior grau de conversão. Esse comportamento é compatível com relatos da literatura, nos quais a formação do produto α,β -insaturado ocorre de forma gradual, podendo exigir tempos

superiores aos inicialmente previstos, especialmente em condições brandas de temperatura (Solomons; Fryhle, 2002).

Ao final do processo reacional (cerca de 1,5 h) e após a etapa de precipitação e secagem a vácuo (Figura 6), obteve-se aproximadamente 1,9725 g de calcona bruta, correspondendo a um rendimento bruto de cerca de 92,1%. Esse valor elevado pode ser atribuído à formação eficiente do produto desejado, porém, também pode refletir a presença de impurezas, como solvente residual, água ou traços de reagentes não reagidos, frequentemente observadas em produtos brutos de reações orgânicas (March; Smith, 2013).

Figura 6 – Calcona obtida na reação de condensação aldólica entre a acetofenona e o benzaldeído.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

A purificação do produto foi realizada por cristalização (Figura 7), seguida de sucessivas etapas de filtração. Após esse processo, obteve-se cerca de 0,9920 g (primeira cristalização) de calcona purificada, resultando em um rendimento de aproximadamente 50,3%. A redução significativa do rendimento após a purificação é esperada em processos de cristalização, uma vez que perdas podem ocorrer devido à solubilidade parcial do produto no solvente, retenção do sólido no papel de filtro e transferências sucessivas entre recipientes (Martins, 2009). Além disso, variações de temperatura durante o resfriamento e o congelamento do sistema podem influenciar a eficiência da cristalização e a recuperação do produto sólido.

Figura 7 – Cristalização da calcona em etanol.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

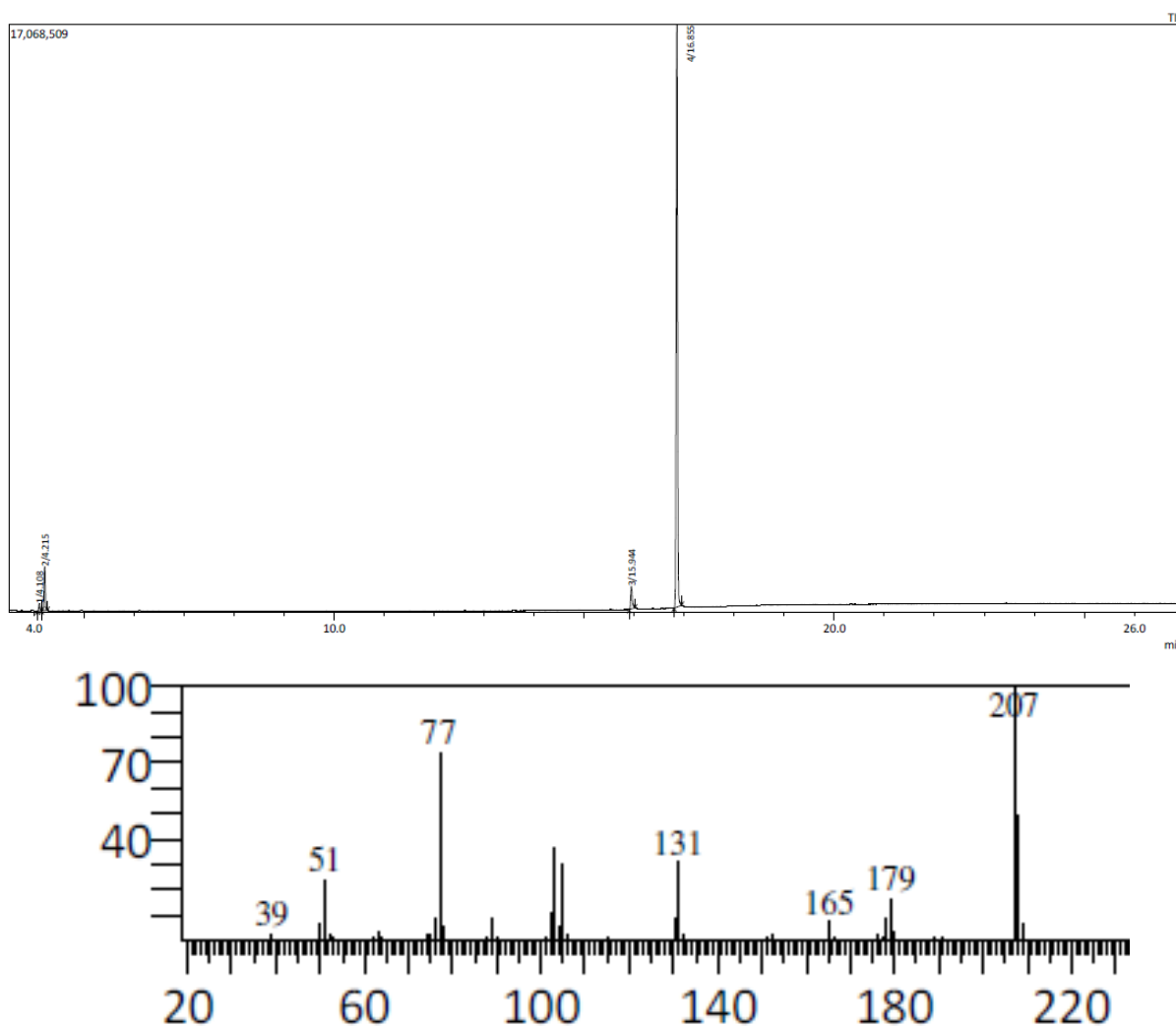
O método de purificação adotado consistiu inicialmente em filtração sob pressão reduzida para a calcona bruta, seguida de filtrações comuns nas etapas subsequentes de cristalização. Essa estratégia é amplamente empregada em laboratórios de ensino, por sua simplicidade, baixo custo e adequação à realidade de cursos de graduação, permitindo a obtenção de um produto com grau de pureza satisfatório, ainda que com perdas moderadas de rendimento (McMurry, 1997). Dessa forma, os resultados obtidos estão em concordância com o comportamento esperado para a síntese e purificação de calconas descritas na literatura, demonstrando a viabilidade do experimento tanto do ponto de vista químico quanto didático.

Os espectros de massa EI (método ionização por impacto de elétrons) de dois enantiômeros são idênticos e não conseguimos diferenciá-los utilizando apenas esta técnica. Isso ocorre porque os enantiômeros têm as mesmas propriedades físicas e químicas, incluindo a mesma massa molecular e a mesma conectividade estrutural. No entanto, como a calcona é um produto conhecido, podemos verificar em banco de dados de espectros que o isômero *trans* (*E*) aparece majoritariamente, pois os dois anéis aromáticos ficam em lados opostos da dupla ligação, desse modo, minimizando as repulsões estéricas, já o isômero *cis* é termodinamicamente desfavorecido. Logo, podemos inferir que o maior sinal presente no cromatograma corresponde ao isômero *E*.

O cromatograma do produto (Figura 8) cristalizado revela um bom grau de pureza do produto (90%), considerando os enantiômeros Z (R_f 15,944) e E (R_f 16,855). Os espectros de massa (Figura 8) dos dois sinais do cromatograma são idênticos, sugerindo tratar-se dos

enantiômeros Z e E, sendo este último o enantiômero majoritário conforme reportado na literatura (Pavia *et al.*, 2010; Silverstein *et al.*, 2014).

Figura 8 – Cromatograma da calcona cristalizada e espectro de massa.

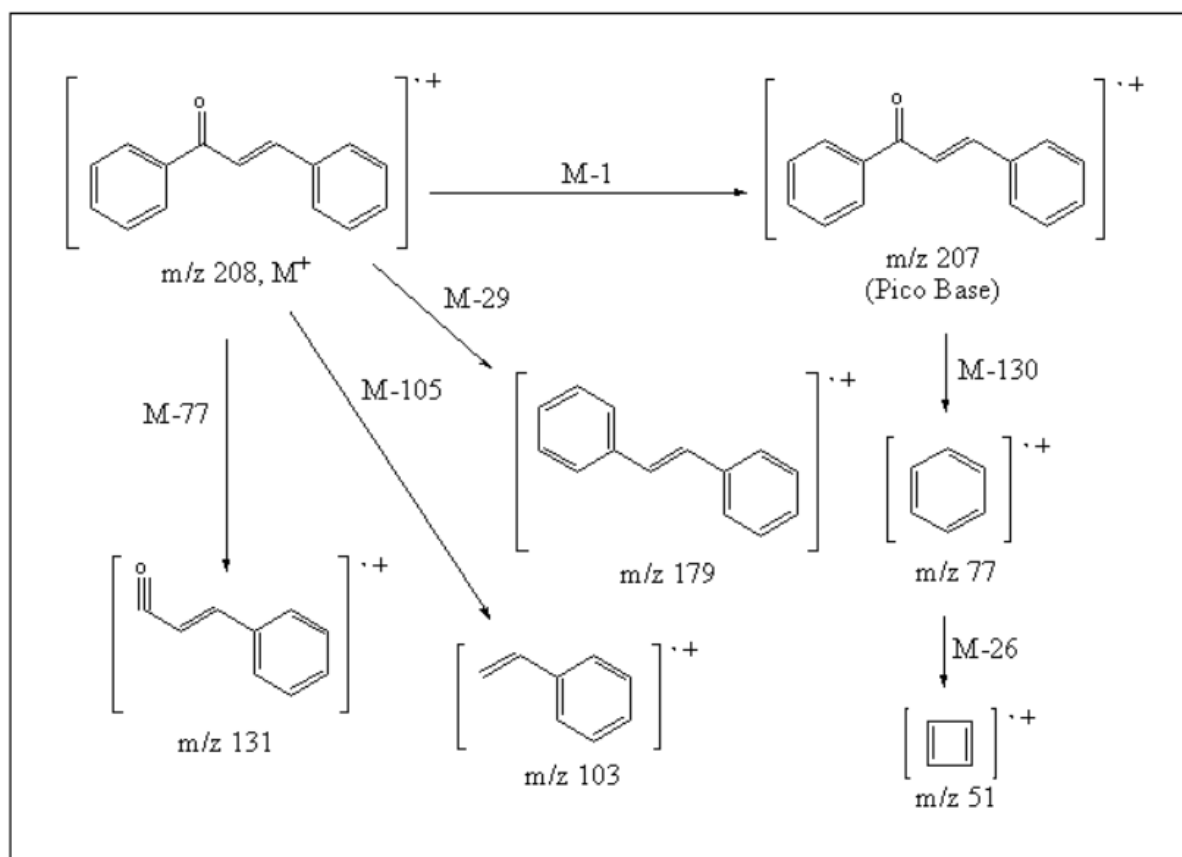


Fonte: Autoria Própria, 2026.

A Figura 9 mostra o quadro de fragmentação proposto para o espectro de massa da calcona. O quadro de fragmentação de massa tem por objetivo explicar como os principais sinais do espectro de massa (m/z) surgiram a partir do íon molecular (M^+ , m/z 208 para a calcona). O pico base (o pico de maior intensidade no espectro de massa) é o m/z 207, que corresponde a perda de 1 unidade de massa da calcona ($M-1$, perda de um hidrogênio). O m/z 77 pode ser explicado através de uma clivagem do tipo iota entre o carbono carbonílico e o anel aromático. O m/z 77, por sua vez, pode sofrer um rearranjo, perdendo uma molécula de acetileno ($M-29$) e gerando o fragmento de m/z 51. Os fragmentos de m/z 179, 131 e 103 podem ser percebidos através de clivagens oriundas do íon molecular: o m/z 179 pode ser formado a partir de um rearranjo e perda de $HC\equiv O$ ($M-29$); o m/z 131 pode ser formado a partir de uma

clivagem alfa na ligação do carbono carbonílico e o anel aromático; e, por fim, o m/z 103 pode ser formado a partir de uma clivagem alfa/iota na ligação sigma C-C entre a ligação C=O e C=C.

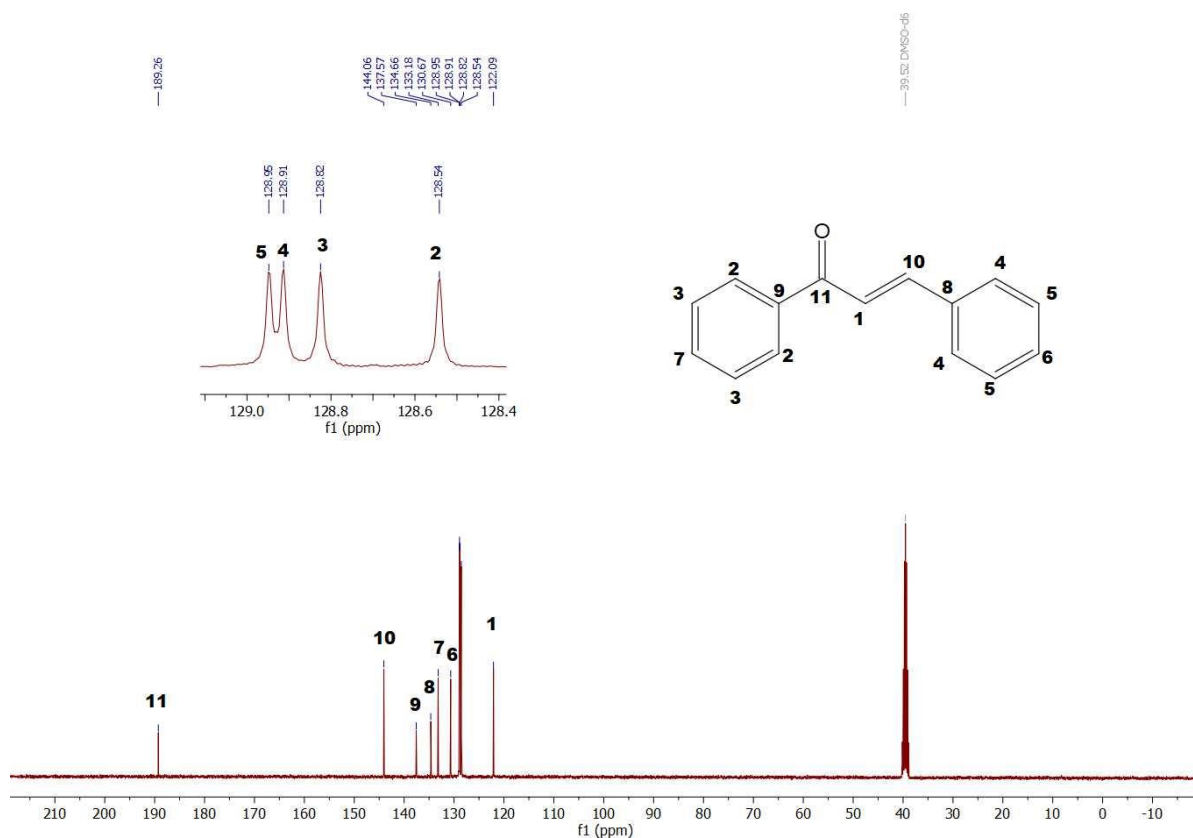
Figura 9 – Quadro de fragmentação proposto para o espectro de massa da calcona.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

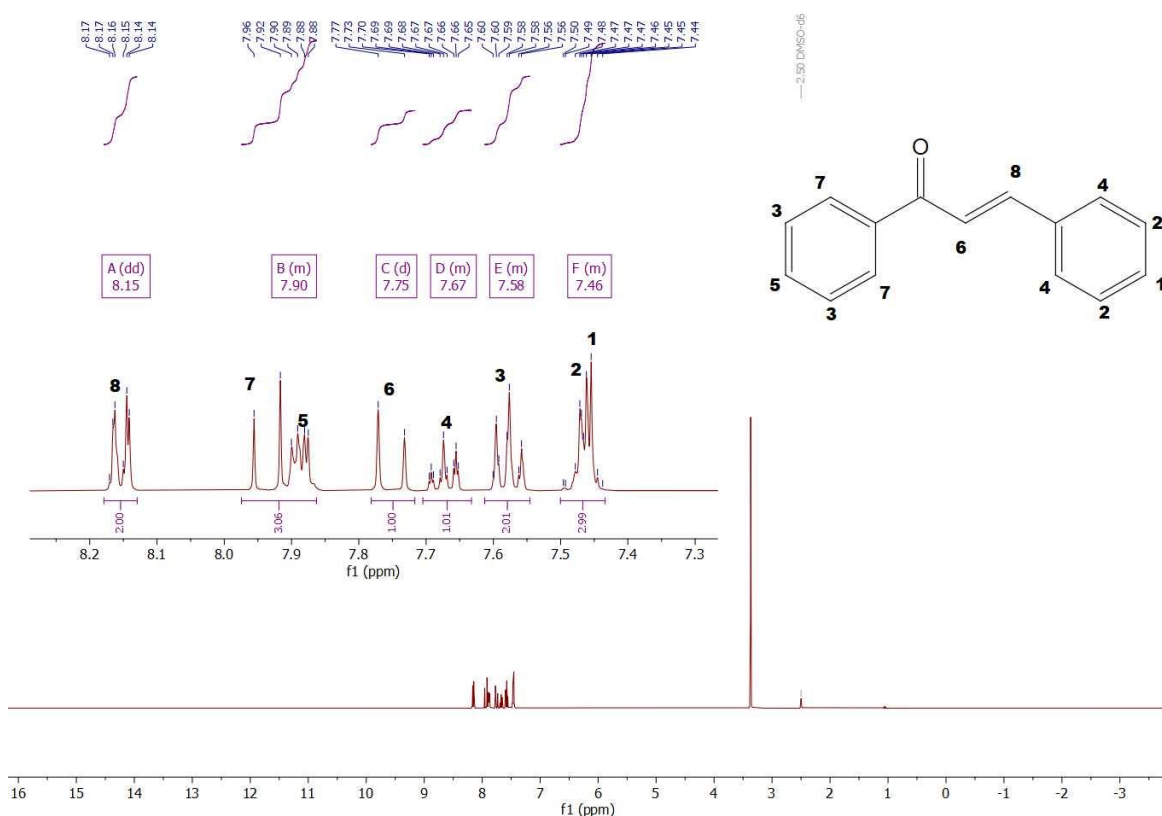
O espectro de Ressonância Magnética Nuclear de Carbono-13 (Figura 9) mostra os sinais de deslocamentos químicos nas regiões características de carbono carbonílico (180-190 ppm), de carbonos olefínicos, C=C (100-150), e de carbonos aromáticos (110-175). O conjunto de sinais presentes em torno de 44 ppm deve-se ao solvente deuterado utilizado para a análise, DMSO (dimetilsulfóxido). Os anéis benzênicos da calcona são monossustituídos. Desta forma, espera-se que o espectro de RMN ^{13}C desacoplado por prótons apresente quatro picos na área, já que os carbonos orto e meta (carbonos 2, 3, 4 e 5 da estrutura da Figura 9) são duplicados por simetria. Além disso, o carbono quaternário dos anéis benzênicos normalmente apresenta um sinal muito fraco decorrente do longo tempo de relaxação e de um fraco NOE (Efeito Nuclear Overhauser).

Figura 10 – Espectro de RMN de C-13 da calcona em DMSO deuterado.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

Figura 11– Espectro de RMN de H da calcona em DMSO deuterado.



Fonte: Autoria Própria, 2026.

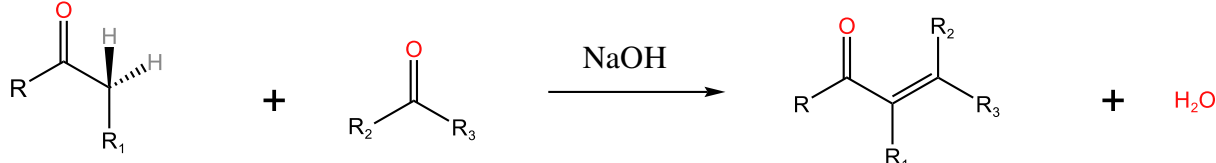
5.2 Roteiro experimental

Com base nos experimentos realizados durante a presente investigação, segue a estrutura do roteiro experimental proposto:

INTRODUÇÃO

A condensação aldólica (Figura A) é uma das mais importantes reações utilizadas em síntese orgânica para formação de ligação carbono-carbono. Ela ocorre quando um enol (via catálise ácida) ou enolato (via catálise básica) reage com um composto carbonílico, formando uma β -hidroxicetona que, por sua vez, sofre uma desidratação subsequente, produzindo uma enona conjugada. (McMURRY, 1997)

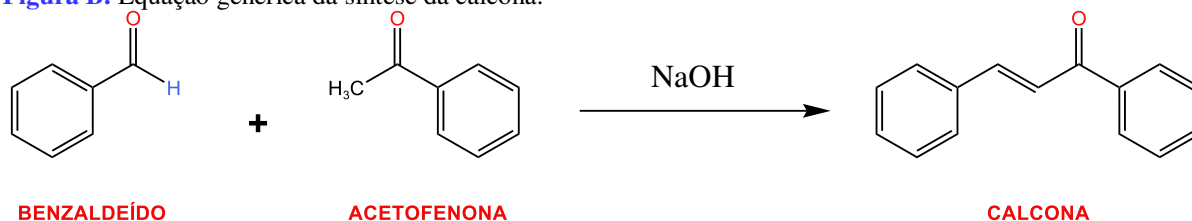
Figura A. Equação genérica da reação de condensação aldólica.



FONTE: Autoria própria, 2026.

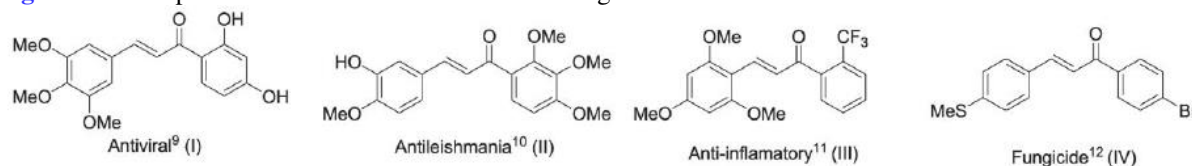
A calcona (Figura B) é uma enona conjugada aromática e é considerada um núcleo estrutural em uma série de compostos biológicos importantes, conhecidos como calconas ou calconoides, e que apresentam uma série de atividades biológicas (Figura C) (SILVA *et al.*, 2013).

Figura B. Equação genérica da síntese da calcona.



FONTE: Autoria própria, 2026.

Figura C. Exemplos de calconas e suas atividades biológicas.



FONTE: SILVA *et al.* Biological and structure-activity evaluation of chalcone derivatives against bacteria and fungi. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 24, n. 1, p. 133-144, 2013.

OBJETIVOS

- Sintetizar, acompanhar, purificar e caracterizar a calcona, articulando conhecimentos teórico-práticos sobre a reação de condensação aldólica.

REAGENTES E MATERIAS

- | | |
|--|--|
| • Benzaldeído; | • Pipeta graduada de 5 mL; |
| • Acetofenona; | • Proveta de 10 mL; |
| • Água destilada (natural e gelada); | • Espátula metálica; |
| • Etanol 95%; | • Vidro de relógio; |
| • Hidróxido de sódio; | • Béquer de 25 mL; |
| • Capela de exaustão; | • Tubo de ensaio; |
| • Balança analítica; | • Barra magnética; |
| • Papel filtro; | • Estante para tubo de ensaio; |
| • Chapa aquecedora com agitação magnética; | • Suporte universal com garra para tubo de ensaio; |
| • Béquer de 250 mL; | • Agitador magnético; |
| • Pipeta graduada de 1 mL; | • Kitassato; |
| • Pipetador/pera; | • Bomba de vácuo; |
| • Pipeta graduada de 2 mL; | • Funil de Büchner. |

PREVISÃO DE DURAÇÃO: 2-3 h.

ORIENTAÇÕES DE SEGURANÇA

A realização da síntese da calcona requer a adoção rigorosa de normas de segurança, uma vez que envolve o uso de solventes orgânicos inflamáveis, compostos voláteis e uma base forte. Durante toda a prática experimental, é obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual, incluindo jaleco de manga longa devidamente fechado, luvas de nitrila, óculos de segurança e sapatos fechados, sendo indispensável manter os cabelos presos e evitar o uso de acessórios. Todas as etapas do experimento devem ser conduzidas preferencialmente em capela de exaustão, especialmente aquelas que envolvem o manuseio de benzaldeído, acetofenona, etanol e soluções de hidróxido de sódio, devido aos vapores irritantes e ao risco de inflamabilidade. O hidróxido de sódio deve ser manipulado com cautela, pois é uma substância corrosiva e sua dissolução em água é exotérmica, devendo ser realizada lentamente. Em caso

de contato com a pele ou olhos, deve-se lavar imediatamente com água em abundância e comunicar o responsável pelo laboratório. É proibido o uso de chama direta (o etanol é um solvente inflamável), sendo permitido apenas aquecimento controlado em banho-maria ou chapa aquecedora. Durante a reação, a solução básica deve ser adicionada de forma gradual, mantendo-se agitação constante para evitar superaquecimento ou formação de fases concentradas. Na etapa de filtração sob pressão reduzida, deve-se verificar a integridade das vidrarias e conexões, não aplicando vácuo em sistemas quentes. O descarte dos resíduos deve seguir as normas institucionais, com resíduos orgânicos acondicionados em recipientes apropriados e soluções alcalinas previamente neutralizadas. Em caso de acidentes, o responsável pelo laboratório deve ser informado imediatamente, sendo fundamental conhecer previamente a localização dos equipamentos de emergência, como chuveiro, lava-olhos e extintores de incêndio adequados para solventes inflamáveis.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

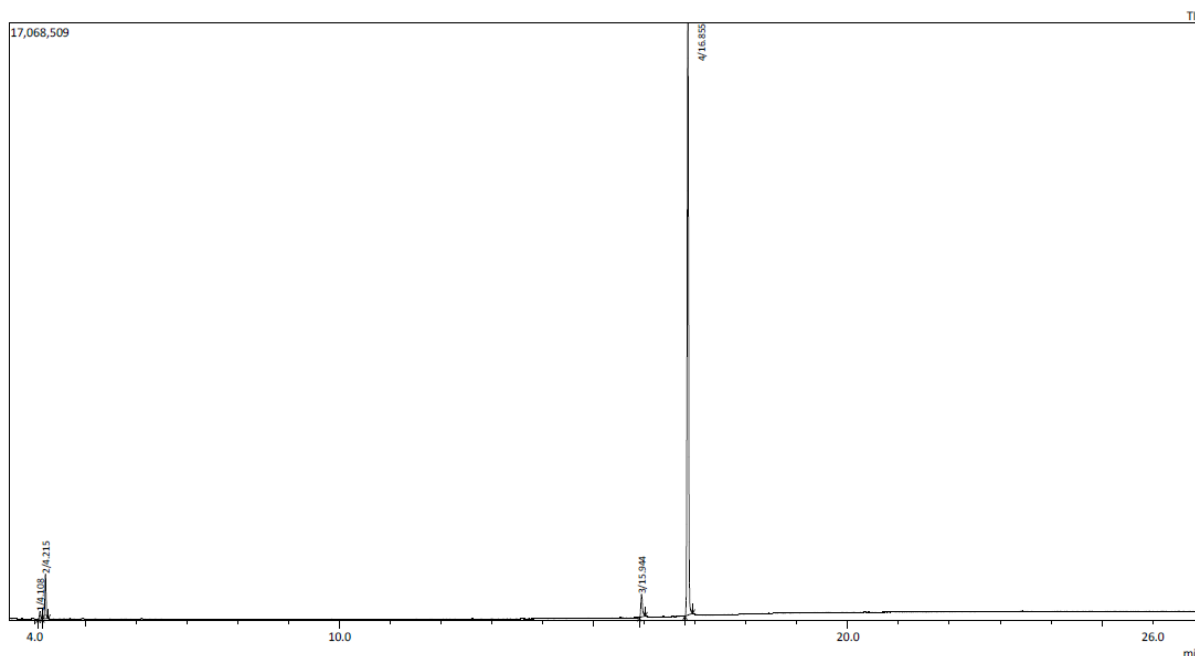
- Na capela, meça 1,0 mL de benzaldeído com o auxílio de uma pipeta graduada de 1 mL e um pipetador e transfira o volume para um tubo de ensaio. Em seguida, com uma pipeta graduada de 2 mL, adicione 1,2 mL de acetofenona no determinado tubo de ensaio.
- Meça, com o auxílio de uma pipeta graduada de 5 mL, 2,5 mL de etanol 95% e adicione ao mesmo tubo de ensaio. Coloque uma barra magnética no tubo e deixe o sistema sob agitação magnética.
- Enquanto o sistema permanece sob agitação, pese em uma balança analítica cerca de 300 mg de hidróxido de sódio com o auxílio de uma espátula metálica e um vidro de relógio. Em um frasco de vidro de 5 mL, dissolva o sólido em 0,5 mL de água destilada. **ATENÇÃO!** O hidróxido de sódio é cáustico e pode causar sérias queimaduras na pele. Use luvas e tenha cuidado no manuseio do sólido e da solução.
- Preparada a solução de NaOH, goteje-a sobre a mistura reacional no tubo de ensaio. O sistema deve permanecer sob agitação magnética e temperatura ambiente por 1 h. Caso seja observada a formação de um sistema heterogêneo, com a formação de um óleo castanho, aqueça levemente o sistema em banho-maria (50-60°C).
- Após o término da reação, desligue o sistema de aquecimento e adicione, com o auxílio de uma proveta de 10 mL, 1 mL de água gelada na mistura reacional. Remova a barra magnética do sistema e adicione mais 3 mL de água gelada

(divididos em seis porções iguais), agitando o sistema a cada adição. Observe se há a formação de cristais (produto). Caso não haja, leve o sistema para o congelador por alguns minutos.

- **ACOMPANHAMENTO:** Durante a reação, retire alíquotas em intervalos de tempo de 15 min, 30 min, 1 h, 2h e posterior (caso necessário), para fazer a corrida cromatográfica em CCD e leve a placa de CCD para uma caixa de luz UV.
- Colete e seque o produto por filtração sob pressão reduzida. Em seguida (pelo menos após 24 h de secagem a temperatura ambiente), pese a massa final do produto e calcule o rendimento da reação.
- **PURIFICAÇÃO:** dissolva o sólido obtido em um béquer de 100 mL no mínimo possível de etanol. Após dissolução, adicione um pouco mais de etanol no sistema e leve-o ao congelador. Após algumas horas, verifique se há formação de cristais de calcona no béquer. Se houver uma boa quantidade de cristais, filtre o sistema e lave os cristais com etanol gelado. **ATENÇÃO!** O sistema de cristalização não pode secar: é preciso que haja solvente (etanol, no caso) no sistema para garantir o processo de purificação por cristalização.
- **INFORMAÇÃO:** Após a purificação do material, normalmente os compostos são analisados por técnicas de caracterização de compostos orgânicos, tais como espectrometria de massa e ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13.

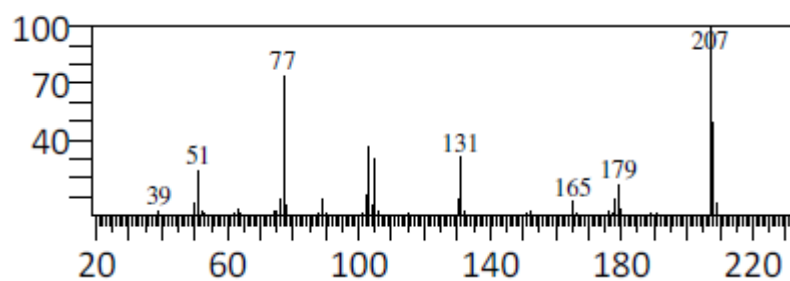
CARACTERIZAÇÃO DA CALCONA

Após purificação, deve-se identificar apenas dois sinais no Cromatograma Gasoso, referentes aos dois diastereoisômeros possíveis da calcona (Z e E):

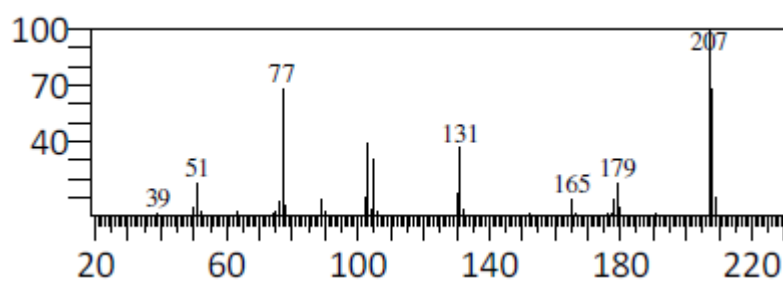


Os espectros de massa EI (método ionização por impacto de elétrons) dos dois enantiômeros são idênticos:

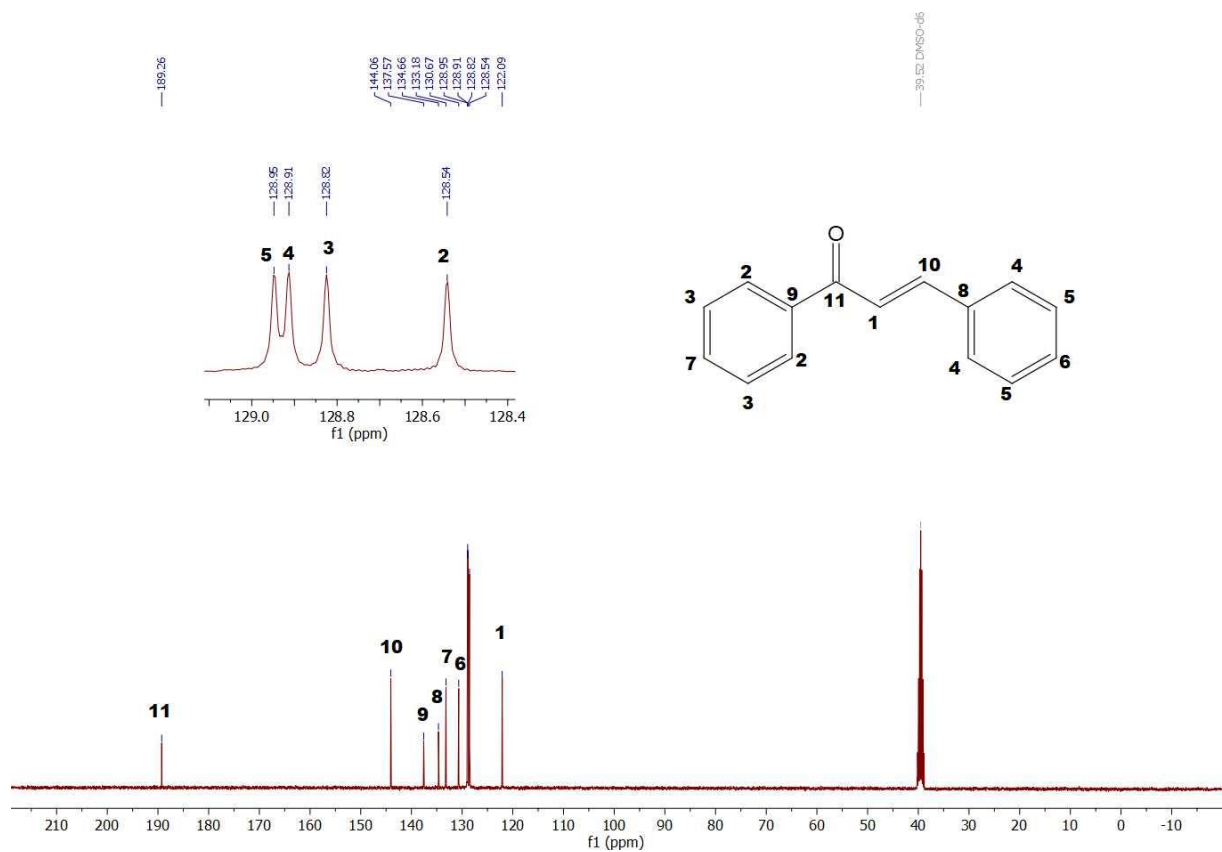
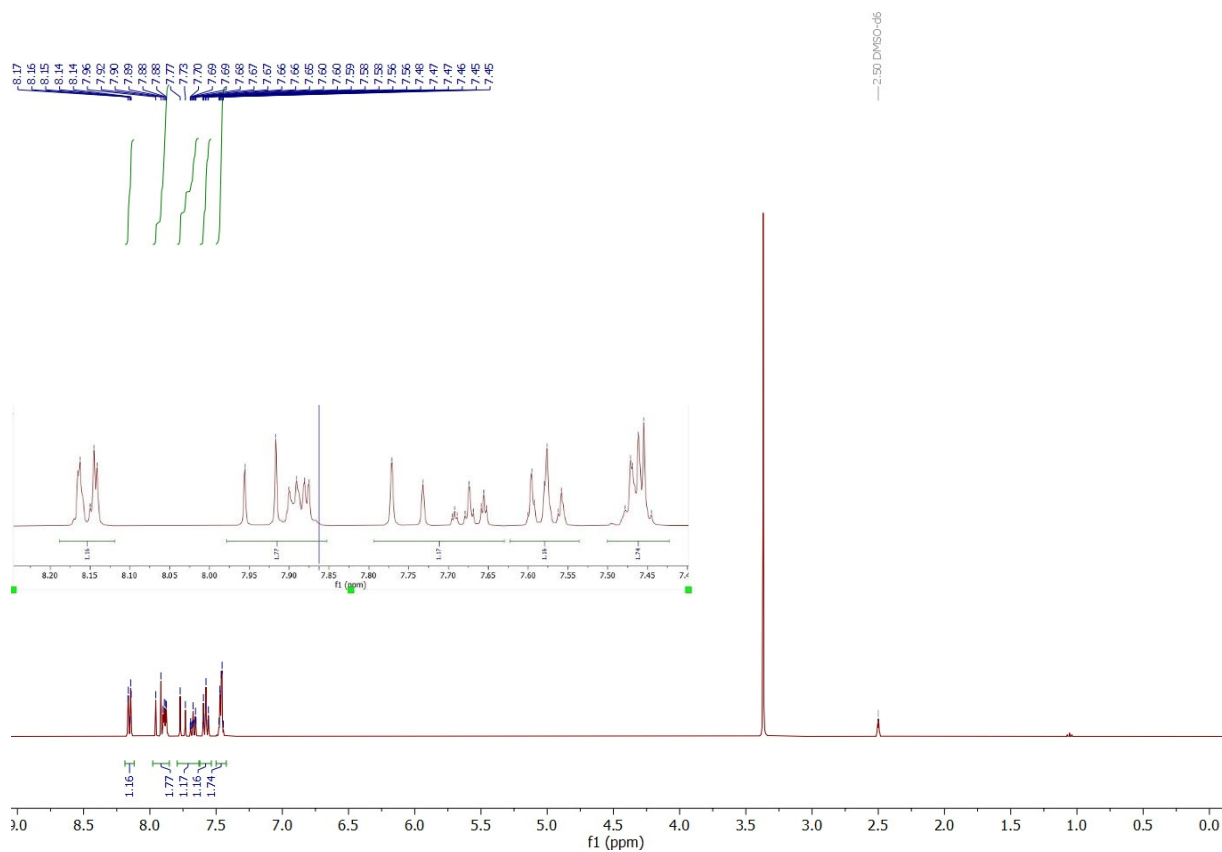
Rf: 15,945



Rf: 16,855



O espectro de Ressonância Magnética Nuclear de H e C-13 permite auxiliar na identificação estrutural do composto:



QUESTÕES PROPOSTAS

1. **Qual é o papel do hidróxido de sódio na reação de síntese da calcona**

Dica: Explique sua função considerando a formação do enolato.

2. **Por que o etanol foi utilizado como solvente na reação?**

Dica: Cite ao menos duas características que o tornam adequado para essa síntese.

3. **Explique por que a adição da solução básica deve ser feita lentamente.**

Dica: Informe quais problemas experimentais poderiam ocorrer caso essa adição fosse rápida?

4. **Qual a finalidade da adição de água gelada ao final da reação?**

Dica: Relacione essa etapa com a precipitação do produto.

5. **Como o acompanhamento da reação por cromatografia em camada delgada (CCD) auxilia na determinação do término da reação?**

Dica: Desenhe a configuração das manchas observadas nas CCDs e calcule os fatores de retenção (R_fs) dos compostos.

6. **Calcule o rendimento percentual da reação a partir da massa obtida do produto e da quantidade inicial do reagente limitante.**

Dica: Analise o rendimento obtido com o presente na literatura: ele foi satisfatório?

7. **Escreva a equação química de uma reação de condensação aldólica entre o 4-nitrobenzaldeído e a acetofenona (o produto será um derivado calconoide).**

Dica: Observe a equação química para a síntese da calcona.

8. **Proponha um mecanismo de reação orgânica para a síntese da questão anterior.**

Dica: Observe o mecanismo proposto para a síntese da calcona.

REFERÊNCIAS

- McMURRY, J. **Química Orgânica**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. A. **Introdução à espectroscopia**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- SILVA *et al.* Biological and structure-activity evaluation of chalcone derivatives against bacteria and fungi. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 24, n. 1, p. 133-144, 2013.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como propósito principal a elaboração de um roteiro experimental voltado ao ensino de Química Orgânica, tomando como eixo norteador a síntese da calcona por meio da reação de condensação aldólica. A proposta foi desenvolvida a partir da integração entre aspectos teóricos, experimentais e pedagógicos, buscando contribuir para a formação de licenciandos em Química por meio de uma abordagem que articula teoria e prática.

No âmbito experimental, a síntese da calcona a partir da reação entre benzaldeído e acetofenona em meio básico mostrou-se adequada para fins didáticos, uma vez que emprega reagentes de fácil acesso, condições reacionais relativamente brandas e procedimentos compatíveis com a infraestrutura de laboratórios de ensino. O acompanhamento da reação por cromatografia em camada delgada permitiu observar a evolução do sistema ao longo do tempo, evidenciando a importância dessa técnica como ferramenta fundamental no controle e na compreensão dos processos sintéticos em Química Orgânica. Observou-se que o tempo reacional inicialmente previsto não foi suficiente para a completa conversão dos reagentes, sendo necessário um período mais prolongado, o que reforça a relevância do monitoramento experimental e da análise crítica dos resultados obtidos.

A etapa de purificação por cristalização em etanol 95% mostrou-se eficiente para a obtenção da calcona com grau de pureza satisfatório, ainda que acompanhada de perdas de rendimento, comportamento esperado para esse tipo de procedimento. A caracterização do produto por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas e ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono possibilitou a confirmação da identidade estrutural do composto sintetizado. Os dados espectrais obtidos apresentaram boa concordância com aqueles descritos na literatura, corroborando a formação predominante do isômero geométrico *E* (trans) da calcona, termodinamicamente mais estável devido à menor repulsão estérica entre os anéis aromáticos e à maior extensão do sistema conjugado.

Do ponto de vista analítico, constatou-se que a espectrometria de massas por impacto de elétrons não permite a distinção entre isômeros geométricos apenas com base nos espectros obtidos, uma vez que esses apresentam padrões de fragmentação semelhantes. Tal limitação evidencia a importância do uso de técnicas complementares, como a RMN, para uma caracterização estrutural mais completa. Essa discussão contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, ao evidenciar que nenhuma técnica analítica, de forma isolada, é suficiente para a elucidação estrutural de compostos orgânicos.

A partir dos resultados experimentais obtidos, foi elaborado um roteiro experimental estruturado, contendo introdução teórica, objetivos, lista de materiais e reagentes, procedimentos experimentais, orientações de segurança, sugestões de caracterização e questões investigativas. Esse material foi concebido com linguagem acessível e organização didática, visando facilitar sua aplicação em disciplinas de Química Orgânica e estimular uma postura ativa dos estudantes durante as atividades de laboratório. A proposta do roteiro busca não apenas a reprodução de procedimentos, mas também a reflexão sobre os fundamentos químicos envolvidos, promovendo a construção do conhecimento de forma mais significativa.

Dessa forma, o trabalho contribui para o fortalecimento da experimentação no ensino de Química Orgânica no ensino superior, com potencial de adaptação para outros níveis de ensino, como o ensino médio. Ao associar a síntese de um composto de relevância química, como a calcona, a uma abordagem pedagógica investigativa, o estudo reforça a importância do laboratório como espaço de aprendizagem, reflexão e desenvolvimento científico. Por fim, espera-se que o roteiro experimental elaborado possa servir como recurso didático para professores e estudantes, incentivando práticas pedagógicas mais integradas, críticas e contextualizadas no ensino de Química Orgânica.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em 9 fevereiro 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: MEC, 2000. 120 p.
- CAMPOS, D. B. de. *et al.* Aprendizagem significativa com apelo ao lúdico no ensino de química orgânica: estudo de caso. *InterSciencePlace*, v. 1, n. 31, 2015.
- CARDOSO, P. S.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.
- CAREY, F. A.; GIULIANO, R. M. Química orgânica. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
- CARLOS, M. F. L. P.; ECHEVARRIA, A. As chalconas no ensino da química orgânica experimental no contexto da química verde. *Química Nova*, v. 47, n. 5, p. e-20240007, 2024.
- CHASSOT, A. Para que (em) é útil o ensino? 2. ed. Canoas: Ulbra, 2004.
- Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.
- DIMMOCK, J. R. et al. Bioactivities of chalcones. *Current medicinal chemistry*, v. 6, n. 12, p. 1125, 1999.
- FARIA, V. W.; ALMEIDA, G. C.; MOTA, C. J. A. Condensação aldólica de furfural e acetona catalisada por bases orgânicas nitrogenadas: um estudo preliminar de desempenho catalítico visando a produção de bioquerosene de aviação. *Química Nova*, v. 41, n. 6, p. 601-606, 2018.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, RC de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- LEITE, F. F. et al. Síntese de derivados Chalconas e Bichalconas com avaliação da atividade Leishmanicida e antitumoral. 2024.
- GAONKAR, S. L.; VIGNESH, U. N. Synthesis and Pharmacological Properties of Chalcones: A Review. *Res. Chem. Intermed*, v. 43, p. 6043-6077, 2017.
- JESUS, F. P. Debates em Educação, v. 7, p. 15, 2015.
- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.
- MACIEL, A. G.; LEÃO, M. F. Ensino de química orgânica por meio de atividades experimentais: análise a partir da perspectiva de professores de química do ensino médio de Confresa/MT. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 10, p. e472111033105, 2022.

DOI: 10.33448/rsd-v11i10.33105. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33105>. Acesso em: 8 jun. 2025.

MARCH, J.; SMITH, M. B. March's advanced organic chemistry: reactions, mechanisms, and structure. 6. ed. Hoboken: Wiley, 2013.

McMURRY, J. Química orgânica. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

NAKANISHI, K. et al. Natural products chemistry. Kodansha Ltda & Academic Press, v. 2, p. 218-231, 1975.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. A. Introdução à espectroscopia. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PEREIRA, W. M. et al. A importância das aulas práticas para o ensino de química no ensino médio. Scientia Naturalis, v. 3, n. 4, 2021.

SANTOS, L. R. dos; MENEZES, J. A. de. A experimentação no ensino de química: principais abordagens, problemas e desafios. Revista Eletrônica Pesquiseduca, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SILVA, F. C.; SASSERON, L. H. Entre normas e rotinas da química orgânica: o trabalho com os domínios do conhecimento científico. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 25, p. e42398, 2023.

SILVA, F. M. da; JONES JÚNIOR., J. Reações orgânicas em meio aquoso. Química Nova, v. 24, p. 646-657, 2001.

SILVA, R. R. de; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. E.; MALDANER, O. A. (orgs.). Ensino de química em foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2019. p. 211-233.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. Identificação espectrométrica de compostos orgânicos. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Diretrizes para cursos de graduação em química. São Paulo: SBQ, 2019. 48 p.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. Química orgânica 2. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

VAN BEURDEN, K.; KONING, S.; MOLENDIJK, D.; VAN SCHIJNDEL, J. The Knoevenagel reaction: a review of the unfinished treasure map to forming carbon-carbon bonds. Green Chemistry Letters And Reviews, v. 13, n. 4, p. 349-364, 1 out. 2020.

WARTHA, E. J.; LEMOS, M. M. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 12, n. 24, p. 5-13, 2016.

ZHU, X. *et al.* Aldol condensation for the construction of organic functional materials, 2024.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Sousa - Código INEP: 25018027
	Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC versão final

Assunto:	TCC versão final
Assinado por:	Danilo Andrade
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Danilo Andrade Cruz, DISCENTE (202218740007) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA**, em 27/02/2026 20:47:53.

Este documento foi armazenado no SUAP em 27/02/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1782841

Código de Autenticação: 776b79f048

