

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# CIÊNCIA QUÍMICA:

Descobertas, criação e transformação 2

Atena  
Editora  
Ano 2023

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# CIÊNCIA QUÍMICA:

Descobertas, criação e transformação 2

Atena  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Ciência química: descobertas, criação e transformação 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	Ciência química: descobertas, criação e transformação 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1323-3 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.233231605">https://doi.org/10.22533/at.ed.233231605</a>  1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.  CDD 540
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Ciência Química: Descobertas, criação e transformação 2” é constituído por quatro capítulos de livros que investigaram: *i)* o uso de metodologias ativas e lúdicas no ensino de química; *ii)* desenvolvimento de estratégias pedagógicas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem em ciências da natureza para estudantes adolescentes com autismo; *iii)* utilização da Quitosana na composição de filmes protetores de frutas pós-colheita e; *iv)* a importância da química sintética na produção de perfumes.

O primeiro capítulo se constituiu no desenvolvimento de uma metodologia ativa a partir de episódios do seriado “Aeroporto São Paulo” seguido da encenação/dramatização de abordagem policial e detecção de drogas na bagagem de passageiros e simulação do teste de Scott para detecção de cocaína. O capítulo 2 realizou um levantamento bibliográfico dos últimos cinco anos (2017-2022) de estudos que procuraram estratégias pedagógicas, a fim de melhorar o processo de ensino-aprendizagem de ciências da natureza voltadas a atender adolescentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA).

O terceiro capítulo avaliou a utilização de filmes comestíveis a base de quitosana e óleo essencial de orégano, com vistas à proteção de morangos contra o processo de oxidação e ação microbiológica em frutos pós-colheita. Por fim, o capítulo 4 apresentou uma revisão do estado da arte em relação à importância da química para o desenvolvimento de perfumes, a partir de óleos essenciais produzidos de forma sintética, o que permitiu a redução de custos e consequentemente, maior acesso por parte das pessoas.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
APRESENTAÇÃO DE UMA PEÇA TEATRAL DESENVOLVIDA POR ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA DA ETEC DE SÃO MANUEL - SP, SIMULANDO UM EPISÓDIO DO SERIADO “AEROPORTO SÃO PAULO”	
Fábio Iachel da Silva	
Alaor Aparecido Almeida	
Fabiola Cristina Ricci Spazzini	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316051">https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316051</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>8</b>
DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)	
Valdinei de Oliveira Santos	
Marilene Aparecida Fernandes Pereira	
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316052">https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316052</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>18</b>
FILMES COMESTÍVEIS DE QUITOSANA E EXTRATOS NATURAIS PARA PROTEÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS	
Anna Paulla Ferreira Araújo	
Rafaella Ferreira Maia	
Rafael de Oliveira Pedro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316053">https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316053</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>30</b>
A QUÍMICA DOS PERFUMES	
Ednilton Moreira Gama	
Gabrielly Martins Rodrigues	
João Antônio Pereira Nunes	
Livia Amanda de Souza Santos	
Lucas Marques Pereira	
Roberta Pereira Matos	
Aldenor Gomes Santos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316054">https://doi.org/10.22533/at.ed.2332316054</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>44</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>45</b>

## APRESENTAÇÃO DE UMA PEÇA TEATRAL DESENVOLVIDA POR ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA DA ETEC DE SÃO MANUEL - SP, SIMULANDO UM EPISÓDIO DO SERIADO “AEROPORTO SÃO PAULO”

---

*Data de aceite: 02/05/2023*

### **Fábio Iachel da Silva**

Ceatox - IBB - UNESP, Botucatu, SP,  
Brasil  
Etec Dona Sebastiana de Barros, São  
Manuel  
<http://lattes.cnpq.br/2004382416936990>

### **Alaor Aparecido Almeida**

Ceatox - IBB - UNESP, Botucatu, SP,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7289264796657969>

### **Fabíola Cristina Ricci Spazzini**

Etec Dona Sebastiana de Barros, São  
Manuel  
<http://lattes.cnpq.br/4996663169618330>

**RESUMO:** A química é uma ciência considerada difícil de se compreender, principalmente devido aos cálculos envolvidos, termos técnicos com nomes “não familiarizados”, falta de professores licenciados em química, dentre outros fatores. A utilização da metodologia ativa com a participação efetiva dos estudantes, é muito mais eficaz na consolidação dos conceitos, inclusive na área química. Inúmeros programas televisivos abordam temas ciências forenses (exs: CSI, NCIS, Bones, Criminal Minds), porém com

acesso restrito (TV paga), que despertam o interesse de inúmeros jovens para o uso da química na resolução de crimes, porém não mostram detalhes importantes das técnicas utilizadas. O objetivo deste trabalho foi motivar os estudantes do curso técnico em química, mediante a utilização de uma metodologia ativa, demonstrando que é possível aprender química de maneira diferente das aulas tradicionais (expositivas). Para isso, os alunos da Etec Dona Sebastiana de Barros, na cidade de São Manuel-SP, assistiram alguns episódios do seriado “Aeroporto São Paulo”, nos quais os suspeitos foram abordados por agentes da Polícia Federal e após um interrogatório e revista em suas bagagens, os peritos detectaram por intermédio do teste de Scott, reação positiva para cocaína (cor azul). Assim os alunos deveriam preparar e ensaiar uma peça teatral simulando o teste de detecção de cocaína (teste de *Scott*), semelhante ao do seriado Aeroporto São Paulo, e apresentar na semana de recepção dos novos estudantes do curso. Na prática atual de ensino, preconiza-se utilização da metodologia ativa por intermédio de atividade lúdica, contextualizada e participativa, visando melhorar o processo de aprendizagem por parte dos educandos.

No caso desta atividade desenvolvida na escola, houve uma boa adesão por parte da maioria dos estudantes, para apresentação da peça teatral. Mesmo os alunos mais tímidos, que não quiseram participar diretamente dos diálogos, colaboraram com as ideias e participaram como figurantes da peça teatral ou ainda, apresentaram outras práticas de reações colorimétricas, para revelação da impressão digital. Com este trabalho foi possível constatar a eficácia da metodologia ativa “apresentação teatral” na motivação dos estudantes de química, ratificando que também é possível aprender esta ciência de maneira lúdica, prática e contextualizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aluno, Aprendizado, Forense, Teatro, Química.

**ABSTRACT:** Chemistry is a science considered difficult to understand, mainly due to the calculations involved, technical terms with “unfamiliar” names, lack of licensed teachers in chemistry, among other factors. The use of the active methodology with the effective participation of students is much more effective in consolidating concepts, including in the chemistry area. Thus, based on numerous television programs that address forensic science topics (eg: CSI, NCIS, Bones, Criminal Minds), but with restricted access (pay TV), which arouse the interest of countless young people for the use of chemistry in solving crimes, however, they do not show important details of the techniques used. The objective of this work was to motivate students of the technical course in chemistry, through the use of an active methodology, demonstrating that it is possible to learn chemistry in a different way from traditional (expositive) classes. For this, students from Etec Dona Sebastiana de Barros, in the city of São Manuel-SP, watched some episodes of the series “Aeroporto São Paulo”, in which the suspects were approached by Federal Police agents and after an interrogation and search of their luggage, the experts detected through the Scott test, positive reaction for cocaine (blue color). Thus, the students had to prepare and rehearse a play simulating the cocaine detection test (Scott test), similar to the one on the series Aeroporto São Paulo, and present it during the reception week for new students on the course. In current teaching practice, the use of an active methodology is advocated through playful, contextualized and participatory activity, aiming to improve the learning process on the part of students. In the case of this activity developed at school, there was good adherence by most students to present the play. Even the most timid students, who did not want to participate directly in the dialogues, collaborated with the ideas and participated as extras in the theater play or even, presented other practices of colorimetric reactions, for revealing the fingerprint. With this work, it was possible to verify the effectiveness of the active methodology «theatrical presentation» in the motivation of chemistry students, confirming that it is also possible to learn this science in a playful, practical and contextualized way.

**KEYWORDS:** Student, Learning, Forensics, Theater, Chemistry.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 O ensino de ciências

A química é uma ciência considerada difícil de se compreender, principalmente devido aos cálculos envolvidos, termos técnicos com nomes “estranhos ou não familiarizados”, falta de professores licenciados em química, dentre outros fatores. Da maneira tradicional

como a disciplina de química é trabalhada na maioria das escolas de ensino médio e técnico, os alunos a consideram como uma das mais complexas (Silva et al, 2020).

Além disso os estudantes parecem acreditar que os docentes responsáveis pela disciplina são capazes de estimular a aprendizagem dela. Assim, podemos apontar que, além da forma como é apresentada, as relações existentes nos ambientes de sala podem interferir nos processos de construção do conhecimento químico (SILVA et al, 2020).

Ensinar ciências no Brasil vai muito além de um quadro negro cheio de textos, conceitos e desenhos. É preciso contextualizar situações, usar recursos didáticos, ter criatividade no momento da explicação do conteúdo e muitas vezes, simular ações para que o entendimento do educando seja mais claro e objetivo (NASCIMENTO, 2015).

A química se encaixa como uma ciência exata no cenário escolar, bem como a matemática e a física. Para compreendê-la é necessária uma base que vem do ensino fundamental sobre substâncias, estados físicos da matéria, elemento químico, átomo etc., e é preciso ter noção de cálculos – simples e elaborados – para o desenvolvimento dessa disciplina (TORRES, 2011).

A grande dificuldade da maioria dos professores é justamente essa: como deixar a ciência mais próxima do educando? Como fazer com que a aprendizagem se torne algo natural, simples e prazeroso dentro de um contexto que muitas vezes é visto como difícil e (quase) impossível de se compreender? Visando essas dificuldades, a educação e as metodologias de ensino vêm se moldando e modificando ao longo da história e as metodologias ativas de aprendizagens estão cada vez mais presentes nos planos de aulas dos professores e no cotidiano dos educandos (NASCIMENTO, 2015; FIGUEIREDO; *et al.*, 2017).

O tipo de metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem é considerado fundamental na formação do discente e professores. Nesse contexto, destaca-se que a metodologia ativa com a participação efetiva/prática dos estudantes, é muito mais eficaz na consolidação dos conceitos, inclusive na área química (RICHARTZ, 2015).

## 1.2 Metodologias ativas de aprendizagem

As metodologias ativas de aprendizagem são um conjunto de técnicas pedagógicas que se baseiam mais no desenvolvimento de habilidades do que na transmissão de informações, deixando o educando ser o protagonista do processo de aprendizagem (SEGURA; KALHIL, 2015).

Tal termo foi criado em 1991 pelos professores Charles Bonwell e James Eison no livro *“Active Learning: Creating Excitement the Classroom”*. A ideia é que o conhecimento possa, de fato, se firmar na mente dos estudantes de uma maneira prática, trabalhando com diferentes conceitos de maneira repetida e com feedback imediato (DELIBERALI; ANTONIO, 2018).

Proporcionar aos educandos um ambiente de aprendizagem em que há oportunidade

para todos de pensar e interagir com o material do estudo é de suma importância para promover uma educação que transforma, o que traz aos alunos mais autonomia, engajamento, envolvimento e até mesmo o espírito competitivo para que pensem em opções inovadoras para o desenvolvimento do tema em questão (SEGURA; KALHIL, 2015; DELIBERALI; ANTONIO, 2018).

Ao contrário dos métodos tradicionais de ensino, ainda muito utilizados nas universidades e escolas técnicas, as estratégias inovadoras e ativas têm ajudado os estudantes aprender e desenvolverem suas habilidades para desempenhar com mais confiança e segurança a futura profissão, reduzindo, com isso, a ansiedade, estimulando a criatividade, aguçando a percepção e permitindo com que os envolvidos compreendam a dinâmica de grupo, a liberdade pessoal e melhorando a capacidade de comunicação.

Uma vez que essas estratégias são aplicadas adequadamente, seu uso oferece vantagens aos aprendizes, como: amplificar o interesse pelas atividades desenvolvidas em sala de aula; estimular o envolvimento no processo ensino-aprendizagem, pois os tornam protagonistas e não receptores passivos do conhecimento (DELIBERALI; ANTONIO, 2018).

Existem diversas maneiras de aplicar as metodologias ativas de aprendizagem, como por exemplo, usar jogos, aula invertida, rotação por estação, apresentação de seminários, músicas, danças e teatro.

### 1.2.1 *Dramatização e role playing*

A dramatização usada como estratégia de aprendizagem consiste em permitir que os estudantes encenem uma situação e/ou faça parte do conteúdo que se quer abordar observando as evidências de conhecimento.

Os seres humanos se comunicam a todo momento, seja de forma oral ou por movimentos e gestos. A expressão humana está associada não somente com a linguagem falada, mas também com a corporal, facial etc. (DELIBERALI; ANTONIO, 2018; ANDRADE *et al.*, 2019)).

O role playing é uma metodologia de ensino-aprendizagem que utiliza a simulação como método de ensino. Tal metodologia possibilita que o educando possa assumir o papel de outro através da simulação de atividade do cotidiano com o propósito de sensibilizar os demais. Segundo Rabelo (2015), nessa perspectiva esta metodologia pode ser conceituada “como uma técnica na qual alunos são convidados a atuar em determinado contexto, interpretando papéis específicos” (ANDRADE *et al.*, 2019).

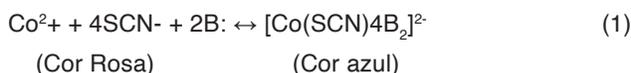
Nesse artigo foi usada a dramatização para representação a ação da polícia no combate ao tráfico de drogas, inspirado no seriado “Aeroporto São Paulo” apresentada pelo canal da *National Geographic*.

## 2 | OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo motivar os estudantes do curso técnico em química, mediante a utilização de uma metodologia ativa, demonstrar que é possível aprender química de maneira diferente das aulas tradicionais (expositivas). Para isso, os alunos do segundo módulo do curso deveriam preparar e ensaiar uma peça teatral simulando o teste de detecção de cocaína, semelhante ao do seriado Aeroporto São Paulo e apresentar na semana de recepção dos novos estudantes do curso.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Algumas semanas antes de se encerrar o primeiro semestre letivo, os alunos da Etec Dona Sebastiana de Barros, na cidade de São Manuel-SP, assistiram alguns episódios do seriado “Aeroporto São Paulo”, nos quais os suspeitos foram abordados por agentes da Polícia Federal e após um interrogatório e revista em suas bagagens, os peritos detectaram uma substância de coloração branca, que no teste de Scott, (UNODC, 1994), apresentava reação positiva coloração azul para alcaloide da cocaína (vide reação 1).



Em uma outra etapa, elaborou-se o roteiro de algumas cenas e iniciaram-se os ensaios da dramatização. Foi preparada uma mistura contendo 100 g de amido e 0,5 g de ferrocianeto de potássio, a fim de se obter um pó de coloração branca para simular a cocaína. Esta mistura foi muito bem homogeneizada por meio da trituração em um almofariz e pistilo. Em seguida, foi acondicionada em saquinhos plásticos a fim de serem “camuflados” em alguns objetos tais como sola branca de um tênis, fundo falso de uma mochila preta, coberta por uma fita isolante, embrulhada em uma almofada de modo a simular uma barriga de mulher grávida, dentre outros. Todos os estudantes da turma do 2º módulo participaram da encenação de alguma maneira, quer seja como narrador, quer seja como suspeito, agente da Polícia Federal, perito ou ainda, como figurante. A “revelação” do teste foi realizada por meio da adição de gotas da solução de sulfato ferroso a 1% (m/v) acrescentada do indicador vermelho de metila a 0,2% (m/v), para simular o reagente tiocianato de cobalto II do teste de Scott ao pó suspeito apreendido. Nos casos em que ficava azul, representando “positivo para cocaína”, o perito encaminhava o suspeito para uma sala representando uma delegacia provisória onde se iniciava outro diálogo, procurando constatar o motivo daquele tráfico internacional de entorpecente. E semelhantemente aos episódios assistidos, o suspeito sempre alegava desconhecimento daquele produto, alegava que tinha sido enganado, ou que estava passando por muitas dificuldades financeiras. Para que não se

configurasse como “apologia às drogas”, o narrador usava a expressão “este indivíduo ficará à disposição da justiça e será julgado por crime de tráfico internacional de drogas. Se for condenado poderá pegar de 8 a 15 anos de detenção”! Em seguida foi esclarecido aos novos estudantes do curso a respeito das reações químicas envolvidas nessa encenação, a importância do estudo da química e suas várias aplicações e para completar o evento de recepção dos novos alunos, foram apresentadas mais algumas reações colorimétricas que simulam as atividades dos peritos químicos.

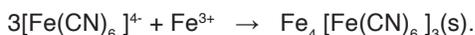
## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na prática atual de ensino, preconiza-se utilização da metodologia ativa por intermédio de atividade lúdica, contextualizada e participativa, visando melhorar o processo de aprendizagem por parte dos educandos. No caso desta atividade desenvolvida na escola, houve uma boa adesão por parte da maioria dos estudantes, visando a recepção dos alunos ingressantes no curso, com a apresentação da peça teatral.

Mesmo os alunos mais tímidos, que não quiseram participar diretamente dos diálogos, colaboraram com as ideias e participaram como figurantes da peça teatral ou ainda, apresentaram outras práticas de reações colorimétricas, tais como a da revelação da impressão digital no papel, por meio do aquecimento de cristais de iodo em um béquer coberto por um vidro de relógio (BRUNI, et.al, 2012; MODESTO, C.J.S. 2017).

Quanto à simulação do teste de *Scott* na “falsa cocaína”, observou-se o aparecimento de uma coloração azul, semelhante ao que acontece no teste verdadeiro com tiocianato de cobalto II (UNODC, 1994; BRUNI *et al.*, 2012). Isto porque a reação colorimétrica proposta neste trabalho baseou-se na reação qualitativa para detecção dos íons ferrocianeto (presente no “pó suspeito” apreendido) com os íons férricos, obtidos por oxidação do sulfato ferroso presente no reativo elaborado para imitar o reativo de *Scott*. Nesta reação formou-se um composto de coordenação denominado ferrocianeto de ferro, de fórmula  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ , também conhecido como “azul da Prússia” ou “Azul Berlin” (VOGEL, 1981).

A equação química que representa essa reação é:



Azul da Prússia é a designação atribuída ao pigmento sólido que se utiliza para fabricar tintas, para imprimir ou para azular a roupa branca.

No final das apresentações foi aplicado um breve questionário e observou-se que todos os estudantes ficaram surpresos com as possibilidades de aulas práticas neste curso, diferente do que já haviam vivenciado em outras escolas.

## 5 | CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível constatar a eficácia das metodologias ativas de aprendizagem aplicada: dramatização e *role playing*, tanto na motivação dos estudantes de

química, quanto na forma que adquiriram o conhecimento, conforme respostas a aplicação de questionário, assim, ratifica-se que também é possível aprender esta ciência de maneira lúdica, prática e contextualizada.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Cinthia Rafaela Amaro Gonçalves et al. **O ROLE PLAYING COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO APRENDIZAGEM NO CURSO TÉCNICO DE ENFERMAGEM**. 2019. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD1\\_SA20\\_ID9387\\_26082019224240.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA20_ID9387_26082019224240.pdf). Acesso em: 29 mar. 2023.

BRUNI, Aline Thaís et al. **Fundamentos de química forense: uma análise prática da química que soluciona crimes**. 20. ed., p.25 e 181. Campinas SP: ed. Millennium, 2012. Campinas: Millennium, 2012.

DELIBERALI, Gabriela Aprigia Monteferrante; ANTONIO, Davi Gutierrez. **Metodologias ativas: do ensino criativo à aprendizagem significativa**. 3. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2018. 106 p.

FIGUEIREDO, Alessandra Marcone Tavares Alves de; *et al.* Os desafios no ensino de ciências nas turmas de jovens e adultos na área de química. **Revista Inter Ação**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 214, 9 jun. 2017. Universidade Federal de Goiás.

MODESTO, C.J.S. (UNIFAP);Carvalho, H.L. (UNIFAP); Oliveira, H.M. (ABQ/AP) ; Santos, K.L.B. (UNIFAP), **Revelação de digitais através do iodo para alunos terceiro ano do ensino médio**. ISBN 978-85-85905-21-7, 57º Congresso Brasileiro de Química, 2017. Disponível em <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/6/12510-24756.html>. Acesso em 10 de abril 2023.

NASCIMENTO, Viviane Soares do. **O ensino de química na educação de jovens e adultos: estudos sobre o conceito de substância**. 2015. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Para Ciências, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2015.

RICHARTZ, T. METODOLOGIA ATIVA: a importância da pesquisa na formação de professores. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações**, v. 13, n. 1, p. 296-304, 2015.

SEGURA, Eduardo; KALHIL, Josefina Barrera. A METODOLOGIA ATIVA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. **Reamec - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 87-98, 30 dez. 2015. Revista REAMEC.

SILVA, Keffson Kelf, Farias Filho, Tarcísio Ferreira; Alves, Leonardo Alcântara. Ensino de química: o que pensam os estudantes da escola pública?. **Revista Valore**, Volta Redonda, 5, e-5033, 2020.

TORRES, C. A. **Estado, políticas públicas e educação de adultos**. IN: GADOTTI, M. & ROMÃO, J. E. Educação de Jovens e adultos: Teoria prática e proposta. Cortez Editora. V. 5, 2011.

UNODC, **Rapid Testing Method of Drugs of Abuse**. UNITED NATIONS PUBLICATION Sales Number E.08.XI.14 ISBN 978-92-1-148230-0, Vienna, Austria, p. 43, 1994.

VOGEL, A.I, **Química Analítica Qualitativa**, Editora Mestre JOU, 5a ed. p.225, 1981.

# DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)

---

*Data de aceite: 02/05/2023*

### **Valdinei de Oliveira Santos**

Especialista em Educação Ambiental, pelo  
Instituto de  
Educação e Ensino Superior de  
Samambaia  
Professor da Escola Estadual Dom Eliseu  
– Unaí -MG  
<http://lattes.cnpq.br/5877647086852971>  
<https://orcid.org/0000-0002-3400-0143>

### **Marilene Aparecida Fernandes Pereira**

Especialista em psicopedagogia pelas  
Faculdades Integradas de Jacarepaguá  
Professora da Escola Estadual Amir  
Amaral, Patrocínio – Minas Gerais - Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5144647998819160>

### **Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**

Pós-doutor em Química pela Universidade  
Federal de Uberlândia  
Pesquisador colaborador no Programa  
de Pós-graduação em Química da  
Universidade Federal de Uberlândia  
Químico e responsável técnico do Centro  
Universitário de Maringá (UNICESUMAR)/  
Polo Patrocínio – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>  
<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

de autismo aumentou consideravelmente por razões ainda não conhecidas. Como consequência, houve o aumento do número de crianças matriculadas em instituições de ensino, o que revelou ainda mais as inúmeras dificuldades do sistema educacional brasileiro para lidar com alunos com TEA. Neste sentido, o número de pesquisadores dedicados a investigar as variáveis que afetam o processo de aprendizagem de alunos autistas aumentou, proporcionando um maior número de publicações. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo apresentar os principais resultados obtidos em relação à produção de conhecimento que proporcione o maior desenvolvimento de estratégias didático-pedagógicas voltadas para aperfeiçoar e/ou melhorar o processo de aprendizagem de alunos autistas, possibilitando maior inclusão e integração dos mesmos no âmbito escolar e na sociedade. O presente trabalho selecionou 14 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais que procuraram abordar o Ensino de Ciências da Natureza voltadas para atender a melhoria dos processos de aprendizagem para alunos autistas, de forma a tornar o ensino mais significativo e contextualizado. Os trabalhos selecionados apresentaram

**RESUMO:** Nos últimos cinco anos (2017-2022), o número de crianças com diagnóstico

inúmeras dificuldades no frágil sistema educacional brasileiro que não conseguiu integrar e nem proporcionar um processo de aprendizagem mais efetivo, entre os quais: *i)* a falta de capacitação e formação continuada dos professores e a equipe escolar; *ii)* a escassez de recursos financeiros para subsidiar o uso de metodologias ativas e capazes de estimular o aprendizado dos alunos com autismo; *iii)* a ausência de opinião da comunidade externa na reformulação de Projetos Políticos Pedagógicos e; *iv)* a dificuldade de ampliar, atualizar e reformular os currículos tradicionalmente definidos que não integra alunos com necessidades especiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Autismo, currículo, ensino de ciências da natureza e metodologias ativas.

## DEVELOPMENT OF PEDAGOGIC STRATEGIES FOR THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF NATURE SCIENCES FOR STUDENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD)

**ABSTRACT:** In the last five years (2017-2022), the number of children diagnosed with autism has increased considerably for reasons that are still unknown. As a consequence, there was an increase in the number of children enrolled in educational institutions, which further revealed the numerous difficulties of the Brazilian educational system in dealing with students with ASD. In this sense, the number of researchers dedicated to investigating the variables that affect the learning process of autistic students has increased, providing a greater number of publications. In view of this, the present work aims to present the main results obtained in relation to the production of knowledge that provides the greater development of didactic-pedagogical strategies aimed at perfecting and/or improving the learning process of autistic students, enabling greater inclusion and integration of them at school and in society. This work selected 14 articles published in national and international journals that sought to address the Teaching of Natural Sciences aimed at improving learning processes for autistic students, in order to make teaching more meaningful and contextualized. The selected works presented numerous difficulties in the fragile Brazilian educational system that I was unable to integrate or provide a more effective learning process, including: *i)* the lack of training and continuing education of teachers and school staff; *ii)* the scarcity of financial resources to subsidize the use of active methodologies capable of stimulating the learning of students with autism; *iii)* the absence of opinion from the external community in the reformulation of Pedagogical Political Projects and; *iv)* the difficulty of expanding, updating and reformulating the traditionally defined curricula that do not integrate students with special needs.

**KEYWORDS:** Autism, curriculum, natural science teaching and active methodologies.

## 1 | INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) pode ser definido como a presença de um distúrbio comportamental que apresentam prejuízos: na interação social, dificuldade na comunicação verbal e não-verbal, alterações nos aspectos cognitivos e que acompanha comportamentos repetitivos. O diagnóstico pode ser realizado pela existência de dois sintomas: *i)* prejuízo persistente na comunicação social e; *ii)* padrões restritos de

comportamento, interesse e atividades. O TEA pode ser classificado em três níveis que exigem: apoio; apoio substancial e muito apoio substancial (DEIMLING; TORRES, 2021; FREITAS; D'AVIS; BATISTA, 2022; SOUZA et al., 2019). O primeiro nível possibilita a realização de atividades de forma independente, mas apresenta dificuldades no entendimento de figuras de linguagem, nas interações sociais e alternância entre atividades diferentes. Já o segundo nível é caracterizado pela limitação do repertório de frases e interações sociais dentro do contexto de seus interesses que são restritos. Por outro lado, o terceiro e último nível se caracteriza pela ausência de fala inteligível com interações limitadas a atender suas necessidades que pode ser expressa em forma de choro ou agressividade, apego intenso a padrões e objetos, sofrimento intenso a mudanças muitas vezes acompanhado de agressão a si mesmo e ao outros (BITTENCOURT; FUMES, 2017; FREITAS; D'AVIS; BATISTA, 2022; SILVA; SILVA, 2019).

No contexto escolar, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) deixa perceptível a negligência no atendimento de alunos com necessidades educacionais específicas, agravando-se a partir da reforma do ensino médio que uniu as diferentes áreas do conhecimento em Itinerário formativo, entre os quais as Ciências da Natureza que unificou Biologia, Física e Química e que vem ocasionando um impacto ainda maior no processo de aprendizagem do aluno com autismo (RODRIGUES; CRUZ, 2019; SANTOS; OBANDO; CAVALCANTI, 2021; LINO; LINO, 2022; SHAW, 2021; SILVA; SILVA, 2020). Dentro do âmbito escolar, as dificuldades não se limitam a tratativa da BNCC, mas se agrava em função de inúmeros fatores, entre os quais: *i*) ausência do poder público, a fim de garantir o processo de inclusão em termos de aprendizagem do aluno com TEA; *ii*) escassez de políticas públicas que possam possibilitar um processo de aprendizagem que inclua o aluno autista; *iii*) ausência de infraestrutura e recursos financeiros destinados as instituições de ensino para atender as necessidades de reformulação dos currículos tradicionais; *iv*) legislação que obrigue o poder público a investir na formação continuada de professores e de toda a equipe interdisciplinar e; *v*) ausência de propaganda e publicidade que promova a educação e informação de toda a sociedade em relação a pessoas com TEA (FRANÇA et al., 2022; LEITE; DAINEZ, 2022; MENEZES; DIAS, 2022; NUNES; NASCIMENTO; SOBRINHO, 2022; SANTOS; OBANDO; CAVALCANTI, 2021).

A literatura recente (2017-2022) possui poucos trabalhos que se dedicaram a analisar e apresentar os principais resultados que avaliaram os diferentes fatores que dificultam o processo de aprendizagem de alunos autistas na área de Ciências da Natureza e que extrapolam o âmbito escolar com seus processos didáticos pedagógicos presentes em seus Projetos Políticos Pedagógicos.

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo reunir e apresentar os principais resultados encontrados em trabalhos dos últimos cinco anos (2017-2022) que apresentem propostas que possibilitem reduzir as inúmeras dificuldades no processo de aprendizagem das Ciências da Natureza.

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho se constituiu em uma pesquisa bibliográfica, na qual se optou pela seleção somente de artigos científicos publicados nos últimos cinco anos (2017-2022), uma vez que neste período ocorreram: *i)* o aumento de alunos com TEA matriculados nas instituições de ensino; *ii)* surgimento de novos grupos de pesquisa nas diferentes regiões do Brasil; *iii)* aumento do número de doutores formados nas universidades, com ênfase na educação especial e; *iv)* aumento da produção científica, artigos, que fazem referência ao desenvolvimento de metodologias ativas e/ou propostas didático-pedagógicas voltadas para a educação especial, com ênfase em TEA.

A seleção dos artigos para subsidiar o texto do presente trabalho utilizou sete padrões de descritores-chave, a partir dos termos: ensino de ciências da natureza; metodologias ativas; recursos didático-pedagógicos; educação especial; educação inclusiva; deficiência e; transtorno do espectro autista. Os descritores foram utilizados em diferentes plataformas digitais, entre as quais: *Scielo*, Portal de Periódicos da Capes e *Google Acadêmico*. Posteriormente, realizou-se a leitura dos títulos e do resumo dos artigos, com o intuito de selecionar os trabalhos que melhor atendessem a presente proposta de trabalho. Do total de trabalhos selecionados nas diferentes plataformas digitais, 14 artigos foram escolhidos para apresentar o objetivo da pesquisa e os principais resultados obtidos pelos pesquisadores, conforme apresentado no próximo tópico.

## 3 | UTILIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM TEA

A educação inclusiva, no âmbito escolar, se apresenta como um enorme desafio no processo de ensino-aprendizagem em todas as áreas do conhecimento presentes em unidades curriculares da educação básica, em especial as Ciências da Natureza. As dificuldades a serem superadas são inúmeras, entre as quais: *i)* ausência de programas de formação continuada para professores e toda a equipe multidisciplinar da escola; *ii)* ausência de infraestrutura e recursos financeiros para proporcionar um ambiente de aprendizagem mais significativo e efetivo; *iii)* a descontinuidade do processo educacional no âmbito familiar e; *iv)* ausência do poder público, a fim de garantir o acesso e a garantia de uma educação inclusiva entre outros (LEITE; DAINEZ, 2022; LINO; LINO, 2022; NUNES; NASCIMENTO; SOBRINHO, 2022; SANTOS; OBANDO; CAVALCANTI, 2021), conforme apresentado abaixo.

Araújo e Junior (2022) realizaram um levantamento bibliográfico e de campo com a finalidade de demonstrar a importância do uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC's) como facilitadora do processo de aprendizagem na área de química, com vistas a incluir alunos autistas e com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Os autores destacaram que as ferramentas tecnológicas auxiliam

tanto os professores, quanto os alunos com TEA. Podendo proporcionar aulas mais atrativas e relevantes, que possibilitam um processo de inclusão escolar mais efetivo e a garantia do direito da cidadania e da educação a todos.

Lima, Ayres e Souza (2022) investigaram as metodologias de ensino utilizadas no ensino de Ciências da Natureza para alunos autistas na rede municipal de ensino de Parnaíba/PI. As pesquisadoras avaliaram as professoras do Atendimento Educacional Especializado para Autistas por intermédio de um questionário on-line, na qual analisaram as práticas pedagógicas que demonstram a importância do aspecto lúdico e o uso de materiais que facilitam a compreensão. Entretanto, as professoras destacaram que o maior desafio consiste em criar situações que estabeleçam uma conexão entre a linguagem e a interação dos alunos, sendo necessário o desenvolvimento contínuo de uma prática pedagógica e qualificação constante, que demandam investimento em: disponibilidade de material adaptado, qualificação e saúde emocional dos profissionais.

Moura e Camargo (2022) apresentaram a contribuição que materiais multissensoriais podem promover no processo de ensino-aprendizagem de física para alunos com TEA. Os autores elaboraram uma sequência de ensino investigativa (SEI) na qual um carrinho se move em um plano inclinado que permite abordar os conceitos de força e movimento em física. Os resultados da SEI foram registrados por áudio, transcritos e anotados em cadernos de campo. Os pesquisadores concluíram que a SEI contribuiu para um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo para alunos com TEA, visto que possibilitou trabalhar com a audição, visão e habilidades sociais e psicomotoras.

Nyland e colaboradores (2022) analisaram o uso de tecnologias no desenvolvimento cognitivo de crianças com TEA. Os resultados apontaram que as estratégias didático-pedagógicas devem vir associadas às tecnologias existentes e disponíveis para uso no ambiente escolar, visto que as ferramentas tecnológicas podem estabelecer uma conexão entre o conhecimento e habilidades sociais, ensejando-se no desenvolvimento cognitivo e social.

Pereira, Lopes e Silva (2022) investigaram as necessidades educacionais, a fim de promover o processo de ensino-aprendizagem de Ciências para alunos diagnosticados com TEA. Os autores realizaram uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo com aplicação de formulário para a diretora, professora de ciências e a mãe de um aluno com TEA de uma escola de campo de Várzea Grande/PI. Os pesquisadores concluíram que o aluno autista necessita de acompanhamento escolar inclusivo, professores em formação continuada, equipe especializada e interdisciplinar, apoio familiar e atividades lúdicas no processo de aprendizagem.

Wentz (2022) relata a experiência do uso de um recurso didático para explorar o processo de aprendizagem de química orgânica (funções orgânicas) para alunos com TEA do ensino médio. O material didático consiste em um jogo de adivinhação, na qual o jogador ilustra a palavra proposta pelo programa e os demais participantes precisam adivinhar o

nome do desenho. O autor concluiu que o jogo facilitou o processo de memorização de grupos funcionais e de nomenclatura de compostos orgânicos de todos os alunos incluindo os autistas, que conseguiram acompanhar e apresentaram bom desempenho. Tal atividade possibilitou maior integração entre os estudantes contribuindo para a inclusão e melhor aprendizagem os alunos autistas

Gomes e Oliveira (2021) conduziram um estudo com 41 professores de ciências da educação básica do estado do Pará com o tema “Cadeia Alimentar”. Os pesquisadores realizaram o levantamento das informações por meio de formulário eletrônico enviado pelo whatsapp, na qual os professores puderam relatar as suas experiências em relação ao processo de aprendizagem com alunos autistas. Segundo relato dos entrevistados, o ensino de ciências exige trabalho colaborativo com competência e habilidade para que o ensino seja mais efetivo e proporcione um processo de inclusão escolar. Os autores concluíram que a inserção de recursos didáticos e pedagógicos no processo de aprendizagem é uma ação que pode ser concretizada.

Ledur e Nobre (2021) analisaram as concepções de professores da educação básica em relação ao processo de inclusão de alunos autistas no ensino de Ciências da Natureza e no letramento científico. Os autores estruturaram a pesquisa do tipo qualitativo-exploratório, utilizando um questionário semiestruturado como instrumento de coleta de informações para os professores. Os resultados indicaram que as principais estratégias de ensino se utilizam da analogia e recursos lúdicos. Entretanto, o letramento científico necessita de maior estudo e clareza no âmbito escolar.

Moura e Camargo (2021) apresentaram uma proposta pedagógica, a fim de abordar o movimento do ar no ensino de ciências voltado para o aprendizado de alunos com autismo. Os autores utilizaram uma sequência de ensino investigativa (SEI) que explora as inúmeras situações que contribuem com o deslocamento e produz o movimento em objetos, as informações foram registradas por meio de áudio que foram transcritos posteriormente. Os pesquisadores concluíram que o recurso pedagógico auxiliou no processo de ensino-aprendizagem de conceitos mais complexos relacionados entre o ar e o movimento de objetos.

Xavier e Rodrigues (2021) propuseram uma estratégia de ensino que foi avaliada por meio do projeto de extensão “Práticas Inclusivas no Ensino de Ciências” desenvolvido por um grupo de pesquisa da Universidade Federal de Itajubá. A pesquisa se constituiu em uma abordagem qualitativa em relação a um estudo de caso com alunos autistas, utilizando uma sequência didática (SD) de Ciências. Os resultados indicam os benefícios de uma SD para o processo de aprendizagem, com o intuito de reduzir as inúmeras dificuldades no processo de aprendizagem de alunos com TEA.

Cesar e colaboradores (2020) elaboraram materiais didáticos, com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem nas aulas de ciências do ensino fundamental para alunos com autismo. Os pesquisadores elaboraram os materiais “Conhecendo as partes

da planta” e “Roleta dos animais”, levando em consideração a durabilidade, adaptabilidade e disponibilidade de acesso aos mesmos. Os autores concluíram que o uso dos materiais didáticos possibilitou maior efetividade no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para melhor inclusão e socialização dos alunos com TEA, no ambiente de sala de aula regular.

Costa e Medeiros (2020) elaboraram uma proposta pedagógica para o ensino de ecologia em uma turma do segundo ano do ensino médio, com dois alunos com TEA. Os pesquisadores desenvolveram uma proposta de trabalho que incluía a abordagem de animais selvagens existentes na região do município de Cruz Alta/RS. Os pesquisadores concluíram que os alunos com TEA possuem total falta de conhecimento em relação ao tema, pouco preparo e falta de recursos adequados para promover uma aprendizagem mais significativa e eficaz.

Silva e Silva (2020) descreveram um projeto de inclusão escolar do Instituto Federal de Rondônia (IFRO)/Campus Ji-Paraná com participação do Centro de Atendimento Educacional Especializado para Autismo. Os pesquisadores buscaram associar a experiência da educação especial à disponibilidade de recursos humanos e de materiais disponíveis no IFRO. A metodologia de investigação se estruturou por meio de quatro palestras, três oficinas (elaboração de material pedagógico) e duas visitas de campo e contou com 145 participantes (alunos, professores e pessoas da comunidade). Os autores concluíram que o projeto possibilitou ao IFRO uma maior compreensão das necessidades dos alunos com TEA, bem como a confecção de material pedagógico voltados para promover um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo e que proporcionem maior inclusão e socialização dos alunos autistas.

Reis e colaboradores (2019) elaboraram um biscoito do tipo cookie para alunos autistas, a fim de verificar a aceitabilidade e a composição nutricional. O estudo contou com a participação de 52 alunos autistas, que realizaram a análise sensorial dos biscoitos. Os alunos tiveram acesso às informações sobre a formulação do produto e a técnica de aplicação da escala hedônica de expressões faciais. Os resultados demonstraram que 52,1% dos alunos aprovaram e aceitou o biscoito, a composição centesimal revelou a presença de 7,9% de umidade; 7,9% de cinzas; 12,6% de lipídeo; 9,4% de proteína e 62,2% de carboidrato.

Os trabalhos apresentados demonstraram a atual realidade do sistema educacional brasileiro, bem como as principais dificuldades apresentadas no processo de aprendizagem e de inclusão de alunos com TEA. A falta de políticas públicas expressas pela ausência de infraestrutura adequada (recursos financeiros, falta de programas de formação continuada para toda a equipe interdisciplinar e recursos didático-pedagógicos adequados as necessidades de alunos autistas). Além disso, faz-se necessário atrair a comunidade escolar, a fim de conhecer a realidade vivenciada pelas famílias e adequar seus Projetos Políticos Pedagógicos.

## 4 | CONCLUSÕES

O atual cenário da educação básica no Brasil, caminha na contramão das necessidades de desenvolver um processo de ensino-aprendizagem voltado para atender alunos portadores de necessidades especiais, com destaque para os com diagnóstico de TEA. É perceptível que mesmo com o aumento de pesquisas e publicações científicas voltadas para proporcionar um maior entendimento e desenvolvimento de processos de aprendizagem mais significativo e inclusivo no âmbito escolar, na área de Ciências da Natureza, que atenda as reais necessidades de alunos com diagnóstico de autismo. Em um país onde a educação não é política pública prioritária e contínua, na qual membros da sociedade e do âmbito escolar não são ouvidos, faz com que resulte em um sistema educacional fadado ao processo de exclusão de alunos com necessidades especiais que poderiam trabalhar suas habilidades dentro de suas limitações, implica em uma sociedade excludente e que não enxerga um aluno com autismo.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. J. C.; JUNIOR, O. S. L. As TDIC'S no ensino de química como proposta de inclusão para alunos autistas e com TDAH. **Journal of Interdisciplinary Debates**, v. 3, n.1, p. 140-188, 2022.
- BITTENCOURT, I. G. S.; FUMES, N. L. F. A tecnologia assistiva scala como recurso para produção de narrativas e registro de dados nas pesquisas em educação: uma experiência com pessoas adultas com transtorno do espectro autista. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 2, p. 1481-1495, 2017. <http://dx.doi.org/10.21723/riaee.v12.n.esp.2.1304>
- CESAR, K. K. F. A et al. Materiais didáticos para o ensino aprendido de alunos com autismo do ensino fundamental em escola pública. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.15, n.2, p. 597-604, 2020.
- COSTA, P. A. G.; VENTURI, T. Relato de experiência sobre o estágio supervisionado em biologia: os desafios no processo de ensino e aprendizagem de Biologia face à pandemia. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v.6, n.2, p. 286-303, 2022.
- COSTA, C. F.; MEDEIROS, D. O Ensino de Ciências em um Contexto Inclusivo: Relato de uma Prática Pedagógica no curso de Ciências Biológicas. **Revista Insignare Scientia**, v.3, n.5, p.424-438, 2020.
- DEIMLING, N. N. M.; TORRES, P. L. M. Educação especial e ensino de química: A inclusão escolar de estudantes com transtornos globais do desenvolvimento na educação básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n.1, p. 66-90, 2021. <http://dx.doi.org/10.53003/redequim.v7i1.4001>
- FRANÇA, F. A. C. et al. Aplicativos educativos como apoio pedagógico para os transtornos do espectro autista: uma revisão integrativa das produções brasileiras no período de 2017 a 2022. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p.1-16, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32076>
- FREITAS, A. C. B. U.; D'AVIS, B. V.; BATISTA, B. E. M. Transtorno do espectro autista: caminhos para o diagnóstico. **Caderno Discente**, v. 7, n. 1, p.1-8, 2022.

GOMES, T. H. P.; OLIVEIRA, G. C. S. As estratégias didáticas com alunos autistas: as experiências de professores de Ciências e especialistas em educação especial. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1-18, 2021. <http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v12n4a33>

LEITE, G. V. M. C.; DAINEZ, D. Ensino de Ciências da Natureza e recursos didático-pedagógicos no contexto da educação inclusiva: um estudo bibliográfico. **Revista Educação Especial**, v. 35, p.1-23, 2022. <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X69720>

LEDUR, H. C.; NOBRE, S. B. O transtorno do espectro autista (TEA) e o Ensino de Ciências: concepções e possibilidades didático-pedagógicas. **Revista Acadêmica: Licencia & acturas**, v.9, n.2, p.7 -22, 2021. <http://dx.doi.org/10.55602/rlic.v9i2.255>

LIMA, C. A.; AYRES, M. C. C.; SOUZA, I. S. O ensino de ciências da natureza para autistas no município de Parnaíba-PI. **Somma - Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2022. <http://dx.doi.org/10.51361/somma.v8i1.96>

LINO, G. C. L.; LINO, T. H. L. Como tornar a Aula de Ciências inclusiva para alunos com Transtorno do Espectro Autista. **Revista Insignare Scientia**, v.5, n.5, p. 436-450, 2022.

MENEZES, N. S.; DIAS, V. B. Inclusão e o Ensino de Ciências e Biologia Para Alunos com Transtorno do Espectro Autista: Análise dos Trabalhos Publicados nos Encontros Nacionais de Biologia e de Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.22, p. 1-24, 2022. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u10571080>

MOURA, T. F. A.; CAMARGO, E. P. Explorando o ar: O ensino de ciências para estudantes com autismo nos anos finais do ensino fundamental. **Revista Ciência em Foco**, v. 14, p. 1-26, 2021.

MOURA, T. F. A.; CAMARGO, E. P. Experiências sensoriais em pessoas com autismo e o ensino de ciências. **Journal of Education**, v. 10, p. 141-165, 2022. <https://doi.org/10.25749/sis.27551>

NUNES, D. R. P.; NASCIMENTO, M. S. B.; SOBRINHO, F. P. N. Ensino de ciências para educandos com Transtorno do Espectro Autista: o que sugere a literatura nacional. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p.1-8, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.31174>

NYLAND, J. J. A. O. L. et al. O uso das tecnologias no desenvolvimento de crianças com o Transtorno do Espectro Autista (TEA). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. 1-8, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26629>

PEREIRA, E. Z. S.; LOPES, S. G.; SILVA, A. L. S. Necessidades educacionais para a inclusão de um aluno autista no ensino de ciências. **Revista Communitas**, v.6, n.14, p. 130-143, 2022. <https://doi.org/10.29327/268346.6.14-10>

REIS, M. L. P. et al. Análise sensorial e determinação da composição química nutricional de biscoito tipo cookie para autistas. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.25, p.1-8, 2019. <https://doi.org/10.25248/reas.e726.2019>

RODRIGUES, A. S.; CRUZ, L. H. C. Desafios da inclusão de alunos com transtorno do espectro autista (TEA) no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v.11, n.25, p. 413-425, 2019.

SANTOS, T. C.; OBANDO, J. M. C.; CAVALCANTI, D. N. Discutindo a Base Nacional Comum Curricular Brasileira: Uma análise sobre Educação Inclusiva no ensino de Ciências da Natureza. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, n. 1, p. 380-397, 2021. <http://dx.doi.org/10.35786/1645-1384.v21.n1.19>

SHAW, G. S. L. Relação entre família, escola, especialistas e o desenvolvimento de pessoas autistas. **Perspectivas em Diálogo**, v. 8, n. 16, p. 183-201, 2021. <https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/index>

SILVA, S. R.; SILVA, G. F. Ensinar pelas séries: atípical e a problemática do transtorno do espectro do autismo (TEA). **Revista Caminhos da Educação: diálogos, culturas e diversidades**, v. 1, n. 3, p. 95-110, 2019. <https://doi.org/10.26694/caedu.v1i3.9903>

SILVA, S. C. G. C.; SILVA, N. R. Convivendo com a diversidade no contexto escolar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p.28368-28376, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-328>

SOUZA, A. C. L. S. M. et al. Entre o ensino e a extensão: A formação para a educação inclusiva do licenciado em Química – Um relato de experiência. **Revista Conexão UEPG**, v.15, n.3, p.283-293, 2019. <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/conexão>

XAVIER, M. F.; RODRIGUES, P. A. A. Alfabetização científica e inclusão educacional: ensino de ciências para alunos com Transtorno do Espectro Autista. **Cadernos do Aplicação: Pesquisa e reflexão em educação básica**, v.34, n.2, p. 211-220, 2021. <https://doi.org/10.22456/2595-4377.109065>

WENTZ, F. M. A. Aprendizagem e Inclusão na utilização do jogo Gartic no Ensino de Química. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n.2, p. 204-220, 2022.

# FILMES COMESTÍVEIS DE QUITOSANA E EXTRATOS NATURAIS PARA PROTEÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS

*Data de submissão: 09/03/2023*

*Data de aceite: 02/05/2023*

### **Anna Paulla Ferreira Araújo**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
– UEMG  
Ituiutaba – MG  
<http://lattes.cnpq.br/9004077324648071>

### **Rafaella Ferreira Maia**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
– UEMG  
Ituiutaba – MG  
<http://lattes.cnpq.br/6119210246656841>

### **Rafael de Oliveira Pedro**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
– UEMG  
Ituiutaba – MG  
<http://lattes.cnpq.br/8138341335413386>

**RESUMO:** O recobrimento de frutas com filmes comestíveis protetores é uma ferramenta importante para evitar a degradação precoce proveniente de oxidação ou ação microbiológica. Neste processo, a superfície da fruta é recoberta por uma fina camada de material protetor que atua como barreira contra a ação microbiológica ou oxidação. Devido às características de biocompatibilidade, segurança alimentar e atividade antimicrobiana, os filmes obtidos pela interação de quitosana (polímero de

origem natural obtido do exoesqueleto de crustáceos) e óleo essencial de orégano (OEO) surgem com uma excelente alternativa para essa finalidade. Essas substâncias foram escolhidas nesse estudo por apresentarem características importantes como atividades antimicrobiana e antioxidante, biocompatibilidade, baixo custo e abundância. A verificação da efetividade dos filmes protetores foi realizada em amostras de morangos. Os resultados obtidos demonstram que filmes de quitosana contendo OEO podem ser produzidos para proteção de frutas. As amostras apresentaram boa manuseabilidade, textura, aparência e espessura. Testes de biodegradabilidade em água e solo indicam que os filmes são biodegradáveis. Morangos tratados com filmes de quitosana e OEO mantiveram sua aparência e textura por períodos mais longos de tempo. Portanto, os resultados obtidos sugerem que os filmes de quitosana e extratos naturais são uma alternativa em potencial na proteção pós-colheita de frutas. **PALAVRAS-CHAVE:** Filmes comestíveis; quitosana; produtos naturais.

## EDIBLE CHITOSAN FILMS AND NATURAL EXTRACTS FOR POSTHARVEST PROTECTION OF FRUIT

**ABSTRACT:** The early degradation of fruits, resulting from oxidation or microbiological action, can be avoided by using edible films. In this process, the surface of the fruit is covered with a thin layer of protective material that acts as a barrier against microbiological action or oxidation. Due to the characteristics of biocompatibility, food safety and antimicrobial activity, the films obtained by the interaction of chitosan (biopolymer obtained from the exoskeleton of crustaceans) and oregano essential oil (OEO) appear as an excellent alternative for this purpose. These substances were chosen in this study due to their important characteristics such as antimicrobial and antioxidant activity, biocompatibility, low cost and abundance. The effectiveness of the protective films was studied on strawberries samples. The obtained results demonstrate that chitosan films containing OEO can be effectively used for fruit protection. The samples showed good texture, appearance and thickness. Biodegradability tests in water and soil indicate that the films are biodegradable. Strawberries treated with chitosan films and OEO maintained their appearance and texture for longer periods of time. Therefore, the results obtained suggest that chitosan films and natural extracts are a good alternative for postharvest protection of fruits.

**KEYWORDS:** Edible films; chitosan; natural products.

### 1 | INTRODUÇÃO

A durabilidade dos alimentos nas prateleiras é um dos principais obstáculos enfrentados pelo setor alimentício. As frutas, sobretudo aquelas mais frágeis, são afetadas pelas deteriorações provenientes da ação de microrganismos ou do envelhecimento natural (senescência) (CARVALHO; CONTE-JUNIOR, 2022). Tais alterações influenciam propriedades como aparência, textura, odor e sabor e induzem o descarte do produto devido à baixa aceitação dos consumidores.

Além das perdas por origem intrínseca, como oxidação e degradação fisiológica, as frutas podem ser desperdiçadas devido à fatores extrínsecos como ataque de pragas e danos físicos. Neste contexto, várias estratégias estão sendo desenvolvidas para mitigar tais problemas, buscando-se melhorar a preservação, o aumento do tempo de prateleira e a qualidade de frutas (ADHIKARI; KOIRALA; ANAL, 2022; KOU; PETERS; MUCALO, 2022; WANG *et al.*, 2023).

A degradação precoce proveniente da oxidação natural ou ação microbiológica pode ser evitada com o recobrimento da superfície do alimento utilizando-se filmes comestíveis. Tais revestimentos são formados por filmes finos capazes de criar barreiras semipermeáveis a gases e vapor d'água, evitando a contaminação por microrganismos e auxiliando na preservação da qualidade do produto.

Os revestimentos comestíveis devem ser desenvolvidos em conformidade às vias de deterioração de cada produto e compatíveis em relação as características organolépticas e funcionais (SAHA *et al.*, 2017; ZAMBRANO-ZARAGOZA *et al.*, 2018). Desse modo, a

utilização de biomoléculas e compostos de origem natural é de fundamental importância para a preservação das propriedades das frutas após a colheita.

Diante desse contexto, o presente trabalho objetivou a síntese, caracterização e investigação das propriedades de filmes comestíveis protetores baseado em quitosana e extratos naturais.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da quitosana

A determinação do grau de desacetilação da quitosana foi feita utilizando a técnica de titulação potenciométrica segundo o método de Tolaimate e colaboradores (TOLAIMATE *et al.*, 2000). Nesse método, aproximadamente 40 mg de quitosana, previamente seca na estufa à 50 °C até atingir valor constante, foi dissolvida em 10 mL de ácido clorídrico padronizado ( $\sim 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ ). A solução resultante foi titulada com solução de hidróxido de sódio padronizado ( $\sim 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ ). O valor do pH foi monitorado utilizando um pHmetro Digimed DM-2P durante o processo de titulação.

### 2.2 Preparo e caracterização dos filmes

A solução filmogênica de quitosana (1% p/v, 250 mL) foi preparada pela dispersão do polímero em ácido acético glacial (1%, v/v), de acordo com o proposto por Pilon e colaboradores (PILON *et al.*, 2015). Essa solução foi mantida em agitação constante por 12h para garantir completa solubilização da quitosana.

As soluções filmogênicas contendo óleo essencial foram preparadas pela técnica de gelificação iônica, conforme descrito por Keawchaoon e Yoksan (KEAWCHAOON; YOKSAN, 2011) com algumas modificações. A quitosana (1% p/v) foi dispersa em uma solução aquosa de ácido acético glacial (1% v/v) à temperatura ambiente e mantida sob agitação por 12h. Na sequência, o óleo essencial foi adicionado gota-a-gota nessa mistura mantida em agitação vigorosa. Diferentes volumes do óleo essencial foram adicionados de maneira a obter diferentes proporções em peso de quitosana:óleo essencial. Em seguida, a solução aquosa de tripolifosfato de sódio (TPP, 0,3% p/v, 25 mL) foi adicionada lentamente sobre a emulsão e submetida à agitação constante e temperatura ambiente.

Os filmes utilizados para caracterização foram obtidos pela técnica de *casting*. Nesta técnica uma solução filmogênica é depositada sobre um suporte e seca por evaporação do solvente. Tais filmes foram caracterizados por análise subjetiva, espessura, umidade. Na avaliação subjetiva dos filmes foram verificadas características como ausência de rupturas e/ou fraturas após a secagem, homogeneidade e manuseabilidade. Para cada uma dessas características foi atribuída uma classificação: ótimo, regular e insatisfatório.

### 2.3 Estudos de biodegradabilidade em água e solo

A determinação da biodegradabilidade dos filmes em água foi realizada conforme descrito por Kaya e colaboradores (KAYA *et al.*, 2018). Amostras dos filmes com dimensões de 2 x 3 cm foram recortadas, pesadas e transferidas para béqueres de 25 mL. Em seguida, 20 mL de água foram adicionados aos filmes e mantidos em temperatura ambiente por 48 h. Após o período de imersão, as amostras resultantes dos filmes foram secas em estufa a 80 °C e novamente pesadas para determinação da massa final restante do filme. Foram utilizadas 3 amostras de cada filme. A perda de peso do filme devido a degradação em água foi calculada pela Equação (1).

$$\text{Biodegradação em água (\%)} = \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100(\%) \quad (1)$$

O estudo da biodegradabilidade dos filmes no solo foi feito conforme descrito por Kaya e colaboradores (KAYA *et al.*, 2018). Para tanto, amostras dos filmes secos (2 x 3 cm) foram previamente pesadas e acondicionadas em recipientes contendo solo. Cerca de 10 mL de água foram adicionados às amostras e após 30 dias os pesos finais foram medidos. Devido ao ambiente de biodegradação natural, a microflora do solo não foi artificialmente modificada. Foram utilizadas 3 amostras de cada filme. A perda de peso do filme devido a degradação no solo foi calculada pela Equação (2).

$$\text{Biodegradação em solo (\%)} = \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100(\%) \quad (2)$$

### 2.4 Recobrimento das frutas

O recobrimento das frutas foi realizado de acordo com o proposto por Martínez-Hernández e colaboradores (MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ; AMODIO; COLELLI, 2017). Nesta etapa do trabalho foram selecionados morangos de tamanho, forma e cor uniformes e sem sinais de danos mecânicos ou deterioração por fungos. Inicialmente as amostras foram desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio 2,5% antes do processo de recobrimento. Após secagem, as amostras foram mergulhadas nas soluções de recobrimento por 2 minutos. Os tratamentos realizados foram os seguintes: (i) imersão em água destilada (controle); (ii) imersão em solução de quitosana (1% p/v) solubilizada em ácido acético (1% v/v); (iii) imersão em solução TPP e quitosana e (iv) imersão em solução de TPP e quitosana contendo óleo essencial. Após o escoamento do excesso de solução, as frutas foram armazenadas e mantidas em temperatura ambiente. Um total de 3 frutas foi utilizado por tratamento.

### 2.5 Determinação da perda de peso das frutas

A perda de peso (PP, %) das frutas recobertas pelos filmes de quitosana em cada tratamento foi monitorada. O peso foi medido em diferentes intervalos de tempo e comparado com o grupo controle (sem filme protetor). A perda de peso foi calculada

como uma porcentagem do peso inicial, de acordo com a equação (3) (MENG *et al.*, 2008; MOHAMMADI; HASHEMI; HOSSEINI, 2016; NIKKHAH; HASHEMI, 2020).

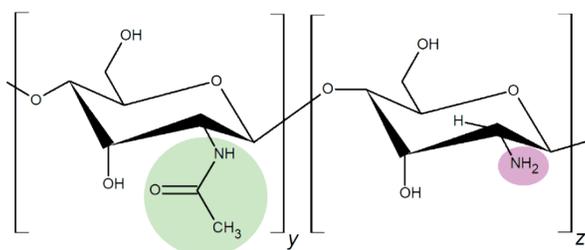
$$PP(\%) = \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100(\%) \quad (3)$$

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização da quitosana

A quitosana é um polímero natural formado por unidades 2-acetamido-2-deoxi-*D*-glicopiranosose (GlcNAc) e 2-amino-2-deoxi-*D*-glicopiranosose (GlcN) unidas por ligações do tipo  $\beta(1 \rightarrow 4)$ , conforme ilustra a Figura 1.

As unidades GlcN são comumente chamadas de unidades desacetiladas enquanto as unidades GlcNAc são conhecidas por unidades acetiladas. O grau médio de desacetilação ( $\overline{GD}$ ) da quitosana é uma medida da quantidade de grupos GlcN presentes na cadeia polissacarídica do polímero. O polímero é caracterizado como quitina se o  $\overline{GD}$  for inferior a 50% e como quitosana quando o  $\overline{GD}$  é superior a 50%.



Os índices *y* e *z* representam as unidades GlcNAc acetilada e GlcN desacetilada, respectivamente.

Figura 1: Representação esquemática da estrutura da quitosana.

Desse modo, o  $\overline{GD}$  da quitosana foi determinado utilizando a técnica de titulação potenciométrica. Para tanto, a quitosana foi inicialmente dissolvida em um excesso conhecido de uma solução aquosa de HCl previamente preparada e padronizada. Dessa forma assegura-se que todos os grupos amina ligados no anel glicopiranosídico da quitosana estejam protonados ( $NH_3^+$ ). A partir da titulação desta solução com hidróxido de sódio padronizado (0,099 mol L<sup>-1</sup>), uma curva com dois pontos de inflexão foi obtida conforme pode ser observado na Figura 2.

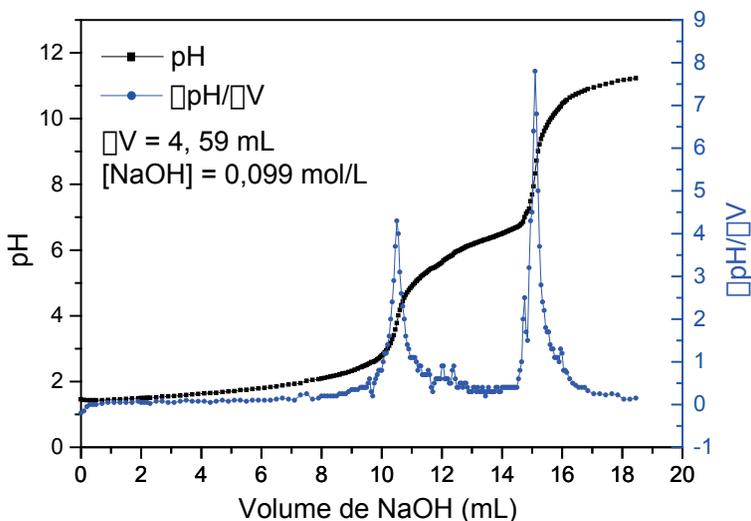


Figura 2: Curva de titulação potenciométrica da quitosana. Em preto: variação de pH em função do volume de NaOH; em azul: derivada primeira.

O primeiro ponto de inflexão observada na curva da derivada primeira indica o final da neutralização dos prótons ( $H^+$ ) em excesso provenientes da solução de HCl e o início da neutralização dos grupos amina protonados. A segunda inflexão indica o término da desprotonação dos grupos amina da quitosana. A diferença entre esses dois pontos corresponde ao volume de NaOH necessário para a desprotonação dos grupos amina, o que permite calcular o número de mols de unidades desacetiladas. O valor do grau médio de desacetilação  $\overline{GD}$  foi calculado utilizando-se a Equação (4):

$$\overline{GD}(\%) = \left( \frac{M_{NaOH} \times V_{NaOH}}{(M_{NaOH} \times V_{NaOH}) + \left( \frac{m_t - [M_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 161,22]}{203,24} \right)} \right) \times 100 \quad (4)$$

onde  $M_{NaOH}$  é a concentração da solução de hidróxido de sódio em  $\text{mol L}^{-1}$ ;  $V_{NaOH}$  corresponde ao volume de base usado para neutralizar as unidades protonadas da quitosana;  $m_t$  representa a massa total de quitosana utilizada na titulação; 161,22 e 203,24 correspondem, respectivamente, às massas moleculares das unidades desacetilada e acetilada de quitosana.

O grau médio de desacetilação, calculado utilizando-se o gráfico de titulação potenciométrica e a Equação (4). A determinação do  $\overline{GD}$  foi realizada em duplicata, sendo o valor obtido igual a  $97,8 \pm 2,2\%$ . Esse valor comprova que a amostra estudada é quitosana com alto grau de desacetilação.

### 3.2 Caracterização dos filmes

Quatro amostras de filmes foram submetidas à análise subjetiva para verificação

das seguintes características. A composição das amostras foi: (a) filme de quitosana (Q); (b) filme de quitosana e TPP (Q.TPP); (c) filme de quitosana, TPP e 0,5% de OEO (Q.TPP.OEO.(0,5)); (d) filme de quitosana, TPP e 1,0% de OEO (Q.TPP.OEO.(1,0)); Para cada parâmetro foi atribuída uma avaliação entre ótimo, regular ou satisfatório. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

A espessura do filme é um parâmetro que tem importante influência nas suas propriedades gerais. Com medições de espessura em pontos diferentes da amostra é possível verificar, quantitativamente, a homogeneidade do filme produzido *in vitro*.

Amostra	Análise Subjetiva				Espessura
	a	b	c	d	
Q	***	***	***	***	0,082 ± 0,020
Q.TPP	***	***	***	***	0,090 ± 0,018
Q.TPP.OEO.(0,5)	***	**	***	**	0,064 ± 0,009
Q.TPP.OEO.(1,0)	**	**	***	**	0,152 ± 0,035

a: Ausência de rupturas/fraturas; b: Homogeneidade; c: Bolhas; d: Manuseabilidade

Tabela 1: Resultados da avaliação subjetiva e espessura dos filmes obtidos no trabalho.

De acordo com os dados da Tabela 1, as espessuras médias variaram entre 0,064 e 0,152 mm. As amostras Q e Q.TPP possuem espessuras praticamente iguais. Ao comparar as amostras Q.TPP.OEO.(0,5) e Q.TPP.OEO.(1,0), é possível notar que o aumento da concentração de OE contribui para aumento da espessura dos filmes. Tal comportamento sugere que as moléculas das substâncias naturais OE afetam a organização estrutural das cadeias poliméricas da quitosana, tornando o filme mais espesso. Isso pode ocorrer por interações eletrostáticas ou impedimento estérico.

Os valores de espessura são semelhantes ao encontrados por Xavier e colaboradores (XAVIER *et al.*, 2020) em filmes de quitosana com fécula e cera de carnaúba, no qual obtiveram filmes com espessuras de aproximadamente 0,092 mm. Filmes de quitosana obtidos por Soares e colaboradores (SOARES *et al.*, 2018) também tiveram espessuras parecidas. Além disso, a espessura dos filmes não ultrapassou 0,25 mm considerado como valor máximo ideal (SKURTYS, 2010). Portanto, os filmes obtidos nesse trabalho possuem espessura adequada para aplicação em alimentos.

O teor de umidade dos filmes é um fator importante no processo de conservação dos alimentos, especialmente para aqueles em que a deterioração natural da fruta é associada ao ganho ou perda de água. Os resultados mostraram que o teor de umidade dos filmes é aproximadamente 20%.

### 3.3 Biodegradabilidade em água e solo

A biodegradabilidade das amostras de filmes em água foi investigada e os dados estão dispostos na Tabela 2. Os dados mostram que a porcentagem de degradação dos filmes em água variou entre 28,9 e 39,1%. Embora não há diferenças estatísticas entre as amostras, é possível observar que a adição de qualquer um dos compostos (TPP ou OEO) tende a melhorar a degradação da quitosana pura (amostra Q).

A adição de OEO nos filmes reduziu a degradação das amostras em solo. Tais resultados sugerem que a presença do óleo essencial dificulta a degradação dos filmes por microrganismos presentes no solo. Uma explicação para esse comportamento pode estar na propriedade antimicrobiana do óleo essencial de orégano que pode ser capaz de inibir a ação dos microrganismos responsáveis pela degradação do filme.

Amostra	Degradação em água (%)	Degradação em solo (%)
Q	28,9 ± 12,7	31,5 ± 8,6
Q.TPP	39,1 ± 6,7	29,8 ± 8,3
Q.TPP.OEO.(0,5)	38,1 ± 10,3	8,3 ± 1,3
Q.TPP.OEO.(1,0)	33,8 ± 7,9	24,6 ± 1,2

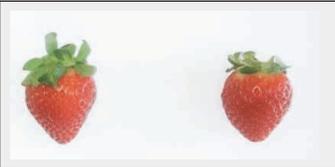
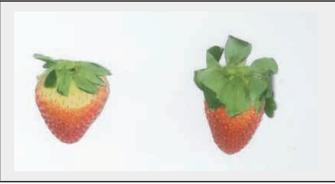
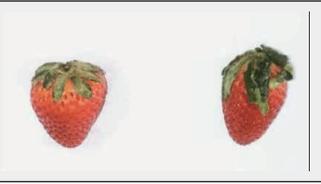
Tabela 2: Dados de biodegradabilidade dos filmes em água e solo.

Do ponto de vista ambiental, os resultados de degradação em água e solos são importantes e promissores. Isso porque atualmente uma das principais vias de proteção de frutas é a utilização de filmes plásticos que necessitam de vários anos para se decomporem, podendo levar até 1200 anos (CHAMAS *et al.*, 2020). Tais resultados reforçam a importância dos resultados obtidos neste trabalho.

### 3.4 Determinação da perda de peso dos morangos

O Quadro 1 mostra uma comparação entre amostras de morangos tratadas com os filmes de quitosana. É possível observar que o grupo controle (sem filme) foi bastante deteriorado ao longo de 4 dias.

Além disso é possível notar que há desenvolvimento de fungos em ambos morangos do grupo controle. Por outro lado, fica evidente que as amostras tratadas com os filmes permaneceram com melhor aparência ao final do período.

Amostra	Dia 0	Dia 4
Controle		
Q		
Q.TPP		
Q.TPP.OEO.(0,5)		
Q.TPP.OEO.(1,0)		

Quadro 1: Comparativo do efeito protetivo dos filmes de quitosana em amostras de morango.

Além dos resultados observados visualmente, a perda de massa das amostras de morango foi avaliada ao longo de 8 dias e os dados podem ser observados na Figura 3.

É possível notar que a perda de massa do grupo controle foi mais acentuada do que as demais amostras. Esse comportamento se repetiu ao longo de todo o período, indicando que a amostra sem proteção foi mais rapidamente deteriorada por degradação natural e/ou ação microbiológica. As amostras Q e Q.TPP tiveram comportamento semelhante ao longo dos primeiros quatro dias, porém a amostra Q.TPP foi menos efetiva na proteção da fruta após oito dias.

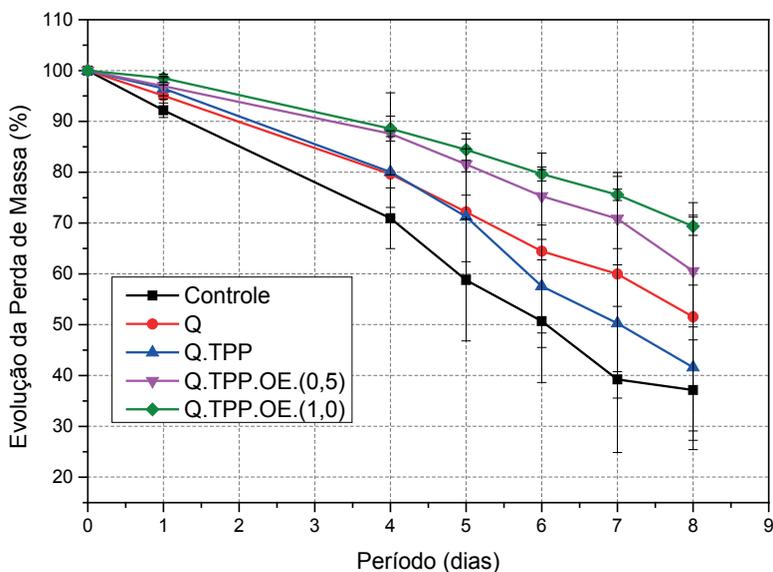


Figura 3: Evolução da perda de massa de morangos tratados com filmes comestíveis.

Os resultados da Figura 3 confirmam que as amostras contendo óleo essencial de orégano nas concentrações de 0,5 e 1,0%, Q.TPP.OE.(0,5) e Q.TPP.OE.(1,0) respectivamente, foram as mais eficientes na manutenção da massa dos morangos ao longo de todo período do tratamento. É possível observar que o aumento da concentração de OEO no filme contribuiu para diminuir a perda de massa das amostras. Esse comportamento sugere que há um efeito sinérgico entre quitosana e OEO, uma vez que o óleo essencial foi capaz de melhorar a capacidade protetiva do filme de quitosana.

## 4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que foi possível obter eficientemente filmes comestíveis de quitosana com adequadas propriedades mecânica, física e química, para aplicação pós-colheita em frutas. Foram produzidos filmes contendo óleo essencial de orégano. As amostras obtidas *in vitro* foram caracterizadas e os resultados demonstraram que os filmes possuem propriedades visuais (aparência, homogeneidade, manuseabilidade) e espessura adequadas para aplicação no recobrimento de frutas. Além disso, estudos de biodegradabilidade em água em solo demonstraram que os filmes comestíveis são facilmente degradados em meio aquoso ou em solo.

Após etapas de otimização da produção dos filmes e caracterização das amostras, o efeito protetor foi testado em morangos. Os resultados dos ensaios com frutas demonstraram a efetividade dos filmes de quitosana na proteção das amostras. Os testes realizados em morangos revelaram que os revestimentos formados por quitosana e óleo essencial de

órégano foram capazes de manter o peso e aparência das frutas por períodos de tempo maiores. Tais dados comprovam o efeito sinérgico entre quitosana e óleo essencial.

Desse modo, com base nos resultados apresentados, é possível verificar a capacidade dos filmes protetores. Estes dados comprovam o potencial de aplicação das formulações contendo quitosana e extratos naturais como revestimentos comestíveis em frutas pós-colheita. Assim, os filmes desenvolvidos nesse trabalho surgem como uma importante opção biodegradável, natural, comestível e de baixo custo para melhoria do armazenamento de morangos e maçãs.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG (Chamada nº 09/2022 – Fortalecimento e Consolidação da Pesquisa na UEMG e UNIMONTES – APQ-03402-22), ao Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ/UEMG (Edital 08/2021) e ao Programa Institucional de Apoio à Pesquisa – PAPq/UEMG (Edital 01/2022).

## REFERÊNCIAS

ADHIKARI, M.; KOIRALA, S.; ANAL, A. K. Edible multilayer coating using electrostatic layer-by-layer deposition of chitosan and pectin enhances shelf life of fresh strawberries. **International Journal of Food Science & Technology**, v. n/a, n. n/a, 21 mar. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/ijfs.15704>>.

CARVALHO, A. P. A. de; CONTE-JUNIOR, C. A. Nanoencapsulation application to prolong postharvest shelf life. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 78, p. 102825, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166922001598>>.

CHAMAS, A.; MOON, H.; ZHENG, J.; QIU, Y.; TABASSUM, T.; JANG, J. H.; ABU-OMAR, M.; SCOTT, S. L.; SUH, S. Degradation Rates of Plastics in the Environment. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, n. 9, p. 3494–3511, 9 mar. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>>.

KAYA, M.; KHADEM, S.; ÇAKMAK, Y. S.; MUJTABA, M.; İLK, S.; AKYUZ, L.; SALABERRIA, A. M.; LABIDI, J.; ABDULQADIR, A. H.; DELİGÖZ, E. Antioxidative and antimicrobial edible chitosan films blended with stem, leaf and seed extracts of Pistacia terebinthus for active food packaging. **RSC Adv.**, v. 8, n. 8, p. 3941–3950, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1039/C7RA12070B>>.

KEAWCHAOON, L.; YOKSAN, R. Preparation, characterization and in vitro release study of carvacrol-loaded chitosan nanoparticles. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 84, n. 1, p. 163–171, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927776511000063>>.

KOU, S. (Gabriel); PETERS, L.; MUCALO, M. Chitosan: A review of molecular structure, bioactivities and interactions with the human body and micro-organisms. **Carbohydrate Polymers**, v. 282, p. 119132, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861722000364>>.

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G. B.; AMODIO, M. L.; COLELLI, G. Carvacrol-loaded chitosan nanoparticles maintain quality of fresh-cut carrots. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 41, p. 56–63, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856417301935>>.

MENG, X.; LI, B.; LIU, J.; TIAN, S. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 501–508, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607005833>>.

MOHAMMADI, A.; HASHEMI, M.; HOSSEINI, S. M. Postharvest treatment of nanochitosan-based coating loaded with *Zataria multiflora* essential oil improves antioxidant activity and extends shelf-life of cucumber. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 33, p. 580–588, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856415002076>>.

NIKKHAH, M.; HASHEMI, M. Boosting antifungal effect of essential oils using combination approach as an efficient strategy to control postharvest spoilage and preserving the jujube fruit quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 164, p. 111159, 2020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521419307999>>.

PILON, L.; SPRICIGO, P. C.; MIRANDA, M.; DE MOURA, M. R.; ASSIS, O. B. G.; MATTOSO, L. H. C.; FERREIRA, M. D. Chitosan nanoparticle coatings reduce microbial growth on fresh-cut apples while not affecting quality attributes. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 2, p. 440–448, 1 fev. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/ijfs.12616>>.

SAHA, A.; TYAGI, S.; GUPTA, R. K.; TYAGI, Y. K. Natural gums of plant origin as edible coatings for food industry applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 37, n. 8, p. 959–973, 17 nov. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1286449>>.

SKURTYS, O. Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. In: 2010, [...]. 2010.

SOARES, A. de S.; RAMOS, A. M.; VIEIRA, É. N. R.; VANZELA, E. S. L.; DE OLIVEIRA, P. M.; PAULA, D. de A. Vacuum impregnation of chitosan-based edible coating in minimally processed pumpkin. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 53, n. 9, p. 2229–2238, 1 set. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/ijfs.13811>>.

TOLAIMATE, A.; DESBRIÈRES, J.; RHAZI, M.; ALAGUI, A.; VINCENDON, M.; VOTTERO, P. On the influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. **Polymer**, v. 41, n. 7, p. 2463–2469, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032386199004000>>.

WANG, F.; XIE, C.; YE, R.; TANG, H.; JIANG, L.; LIU, Y. Development of active packaging with chitosan, guar gum and watermelon rind extract: Characterization, application and performance improvement mechanism. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 227, p. 711–725, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014181302203121X>>.

XAVIER, T. D. N.; DE OLIVEIRA, V. R. L.; LEITE, R. H. de L.; AROUCHA, E. M. M.; DOS SANTOS, F. K. G. Characterization of biopolymeric films based on cassava starch, chitosan and carnauba wax. **Revista Materia**, v. 25, n. 4, p. 1–12, 2020.

ZAMBRANO-ZARAGOZA, M. L.; GONZ, R.; MENDOZA-MUÑOZ, N.; MIRANDA-LINARES, V.; BERNAL-COUOH, T. F.; MENDOZA-ELVIRA, S.; QUINTANAR-GUERRERO, D. Nanosystems in Edible Coatings : A Novel Strategy for Food Preservation. **Int. J. Mol. Sci**, v. 19, n. 705, 2018.

## A QUÍMICA DOS PERFUMES

*Data de aceite: 02/05/2023*

**Ednilton Moreira Gama**

**Gabrielly Martins Rodrigues**

**João Antônio Pereira Nunes**

**Lívia Amanda de Souza Santos**

**Lucas Marques Pereira**

**Roberta Pereira Matos**

**Aldenor Gomes Santos**

**RESUMO:** Os perfumes são substâncias um tanto quanto complexas, são uma mistura de diversos compostos que apresentam função e características específicas. Ao decorrer da história, foi possível observar os avanços da perfumaria junto aos da humanidade. Com os avanços da humanidade, veio o estudo da química sintética, que por sua vez foi essencial para aumentar a paleta de fragrâncias, popularizar os perfumes e diminuir os impactos ambientais causados pela extração de óleos essenciais. Com a química contemporânea, é possível realizar análises mais assertivas em torno dos perfumes, importante artifício para indústria da perfumaria. Esta revisão bibliográfica

tem como principal objetivo observar e entender como a história dos perfumes se construiu e como a química participou deste processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Essência, Fragrâncias, Perfumaria, Sintéticos.

### THE CHEMISTRY OF PERFUMES

**ABSTRACT:** Perfumes are somewhat complex substances, they are a mixture of different compounds that have specific functions and characteristics. Throughout history, it was possible to observe the advances of perfumery along with those of humanity. With the advances of humanity, came the study of synthetic chemistry, which in turn was essential to increase the palette of fragrances, popularize perfumes and reduce the environmental impacts caused by extraction of essential oils. With contemporary chemistry, it is possible to carry out more assertive analyzes around perfumes, an important artifice for the perfumery industry. This bibliographic review has as main objective to observe and understand how the history of perfumes was built and how chemistry participated in this process.

**KEYWORDS:** Essence, Fragrances,

## INTRODUÇÃO

Os perfumes são uma mistura de diversos componentes, sendo a grande maioria deles compostos orgânicos voláteis, que formam um complexo sistema de substâncias originalmente extraídas de plantas ou de animais, denominadas fragrâncias (DIAS e SILVA, 1996). Em sua etimologia, “*per fumum*” significa “por meio da fumaça”, termo que se refere aos vapores de resina, goma, madeira, especiarias e ervas aromáticas queimadas durante os ritos religiosos (BURGER *et al.*, 2019).

Os aromas têm sido utilizados desde os primórdios da humanidade, estando inicialmente presentes em momentos importantes de cultuação aos deuses e cerimônias de mumificação. Ao longo do tempo, essa relação entre homem e aromas foi ficando cada vez mais sofisticada, visto que a evolução das técnicas de perfumaria acompanhou a evolução da sociedade, se tornando um importante componente na vida cotidiana de pessoas em diferentes extratos sociais.

Ante o processo de construção da perfumaria, está a Química, que abrange o conhecimento das propriedades dos seus constituintes, trabalhando para o desenvolvimento de novos compostos. Segundo Ernest Beaux, perfumista que criou o Chanel N° 5, é preciso confiar na Química para encontrar novas substâncias aromáticas, criando notas novas e originais, o futuro da perfumaria está, principalmente nas mãos dos químicos. Fato é que o principal trunfo da Química Orgânica foi a democratização dos perfumes através do desenvolvimento de compostos sintéticos, que ao se mostrar uma alternativa aos naturais, se popularizam por serem baratos, mantendo os mesmos aromas (FORTINEAU, 2004).

Levando em conta a relação dos perfumes com a construção do corpo social, esta revisão bibliográfica tem com objetivo abordar a história e a composição química dos perfumes, a partir da literatura existente, buscou-se compreender a química por trás dos perfumes, bem como a sua evolução histórica, permitindo assim uma melhor compreensão.

## HISTÓRIA DOS PERFUMES

Estudos realizados por KI ZERBO (1982) indicam que os primeiros perfumes foram elaborados há aproximadamente 800 mil anos, data próxima de quando houve a descoberta do fogo. Sendo assim, os perfumes eram e são utilizados em rituais religiosos, onde a queima de algumas folhas ou madeira servia de oferenda para os deuses.

O perfume influencia a sociedade desde sua criação até os dias de hoje. Sabemos que a prática da queima de folhas e madeiras para a liberação de aromas é milenar, e que no Brasil ainda vemos em algumas comunidades indígenas, que a usam para curar enfermos. Através do sopro e da sucção, o curandeiro da comunidade direciona a fumaça

para um doente que, ritualmente, passa por um processo de cura. Para os indígenas, essa fumaça aromática é o portal de ligação entre o ser humano e o sobrenatural (NERY, 2016).

A palavra perfume, originada do latim “*per fumum*”, significa através da fumaça devido a essa prática. Mais tarde, aproximadamente 3.000 a.C. essa prática foi inovada pelos egípcios, que faziam uso dos aromas no próprio corpo, para uso religioso, higiênico ou tratamento médico.

Dando continuidade à história de evolução do perfume, chega a vez da Grécia Antiga. Há relatos de que, por volta de 800 a.C., entre as cidades de Atenas e Corinto, já existia a prática de exportação de óleos de flores e plantas. Teofrasto, grego importante que foi o primeiro a registrar o processo de produção de um perfume, descreve desde a composição para chegar a um determinado aroma até a preparação, além de dar detalhes importantes, como prazos de validade, usos terapêuticos e técnicas para conservação do aroma, como o cuidado com a exposição do perfume ao sol (CARVALHO, 2021).

Com a chegada do século 8 a.C., outro salto tecnológico ocorreu na história do perfume, quando os árabes descobriram o processo de destilação de substâncias, podendo ser retirados aromas da mirra, cravo, noz-moscada, entre outros. Eles foram pioneiros na elaboração da primeira água de rosas do mundo, isolando o óleo integral das rosas. O álcool, que é comumente utilizado na produção dos perfumes, através dos ensinamentos dos árabes, foi descoberto pelos italianos e espanhóis, após passar um longo período de tempo, em 1100 d.C. (BUTLER, 2000, ASHCAR, 2007)

Os séculos seguintes foram marcados pela intensa exportação de perfumes do oriente. Durante as cruzadas, era comum que cavaleiros transportassem perfumes junto com especiarias, fato que ocasionou as rotas comerciais do século XII. A fama do perfume também auxiliou que nos séculos seguintes fossem criadas novas rotas de comércio, em demasia na Europa (ASHCAR, 2007).

A **Figura 1** demonstra como ocorreu, cronologicamente, o desenvolvimento dos perfumes até termos o que conhecemos hoje.

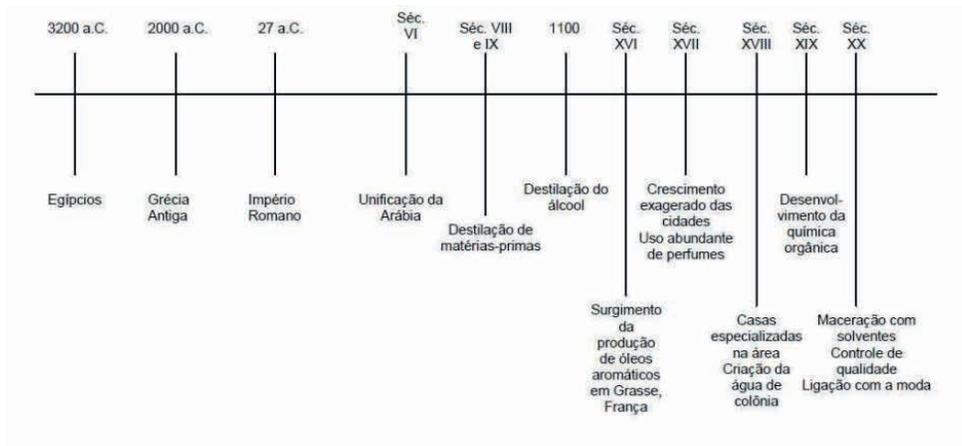


Figura 1 - Linha do tempo dos perfumes.

Fonte: LUCCA, 2010, p.12.

Dado o exposto, é possível inferir que foram muitas as etapas para a melhoria do produto, sendo que tudo isso aconteceu graças à ciência desenvolvida no Egito e a participação da química orgânica como ciência no séc XIX. Hoje em dia, temos a utilização dos aromas em vários materiais, para além dos perfumes, como nos detergentes, amaciantes, sabão, entre outros.

## A QUÍMICA ORGÂNICA DOS PERFUMES

Foi no século XIX que a Química Orgânica conquistou seu espaço na produção dos perfumes. Após a descoberta que compostos orgânicos poderiam ser sintetizados a partir de moléculas inorgânicas, após a síntese da uréia realizada pelo cientista Wöhler em 1828, muitos estudiosos da área da perfumaria começaram a testar fórmulas e reações para descobrir características físico-químicas das moléculas que emitem alguma aromaticidade. Técnicas importantes como destilação fracionada, a vácuo ou a vapor foram altamente utilizadas. (BUTLER, 2000).

Antigamente, era necessária a extração de cinco mil rosas para se obter um quilo de óleo essencial, mas, atualmente, combinando substâncias em laboratório, é possível chegar na mesma molécula aromática com menores quantidades de extrato e com um custo menor (CARVALHO, 2021). O óleo extraído de flores de jasmim, por exemplo, custava em torno de cinco mil reais por quilograma. A mesma essência, só que produzida sinteticamente, pela mesma quantidade passa a custar em torno de cinco reais. Assim como, nos anos 1900, quando a moda era a utilização do óleo de almíscar (musk) em perfumes, extraído de veados almiscareiros, matava-se cerca de cinquenta mil animais para a extração de cerca de mil e quatrocentos quilogramas da essência. (BUTLER, 2000; DIAS e SILVA, 1996).

Sendo assim, há a caracterização do perfume em uma perspectiva da Química Orgânica. As fragrâncias características dos perfumes foram obtidas durante muito tempo exclusivamente a partir de óleos essenciais extraídos de flores, plantas, raízes e de alguns animais selvagens. Esses óleos receberam o nome de óleos essenciais porque continham a essência, ou seja, aquilo que confere à planta seu odor característico. Embora os óleos essenciais sejam ainda hoje obtidos a partir dessas fontes naturais, têm sido substituídos cada vez mais por compostos sintéticos, como veremos mais adiante.

Os químicos já identificaram cerca de três mil óleos essenciais, sendo que cerca de 150 são importantes como ingredientes de perfumes. Para que possam ser usados com esse fim, os óleos essenciais devem ser separados do resto da planta. As técnicas utilizadas para isso baseiam-se em nas diferenças de solubilidade, volatilidade e temperatura de ebulição dos respectivos compostos. A extração por solventes, por exemplo, utiliza o solvente éter de petróleo (uma mistura de hidrocarbonetos) para extrair óleos essenciais de flores. Já o óleo de eucalipto pode ser separado das folhas passando através delas uma corrente de vapor de água, método de separação conhecido como destilação por arraste de vapor.

A **Figura 2** apresenta as fórmulas dos principais componentes de alguns óleos essenciais.

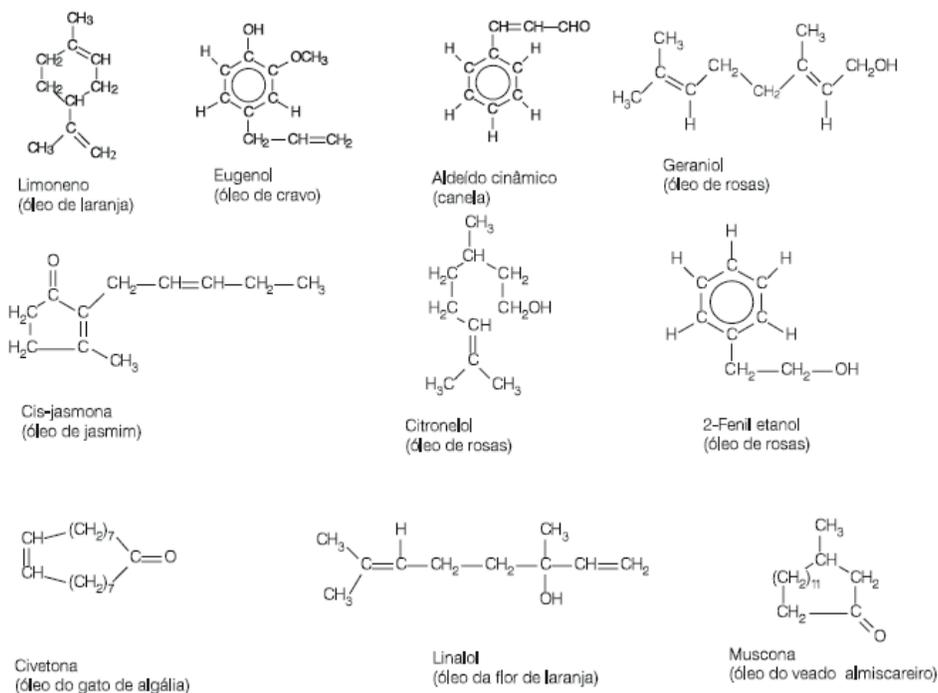


Figura 2 - Estrutura molecular dos óleos essenciais organicamente.

Fonte: DIAS e RAMOS, 1992.

Em uma outra perspectiva orgânica, os produtos sintéticos talvez nunca substituam completamente os naturais. Os perfumes mais caros usam os produtos sintéticos apenas para acentuar o aroma dos óleos naturais. Para alguns óleos, como o patchouli e o de sândalo, os químicos ainda não encontraram substitutos satisfatórios. Uma grande contribuição da química sintética tem sido, sem sombra de dúvida, a possibilidade de preservação de certas espécies animais e vegetais que corriam o risco de extinção devido à procura desenfreada de óleos essenciais. Uma outra contribuição é o barateamento dos perfumes, permitindo seu uso por uma fatia mais ampla da população.

Assim, a **Figura 3** acentua tal colocação apresentando as moléculas de alguns compostos sintéticos utilizados como fragrâncias artificiais.

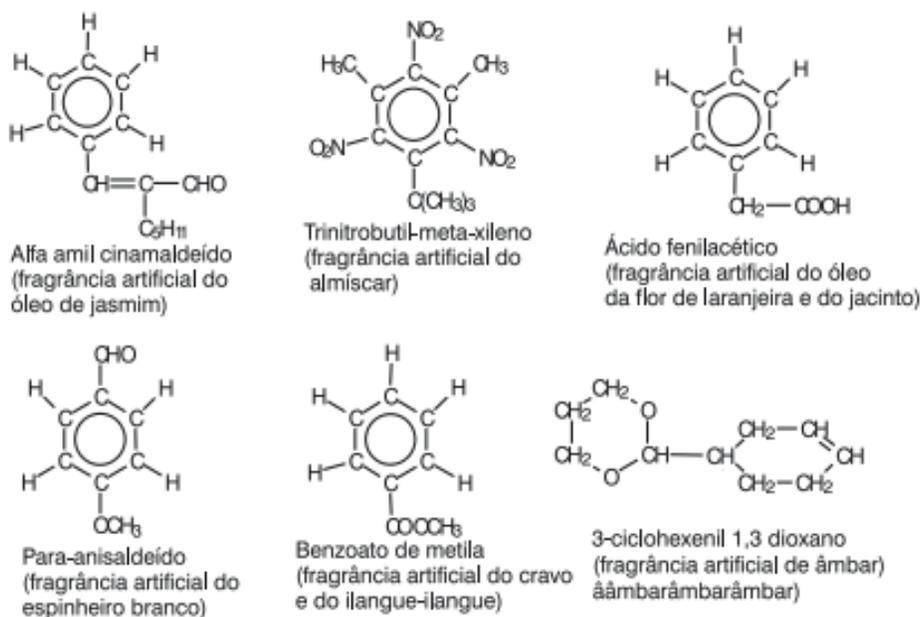


Figura 3 - Alguns compostos sintéticos utilizados como fragrâncias artificiais.

Fonte: DIAS e RAMOS, 1992.

Contudo, uma grande contribuição da química sintética tem sido, sem sombra de dúvida, a possibilidade de preservação de certas espécies animais e vegetais que corriam o risco de extinção devido à procura desenfreada de óleos essenciais.

## COMPOSIÇÃO DOS PERFUMES

Os perfumes são basicamente uma mistura de compostos denominados solventes, fixadores e essências. Os solventes são utilizados para diluir as essências e auxiliar para que o perfume tenha uma concentração desejada. Os fixadores, por sua vez, têm a função

de retardar a evaporação da essência, e conseqüentemente, prolongar os efeitos do perfume. As essências são os principais componentes dos perfumes, pois são responsáveis pelo aroma característico de cada produto (DIAS e SILVA, 1996).

Os perfumes podem ser classificados quanto à concentração da essência, ao tempo de duração e ao solvente, essas características favorecem na valorização do produto (PHEBO, 2021). Abaixo está descrito na **Tabela 01** a classificação dos perfumes conforme a concentração dos seus componentes e na **Tabela 02** as notas de fragrância e nomenclatura dos perfumes por família olfativa.

<b>Classificação</b>	<b>Concentração da essência (mL/L)</b>	<b>Concentração do solvente (mL/mL)</b>	<b>Tempo mínimo de fixação (horas)</b>
Parfum	200 (20%)	950:50	12
Eau de Parfum	170 (17%)	900:100	10
Eau de Toilette	140 (14%)	800:200	8
Eau Fraiche	80 (8%)	700:300	5
Eau de Cologne	70 (7%)	700:300	//

Tabela 01 - Classificação dos perfumes conforme a concentração dos seus componentes.

Fonte: PHEBO, 2021

<b>Família olfativa</b>	<b>Notas de fragrância</b>	<b>Tempo para volatilização</b>	<b>Aromas comuns</b>
Cítrico	Notas de cabeça ou topo	5 minutos	Limão, laranja, toranja e tangerina
Aromático	Notas de cabeça ou topo	5 minutos	Lavanda, eucalipto e outros
Floral	Notas de corpo ou meio	10 a 60 minutos	Begonia, rosas e outros
Amadeirado	Notas de fundo ou base	8 horas	Mix de madeiras secas e outros
Oriental	Notas de fundo ou base	8 horas	Cravo, canela e especiarias
Chipre	Notas de fundo ou base	8 horas	Todos os aromas juntos

Tabela 02 - Classificação dos perfumes por família olfativa

Fonte: PHEBO, 2021

As caracterizações são distintas, pois o público alvo é direcionado e assim é importante para a designação em cada ocasião, levada em consideração a matéria-prima e características de fixação referentes a cada nota de fragrância favorecendo o produto de

melhor qualidade (NÓBREGA, 2007).

## SOLVENTES, FIXADORES E ADITIVOS

As características desejadas em um composto solvente, segundo OLIVEIRA (2019) produtor de cosméticos, para a indústria de perfumes são os que não afetem a composição e características olfativas. Dado os de cadeia polar e apolar, sem coloração, inodoro e que apresentem estabilidade em contato com óleos essenciais e dentre as preferências temos duas opções, o propilenoglicol que apresenta os requisitos e só não é comumente utilizado em grandes quantidades pois o dipropilenoglicol (DPG) (HARTH, 2017) possui ponto de ebulição mais alto e isso torna ele menos volátil, e o produto final mais resistente e mais atrativo ao consumidor. (CETESB-SP, 2004)

O DPG tem como função orgânica dominante os álcoóis, o que permite fazer a dissolução dos óleos e fragrâncias e a interação deles com a água, assim como o etanol também utilizado como solvente, este em menor quantidade pelo ponto de ebulição ser menor, pelo cheiro característico e alta inflamabilidade, requerido pela polaridade e preço atrativo. (CETESB-SP, 2014)

Corroborando com as propriedades descritas do 1,1-oxidi-2-propanol, a sua função na composição dos perfumes também é atuar como fixador visto a facilidade de co-solubilizar óleos e diminuir a volatilidade da fragrância (ALCÂNTARA, 2019), favorecendo a permanência da essência no local aplicado até que a temperatura corporal aumente e o 2,2-Dihidroxiisopropil Eter comece evaporar, liberando o aroma no ambiente, esse processo é explicado pela mudança de estado físico provocada pela inserção de energia na reação (ARCH, 2021).

A permanência do aroma após a aplicação está diretamente relacionado a quantidade de fixador, a qualidade da essência, aos locais aplicados e ao tipo de pele (MORINEAU, 2022), a oleosa é a de maior fixação pois ao entrar em contato com a superfície que é absorvente e possui muitos compostos dissolvidos como secreções corporais e água, a área de contato é intensificada e pode diminuir a volatilização do produto como também diluir tornando menos intensa. Os locais de aplicação influenciam dada a temperatura que podem chegar e isso direciona o tempo de permanência do aroma e início da evaporação (FIORUCCI, 2016).

Os aromatizantes são os aditivos mais utilizados na indústria por serem substâncias ou misturas com propriedades odoríferas e sápidas, capazes de conferir ou intensificar o aroma dos cosméticos (MELLO, 2007) estes compostos em sua maioria são do grupo dos ésteres por possuírem normalmente aroma de flores e frutos (DIAS, 2021). Dissociando os naturais que são mais indicados pela pureza e menor risco de intoxicação, o difícil acesso torna os industriais mais atrativos para o mercado pois são intensos, abundantes e baratos podendo também consorciar com outras fragrâncias para intensificar o aroma (FOGAÇA,

## ÓLEOS ESSENCIAIS

Óleos essenciais são substâncias aromáticas, encontradas nos animais, nas plantas, podendo ser sintetizadas em laboratório. São obtidos por meio de técnicas de extração, como a prensagem a frio, que se baseia na utilização de resíduos dos frutos cítricos como limão, tangerina e laranja. (GUENTHER, 1948). Além do destilador a vapor, que tem como mecanismo principal o arraste de vapor, onde acontece o rompimento das micromoléculas aromáticas, encontradas nas diversas estruturas vegetativas (folhas, flores, casca, frutos, rizomas, caule e raízes). Como foi citado acima, são produzidos em laboratórios, sendo classificados assim como óleos essenciais sintéticos que começaram a ser produzidos com o intuito de amenizar a diminuição em massa das florestas de onde se extrai a matéria-prima das plantas. (SAITO & LUCCHINI, 1998). Neste procedimento ocorre o processo de decantação das glândulas odoríferas, presentes nos frutos, a técnica não utiliza nenhuma fonte de calor como, por exemplo, o fogo. Isso porque, nos frutos cítricos é encontrado um constituinte denominado de limoneno (nomenclatura IUPAC 1-metil-4-(prop-1-em-2-il) cicloex-1-eno pertencente à família dos terpenos e responsável pelo odor característico das frutas cítricas) que libera uma substância tóxica, ao ser exposta aos raios ultravioleta, acaba causando queimaduras na pele humana. (ASHCAR, 2001).

Os óleos são compostos por alguns constituintes: terpenos, cumarinas, fenilpropanóides, taninos e alcalóides, com propriedades analgésicas, anti inflamatórias e antiviral. (NODARI E GUERRA, 2000). Terpenóides são uns dos principais constituintes dos óleos essenciais, eles são formados por duas ou mais unidades de isopreno (5 carbonos na sua cadeia) podendo chegar a ter 30 ou 40 unidades de isopreno na sua estrutura química. (BRUNETON, 1991). Fenilpropanóides são substâncias produzidas a partir de um ácido, conhecido como ácido chiquímico, formados por duas unidades básicas de ácidos, como o cinâmico e o p-cumario. (SIMÕES E SPITZER, 2000).

Os aromas encontrados nos óleos essenciais podem ser comercializados de várias formas, como, por exemplo, na produção de fármacos, produtos de limpeza e higiene, em produtos alimentícios, além de auxiliar no controle de insetos, como repelente (BANDONI, 2008). Os óleos essenciais podem ter uma alta volatilidade, que evaporam com facilidade sendo encontrados nas plantas. (SERAFINI, 2001).

## COMPOSTOS AROMÁTICOS

Os óleos essenciais têm como base responsável pelo seu aroma, os compostos aromáticos. Atualmente, centenas de compostos naturais e milhares de compostos sintéticos são encontrados em diversas formulações de perfumes. As fontes de matérias primas sintéticas são as mais utilizadas devido a sua menor agressão aos animais e ao

meio ambiente (DE BARROS, 2007).

Inicialmente, as essências eram extraídas na natureza, mas com os impactos ambientais, foi preciso desenvolver novas técnicas de extração e síntese destes compostos. Uma vez obtido um óleo essencial, a análise química permite identificar quantos e quais componentes estão presentes, podendo desenvolver métodos de síntese em laboratório. Uma vez identificados os componentes de um óleo essencial, os químicos podem fabricá-los sinteticamente e torná-los mais baratos. Uma outra possibilidade é a síntese de novos compostos com aroma similar ao produto natural, porém com estruturas totalmente diferentes. A grande maioria das fragrâncias usadas hoje em dia é fabricada em laboratório (DIAS e SILVA, 1996).

Ao longo dos séculos, os perfumes consistiam em produtos naturais, que com o avanço da química orgânica no séc. XIX, se descobriram mais fragrâncias, aumentando a quantidade de opções, bem como a democratização destas fragrâncias. Entre os compostos aromáticos sintéticos emblemáticos desenvolvidos no século XIX, pode-se citar o acetato de benzila (1855), ainda hoje utilizado por suas notas de jasmim, e os substitutos da baunilha, como a cumarina (1868) e a vanilina (1874) (BURGER *et al.*, 2019).

Desta forma, o desenvolvimento da química sintética proporcionou uma nova era na perfumaria, desenvolvendo compostos mais baratos, que aumentaram essa paleta de fragrâncias sendo resultado de uma produção tinha mais compostos com menos impactos ambientais, visto que antes precisava de milhares de quilos de matéria-prima para se extrair cerca de 1kg de essência, por exemplo.

## IMPACTOS AMBIENTAIS E IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA

Conforme o Guia Técnico Ambiental do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (COMPANHIA..., 2005), a geração de resíduos proveniente das embalagens é um dos impactos mais significativos do setor, em função da diversidade de caixas de papel/papelão, frascos, sacos, rótulos, sacolas e afins que são utilizadas para acondicionamento dos produtos. A disposição inadequada das embalagens, muitas vezes com restos do produto, pode causar sérios danos ambientais, tanto na contaminação do solo como das águas subterrâneas. Quando destinadas incorretamente aos aterros sanitários e lixões, estas embalagens refletirão seus impactos a curto e a longo prazo: pela poluição visual causada, com sua difícil reincorporação à natureza, pelo espaço que ocuparão durante anos e pela alteração da qualidade tanto do solo como do lençol freático.

Ainda, conforme o Guia (COMPANHIA..., 2005), a atividade envolve também a geração de resíduos em diversas áreas de operações e características diversas, incluindo a sobra de materiais, produtos sem especificações ou com prazo de validade vencido, material retido em sistema de poluição atmosférica, sólidos grosseiros e lodos gerados no sistema de tratamento de efluentes, entre outros.

Na área de acabamentos, há a participação da indústria gráfica, que envolve a produção de etiquetas, adesivos e embalagens secundárias como cartuchos e sacolas. Os aspectos ambientais deste setor estão ligados à geração de resíduos sólidos (restos de papel, embalagens, plásticos e pós-impressão), efluentes líquidos, emissões atmosféricas, ruídos e vibrações (COMPANHIA..., 2007).

Além disso, falando em composição química dos perfumes em si, os fosfatos presentes em algumas dessas misturas, ao caírem em corpos d'água podem fazer com que as algas cresçam de forma incontrolável nos cursos de água, esgotando os níveis de oxigênio (eutrofização) (BELEZA VERDE, 2015). Outros produtos podem até reduzir a tensão superficial da água e, com isso, plantas e animais que ali vivem acabam absorvendo pesticidas e outras toxinas muito mais rapidamente (BELEZA VERDE, 2015).

Por trás de uma simples borrifada existem os chamados compostos orgânicos voláteis, que são vapores químicos contendo moléculas de carbono que evaporam rapidamente (BELEZA VERDE, 2015). Os combustíveis fósseis e produtos petroquímicos contêm uma grande variedade desses compostos (CARVALHO, 2021).

Contudo, tal teor bibliográfico pesquisado elevou os níveis de compreensão para a finalidade da química orgânica que compreende os aspectos primordiais da vida. Para essa obra, a importância da aplicabilidade da química orgânica está pautada nos compostos que envolvem os perfumes com o uso de derivados sintéticos que democratizam o acesso a esses produtos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, é possível observar que a perfumaria evoluiu junto com os povos ao redor do mundo. A indústria da perfumaria precisa e deve ser estudada, buscando diminuir cada vez mais os impactos ambientais, bem como se adequar às necessidades da sociedade.

Com base nestas referências, foi possível compreender que a constituição dos perfumes e suas respectivas fragrâncias é minuciosa e tecnológica, podendo representar infinitas combinações que correspondem a um aroma/experiência sentida individualmente.

## REFERÊNCIAS

ASHCAR, R. Brasil essência: a cultura do perfume. São Paulo: Best Seller, 2001. 201 p. Acesso em 03 de abril de 2023. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/perfumista-de-farmacia-apostila03.pdf>

ASHCAR, R. Com Ciência - SBPC/Labjor. Comciencia.br. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=28&id=329#:~:text=Os%20mais%20antigos%20cheiros%20conhecidos,no%20esplendor%20da%20civiliza%C3%A7%C3%A3o%20eg%C3%ADpcia.>>. Acesso em: 4 abr. 2023.

ASTH, Rafael. Mudanças de Estado Físico. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/mudancas-estado-fisico/>. Acesso em: março de 2023.

BANDONI, A. L. Os recursos vegetais aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores. Vitória: EDUFES, 2008. Acesso em 03 de abril de 2023. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar>

BELEZA VERDE. Cheiro de perigo: o impacto ambiental do perfume sintético - Beleza Verde. Beleza Verde. Disponível em: <[Biotecnologia na agricultura e na agroindústria. Guaíba: Agropecuária, 2001.](http://www.belezaverde.com/blog/cheiro-de-perigo-o-impacto-ambiental-do-perfume-sintetico/#:~:text=Quais%20s%C3%A3o%20os%20impactos%20ambientais,esgotando%20os%20n%C3%ADveis%20de%20oxig%C3%AAnio.></a>. Acesso em: 4 abr. 2023.</p></div><div data-bbox=)

BRUNETON, J. Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. Acesso em 03 de abril de 2023. Disponível em:

BURGER, P; PLAINFOSSÉ, H; BROCHET, H; CHEMAT, F; FERNANDEZ, X. Extraction of Natural Fragrance Ingredients: History Overview and Future Trends. *Chemistry & Biodiversity*, v. 16, n. 10, 24 set. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900424>

BUTLER, E. Cosmetics through the ages. In: H Butler (Ed). Poucher's perfumes, cosmetics and soaps, 10a. ed., Kluwer Academic, Dordrecht, 2000.

CARDOSO, C. F.; VAINFAS, R. Domínios da História: ensaios da teoria e metodologia. Rio de Janeiro, 1977.

CARVALHO, Francine Ferreira de. A química do perfume e a história da África: misturas de essências e aromas do Egito. 2021.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo—[https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha\\_completa1.asp?consulta=%C1LCOOL%20ET%CDLICO](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=%C1LCOOL%20ET%CDLICO) acessado em março de 2023. CETESB, São Paulo. (2014). Ficha de Informação de Produto Químico – São Paulo: CETESB, 2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo—[https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha\\_completa1.asp?consulta=DIPROPILENOGLICOL](https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=DIPROPILENOGLICOL) acessado em março de 2023. CETESB, São Paulo. (2004). Ficha de Informação de Produto Químico – São Paulo: CETESB, 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB et al. Guia Técnico Ambiental da Indústria Gráfica. Disponível em: . Acesso em: 4 abr. 2023.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB et al. Guia Técnico Ambiental: Por uma Produção mais Limpa. CETESB, 2005. Disponível em: . Acesso em: 4 abr. 2023.

DIAS, Diogo Lopes. “O que é éster?”; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-ester.htm>. Acesso em: março de 2023.

DIAS, A. R.; RAMOS, J. J. Química e Sociedade. 1992.

DIAS, S. M. ; SILVA, R. R. . Perfumes: uma Química inesquecível. Química Nova na Escola, São Paulo, SP, n.4, p. 3-6, 1996.

FIORUCCI. Fixação de perfume: tudo o que você precisa saber sobre o assunto. Greenwood Fiorucci, 2016. Disponível em: <http://www.fiorucci.com.br/blog/2016/10/17/fixacao-de-perfume-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-assunto/>

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Aromatizantes"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/aromatizantes.htm>. Acesso em: março de 2023.

FORTINEAU, A.-D. Chemistry Perfumes Your Daily Life. *Journal of Chemical Education*, v. 81, n. 1, p. 45, jan. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed081p45>

FRANCE, Le. Tipos de perfume, Le France Perfumes. Disponível em: <https://www.lefrance.com.br/tipos-de-perfumes/>. Acesso em: março de 2023.

GUENTHER, E. The production of essential oils: Methods of distillation, Enfleurage; 1948.

HARTH, Walter. Revisão da ficha técnica do dipropilenoglicol. Moraes de Castro produtos químicos, 2017. Disponível em: [http://rel.moraismoraes.com.br:8989/smt/moraismoraes/fichatecnica.php?id\\_ficha=751](http://rel.moraismoraes.com.br:8989/smt/moraismoraes/fichatecnica.php?id_ficha=751)

KI-ZERBO, J. História da África, Metodologia e pré-história da África. São Paulo, Editora Ática/Paris: UNESCO, 1982, Vol. 1.

LUCCA, L. G. Perfumes: arte e ciência. Universidade estadual do Rio Grande do Sul, 2010.

Maceration, and Extraction with volatile solvents. In: \_\_\_\_\_. The essential oils. New

MELLO, Dirceu Raposo. RESOLUÇÃO - RDC Nº 2, DE 15 DE JANEIRO DE 2007, Ministério da Saúde-Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2007. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002\\_15\\_01\\_2007.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002_15_01_2007.html). Acesso em: março de 2023.

MORINEAU, Jean Luc. Fabricação de perfumes. Apostila de Perfumes-2022. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/noes-bsicas-em-produo-de-perfume-apostila04.pdf> acessado em março de 2023.

NERY, S. Interdependências e interpenetrações civilizatórias: os aromas e sua magia. Sociedade e Estado. v.31, 2016.

NÓBREGA, Alessandro Lucas de Barros. Análise de perfume, Introduo, Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas. São Paulo, 2007. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/perfumista-de-farmcia-apostila03.pdf>. Acesso em: março de 2023.

OLIVEIRA, Gabriel. Dipropilenoglicol. Creamy skincare, 2019. Disponível em: <https://www.creamy.com.br/glossario/dipropilenoglicol>

PHEBO. Vocabulário de perfumaria: 7 termos que você precisa conhecer, Universo Phebo. Disponível em: <https://blog.phebo.com.br/vocabulario-de-perfumaria/#:~:text=Notas%20olfativas&text=S%C3%A3o%20elas%3A%20notas%20de%20topo,o%20primeiro%20cheiro%20que%20sentimos>. Acesso em: março de 2023.

Saito, M.L. & Lucchini, F. Substâncias Obtidas de Plantas e a Procura por Praguicidas Eficientes e Seguros ao Meio Ambiente. Jaguariúna. Embrapa/CNPMA. 1998. Acesso em 03 de abril de 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/580600/1/2009CL08.pdf>

SERAFINI, L. A.; CASSEL, E. Produção de óleos essenciais: uma alternativa para a agroindústria nacional. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. Farmacognosia. Porto Alegre: UFRGS, 2000, p. 387-415

YORK: D. Van Nostrand, 1948. cap.3. v.1. Acesso em 03 de abril de 2023. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/perfumista-de-farmacia-apostila03.pdf>

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA** - Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado em Química pela Universidade de Uberaba (2011), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências Naturais e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2015), com ênfase no desenvolvimento de um bioadsorvente para remoção de íons As(V), Sb(III) e Se(IV) em diferentes matrizes aquáticas. Doutorado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2018), com ênfase em Processos Oxidativos Avançados [fotocatálise heterogênea ( $\text{TiO}_2/\text{UV-A}$  e  $\text{TiO}_2/\text{Solar}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-C}$ ) para remoção de contaminantes de preocupação emergente (CPE) em diferentes matrizes aquáticas. Realizou o primeiro estágio de Pós-Doutorado (de maio de 2020 a abril de 2022) na Universidade Federal de Uberlândia com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de CPE em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atualmente está realizando o segundo Estágio Pós-Doutorado (abril de 2022 - atual) na UFU na mesma linha de pesquisa. Atuou como Técnico de Laboratório/Química no Instituto Federal de Goiás (junho/2010 – janeiro/2022) durante 11 anos como técnico químico no Instituto Federal de Goiás, tendo sido responsável pela análise de parâmetros físico-químicos e biológicos de água e efluentes de estação de tratamento. Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de acompanhamento do CPE; (iii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) Aplicação de processos oxidativos avançados ( $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV C}$ ,  $\text{TiO}_2/\text{UV-A}$  e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química.

**A**

Aeroporto São Paulo 1, 2, 4, 5  
Alcalóides 38  
Analgésicas 38  
Antiviral 38  
Aromas 31, 32, 33, 36, 38, 41, 42  
Arraste de vapor 34, 38  
Atividade antimicrobiana 18  
Atividade lúdica 1, 6

**B**

Biocompatibilidade 18  
Biodegradabilidade 18, 21, 25, 27  
Biologia 10, 15, 16, 44  
Biomoléculas 20

**C**

Ciências da natureza 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17  
Ciências forenses 1

**D**

Desacetilação 20, 22, 23  
Destilação fracionada 33  
Deterioração 19, 21, 24

**E**

Ensino-aprendizagem 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15  
Ensino de ciências 2, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 17, 44  
Evaporação 20, 36, 37

**F**

Família olfativa 36  
Fenilpropanóides 38  
Filmes comestíveis 18, 19, 20, 27  
Física 3, 10, 12, 27, 44  
Fragrâncias 30, 31, 34, 35, 37, 39, 40  
Frutas cítricas 38

Fumaça aromática 32

## I

Impactos ambientais 30, 39, 40

Isopreno 38

## M

Metodologia ativa 1, 2, 3, 5, 6, 7

Microrganismos 19, 25

Morangos 18, 21, 25, 27, 28

## O

Óleos essenciais 30, 34, 35, 37, 38, 43

Oxidação 6, 18, 19

## P

Peça teatral 1, 2, 5, 6

Perfumaria 30, 31, 33, 39, 40, 42

Perfumes 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Polímero 18, 20, 22

Produtos naturais 18, 39

## Q

Química 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 44

Química orgânica 12, 31, 33, 34, 39, 40

Química sintética 30, 35, 39

Quitosana 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

## R

Reações colorimétricas 2, 6

Resíduos 38, 39, 40, 44

*Role playing* 4, 6, 7

## S

Solução filmogênica 20

Solventes 34, 35, 37

Substâncias aromáticas 31, 38

**T**

Terpenos 38

Titulação potenciométrica 20, 22, 23

Transtorno do Espectro Autista (TEA) 8, 9, 11, 15, 16, 17

**V**

Volatilidade 34, 37, 38

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

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# CIÊNCIA QUÍMICA:

Descobertas, criação e transformação 2

  
Atena  
Editora  
Ano 2023

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

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# CIÊNCIA QUÍMICA:

Descobertas, criação e transformação 2

  
Atena  
Editora  
Ano 2023