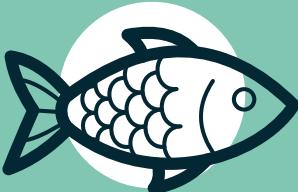


ESTUDOS DE CASO NO

Ensino de Ciências da Natureza 1

Química em Foco



ORGANIZADORES:

- Salete Linhares Queiroz
- Caio Moralez de Figueiredo

© Dos autores

Autoras e autores

Adriana Gruli de Melo
Arthur Moraes Franco da Rocha
Caio Moralez de Figueiredo
Cyntia Vasconcelos de Almeida
Daniel Yanke Brasilino
Eduardo Orlando Bartaquim
Evelin Ribeiro Cardoso
Felipe Santana Pena
Giovane Santos dos Reis
Gustavo Vasconcelos Gomes
Helaíny Wanessy Kenya Rodrigues Silva Chagas
Iuri Neves Soares
Kleyton Junior Gomes de Morais

Letícia Tagliavini de Assis
Lucas Freitas Feitosa
Matheus Gotha
Natália Wolf de Faria
Pablio Abreu Alves
Pedro Augusto Sponchiado
Priscila Martini de Souza
Rafael Cava Mori
Renata Almeida Chagas
Ricardo Matos
Salete Linhares Queiroz
Thiago Wedson Hilario
Winnie Evelyn Valeria Perez Vite

Organizadores

Salete Linhares Queiroz
Caio Moralez de Figueiredo

Projeto gráfico e Diagramação

Diagrama Editorial

Capa

Eldes de Paula Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

E82

Estudos de caso no ensino de ciências da natureza 1 [recurso eletrônico]: Química em foco / organizado por Salete Linhares Queiroz, Caio Moralez de Figueiredo. - São Carlos : Diagrama Acadêmico, 2025.
139 p. ; PDF ; 1,6 MB.

Vários autores.
Inclui índice e bibliografia.
ISBN: 978-65-995167-7-1 (Ebook)

1. Química. 2. Educação. 3. Formação de professores. I. Queiroz, Salete Linhares. II. Figueiredo, Caio Moralez de. III. Título.

2025-4478

CDD 540
CDU 54

Elaborado por Odílio Hilário Moreira Júnior - CRB-8/9949

Índice para catálogo sistemático:

1. Química 540
2. Química 54



Rua XV de Novembro, 2190, sala 8
Telefone/WhatsApp: (16) 99614-8949
CEP 13560-240 - São Carlos/SP
www.diagramaeditorial.com.br

CAPÍTULO 9

ESTUDO DE CASO: O DESAFIO PICANTE

ARTHUR MORAES FRANCO DA ROCHA¹

DANIEL YANKE BRASILINO²

RENATA ALMEIDA CHAGAS³

Em uma pequena cidade chamada Cumari, situada nas colinas do interior, moravam dois amigos, chamados Tutu e Kenan. Ambos compartilhavam o amor por comida picante, principalmente molhos de pimenta, e costumavam se envolver em competições para ver quem aguentava experimentar os molhos de pimentas mais picantes. Um dia, eles ouviram falar de um concurso de molho de pimenta que seria realizado na feira da cidade e sabiam que tinham que participar. O torneio contava com duas categorias: “Sabor”, que avaliava os aromas e gostos que o molho traz quando degustado, e “Ardência”, que dizia respeito ao quão forte, em picância, é o molho degustado. Ao ler o regulamento da competição, Tutu e Kenan descobriram que poderiam usar, além da pimenta, até duas frutas e condimentos. Durante o processo, o produto poderia ficar em processo de maturação, que consiste em deixar, ao longo de um período de tempo, todos os ingredientes juntos em um recipiente para a extração dos compostos que conferem sabor e ardor ao molho, uma única vez.

Entusiasmados, os amigos, estudantes de química, juntaram seus ingredientes e seus conhecimentos prévios e começaram a trabalhar na cozinha de Tutu. Passaram horas aperfeiçoando suas receitas, experimentando várias combinações de pimentas, temperos e ingredientes secretos. Eles testaram suas criações várias vezes, tomando notas e fazendo ajustes, até ter certeza que haviam criado um molho à altura do campeonato de molho de pimenta.

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo e docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Chegou o dia da competição e Tutu e Kenan dirigiram-se à feira com seus molhos caseiros em mãos. Eles foram recebidos pelo aroma perfumado de pimenta malagueta no ar e pelo som da conversa de outros competidores e espectadores. A feira consistia em um espaço onde cada competidor montava seu estande, nesses locais eles deixariam à mostra seus molhos para que o público e os avaliadores da competição pudessem degustá-los. Cada avaliador degustaria o molho de três competidores dando a eles uma nota e um título de ardência. O molho mais bem avaliado passaria para a próxima fase, na qual competiria com outros três molhos, que também haviam passado pela fase anterior, e assim sucessivamente, até chegarem no mais gostoso e mais ardido molho de pimenta.

Montado seu estande de degustação, eles não puderam deixar de sentir uma sensação de excitação nervosa. Os molhos de sua produção demonstraram estar no mais alto nível da competição. Eles sabiam que enfrentariam um desafio, mas estavam determinados a mostrar suas habilidades culinárias e deixar sua cidade orgulhosa.

A primeira rodada começou e eles serviram ansiosamente amostras de seus molhos para os juízes e a multidão. Os meninos prenderam a respiração enquanto os juízes deliberavam e anunciam os vencedores. Para sua alegria, os molhos avançaram para a próxima rodada, junto com alguns outros competidores.

À medida que as rodadas avançavam, o nível de ardência dos molhos continuava aumentando e a competição ficava ainda mais intensa. As papilas gustativas dos dois amigos foram postas à prova enquanto experimentavam as misturas ardentes dos demais competidores durante o período de degustação do festival, mas eles permaneceram confiantes em seus próprios molhos. A multidão cresceu e a excitação no ar era palpável.

Finalmente, chegou o dia da última rodada, quando restavam apenas alguns competidores, incluindo os dois amigos. O nível da competição estava muito alto e os juízes eram renomados por seu conhecimento sobre gastronomia picante. Tutu e Kenan serviram seus molhos, que haviam desenvolvido com orgulho, observando enquanto os juízes davam mordidas cautelosas e bebiam leite para refrescar a boca.

Suponha que você faz parte de uma dupla de competidores e deverá propor uma receita para a produção de um molho de pimenta, sugerindo maneiras de ter a presença dos componentes que conferem ardor à pimenta no molho e indicando a melhor delas.

9.1 APONTAMENTOS DIDÁTICOS

O caso aborda questões relacionadas à produção de molhos de pimenta, que envolvem conhecimentos em química de alimentos, microbiologia, processamento de alimentos e tecnologia de conservação. A aplicação do caso em sala de aula tem utilidade pedagógica, pois permite o aprofundamento no estudo dos tópicos voltados à técnicas de extração, purificação, identificação e caracterização de compostos orgânicos naturais.

As propriedades picantes das pimentas são atribuídas a um grupo de compostos chamados capsaicinoides⁴. Os capsaicinoides, são substâncias insolúveis em água, extraíveis principalmente com solventes de baixa polaridade⁵. Por isso, em muitas receitas de molhos de pimenta é recomendado macerar as pimentas em álcool (etanol) ou óleo para extrair seus sabores e aromas. A produção de molhos de pimenta também envolve técnicas de processamento, como mistura, homogeneização e pasteurização⁶. Durante a mistura é importante garantir que todos os ingredientes sejam completamente incorporados para obter uma consistência uniforme. A homogeneização é realizada com o auxílio de um liquidificador, esse procedimento ajuda a reduzir o tamanho das partículas, melhorando a textura e a aparência, conferindo fluidez e viscosidade ao molho. A pasteurização é um processo de aquecimento que ajuda a eliminar microrganismos e prolongar a vida útil do molho.

Um outro aspecto importante é a acidez do molho de pimenta. A maioria dos molhos de pimenta é feita com a adição de vinagre, que é um ácido fraco. A adição de vinagre não só aumenta a acidez do molho, mas também atua como um conservante natural, ajudando a prevenir o crescimento de bactérias e fungos⁷. Além disso, a adição de sal é um fator importante para realçar o sabor do molho de pimenta. O sal também atua como conservante, inibindo o crescimento de microrganismos e prolongando a vida útil do molho.

-
- ⁴ Araceli Peña-Alvarez, Erika Ramírez-Maya e Luís Ángel Alvarado-Suárez, “Analysis of capsaicin and dihydrocapsaicin in peppers and pepper sauces by solid phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry”, *Journal of Chromatography A*, vol. 1216, n. 14, pp. 2843–2847, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.10.053>
- ⁵ Vânia Maria Barboza da Silva, “Pimentas do gênero Capsicum: constituintes químicos e potencial antioxidante”, tese de doutorado, João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 2017.
- ⁶ Angela Aparecida Lemos Furtado e André de Souza Dutra, “Elaboração de molhos de pimentas”, *Informe Agropecuário*, vol. 33, n. 267, pp. 52–56, 2012, disponível em: <http://www.alice.cnpq.br/alice/handle/doc/934144>. Acesso em 13 ago. 2025.
- ⁷ Tiyoko N. Rebouças, Renata M. Valverde e Helmo L. Texeira, “Bromatologia da pimenta malagueta in natura e processada em conserva”, *Horticultura Brasileira*, vol. 31, n. 1, pp. 163–165, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100026>

No que se refere ao ensino superior, o caso está relacionado a conhecimentos abordados em componentes curriculares, como Química Orgânica, Química de Produtos Naturais, Laboratório de Química Orgânica e Análise Sensorial de Alimentos, consolidados em matrizes curriculares de cursos de química ou de engenharia química de universidades brasileiras. Comumente, os alunos assumem um papel passivo no processo de ensino e aprendizagem. De forma distinta, a busca de soluções para o estudo de caso exige uma postura ativa, que requer pesquisa, argumentação e tomada de decisão. Esses elementos contribuem para o desenvolvimento de uma atitude crítica e construtiva, essencial para prepará-los para o mundo do trabalho.

Em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química⁸, a aplicação deste estudo de caso pode colaborar para o atendimento do que se espera de um químico em relação ao trabalho de investigação científica e produção/controle de qualidade: “saber elaborar projetos de pesquisa e de desenvolvimento de métodos, produtos e aplicações em sua área de atuação” (p. 5) Ademais, em relação à aplicação do conhecimento em química: “ter curiosidade intelectual e interesse pela investigação científica e tecnológica, de forma a utilizar o conhecimento científico e socialmente acumulado na produção de novos conhecimentos” (p. 5). Com efeito, o artigo “Recursos lúdicos na apresentação da resolução de estudos de caso por graduandos em química”⁹, que relata a aplicação de uma atividade didática pautada em estudos de caso sobre biofilmes poliméricos para revestimento de frutas, destaca a aquisição de conhecimentos científicos por parte dos alunos.

O caso também pode ser aplicado no ensino médio, especialmente em cursos técnicos integrados em química e em alimentos, uma vez que está diretamente relacionado a conhecimentos abordados em componentes curriculares, como Química Orgânica, Técnicas de Laboratórios, Tecnologia de Alimentos, Conservação de Alimentos e Análise Sensorial, que são consolidados em matrizes curriculares de cursos técnicos de instituições brasileiras que oferecem a referida modalidade de ensino. Nessa perspectiva, o artigo “Aprendizagem significativa no ensino de geografia: os benefícios da aprendizagem baseada em problemas por meio de um estudo de caso”¹⁰ relata a aplicação de estudo de caso no primeiro

⁸ Brasil, Ministério da Educação, “Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química”, disponível em: https://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2001/pces1303_01.pdf. Acesso em 13 ago. 2025.

⁹ Pablyana L. R. da Cunha, Salete L. Queiroz e Patrícia F. de O. Cabral, “Recursos lúdicos na apresentação da resolução de estudos de caso por graduandos em química”, *Química Nova na Escola*, vol. 46, n. 4, pp. 527-535, 2024. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160403>

¹⁰ Cleiton Sampaio de Farias, “Aprendizagem significativa no ensino de geografia: os benefícios da aprendizagem baseada em problemas por meio de um estudo de caso”, *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, vol. 7, n. 14, pp. 224-241, 2018. <https://doi.org/10.46789/edugeo.v7i14.500>

ano do ensino técnico integrado e aponta que, quando incentivados, os estudantes envolvem-se ativamente na busca de novos conhecimentos, especialmente os relacionados com a sua realidade.

A narrativa favorece ainda a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, permitindo que analisem os fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões, em concordância com o que se espera da área de ciências da natureza e suas tecnologias, estabelecido pela Base Nacional Comum Curricular¹¹ para o ensino médio.

Para tornar a abordagem de “O desafio picante” mais enriquecedora para os estudantes, da educação básica ou superior, é oportuno considerar a inclusão de materiais suplementares à discussão do caso, que contemplem informações atualizadas sobre o tema em questão, tais como: textos, vídeos e podcasts. Por exemplo, em publicação intitulada “A ciência por trás do nosso gosto por pimentas”¹², o jornal Nexo apresenta uma breve história da pimenta malagueta e destaca que a sensação de picância das pimentas é provocada pela capsaicina, substância presente nesses alimentos. Além disso, a matéria explica porque o ser humano é o único animal que come pimenta. Por outro lado, o episódio de podcast chamado “De onde vem o que eu como #28: Pimentas”¹³, disponível em plataformas de áudio, conta como surgem as pimentas campeãs de ardência e como amenizar o seu efeito.

9.2 CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Pimentas são temperos tradicionais de diversas culturas e fazem parte do cotidiano de milhares de brasileiros. Segundo Reifschneider *et. al*¹⁴, a incorporação das pimentas na culinária brasileira deve-se principalmente aos povos indígenas

¹¹ Brasil, Ministério da Educação, “Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio”, disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 13 ago. 2025.

¹² Roberto Silvestro, “A ciência por trás do nosso gosto por pimentas”, *Nexo Jornal*, 18 dez. 2022, disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/externo/2022/11/18/a-ciencia-por-tras-do-nosso-gosto-por-pimentas>. Acesso em 13 ago. 2025.

¹³ G1, “De onde vem o que eu como #28: Pimentas”, *G1 Podcasts*, disponível em: <https://g1.globo.com/podcast/de-onde-vem-o-que-eu-como/noticia/2023/02/13/de-onde-vem-o-que-eu-como-28-pimentas.ghtml>. Acesso em 13 ago. 2025.

¹⁴ Francisco J. B. Reifschneider *et al.*, “Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros”, *EMBRAPA*, 2015, disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153085/1/Uma-pitada-de-biodiversidade-na-mesa-dos-brasileiros.pdf>. Acesso em 13 ago. 2025.

e também aos africanos, que, ao chegarem ao país, passaram a consumi-las em abundância.

As pimentas são fontes ricas de várias vitaminas como A, C, E, e outros compostos tais como carotenóides, compostos fenólicos, capsantina, capsorubina e capsaicinoides¹⁵. A pungência ou picância é a principal característica das pimentas e está diretamente relacionada com a concentração dos capsaicinoides¹⁶. Geralmente, os capsaicinoides obtidos de pimentas vermelhas e picantes contêm 69% de capsaicina, 22% de dihidrocapsaicina, 7% de nordihidrocapsaicina, 1% de homocapsaicina e 1% de homodihidrocapsaicina¹⁷. A capsaicina, (E)-N-(4-hidroxi-3-metoxibenzil)-8-metil-6-nonenamida, em sua forma pura, é um composto cristalino e incolor. Ela é hidrofóbica e insolúvel em água.

A pungência é uma característica de qualidade para pimentas frescas e também para produtos processados, sendo o conteúdo de capsaicina um dos requisitos principais para determinar a qualidade comercial dos frutos de pimenta¹⁸. O livro dos recordes, o Guiness, é atualizado regularmente com alguma nova variedade que leva o título de “pimenta mais ardida do mundo”, e existem competições nas quais as pessoas tentam comer essas pimentas. O *Scovie Awards* é uma das competições de alimentos gourmet mais famosas, que reconhece os melhores produtos de alimentos picantes do mundo. A avaliação, que não é aberta ao público, conta com 80 a 100 jurados, principalmente profissionais da área de alimentos, que provam os produtos em copos codificados em uma chamada “degustação às cegas”. Eles preenchem formulários de avaliação e classificam os produtos de acordo com a aparência, aroma, sabor e escala de ardência¹⁹.

“O desafio picante” é, portanto, um caso atual e relevante aos leitores, visto que as pimentas estão presentes na culinária brasileira há mais de 500 anos e são diariamente consumidas em todo o país. Eventualmente, são noticiados, nos principais meios de comunicação, festivais e concursos de pimentas nacionais e

¹⁵ Archa Vijay *et al.*, “Functional genomics to understand the tolerance mechanism against biotic and abiotic stresses in Capsicum species”, *Transcriptome Profiling: Progress and Prospects*, pp. 305–332 2022, cap. 11. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91810-7.00001-7>

¹⁶ Cleide Maria Ferreira Pinto, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto e Sérgio Mauricio Lopes Donzelles, “Pimenta capsicum: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio”, *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, vol. 3, n. 2, pp. 108-120, 2013.

¹⁷ Muhammad Waqas, Dildar Ahmed e Muhammad Tariq Qamar, “Surfactant-mediated extraction of capsaicin from *Capsicum annuum* L. fruit in various solvents”, *Heliyon*, vol. 8, n. 8, e10273, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10273>

¹⁸ Carolina I. Domenico *et al.*, “Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro”, *Horticultura Brasileira*, vol. 30, n. 3, pp. 466–472, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300018>

¹⁹ About - Scovie Awards, disponível em: <https://www.scovieawards.com/about>. Acesso em 13 ago. 2025.

internacionais. Além disso, as redes sociais estão inundadas de informações relacionadas ao consumo de pimentas. Por exemplo, existe um programa popular no YouTube chamado *Hot Ones*, em que celebridades são entrevistadas enquanto comem asas de frango cobertas com molhos de pimenta que ficam progressivamente ardidos. O canal conta com mais de 14 milhões de inscritos.

O caso apresenta uma série de características que o classifica como um bom caso, de acordo com Herreid *et al*²⁰, dentre as quais, conta uma história voltada a um problema que desafia os estudantes, podendo estimular a sua curiosidade e interesse. Trata-se de um caso curto, fato que pode facilitar sua abordagem em sala de aula. A narrativa é protagonizada por dois personagens principais, Tutu e Kenan, que são amigos e estudantes de química, o que pode despertar a empatia. Além disso, os leitores são convidados a ocupar o papel dos personagens que serão responsáveis por produzir um molho de pimenta com as características exigidas pelo concurso. Dessa forma, o problema a ser resolvido está bem definido no caso: é necessário propor a melhor forma de obtenção de componentes que conferem ardor à pimenta para a fabricação de um molho.

O dilema proposto cumpre a função de ensino, uma vez que reflexões para solucioná-lo podem favorecer o desenvolvimento de conhecimentos químicos. Para verificar quais possíveis soluções atendem à demanda de obtenção de componentes que conferem ardor na fabricação de um molho, ou seja, com uma maior concentração dos capsaicinoides, é preciso que os alunos pesquisem sobre identificação, caracterização, extração e purificação de compostos, além disso, precisam investigar a função de materiais presentes no cotidiano na produção de molhos de pimentas, como o sal e o vinagre.

O caso tem potencialidade para permitir que os estudantes apliquem o conhecimento que aprenderam sobre o assunto abordado, analisem dados e alcancem conclusões a partir dos seus próprios esforços.

9.3 FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

O caso é inspirado na vivência dos dois primeiros autores, que nutrem amor por pimentas e cozinham juntos comidas com muitas pimentas, dos mais variados tipos, sempre apreciando o ardor e gosto característico desse tempero. A pimenta é uma constante na mesa de ambos, desde os almoços em família até as refeições no restaurante universitário. Por esse amor às pimentas, eles sempre

²⁰ Clyde Freeman Herreid *et al.*, “What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all”, *Journal of College Science Teaching*, vol. 46, n. 1, pp. 60-65, 2016.

assistem entrevistas e programas de entretenimento, que tratam de competições de molho de pimenta realizadas em todo o mundo, como o *Scoville Awards*, nos Estados Unidos da América, e o *Hot Pepper Awards*, no Reino Unido.

Filmes e séries de culinária forneceram inspiração para a construção da narrativa do molho de pimenta. Um exemplo é o filme *Chef*, lançado em 2014, que retrata a jornada de um chef que abandona seu emprego em um restaurante de luxo para abrir um *food truck* de comida cubana. A série *Chef's Table*, por sua vez, mostra a história de chefs internacionalmente renomados, destacando suas trajetórias, motivações e criações culinárias. Já *The Bear* explora o mundo da culinária por meio da história de Carmen “Carmy” Berzatto, um jovem chef renomado, que retorna a Chicago para administrar a lanchonete de sua família, após a morte do irmão.

9.4 SOLUÇÕES PARA O CASO E CONTEÚDOS DE QUÍMICA EM PAUTA

A produção de um molho de pimenta com a presença dos componentes que conferem ardor fundamenta-se na utilização de pimentas do gênero *Capsicum* como matéria-prima e aplicação de técnicas de extração para obtenção de uma maior concentração de capsaicinoides. A extração de capsaicina de pimentas, em laboratório, é comumente realizada utilizando solventes orgânicos e a eficiência da extração pode variar dependendo das pimentas, suas partes e do processamento prévio de extração²¹. Na sequência, são apresentadas três possibilidades para extração de capsaicina de pimentas.

9.4.1 EXTRAÇÃO POR SOLVENTE

A extração por solvente é o método mais utilizado para a extração da capsaicina de pimentas. O método fundamenta-se na transferência de um ou mais componentes de uma fase líquida ou sólida para uma fase líquida que é imiscível ou apenas parcialmente miscível com a primeira fase²². A extração de capsaicinoides de pimentas geralmente é realizada utilizando solventes orgânicos,

²¹ Roxana-Madalina Stoica *et al.*, “Extraction and analytical methods of capsaicinoids- a review”, *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, vol. 20, pp. 93–98, 2016.

²² Arunashri Ancy *et al.*, “A review of extraction and quantification of capsaicin and its bio insecticidal activity in food grains”, *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, vol. 54, n. 3, pp. 435–443, 2023. <https://doi.org/10.1080/10826068.2023.2241137>

como metanol, acetona, acetonitrila e clorofórmio²³. Para produção do molho de pimenta, o procedimento envolve a moagem das pimentas e possíveis outros condimentos e a adição de um solvente orgânico, como o etanol, ou óleo vegetal ou azeite, usados como tal. Os ingredientes podem ficar expostos ao solvente orgânico por dias para uma melhor extração.

9.4.2 EXTRAÇÃO POR SOXHLET

A extração por Soxhlet é um dos métodos mais antigos de extração sólido-líquido (também conhecida como lixiviação ou percolação), inventado em 1879 por Franz Von Soxhlet²⁴. O extrator Soxhlet é utilizado em extrações sólido-líquido quando a substância a ser extraída tem solubilidade limitada no solvente escolhido e as impurezas são insolúveis. O processo consiste em usar o extrator Soxhlet para transferir as partes parcialmente solúveis de um sólido para a fase líquida.

A técnica é muito simples e requer um extrator Soxhlet, um dedal (normalmente feito de celulose) para conter a amostra, um condensador, que permite o refluxo do solvente, um balão que conterá o solvente e está na base do aparelho e uma manta aquecedora que tem a função de aquecer o solvente até sua evaporação²⁵. O calor é aplicado por refluxo até o ponto de ebulação do solvente e o vapor do solvente percorre o caminho de destilação até o frasco onde a amostra de pimenta está acondicionada. A matriz da pimenta será rapidamente submersa dentro do solvente aquecido, e os constituintes de interesse são seletivamente isolados da matriz da pimenta de acordo com seus pontos de ebulação.

No método de Soxhlet a amostra está sempre em contato com o solvente, ocorrendo sua constante renovação, a temperatura do sistema mantém-se relativamente alta, visto que o calor aplicado para o processo de evaporação é constante. Além disso, é uma metodologia muito simples que não requer treinamento especializado²⁶. No entanto, os principais problemas do método incluem tempo de extração longo, necessidade de solventes caros e de alta pureza, custo de ener-

²³ Rujul Tamhane e Namita Hegdekar, “Study of capsaicinoids in chillies & its therapeutic applications”, *International Journal of Creative Research Thoughts*, vol. 9, n. 10, pp. 22-28, 2021.

²⁴ Nour H. Abdurahman e Olusegun A. Olalere, “A comparative review of conventional and microwave assisted extraction in capsaicin isolation from chili pepper” *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 10, n. 10, pp. 263-275, 2016.

²⁵ Samar Al Jitan, Saeed A. Alkhoori e Lina F. Yousef, “Phenolic acids from plants: extraction and application to human health”, *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 58, pp. 389-417, 2018, cap.13. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64056-7.00013-1>

²⁶ Aelson Aloir Santana Brum, Lia Ferraz de Arruda e Marisa Aparecida Bismara Regitano-d’Arce, “Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal”, *Química Nova*, vol. 32, n. 4, pp. 849-854, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000400005>

gia para evaporação do solvente, baixa seletividade na extração e decomposição térmica de compostos sensíveis²⁷.

9.4.3 HIDRODESTILAÇÃO

A hidrodestilação é um método convencional para extrair os constituintes da pimenta e pode ser realizada por meio de um aparelho de Clevenger ou por destilação por arraste a vapor. Nesse processo a amostra é hidratada e destilada, e a fase vapor é condensada para obter o extrato puro.

Na hidrodestilação tipo Clevenger o material vegetal é imerso em água sob aquecimento até a fervura, resultando na formação de vapores que arrastam os compostos voláteis, os quais, após a condensação, separam-se da fase aquosa por decantação²⁸. No entanto, o método de destilação por arraste a vapor consiste, basicamente, em passar uma corrente de vapor de água através do material que contém a substância que se deseja extrair e, em seguida, condensar a mistura²⁹. Do ponto de vista econômico, essa técnica não exige o uso de solventes orgânicos, tornando-a uma opção desejável quando o custo da extração é importante³⁰.

9.5 PARA SABER MAIS

9.5.1 A ESCALA DE SCOVILLE: A CIÊNCIA POR TRÁS DA PUNGÊNCIA DAS PIMENTAS³¹

Você sabia que existe uma escala para indicar o grau de picância ou pungência de pimentas? Ela se chama escala Scoville, em homenagem a Wilbur Scoville,

-
- ²⁷ Christos D. Bontzolis *et al.*, “Effect of solvents on aniseed aerial plant extraction using soxhlet and ultrasound methods, regarding antimicrobial activity and total phenolic content”, *Food Chemistry Advances*, vol. 4, 100609, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100609>
- ²⁸ Cláudia Lopes Prins, C. S. L. Lemos e Silvério da Paiva Freitas, “Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*)”, *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, vol. 8, n. 4, pp. 92-95, 2006.
- ²⁹ Roberto R. Silva, Nerilso Bocchi, Romeu C. Rocha-Filho e Patrícia Fernandes L. Machado, *Introdução à Química Experimental*, 3 ed., São Paulo, EdUFSCAR, 2019.
- ³⁰ Kehinde Oluwakemi Fagbemi, Daniel Ayandiran Aina e Olufunmiso Olusola Olajuyigbe, “Soxhlet extraction versus hydrodistillation using the clevenger apparatus: a comparative study on the extraction of a volatile compound from tamarindus indica seeds”, *The Scientific World Journal*, vol. 2021, e5961586, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5961586>
- ³¹ Leandro Lobo, “A escala de Scoville: a ciência por trás da pungência das pimentas”, Ciência Hoje, mai. 2024, disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/a-escala-de-scoville-a-ciencia-por-tras-da-pungencia-das-pimentas/>. Acesso em 13 ago. 2025.

um farmacêutico, que desenvolveu um método, em 1912, atualmente conhecido como Teste Organoléptico de Scoville ou Procedimento de Diluição e Prova. Nele, Scoville extraía os capsaicinóides de uma quantidade estabelecida de alguma pimenta em uma solução em etanol. A solução era, então, diluída em água com açúcar e testada por um painel de cinco profissionais treinados. A escala de Scoville mede quantas vezes o extrato inicial precisava ser diluído para que a sensação de “picância” desaparecesse completamente.

O farmacêutico atribuiu a cada molho picante ou pimenta um número com base nos testes de diluição e expressou isso como uma escala chamada Escala Organoléptica de Scoville. O método foi melhorado e foi criada a escala de unidades de picância de Scoville (*Scoville heat units*, ou SHU). A matéria citada aborda um pouco da história de vida do farmacêutico e como ele chegou na escala Scoville, além de entender a escala de picância das pimentas do gênero Capsicum. O autor do trabalho destaca que, atualmente, existem métodos quantitativos mais modernos e precisos para aferir a pungência das pimentas, como a cromatografia líquida de alta eficiência.

9.5.2 ANÁLISE DE ALIMENTOS CONTENDO CÚRCUMA: UMA SEQUÊNCIA EXPERIMENTAL SIMPLES PARA A SALA DE AULA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA³²

O artigo descreve a elaboração e aplicação de uma sequência experimental com viés problematizador, que foi idealizada visando o domínio do conteúdo teórico-experimental sobre técnicas básicas de laboratório, como análise de corantes em alimentos por meio da extração simples e cromatografia em camada delgada. Os autores ressaltam que a sequência experimental descrita permite trazer dos laboratórios mais sofisticados para os espaços formais e não formais de ensino, como salas de aula do ensino médio ou eventos de divulgação científica, um método muito comum de análise do corante natural cúrcuma, presente em alimentos industrializados.

³² Thayssa da Silva Ferreira Fagundes *et al.*, “Análise de alimentos contendo cúrcuma: uma sequência experimental simples para a sala de aula e divulgação científica”, *Revista Virtual de Química*, vol. 10, n. 4, pp. 841-850, 2018. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180061>