

ESTUDOS DE CASO NO

Ensino de Ciências da Natureza 1

Química em Foco



ORGANIZADORES:

- Salete Linhares Queiroz
- Caio Moralez de Figueiredo

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
Helainy Wanyessy 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
Pablo Abreu Alves
Pedro Augusto Sponchiado
Priscila Martini de Souza
Rafael Cava Mori
Renata Almeida Chagas
Ricardo Matos
Salette Linhares Queiroz
Thiago Wedson Hilario
Winnie Evelyn Valeria Perez Vite

Organizadores

Salette 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 Salette 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, Salette Linhares. II. Figueiredo, Caio Moralez de. III. Título.

2025-4478

CDD 540
CDU 54

Elaborado por Odílio Hilario Moreira Junior - 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 2

ESTUDO DE CASO: INFLANDO O PERIGO

CAIO MORALES DE FIGUEIREDO¹RENATA ALMEIDA CHAGAS²

O celular de Peter toca às 4h27 da manhã: “trin-trin, trin-trin”.

– Desliga essa porcaria, Peter! Vai acordar as crianças! – exclama Nina, sua esposa, com um tom de preocupação.

– Desculpe, querida, mas é do trabalho e eu preciso atender – explica Peter, já se levantando da cama e saindo do quarto.

Nina permanece em silêncio, tentando ouvir a conversa de Peter, mas escuta apenas alguns murmurinhos. Ela força a audição na tentativa de captar algo relevante, quando Peter entra de volta no quarto.

– Você tem que ir, não é mesmo? – indaga Nina.

– Você sabe como é, quando o departamento forense liga, eu tenho que atender. Houve um acidente de trânsito e o motorista foi socorrido com um ferimento que parecia provocado por arma de fogo. Eles me pediram para investigar.

– Estou indo. Não espere por mim acordada! – diz Peter, em tom descontraído, enquanto sai de casa e entra em seu carro.

Pedro, que todos chamam de Peter desde a infância, é um perito forense recém-contratado. Ele e sua família ainda estão adaptando-se a essa nova rotina, na qual, nos dias de plantão, Peter deve ficar disponível para atender a chamados de emergência, independentemente do horário. A ocorrência de hoje é um acidente de trânsito e o motorista foi socorrido com um ferimento perto do pescoço.

Ao chegar à cena do acidente, Peter encontrou um carro que se chocou em um poste, uma ambulância saindo em alta velocidade com a sirene ligada, e algumas pessoas ao redor do carro. Ele se aproxima de uma pessoa uniformizada.

– Podem fornecer para mim detalhes sobre o acidente ocorrido? – pergunta Peter à equipe que prestou os primeiros atendimentos no local.

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

2 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.

– O ferimento do motorista é bem estranho. Parecia provocado por arma de fogo, mas havia algumas inconsistências – explica o socorrista. – É por isso que te chamaram! Para tentar descobrir o que aconteceu. Parece que o motorista não corre risco de vida, mas passará por uma cirurgia de difícil recuperação.

Intrigado com o caso, Peter inicia sua investigação no carro deixado ao lado da rua, que tem uma de suas rodas dianteiras sobre a calçada e chocou-se com o poste bem no meio do para-choque. O que chamou sua atenção é que foi um choque leve, danificando pouco o carro. Ele realiza um teste com luminol para identificar a presença de sangue e usa uma lanterna ultravioleta (lanterna UV) para verificar a presença de pólvora, observando cada detalhe dentro e fora do veículo. Não havia sinais de uso de arma de fogo ou confronto e o carro estava em perfeitas condições, exceto por duas peças: o para-choque que estava com um pequeno amassado e o airbag, que havia sido disparado.

– O airbag é a única coisa estranha nesse incidente – reflete Peter. – Pessoal, precisamos levar o volante para o laboratório. O resto pode ser recolhido e a rua liberada.

Mais tarde, no laboratório, Peter e sua equipe de peritos estudam e realizam diferentes testes com o airbag do carro. Eles identificam diversas partes de metal, como parafusos e presilhas de segurança corroídas e quebradas.

– Peter! Peter! Os resultados da análise cromatográfica saíram. Realmente, a substância utilizada como propelente neste airbag é o nitrato de amônio – informa Nerilson, o técnico do laboratório.

– Ao que tudo indica, o motorista acabou se chocando no poste, que, mesmo em baixa velocidade, acionou o airbag. Este continha o nitrato de amônio de forma a produzir uma explosão tão forte que lançou fragmentos de metal em direção ao motorista, ferindo-o no pescoço – explica Niede, especialista em explosivos.

– Exatamente – confirma Peter. – O nitrato de amônio é um composto muito instável e se degrada facilmente, podendo formar produtos corrosivos e explosivos, transformando o airbag em uma bomba-relógio. Porém, para nosso laudo ficar completo, precisamos confirmar a periculosidade do nitrato de amônio e elencar substituições viáveis para que a montadora do airbag seja incentivada a alterar seu propelente.

Como químico forense da equipe de Peter, elabore o trecho de um laudo que identifique substituições possíveis ao nitrato de amônio e argumente a favor de uma delas, considerando fatores como estabilidade, segurança e custo.

2.1 APONTAMENTOS DIDÁTICOS

O caso apresentado descreve uma situação real, exigindo reflexão e discussão por parte dos estudantes ao confrontá-los com um problema autêntico. Esse processo não só favorece a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados ao uso e funcionamento dos airbags, como também estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisão. O caso propõe um conflito acerca do propelente utilizado nos airbags, desafiando os leitores a buscar soluções. Na prática, os estudantes enfrentarão contextos complexos, nos quais informações, opiniões e valores podem estar em desacordo. Essas características demandam uma análise das circunstâncias e a elaboração de possíveis soluções dentro do cenário específico.

A narrativa permite explorar os diferentes aspectos do uso da tecnologia na contribuição da melhoria na qualidade de vida das pessoas, além de seus riscos e a necessidade do constante aprimoramento. O airbag é um item de segurança que teve seu conceito criado na década de 1950, é obrigatório na fabricação de carros no Brasil desde 2014 e apresenta notável redução na mortalidade em acidentes de trânsito³.

O problema central da narrativa reside na degradação da substância nitrato de amônio (NH_4NO_3) em subprodutos oxidantes e explosivos, que comprometem a integridade estrutural do airbag e, ao serem acionados, podem gerar uma explosão violenta, ferindo o motorista e demais passageiros. Assim, deve-se buscar possíveis substitutos para esta substância de forma a não comprometer o funcionamento e eficiência dos airbags. Há alternativas já implementadas comercialmente⁴, mas o caso também permite que se proponha o uso de outras substâncias que gerem um gás inerte.

O tema abordado na narrativa está diretamente relacionado à cinética química, uma vez que o funcionamento do airbag depende de uma reação que produza um gás inerte, usualmente o N_2 . A geração desse gás deve ocorrer em frações de segundo para garantir que a bolsa do airbag infle antes que o passageiro colida com o interior do carro. Nesse contexto, o estudo da velocidade dessas reações, bem como a utilização de modelos teóricos para prever a velocidade das reações de diferentes compostos, torna-se essencial⁵.

- 3 Fernanda Wilhelm e Ricardo Litizia Garcia, “Equipamentos de segurança veicular: uma análise da legislação brasileira”, *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, vol. 4, n. 2, pp. 283-298, 2018. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.42.283-298>
- 4 Guruvaiah Jeyabalaganesh *et al.*, “Evaluation on substitution of conventional azide based fuel materials with an alternate one in na airbag system: a review”, *Materials Today: Proceedings*, vol. 46, n. 19, pp. 9544-9549, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.071>
- 5 Surendran Lathika Aravind *et al.*, “Thermo-kinetic studies of $\text{NaN}_3/\text{KNO}_3$ air bag gas generant mixture”, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 136, pp. 2138-2193, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7838-y>

A narrativa também aborda temas como a estabilidade e a reatividade dos compostos, considerando que o principal problema no uso do nitrato de amônio é sua decomposição. Essa decomposição pode ser desencadeada pelo contato com oxigênio e pelas altas temperaturas no interior de um carro, gerando subprodutos reativos. Ademais, o gás produzido para inflar a bolsa deve apresentar baixa reatividade, de modo a evitar que, ao entrar em contato com o oxigênio ou com os próprios reagentes, desencadeie uma nova reação explosiva. Desse modo, este caso permite que sejam explorados conteúdos clássicos do ensino de química, como cinética, reatividade e estabilidade de compostos. Além de ser possível tratar também da química do nitrogênio, especialmente sobre a inércia do gás nitrogênio e a reatividade explosiva de compostos nitrogenados⁶, como o nitrato de amônio. Assim, no ensino superior, pode-se aplicar o caso nos componentes curriculares Cinética Química, Química Inorgânica e Química Geral.

O caso também possui aplicação no ensino médio, já que os conteúdos clássicos da química descritos acima são abordados neste nível de ensino, compondo o conjunto de estudos que fazem parte das Competências Específicas 1 da área de ciências da natureza e suas tecnologias da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁷. A BNCC enfatiza que o ensino deve ir além do aprendizado de conceitos científicos, promovendo a contextualização histórica, social, ambiental e cultural desses conhecimentos. Em consonância, o uso de estudos de caso desenvolve habilidades relacionadas à investigação científica, como identificar problemas, testar hipóteses e comunicar resultados, além de estimular o protagonismo dos estudantes⁸.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O caso em discussão segue os critérios definidos por Herreid *et al.*⁹ para caracterizar um bom caso. A narrativa é curta, ocupando apenas uma página e meia, o que favorece sua aplicação em sala de aula. Foi escrita de forma a criar suspense em torno do conflito central (o que poderia ter causado um acidente tão peculiar?), despertando a curiosidade e mantendo o interesse do leitor. A pre-

6 Dheeraj Kumar e Anil Elias, “The explosive chemistry of nitrogen”, *Resonance: Journal of Science Education*, vol. 24, pp. 1253-1271, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12045-019-0893-2>

7 Brasil, Ministério da Educação, “Base Nacional Comum Curricular”, disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 01 ago. 2025.

8 Salete Linhares Queiroz e Carolina Sotério (orgs.), *Estudos de caso: abordagem para o ensino de química*, São Carlos, Diagrama Editorial, 2023.

9 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.

sença de um conflito, elemento essencial de um bom caso, é evidenciada pelo acidente intrigante que suscita questionamentos para Peter e sua equipe. Ademais, o fato do airbag — um dispositivo projetado para aumentar a segurança — ser o causador do acidente, pode gerar sentimentos conflitantes no leitor, incentivando-o a buscar soluções.

A narrativa conta uma história com personagens que promovem empatia, outro aspecto de um bom caso. Os diálogos entre os personagens são escritos de forma simples e universal, facilitando a compreensão por um público amplo. O protagonista desperta empatia por enfrentar desafios comuns, como conciliar a vida familiar com um novo emprego que exige a sua saída de casa no meio da madrugada. Além disso, o tema investigado no caso também é capaz de gerar conexão emocional com o leitor, pois aborda um problema real amplamente divulgado na mídia e relacionado ao cotidiano, aproximando-o da história.

O problema central está definido: identificar substâncias capazes de substituir o nitrato de amônio como propelente no deflagrador do airbag. Por isso, o caso é classificado como estruturado¹⁰, apresentando de forma clara o desafio a ser solucionado e permitindo a consideração de múltiplas alternativas. Dessa forma, o caso apresenta utilidade pedagógica, pois possibilita o aprofundamento em temas como reações químicas, características e estabilidade de compostos, e cinética química, além de promover discussões que integram química, tecnologia e sociedade.

Por fim, o caso aborda um tema atual, o que atende ao último aspecto proposto para um bom caso. Uma notícia publicada 25 de agosto de 2024¹¹ revelou que, até aquela data, sete pessoas no Brasil haviam morrido em decorrência da explosão de airbags defeituosos. Segundo a Secretaria Nacional do Consumidor, aproximadamente 2,6 milhões de carros equipados com airbags da fornecedora Takata ainda circulam no país¹². O problema está nos deflagradores, que podem explodir violentamente ao serem acionados, espalhando estilhaços de metal a alta velocidade e causando ferimentos graves ou até fatais. Esses equipamentos foram instalados em veículos de 17 montadoras entre 2001 e 2018.

10 Luciana Passos Sá, Ana Cláudia Kasseboehmer e Salete Linhares Queiroz, “Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química”, *Educación Química*, vol. 24, n. extraordinário 2, pp. 522-528, 2013. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)72523-0](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72523-0)

11 Henrique Rodrigues, “Brasil ainda tem quase 25 milhões de carros em recall de airbags mortais”, *Quatro Rodas*, 25 ago. 2024, disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/brasil-ainda-tem-quase-25-milhoes-de-carros-em-recall-de-airbags-mortais>. Acesso em 01 ago. 2025.

12 Brasil, “Senacon alerta para recall de mais de 30 mil veículos”, disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/senacon-alerta-para-recall-de-mais-de-30-mil-veiculos>, 23 dez. 2012. Acesso em 01 ago. 2025.

Para inflar o airbag, a Takata utilizava nitrato de amônio, um composto que, ao longo do tempo, em contato com calor e umidade, torna-se altamente explosivo e pode corroer partes metálicas do dispositivo. Como consequência, no momento da ativação, fragmentos do equipamento são projetados para o interior do veículo¹³.

O defeito afetou cerca de 100 milhões de carros em todo o mundo, sendo aproximadamente 5,9 milhões vendidos no Brasil. Um recall iniciado há mais de uma década abrangeu 3,3 milhões de veículos reparados, mas muitos ainda permanecem sem correção. O caso é considerado o maior recall da história da indústria automobilística. A Takata, responsável pelos dispositivos, declarou falência quatro anos após a identificação do problema e foi condenada a pagar mais de 1 bilhão de dólares em multas nos Estados Unidos, onde mais de 20 milhões de carros com airbags defeituosos foram comercializados, conforme a agência federal de segurança automobilística do país¹⁴.

2.3 FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

Em reportagem do Portal G1¹⁵, publicada em 25 de agosto de 2024, é relatado que quase 2,5 milhões de carros estão circulando no país com airbags defeituosos. A matéria traz o problema do uso do nitrato de amônio nos deflagradores produzidos pela empresa Takata. Além disso, são relatados dois casos de acidentes com mortes, ambos relacionados à explosão dos airbags. No final do artigo, é disponibilizado um link do site da Secretaria Nacional de Trânsito, em que é possível checar se um veículo precisa do recall por causa do airbag.

Uma segunda reportagem da CNN¹⁶, publicada em 28 de agosto de 2024, semelhantemente à anterior, relata a quantidade de carros com airbags defeituosos da fornecedora Takata em circulação no Brasil. O artigo ressalta que o problema

13 David C. Viano, “History of airbag safety benefits and risks”, *Traffic Injury Prevention*, vol. 25, n. 3, pp. 268-287, 2024. <https://doi.org/10.1080/15389588.2024.2315889>

14 Veja Negócios, “Fabricante de airbags defeituosos Takata declara falência”, 26 jun. 2017, disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/fabricante-de-airbags-defeituosos-takata-declara-falencia/>. Acesso em 01 ago. 2025.

15 Fantástico, “Quase 25 milhões de carros estão circulando no país com airbags defeituosos”, *G1*, 25 ago. 2024, disponível em: <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2024/08/25/quase-25-milhoes-de-carros-estao-circulando-no-pais-com-airbags-defeituosos.ghtml>. Acesso em 01 ago. 2025..

16 Guilherme Machado, “Airbags com defeito perigoso estão presentes em 26 milhões de carros no Brasil”, *CNN Brasil*, 28 set. 2024, disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/auto/airbags-com-defeito-perigoso-estao-presentes-em-26-milhoes-de-carros-no-brasil/>. Acesso em 01 ago. 2025.

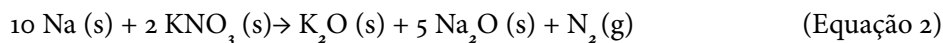
dos airbags está nos seus deflagradores, que, ao explodirem, podem espalhar estilhaços de metal a uma alta velocidade, ferindo gravemente ou até causando a morte de quem estiver no carro. No final do artigo, também são disponibilizados links, tanto do site da Secretaria Nacional de Trânsito, quanto dos fabricantes de veículos, com informações referentes a recalls.

2.4 SOLUÇÕES PARA O CASO E CONTEÚDOS DE QUÍMICA EM PAUTA

São apresentadas três soluções para o caso, sendo que duas são alternativas implementadas comercialmente para a substituição do nitrato de amônio e a terceira pode ser considerada viável e amplia as possibilidades de uso do caso no ensino médio.

2.4.1 SUBSTITUIÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO PELA AZIDA DE SÓDIO

Os airbags são bolsas feitas de um material bastante resistente, geralmente o polímero nylon. No interior da bolsa há uma mistura de reagentes, azoteto de sódio (NaN_3), nitrato de potássio (KNO_3) e dióxido de silício (SiO_2). O azoteto de sódio, também chamado de azida de sódio, é uma substância instável, que, quando é aquecida ou exposta a uma faísca elétrica, se decompõe formando uma grande quantidade de gás nitrogênio, que infla o airbag, e sódio metálico. Como o sódio metálico é muito reativo, adiciona-se o nitrato de potássio para inativá-lo, produzindo óxido de sódio, óxido de potássio e mais nitrogênio, que ajuda a inflar ainda mais o airbag. Essas reações são representadas pelas Equações 1 e 2¹⁷.



Os óxidos produzidos na Equação 2 reagem com a sílica, uma substância que também é adicionada ao airbag para produzir um vidro alcalino, o que reduz os riscos de contaminações e ferimentos ocasionados pelos vazamentos dessas subs-

17 Andreas Madlung, “The chemistry behind the air bag: high tech in first-year chemistry”, *Journal of Chemical Education*, vol. 73, n. 4, pp. 347-348, 1996. <https://doi.org/10.1021/edo73p347>

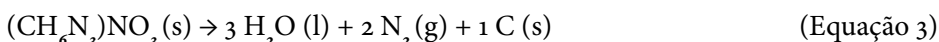
tâncias químicas. Depois disso, o airbag é esvaziado através de furos existentes na parte de trás ou lateral da bolsa e, à medida que esvazia, também absorve o impacto do corpo. Todas essas reações ocorrem em frações de segundo, demorando apenas 0,003 segundos para inflar totalmente a bolsa¹⁸.

Um problema já identificado com o uso da azida de sódio é seu elevado potencial de contaminação ambiental, apontando para novos desafios em relação à sua produção, armazenamento e descarte¹⁹.

2.4.2 SUBSTITUIÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO PELO NITRATO DE GUANIDINA

Dentre as propriedades desejáveis dos geradores de gás em propelentes, destacam-se a produção rápida e abundante de gás, as baixas temperaturas de combustão e a geração de subprodutos de baixa toxicidade. O nitrato de guanidina faz parte da nova geração de propelentes²⁰, pois, além de atender a esses requisitos, apresenta menor risco ambiental no descarte de airbags. Estudos indicam que o nitrato de guanidina reduz sua reatividade à medida que se degrada na presença de água²¹, o que favorece seu uso devido ao menor impacto ambiental no descarte de airbags já deflagrados ou inutilizados que ainda contenham traços dessa substância.

A reação química do nitrato de guanidina no airbag é a decomposição do composto, que produz uma grande quantidade de gás (Equação 3)²². A equação química para a decomposição do nitrato de guanidina é:



Atualmente, o nitrato de guanidina é o mais usado nos deflagradores de carros novos. Para aumentar a velocidade da geração do gás, pode-se utilizar, junta-

18 Joseph S. Merola, “How do air bags work?”, *Scientific American*, 25 out. 1999, disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/how-do-air-bags-work/>. Acesso em 01 ago. 2025.

19 John Tat *et al.*, “Sodium azide poisoning: a narrative review”, *Clinical Toxicology*, vol. 59, n. 8, pp. 683-697, 2021. <https://doi.org/10.1080/15563650.2021.1906888>

20 Andrew J. Tykol *et al.*, “Burning rate characterization of guanidine nitrate and basic copper nitrate gas generants with metal oxide additives”, *Combustion Science and Technology*, vol.194, n.16, pp. 3390-3407, 2022. <https://doi.org/10.1080/00102202.2021.1928093>

21 Mieko Kumasaki *et al.*, “Degradation of guanidine nitrate upon exposure to nitrogen oxide gases”, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 147, pp. 14155-14161, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11713-w>

22 Abdullah Ulas, Grant Alexander Risha e Kenneth K. Kuo, “Ballistic properties and burning behaviour of an ammonium perchlorate/guanidine nitrate/sodium nitrate airbag solid propellant”, *Fuel*, vol. 85, n. 14, pp. 1979-1986, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.03.026>

mente com o propelente, uma mistura com um agente oxidante, podendo ser Al_2O_3 , CeO_2 , TiO_2 ou o mais utilizado comercialmente, nitrato básico de cobre $(\text{Cu}_2(\text{NO}_3)(\text{OH})_3)^{23}$.

2.4.3 SUBSTITUIÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO POR REAÇÃO QUE PRODUZ GÁS CARBÔNICO

Apesar das aplicações atuais de propelentes estarem voltadas ao uso de nitrato de amônio, azida de sódio e nitrato de guanidina para a geração rápida de gás N_2 , no contexto didático, especialmente no ensino médio, os alunos podem sugerir outras reações químicas que produzam gases inertes para inflar o airbag, como o gás carbônico (CO_2). O gás carbônico está presente no cotidiano das pessoas e, por isso, é amplamente discutido nas escolas, além de ser produzido por diferentes reações que podem ser exploradas em contextos didáticos de fácil execução²⁴.

O CO_2 pode ser produzido em reações de combustão, fermentação de açúcares, decomposição térmica e reações entre ácidos e carbonatos ou bicarbonatos. A reação específica representada pela Equação 4, entre o bicarbonato de sódio e o ácido acético, é de especial interesse, pois seu uso é relatado em diversas práticas²⁵ e aplicado na Mostra Brasileira de Foguetes, uma feira científica consolidada que ocorre anualmente e é promovida pela Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica²⁶. No ensino médio, os estudantes devem montar foguetes propulsados pela reação representada na Equação 4²⁷.



- 23 Yu-ichiro Izato *et al.*, “Analyses of the thermal characteristics and gaseous products of guanidine nitrate/basic copper nitrate mixtures using calorimetry with high resolution mass spectrometry”, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 151, 104918, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2020.104918>
- 24 Renato Nunes de Andrade *et al.*, “Obtenção de gás carbônico no ensino médio: uma prática experimental para debater o tema aquecimento global”, *Ensino de Ciências e Matemática*, vol. 3, n. 2, pp. 26-33, 2013. <https://doi.org/10.36524/dect.v3i02.56>
- 25 Brenda Tavella Oliveira, Daniel Pereira do Prado Dias e Maria Inês de Affonseca Jardim, “Proposta de roteiros experimentais sobre o conteúdo de cinética química, subsidiados pelas concepções empiristas-indutivistas e ensino investigativo”, *Scientia Naturalis*, vol. 3, n. 3, pp. 1413-1468, 2021. <https://doi.org/10.29327/269504.3.3-36>
- 26 Lucas Freitas Teodosio *et al.*, “Ensino de ciências através da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG)”, *Caderno de Física da UEFS*, vol. 20, n. 2, 2502, 2022. <https://doi.org/10.13102/cadfsuefs.v20i02.9305>
- 27 Luiz Antônio Tavares de Oliveira, Patrícia Freitas Moraes e Leandro Braga Silva Junior, “Foguete com propulsão de bicarbonato de sódio e ácido etanoico: relato de experiência”, *Nexus: Revista de Extensão da IFAM*, vol. 3, n. 1, pp. 71-78, 2017.

Apesar desta reação não ser utilizada nos deflagraadores de airbag, ela é uma solução válida, quanto a responder o caso, assim como pode atuar como um ponto de partida ou ampliar discussões sobre compostos e cinética química no contexto do ensino médio.

2.5 PARA SABER MAIS

2.5.1 A QUÍMICA POR DENTRO DO AIRBAG²⁸

A reportagem explica o funcionamento dos airbags nos automóveis, de forma didática e com linguagem acessível. Em caso de colisão, o sensor detecta a desaceleração brusca e ativa uma resistência elétrica que aquece uma mistura de azida de sódio, nitrato de potássio e dióxido de silício a aproximadamente 300°C. O aquecimento provoca a decomposição da azida de sódio, liberando nitrogênio gasoso que infla rapidamente a bolsa, protegendo os ocupantes do veículo. Após cumprir sua função, o airbag esvazia garantindo a segurança dos passageiros. O artigo também esclarece que o pó branco liberado após a ativação do airbag é inofensivo, sendo composto de amido ou talco, usados para preservar a bolsa durante o armazenamento.

2.5.2 REAÇÕES RÁPIDAS: A QUÍMICA DE UM AIRBAG E A EXPLOSÃO DO TNT²⁹

O livro “Ciência Viva: Química”, de Eduardo F. Mortimer, Andréa H. Machado e Alfredo Mateus, aprovado pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio no período de 2026 a 2029, favorece uma abordagem contextualizada da química, utilizando textos sobre fenômenos cotidianos e atividades experimentais de fácil implementação. A Unidade 6 é dedicada à cinética química e contém uma descrição sobre o funcionamento do airbag, as principais reações que ocorrem e legislações brasileira sobre sua obrigatoriedade nos carros.

28 No laboratório do Sr. Q., “A Química por dentro do airbag”, *Ciência Hoje das Crianças*, disponível em: <https://chc.org.br/coluna/a-quimica-por-dentro-do-airbag/>. Acesso em 01 ago. 2025.

29 Eduardo Fleury Mortimer, Andréa Horta Machado e Alfredo Mateus, *Ciência viva: química*, volume único, São Paulo, Scipione, 2024, disponível em: <https://www.edocente.com.br/pnld/obra/leitor/ciencia-viva-quimica-pnld-ensino-medio-2026/?obraId=13731>. Acesso em 01 ago. 2025.