



Química forense e a violência contra mulher: um estudo de caso com as futuras cientistas

Alessandra G. da Costa, Adriana M. das Neves, Daniele G. Müller, Jessica M. Mota, Juliane Natália L. da Silva e Vânia R. de Lima

Este artigo descreve uma imersão científica de cinco alunas de ensino médio focada na aplicação da química forense associada à violência contra a mulher, viabilizada por um projeto aprovado pelos autores no Edital Futuras Cientistas (CETENE/CNPq). A metodologia de trabalho contou com palestras, aulas teóricas e experimentais para obtenção de noções jurídicas e de conhecimento sobre química forense, e posterior apresentação de um estudo de caso inédito, que descrevia um possível crime de feminicídio. A cena do crime e os suspeitos foram simulados em um laboratório. As estudantes analisaram por experimentação os vestígios do crime no local, encontrando o principal suspeito, e foram aptas a classificar o tipo de crime. A elucidação deste estudo de caso estabeleceu as etapas da imersão para serem aplicadas total ou parcialmente em escolas de ensino médio como ferramenta para sensibilização e redução da violência contra a mulher.

► violência, mulher, química, experimentação ◀

Recebido em 20/01/2025; aceito em 07/05/2025

5

Introdução

Um número de 1,4 mil mulheres mortas por casos de feminicídio foi registrado em 2022 pelo Núcleo de Estudos de Violência da Universidade de São Paulo (NEV-USP). Este dado equivale à morte de uma mulher a cada 6 horas. A Lei Federal Nº 11.340/06, conhecida como Lei Maria da Penha (Brasil, 2006), embasa-se em abordagens e entendimentos da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2002), que reconhece que a violência de gênero pode ser desencadeada por diversos fatores, que incluem os biológicos, os sociais, os psicológicos e os econômicos. Entre esses fatores, está o uso e abuso de substâncias psicoativas. Em 1997, constatou-se que 92% dos casos de violência doméstica estavam associados ao uso de substâncias psicoativas por parte do agressor, da vítima ou de ambos (Brookoff *et al.*, 1998). Por exemplo, em 2018, o alcoolismo estava diretamente ligado a 18% dos casos de violência (OMS, 2018) e em 2020, com a pandemia

As universidades podem desempenhar um papel central como espaços de formação intelectual e cidadania para as mulheres na sociedade. Portanto, é importante estabelecer parcerias entre profissionais de diferentes níveis educacionais, como os do ensino médio e superior, para incentivar estudantes e familiares a romperem ciclos de violência. Essa abordagem pode ser realizada por meio de um acompanhamento contínuo dos estudantes desde o ensino médio, incentivando-os a prosseguir seus estudos na universidade.

de COVID-19, os casos de violência de gênero foram foco de maior preocupação social, pois o confinamento levou a uma redução nos registros policiais, enquanto as vendas de álcool e substâncias psicoativas aumentaram (Ornell *et al.*, 2020). Com base nessas informações, é crucial promover a sensibilização, prevenção e combate à violência contra a mulher. Ao mesmo tempo, é fundamental incentivar a autoconfiança, autoestima, autoproteção e empoderamento feminino. Dentre as medidas recomendadas pela OMS (2002) para evitar a violência contra a mulher estão as campanhas de prevenção e os programas escolares.

As universidades podem desempenhar um papel central como espaços de formação intelectual e cidadania para as mulheres na sociedade. Portanto, é importante estabelecer parcerias entre profissionais de diferentes níveis educacionais, como os do ensino médio e superior, para incentivar estudantes e familiares a romperem ciclos de violência. Essa abordagem pode ser realizada por meio

de um acompanhamento contínuo dos estudantes desde o ensino médio, incentivando-os a prosseguir seus estudos na universidade. Essa assistência pode ser continuada e fortalecida por meio de políticas institucionais e públicas, como descrito no Pacto Nacional de Prevenção aos Feminicídio (Brasil, 2023) e no Programa de Prevenção e Enfrentamento ao Assédio Sexual e demais Crimes contra a Dignidade Sexual e à Violência Sexual, instituído pela Lei n. 14.540/2023 (Brasil, 2023). Um importante mapeamento de ações institucionais em universidades federais na prevenção e combate à violência de gênero até 2022 está descrito na Cartilha intitulada “Violências de gênero nas universidades: prevenção e enfrentamento” (Furlin e Graupe, 2024).

Dentre as abordagens universitárias que fortalecem a associação entre ciência e questões sociais, o projeto de extensão “Representatividade Feminina, Divulgação Científica e Inclusão Social a partir do PPGQTA: Gurias na Ciência” (projeto EXT 2005/FURG), iniciado em junho de 2022, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental (PPGQTA) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), vem atuando nos municípios gaúchos de Rio Grande (RG) e de Santo Antônio da Patrulha (SAP). O projeto, conhecido como “Gurias na Ciência” (GC), é desenvolvido por docentes, técnicos e discentes da universidade, e dissemina o trabalho de cientistas mulheres, incentivando, a partir de divulgação científica e popularização da ciência, a carreira profissional dos estudantes de ensino médio e fundamental, incluindo o ingresso dos estudantes na universidade como uma das vias de incentivo. Essas atividades ocorrem em escolas, institutos federais, universidades, feiras, eventos e junto a projetos sociais, com o intuito de estreitar os laços entre a universidade e as comunidades locais. A experiência adquirida com este projeto nas escolas revelou a urgência do tema da violência contra a mulher nos municípios atendidos, bem como a nível nacional e mundial. Sabe-se que o compartilhamento de conhecimento científico desempenha um papel crucial no fornecimento de informações confiáveis, na sistematização de ações de segurança e aumento de possibilidades de carreira profissional. No contexto da química forense, atividades experimentais associadas nas escolas de ensino médio vêm sendo ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem, viabilizando a associação dos benefícios da ciência com o cotidiano da sociedade (de Oliveira, 2006; da Rosa *et al.*, 2015; Cruz *et al.*, 2016). Neste sentido, destaca-se que a dependência financeira ainda é um fator significativo na perpetuação do ciclo de violência familiar, juntamente com preocupações com a sobrevivência dos filhos e dependência emocional (Azevedo e Alves, 2016). Assim, o conhecimento científico e a profissionalização podem vir

a romper um ciclo de violência ao propiciar independência financeira às vítimas ou às vítimas em potencial.

Em resposta à urgência supracitada, a equipe do GC aprovou em 2023 um projeto pelo Edital Futuras Cientistas, vinculado ao programa nacional do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O edital previa uma imersão científica nas universidades contempladas nas quais, por 30 dias, seriam desenvolvidas atividades científicas presenciais e remotas, teóricas e práticas sobre um tema específico associado a química, de forma a aumentar a participação feminina nas ciências exatas. Com o apoio do Programa Futuras Cientistas e do PPGQTA, a equipe do GC promoveu uma imersão científica para cinco estudantes da rede estadual de ensino médio providas dos municípios de Rio Grande e de São José do Norte (RS), durante o mês de janeiro de 2024, na Escola de Química e Alimentos (EQA), sede do PPGQTA/FURG, para desenvolver o projeto intitulado “Química Forense e a Violência contra a Mulher, por Gurias na Ciência”. Ao abordar

este tema, viu-se a possibilidade da participação da FURG e do PPGQTA na prevenção e combate à violência em suas comunidades.

O presente trabalho relata atividades científicas realizadas na imersão, que associaram a química forense à violência contra a mulher através da sensibilização sobre a violência de gênero, bases químicas, teóricas e práticas, das formas de prevenção e combate a este tipo de violência. Visto que a promoção da autonomia estimula

o interesse pelo aprendizado (Fagundes *et al.*, 2022), neste artigo também está relatada a elucidação de um estudo de caso simulado de violência contra a mulher pelas estudantes aplicando o conhecimento repassado durante o restante da imersão. Segundo Sátyro e D’albuquerque (2020), o uso de estudo de caso é extremamente útil para compreender fenômenos sociais complexos que requerem uma investigação profunda para capturar suas características abrangentes e elucidar os processos e mecanismos essenciais, distinguindo-os de outros fatores e processos menos relevantes para a análise principal. O estudo de caso descrito neste trabalho envolveu a investigação e análise de vestígios que correspondem a toda marca, objeto, sinal, rastro, substância ou elemento que seja identificado em um local onde tenha ocorrido a prática de um ato delituoso (Mallmith, 2007). Os vestígios passíveis de análise e relacionados à simulação da cena de crime foram classificados como evidências neste estudo.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é descrever as etapas desta imersão realizada na FURG, incluindo os resultados obtidos para a elucidação do estudo de caso, para serem total ou parcialmente usadas em escolas de ensino médio como ferramenta para sensibilização e redução dos

O estudo de caso descrito neste trabalho envolveu a investigação e análise de vestígios que correspondem a toda marca, objeto, sinal, rastro, substância ou elemento que seja identificado em um local onde tenha ocorrido a prática de um ato delituoso (Mallmith, 2007). Os vestígios passíveis de análise e relacionados à simulação da cena de crime foram classificados como evidências neste estudo.

índices associados à violência contra a mulher. As etapas desta imersão científica foram elaboradas como uma ação educativa-investigativa que reflete um contexto social permissivo a atos de violência contra a mulher, mas que também promove reflexão sobre estratégias para modificá-lo (Elliott, 2000).

Metodologia

A metodologia foi baseada em uma sequência de atividades teórico-experimentais (palestras, aulas e experimentação), que geraram conhecimento para a elucidação de um estudo de caso associado a um possível feminicídio, simulado em um laboratório. O cronograma detalhado destas ações está descrito no Material Suplementar (item 1S).

Explorando a química forense: atividades teórico-experimentais prévias ao estudo de caso

Palestras e aulas teóricas: Durante a imersão foram ministradas palestras e aulas conduzidas por tutoras, alunas de doutorado e professoras do PPGQA para as estudantes contempladas com o projeto. As palestras foram ministradas por profissionais convidadas pela equipe de trabalho que abordaram as seguintes temáticas: Mulheres Cientistas Laureadas e GC, a Violência contra a Mulher (palestra ministrada por profissional da área de direito, apresentando as legislações e conceitos legais vigentes referentes ao combate à violência contra a mulher), Investigação Forense e Pesquisa Criminal (palestra ministrada por profissional especialista na área pericial, apresentando conceitos e protocolos em perícia e química forense) e Identificação de Edulcorantes em Substância Ilícita, este último um trabalho de Pesquisa executado no PPGQA em colaboração com a Polícia Federal. O planejamento das aulas teóricas e experimentais ocorreu de forma a partilhar os conhecimentos às estudantes sobre o ambiente de laboratório e seus riscos, preparo de soluções que seriam empregadas nas práticas e subsidiá-las com os conhecimentos da química forense que podem ser utilizados em cenas de crimes. Para isso, foram ministradas aulas teóricas sobre normas de segurança de laboratórios, soluções, funções orgânicas, solventes e suas periculosidades - reconhecendo pictogramas e densidade. As atividades práticas estão descritas a seguir.

Atividades práticas e experimentais: Aulas práticas contemplaram os temas: manuseio de vidrarias e pesagens, reagentes, soluções, densidade e cromatografia. Além destes foram abordados os princípios e experimentação de: 1) Teste do bafômetro; 2) Extração do DNA; 3) Identificação de grupos funcionais; 4) Revelação de digitais que, por terem sido realizados para a elucidação do estudo de caso, estão descritos no decorrer do artigo. Vale ressaltar, conforme Galliazzi e Gonçalves (2004), que o conteúdo ministrado via experimentação foi contextualizado para relações sociais, culturais, econômicas e políticas. Os experimentos, como parte de uma pesquisa, buscaram associar e consolidar o conteúdo teórico-prático envolvido à relação entre abuso

de psicoativos e violência (a partir do estudo de grupos funcionais presentes em fármacos psicoativos), além do reconhecimento de material biológico e identificação de digitais como ferramentas para a elucidação de atos de violência ou feminicídio, que viabilizam a incriminação e prisão de agressores/assassinos. Foram assim incentivados às estudantes o questionamento, argumentação e validação dos dados, a partir de uma abordagem social (Galliazzi e Gonçalves, 2004).

Teste do Bafômetro: Para abordar o teste do bafômetro com as estudantes, foi pontuado inicialmente o dado da OMS, referente a que o consumo nocivo e prejudicial de bebidas alcoólicas está relacionado a 18% dos casos de violência contra a mulher, no qual tanto vítima quanto agressor pode estar sob influência do álcool. Ressaltou-se a importância das discussões científicas a respeito do consumo de drogas lícitas, tal como o álcool, dentro da sala de aula e em outros ambientes das instituições de ensino. Nesse contexto, o teste do bafômetro foi realizado em cinco amostras: cerveja com álcool, cerveja sem álcool, vinho, álcool etílico e cachaça. O teste contou com um protótipo de bafômetro montado pela equipe, a partir de um Erlenmeyer, mangueiras e tubo de ensaio, conforme a Figura 1.

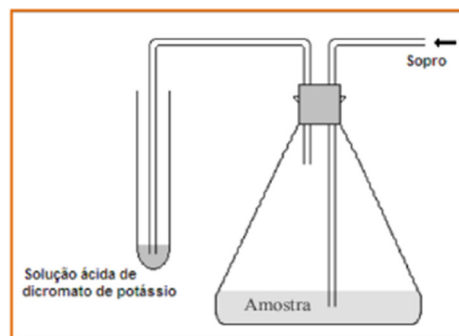


Figura 1: Protótipo do bafômetro utilizado para identificação do grupo álcool. Fonte: Autoras.

Para realização deste teste, a amostra foi transferida para o Erlenmeyer e, no tubo de ensaio, foi colocada uma solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,05 mol L^{-1} acidificada com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 20%v/v (Braathen, 1997). Em seguida, pelo canudo, membros da equipe de trabalho assoopraram a amostra (pelo fato de as estudantes serem menores de idade) para que, o vapor de álcool fosse deslocado para a solução de $K_2Cr_2O_7$. Esta solução, ao reagir com o álcool, mudava sua coloração de laranja para verde. Quanto menor o tempo para a mudança de cor, maior o teor dessa substância na bebida. Sendo assim, o tempo da reação, verificado pela mudança de coloração, foi medido com um cronômetro.

Extração do DNA: Os ensaios de extração de DNA foram realizados a partir de extrato de morango. O preparo do extrato deu-se pela pesagem de 125 g de tecido de morangos que foram cortados em quadrados com cerca de 5 mm e, posteriormente, macerados. O extrato foi submetido ao teste de extração de DNA para uma fase alcóolica (Furlan *et al.*, 2010; Galhardo, 2012; Fagundes *et al.*, 2022).

Identificação de grupos funcionais: Os testes para a identificação de grupos funcionais foram realizados em compostos orgânicos encontrados em fármacos ou substâncias comumente utilizados como analgésicos, antidepressivos e/ou oferecidos/aplicados em mulheres para posterior agressão. Os grupos funcionais analisados foram aminas secundárias alifáticas, aldeídos, fenóis e ácido carboxílico. Os fármacos e substâncias em que estes grupos foram monitorados foram Fluoxetina®, Sertralina®, formol, Paracetamol® e Ibuprofeno®. Para identificar as aminas secundárias alifáticas presentes nas amostras como os fármacos antidepressivos Fluoxetina® e Sertralina®, foi utilizado o Teste de Simon. Neste teste, a presença da amina secundária é confirmada pela mudança de cor da solução para azul (Engel *et al.*, 2012; Soares *et al.*, 1988). Para identificar o grupo aldeído em amostra como formol, utilizou-se o Teste com Permanganato de Potássio (KMnO_4). A presença de aldeído é observada a partir do desaparecimento da cor violeta (típica da solução de KMnO_4) e do surgimento de precipitado marrom (Soares *et al.*, 1988; Engel *et al.*, 2012). Para verificar a presença de fenol no fármaco Paracetamol®, utilizou-se o Teste de Complexação com cloreto férrico (FeCl_3). O aparecimento imediato da coloração vermelha, azul, púrpura ou verde indica a presença de fenol (Soares *et al.*, 1988; Engel *et al.*, 2012). Para identificar a função ácido carboxílico no fármaco de Ibuprofeno®, foi empregado o Teste com Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3). A confirmação da presença de ácido carboxílico é verificada pela liberação de gás carbônico (CO_2) com formação de bolhas (Shriner *et al.*, 1998; Engel *et al.*, 2012).

Revelação de digital: Para a revelação de digital, foram usados dois métodos: 1) a câmara de iodo para a revelação de digital fixada no papel (FBI, 2003; Jasuja *et al.*, 2019), e 2) o pó negro para a revelação da digital fixada no copo (Mercio *et al.*, 2002). A análise das digitais foi baseada no reconhecimento dos 4 tipos de digitais: arco, verticilo, presilha interna e presilha externa (estas duas últimas contendo ou não deltas (Δ)) (Figini, 2012).

Elaboração, simulação e aplicação do estudo de caso em laboratório

Um estudo de caso foi elaborado pela equipe de trabalho e aplicado na última semana de imersão com as estudantes, com base em uma cena de crime simulado, criada e montada no laboratório Química Orgânica II da EQA/FURG pela equipe de trabalho. O estudo de caso foi elaborado a partir de uma narrativa que buscou descrever os aspectos da vida pessoal e profissional da vítima de um possível feminicídio ocorrido em um laboratório, assim como os referentes a três suspeitos potenciais do crime. Esta narrativa também buscou inserir as estudantes no contexto do crime simulado enquanto peritas encarregadas do caso. A narrativa foi distribuída às alunas, lida em voz alta e, em seguida, as alunas/peritas receberam as fichas cadastrais dos suspeitos envolvidos no caso (que foram interpretados como personagens por membros convidados da FURG, assim como a

ficha da própria vítima. Estes documentos apresentavam informações tais como nome completo, idade, cargo no departamento, altura e digital. A cena do crime simulado estava isolada por fita zebreada amarela e preta, continha um conjunto de garrafas PET de 5 litros, encaixadas entre si e ensacadas com um plástico preto, simulando o corpo da personagem Sofia, além dos seguintes vestígios: 1) digital em um bilhete deixado na cena do crime, 2) digital em um copo de vidro transparente com um líquido incolor no seu interior; 3) sangue simulado com extrato de morango; 4) pó branco na bancada; 5) um bilhete. Nas bancadas do laboratório, estavam dispostos os materiais para realização de quatro experimentos: 1) Identificação de grupos funcionais; 2) Revelação de digital; 3) Extração do DNA e 4) Teste do bafômetro. As estudantes, atuando como peritas, foram incentivadas a coletar os vestígios da cena do crime e a escolher e empregar as práticas experimentais que já haviam sido realizadas, previamente, durante a imersão científica. As estudantes foram assim instigadas a empregar os conhecimentos repassados durante a imersão para desenvolver o estudo de caso “Quem matou Sofia”, envolvendo a ideia de analisar minuciosamente um único caso usando a discussão em coletivo e criticidade para escolha do método mais adequado entre os experimentos disponibilizados, segundo a proposta de Sátyro e D’Albuquerque (2020).

Resultados e discussão

Os resultados apresentados a seguir referem-se à elucidação do estudo de caso na universidade, onde foram aplicados os conhecimentos teóricos-experimentais repassados durante a imersão, incluindo os experimentos descritos nas sessões 2.1.2.1 a 2.1.2.4 deste artigo. A narrativa completa do estudo de caso está descrita no Material Suplementar deste trabalho (Item 2S).

Modelos de fichas cadastrais

As fichas cadastrais dos personagens fictícios envolvidos no caso, distribuídas para as estudantes estão demonstradas na Figura 2.

Cena do crime simulado

A cena de crime para o estudo de caso intitulado “Quem matou Sofia”, contendo o corpo simulado e os vestígios como copo de vidro transparente com um líquido incolor no seu interior e digital na face superior, sangue simulado com extrato de morango, pó branco na bancada e um bilhete com digital, está mostrada na Figura 3 e Figura 4.

Análise dos vestígios

Inicialmente, as alunas observaram o ambiente, reconheceram e coletaram os vestígios para análise laboratorial e posterior elaboração de um relatório pericial com seus resultados e interpretações de acordo com modelo baseado em Costa (2016).

A

FICHA DE CADASTRO

NOME: SOFIA CORREA MARTINS
IDADE: 32 ANOS ALTURA: 1,63
CARGO: CHEFE DEPARTAMENTO DE QUALIDADE DE ALIMENTOS

INFORMAÇÕES RELEVANTES

- Teve um relacionamento recente com Matheus;
- Não mantinha boa relação com a subchefe do setor, Karine;
- Consumia bebidas alcoólicas moderadamente;
- Fazia uso de medicamentos controlados.

B

FICHA DE CADASTRO

NOME: JOSÉ ANTÔNIO DE MEDEIROS
IDADE: 43 ANOS ALTURA: 1,79
CARGO: TÉCNICO DO DEPARTAMENTO DE QUALIDADE DE ALIMENTOS

INFORMAÇÕES RELEVANTES

- Estava em aviso prévio, foi demitido por Sofia por assédio moral e sexual;
- Alcoolatra em tratamento;
- Estava muito revoltado com a demissão, alegando ser inocente.

C

FICHA DE CADASTRO

NOME: KARINE DOS SANTOS OLIVEIRA
IDADE: 38 ANOS ALTURA: 1,71
CARGO: SUBCHefe DEPARTAMENTO DE QUALIDADE DE ALIMENTOS

INFORMAÇÕES RELEVANTES

- Não mantinha boa relação com a sua chefe, Sofia;
- Mantém um relacionamento recente com Matheus;
- Não bebe cerveja, mas gosta de destilados;
- Faz uso de medicamentos controlados.

D

FICHA DE CADASTRO

NOME: MATEUS SILVA DA SILVA
IDADE: 45 ANOS ALTURA: 1,82
CARGO: CHEFE DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA

INFORMAÇÕES RELEVANTES

- Ex-namorado de Sofia e está em um relacionamento sério com Karine;
- Tem um perfil ciumento;
- Consome bebidas alcoólicas com frequência;
- Não faz uso de medicamentos controlados.

Figura 2: Modelos das fichas de cadastro da vítima (A) Sofia Correa Martins e dos suspeitos (B) José Antônio de Medeiros, (C) Karine dos Santos Oliveira e (D) Matheus Silva da Silva. Fonte: Autoras.



Figura 3: Registros da cena do crime no laboratório (Laboratório de Química Orgânica II, FURG), contendo: (A) copo de vidro transparente com um líquido incolor no seu interior e digital na face superior, (B) sangue simulado com extrato de morango, (C) pó branco na bancada e (D) alunas executando as tarefas. Fonte: Autoras.

Sofia

Poderíamos conversar depois do expediente hoje (24/01), pode ser ali no Lab. Química Orgânica II.

-Karine

Figura 4: Bilhete encontrado próximo ao corpo de Sofia. Fonte: Autoras.

Análise do líquido encontrado no copo pelo teste do bafômetro

Para esta análise, as estudantes/peritas, supuseram que a bebida no copo pudesse conter álcool, visto a relação entre a violência contra a mulher e o alcoolismo (OMS, 2018). Realizaram o teste do bafômetro. Ocorreu mudança na cor da amostra devido ao processo de oxirredução entre o etanol e o dicromato de potássio, indicando a presença de álcool no líquido. O tempo de reação para mudança de cor do reagente ocorreu em 2' 44". Como o líquido era incolor, as estudantes/peritas trouxeram como hipótese a possibilidade do líquido ser identificado como cachaça ou etanol. Compararam o tempo de reação do líquido incolor com resultados prévios de tempos de reação para diferentes amostras com teores alcoólicos distintos, sendo: cerveja, cachaça, cerveja sem álcool, vinho e etanol, conforme apresentado na Tabela 1.

O tempo para mudança de cor do reagente na amostra foi similar ao obtido na análise da cachaça (2' 32") em análise prévia (Tabela 1). Sendo assim, apontaram que o vestígio encontrado no copo era cachaça e não o etanol (cujo tempo de reação prévio de 1' 05"). Logo, supuseram que a cachaça poderia estar relacionada ao uso direto da vítima ou ao de José Antônio, por este ser um dos suspeitos e estar sob tratamento dos alcoólicos anônimos, conforme apresentado na ficha de cadastro (Figura 2B).

Tabela 1: Resultados do teste realizado em atividade prévia ao estudo de caso

Solução alcoólica	Graduação alcoólica conforme rótulo	Tempo aproximado para mudança de coloração (tempo de reação)
Álcool etílico (Etanol)	100%	1' 05"
Cachaça	39%	2' 32"
Vinho	10,5%	2' 38"
Cerveja	4,7%	7' 00"
Cerveja sem álcool	0%	não reagiu

Fonte: Autoras.

Extração do DNA

No teste de extração do DNA, as estudantes/peritas separaram alíquotas do extrato de morango, que havia sido deixado sobre a bancada e, após adicionarem etanol gelado, perceberam a formação de um filamento gelatinoso referente ao DNA que foi extraído na fase alcoólica. Desta forma, foi suposto que havia presença de material biológico, devido à presença do DNA. Com isto, as estudantes/peritas afirmaram que a amostra era uma evidência da presença de sangue. A partir deste momento, foi explicado às estudantes/peritas as bases teóricas para os testes de identificação de DNA, que poderiam confirmar se a amostra analisada pertencia à vítima ou ao suspeito.

Análise do pó branco

Para analisar o vestígio referente ao pó branco encontrado

na cena do crime, as estudantes/peritas decidiram empregar os testes para identificar grupos funcionais de compostos orgânicos. Isto se deveu ao fato de que tais testes possibilitariam indicar se o pó branco se tratava de um fármaco antidepressivo, analgésico ou apenas algum reagente presente na bancada. Para a identificação de grupos funcionais no pó branco, foram aplicados os três testes descritos no item 2.1.2.3: o Teste de Simon, Teste de Cloreto Férrico e Teste com Bicarbonato de Sódio.

Após a realização do Teste de Simon, a amostra não passou por alterações de cor. Desta forma, as estudantes concluíram que não havia a presença do grupo amina na amostra, que é comumente presente em antidepressivos. Em outra alíquota aplicaram o Teste de Cloreto Férrico, no qual observaram que não houve alteração da cor na solução, o que indicou um resultado negativo para a presença de fenol na amostra e para a possibilidade de o pó branco tratar-se do analgésico Paracetamol®. Ao realizarem o Teste com o Bicarbonato de Sódio, as estudantes/peritas perceberam a presença de bolhas na solução contendo a amostra, o que confirmou a presença de ácido carboxílico, permitindo a identificação que o pó desconhecido continha ácido carboxílico e poderia constar de Ibuprofeno®.

Com esses resultados não foi possível afirmar se o pó branco era ou não uma evidência, já que o estudo de caso não previa uma investigação para determinar se o pó branco tinha ou não relação direta com o caso, permanecendo considerada um vestígio.

Análise das impressões digitopapilares dos suspeitos

A análise datiloscópica foi realizada no vestígio da impressão digitopapilar encontrada no copo de vidro pelo método do carvão em pó. Depois de coletada, a impressão digitopapilar foi comparada com as impressões digitopapilares registradas nas fichas cadastrais dos suspeitos (Figura 4).

Na Figura 5 é possível verificar os 4 tipos de impressões digitopapilares: arco, verticilo, presilha interna e presilha externa. O datilograma da presilha externa contém um delta (Δ) à esquerda do observador, diferente da presilha interna que contém um Δ à direita do observador (Figini, 2012). Como na cena simulada constavam pessoas que atuavam como os personagens da cena do crime, as estudantes/peritas também coletaram e analisaram as suas impressões digitopapilares da mão direita, revelando-as pelo método da câmara de iodo.

A comparação das impressões digitopapilares digitais reveladas no copo com carvão em pó e a impressão digitopapilar coletada do suspeito indicou que a impressão digitopapilar encontrada pelas alunas pertencia a José Antônio. Isso foi determinado pela presença de uma presilha externa em comum entre a amostra coletada e a impressão digitopapilar registrada na ficha cadastral deste suspeito.

Após todas as análises supracitadas terem sido realizadas, foi encontrado o último vestígio, um bilhete que estava junto ao corpo da vítima Sofia. Vale ressaltar que, neste

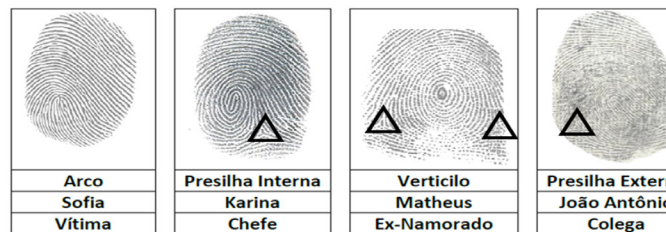


Figura 5: Dados dactiloscópicos do polegar da mão direita dos suspeitos de acordo com as fichas cadastrais para o estudo de caso. Fonte: Autoras.

estudo, a grafoscopia, usada para verificar e identificar a autoria do bilhete manuscrito, não foi abordada devido à sua complexidade (Hanusiak *et al.*, 2010). Para analisar este vestígio, as estudantes/peritas decidiram utilizar o método de revelação de impressão digitopapilar com a câmara de iodo, procedimento que revelou a descoberta de uma impressão digitopapilar na parte de trás do bilhete. Comparando a nova descoberta com os resultados anteriores, as alunas confirmaram que a impressão digitopapilar encontrada pertencia a José Antônio. Todas as impressões digitopapilares encontradas no local do crime, tanto no copo de vidro quanto no bilhete, foram idênticas à coletada na mão direita do suspeito, assim como foi a mesma descrita na ficha de cadastro deste suspeito.

Construção de um relatório pericial

As estudantes/peritas construíram um relatório pericial, onde correlacionaram as características descritas na ficha cadastral do suspeito José Antônio com os vestígios encontrados e as evidências detectadas. Segundo a ficha cadastral de José Antônio (Figura 4B), este era alcoólatra e tinha acesso livre ao laboratório. Ele também estava revoltado com Sofia por culpa da sua demissão e de uma acusação de assédio sexual e moral. Uma parte do relatório construído a partir das observações, análises e resultados das peritas é apresentado na Figura 6.

Dessa forma, para finalizar o estudo de caso, a partir dos vestígios coletados e das evidências encontradas, as peritas concluíram que o principal suspeito era José Antônio e que havia ocorrido um caso de feminicídio. Um relatório da imersão científica também foi realizado pelas estudantes, e baseado neste, foi realizada uma apresentação nacional pública e remota, disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=AlugaxfnLbE>, 2h40min55seg.

Conclusão

Considerando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas no Pacto Global (2015), urge que as instituições escolares priorizem a prevenção e o combate à violência contra a mulher, preparando professoras e professores para atuação com as alunas e alunos, assim como atualizando seus currículos e materiais no âmbito desta temática (Oliveira e Melo, 2024). As políticas institucionais efetivas na prevenção

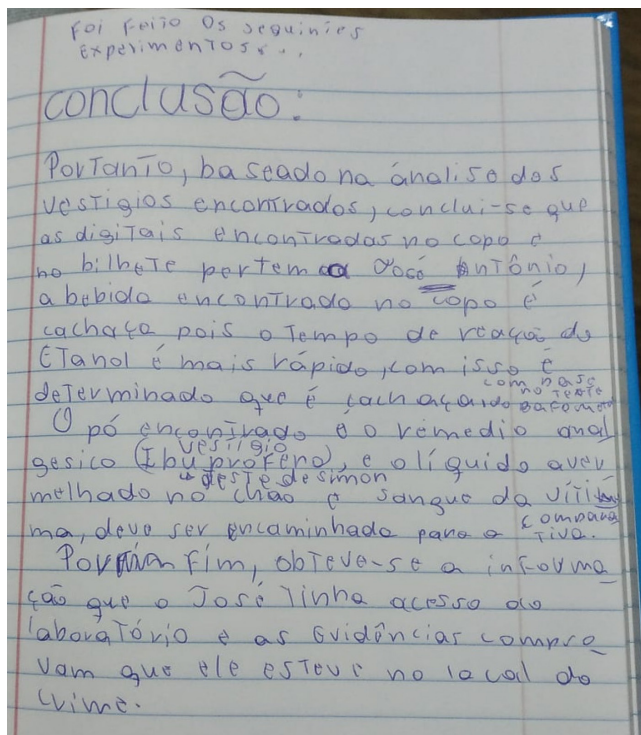


Figura 6: Relatório pericial sobre o caso “Quem matou Sofia?”. Fonte: Alunas do projeto Química Forense e a Violência contra a Mulher, por GC (2024).

e combate à violência contra a mulher, no âmbito da administração pública de nível federal a municipal, podem ser atualmente impulsionadas pelo Programa de Prevenção e Enfrentamento ao Assédio Sexual e demais Crimes contra a Dignidade Sexual e à Violência Sexual, instituído pela Lei n. 14.540/2023 (Brasil, 2023). Apesar do impulso de leis e organizações para políticas públicas no tema, os índices de casos de violência aumentam e são alarmantes, sendo primordial difundir esse tema nas escolas e universidades.

Durante a imersão científica, as palestras na área pericial e jurídica, possibilitaram que as estudantes compreendessem sobre os direitos da mulher, as legislações vigentes em casos de violência contra a mulher e a prevenção a violência relacionando drogas e fármacos de abuso. A temática também permitiu debates com as estudantes sobre a problemática social de violência contra a mulher, afirmando que é através da sensibilização e do conhecimento que se pode pensar em ações para minimizar essa violência. No campo da Química, a imersão proporcionou às estudantes a introdução aos elementos de uma investigação pericial, integrando-os aos aspectos de uma pesquisa científica no que diz respeito à: problemática (violência contra a mulher), justificativa (ações em escolas e universidades são recomendadas e úteis), hipóteses (no estudo de caso, se tratava de um feminicídio?), escolha e aplicação de metodologia (para analisar os vestígios do estudo de caso), obtenção/ tratamento de resultados e conclusão. O planejamento e sequência dos experimentos aprendidos, correlacionados e executados em laboratório pelas estudantes foram eficientes para desvendar o estudo de caso proposto. Vale ressaltar que, na ocasião, as estudantes

almejavam ingressar em universidade pública. Atualmente, três delas ingressaram nas áreas da saúde e das ciências exatas, com o objetivo de se tornarem futuras cientistas e alcançar independência financeira.

A imersão permitiu às estudantes do projeto “Química Forense e a Violência contra a Mulher, por GC” entenderem de forma tangível como os princípios da Química Forense, podem ser aplicados na prevenção, investigação e resolução de casos relacionados à violência de gênero, incluindo feminicídio.

Este trabalho foi estabelecido para ser replicado em outras instituições de ensino, em sedes de projetos sociais e comunidades, como uma ação educativa voltada à prevenção, ao enfrentamento e à redução dos índices de violência contra a mulher. As atividades descritas representam um exemplo prático e multidisciplinar – envolvendo as áreas do Direito e da Química – de como o conhecimento científico pode contribuir no enfrentamento da violência de gênero, evidenciando o potencial da educação e da pesquisa científica na sensibilização, prevenção e combate desse grave problema social.

Material suplementar

O material suplementar referente a este trabalho está disponível em https://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/QNEsc_7-25_MS.pdf, na forma de arquivo PDF, com acesso livre.

Alessandra G. da Costa (ale_gcosta@hotmail.com) é mestre e doutoranda em Química pela Universidade Federal do Rio Grande. **Adriana M. das Neves** (adrianamdasneves@gmail.com) é doutora em Química pela Universidade Federal de Pelotas. Atualmente é pós-doutoranda em Química pela Universidade Federal do Rio Grande. **Daniele G. Müller** (dgomesmuller@yahoo.com.br) é doutora em Química pela Universidade Federal do Rio Grande. Atualmente é pós-doutoranda em Química pela Universidade Federal do Rio Grande. **Jessica M. Mota** (jessicammota00@gmail.com) é graduanda em Física Médica pela Universidade Federal do Rio Grande. **Juliane Natália L. da Silva** (julianelima@furg.br) é doutora em Química pela Universidade Federal do Rio Grande. Atualmente é pós-doutoranda em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande. **Vânia R. de Lima** (vrlima23@hotmail.com) é doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é docente da Universidade Federal do Rio Grande.

Referências

- AZEVEDO, M. e ALVES, P. Permanência de mulheres em situação de violência: compreensões de uma equipe multidisciplinar. *EPOS*, v. 7, p. 55-72, 2016.
- BRAATHEN, C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*, v. 5, p. 1-3, 1997.
- BRASIL. Decreto nº 11.640, de 16 de agosto de 2023. Institui o Pacto Nacional de Prevenção aos Feminicídios. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11640.htm, acesso em abr. de 2025.
- BRASIL. Lei nº 11.340, de 7 de agosto de 2006. Cria mecanismos para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 8 ago. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11340.htm, acesso em abr. de 2024.

BRASIL. Lei n. 14.540, de 3 de abril de 2023 - Programa de Prevenção e Enfrentamento ao Assédio. Institui o Programa de Prevenção e Enfrentamento ao Assédio Sexual e demais Crimes contra a Dignidade Sexual e à Violência Sexual. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14540.htm, acesso em abr. de 2025.

BROOKOFF, D.; O'BRIEN, K.; COOK, C.; THOMPSON, T. e WILLIAMS, C. Characteristics of participants in domestic violence – assessment at the scene of domestic assault. *Journal of Clinical Forensic Medicine*, v. 5, p. 100, 1998.

COSTA, R. S. *Um estudo de caso de química forense: despertando a sagacidade ao aprendizado de química*. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, E. e MAZZETTO, S. E. A ciência forense no ensino de química por meio da experimentação investigativa e lúdica. *Química Nova na Escola*, v. 38, p. 167-172, 2016.

ELLIOT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C.; FORENTINI, D.; PEREIRA, E. (orgs.). *Cartografia do trabalho docente: professor(a) – pesquisador(a)*. Campinas: Mercado das Letras, 2000.

ENGEL, R.; KRIZ, G.; LAMPMAN, G. e PAVIA, D. *Química orgânica experimental: técnicas de escala pequena*. Brasil: Cengage Learning, 2012.

FAGUNDES, S.; NASCIMENTO, C.; BRITO, D. e RIBEIRO, A. A prática experimental: extração de DNA aplicada ao ensino básico. *Physicae Organum – revista dos estudantes de física da UNB*, v. 8, p. 233-248, 2022.

FBI. Handbook of forensic science. Disponível em: <https://www.fbi.gov/file-repository/handbook-of-forensic-services-pdf.pdf/view>, acesso em mar. de 2024.

FIGINI, A. *Datilosopia e revelação de impressões digitais*. São Paulo: Millennium, 2012.

FURLAN, C.; ALMEIDA, A. C. e RODRIGUES, C. Extração de DNA vegetal: o que estamos realmente ensinando em sala de aula? *Química Nova na Escola*, v. 33, p. 32-36, 2010.

FURLIN, N. e GRAUPE, M. E. (org.). *Violências de gênero nas universidades: prevenção e enfrentamento*. Joaçaba: Editora Unoesc, 2024. Disponível em <https://mulherespaz.org.br/site/wp-content/uploads/2024/08/Cartilha-Violencias-de-genero-nas-universidades-prevencao-e-enfrentamento.pdf>, acesso em abr. de 2025.

GALHARDO, E. Extraíndo DNA de morango. Disponível em: https://www2.assis.unesp.br/egalhard/Dna_2012.html, acesso em mar. de 2024.

GALLIAZZI, M. C. e GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, v. 27, p. 326-331, 2004.

HANUSIAK, R. K.; JUSTINO, E. J. R.; OLIVEIRA, L. S. e

SABOURIN, R. Identificação da Autoria de Manuscritos com Base em Atributos Genéticos e Genéricos da Escrita. *RITA*, v. 17, p. 193-209, 2010.

JASUJA, O. P.; KAUR, A. e KUMAR, P. Fixing latent fingerprints developed by iodine fuming: a new method. *Forensic Science International*, v. 223, p. 47-52, 2012.

MALLMITH, D. M. *Local de crime*. Porto Alegre: Luzes, 2007.

MERCIO, L. F. e PINTO, A. F. *Manual técnico de datilosopia*. Rio de Janeiro: Instituto de Identificação Félix Pacheco, 2002.

Núcleo de Estudos de Violência da Universidade de São Paulo. Rede de observatórios de segurança. Disponível em: <https://nev.prp.usp.br/projetos/projetos-especiais/rede-de-observatorios-de-seguranças>, acesso em abr. de 2024.

OLIVEIRA, M. F. Química forense: a atualização da química na pesquisa de vestígios de crime. *Química Nova na Escola*, v. 24, p. 17-19, 2006.

OLIVEIRA, M. e MELO, F. M. Violência contra as mulheres e políticas públicas em educação: perspectivas necessárias para o combate e a prevenção no Amazonas com base na educação em direitos humanos. *Fênix – Revista de História e Estudos Culturais*, v. 21, p. 114-145, 2024.

Organização Mundial De Saúde (OMS). Global status report on alcohol and health 2018. Genebra, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639>, acesso em abr. de 2024.

Organização Mundial De Saúde (OMS). Relatório mundial sobre violência e saúde. Genebra. 2002. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2019/04/14142032-relatorio-mundial-sobre-violencia-e-saude.pdf>, acesso em abr. de 2024.

ORNELL, F.; HALPERN, S.; DALBOSCO, C.; SARDI, A.; STOCK, B.; KESSLER, F. e TELLES, L. Violência doméstica e consumo de drogas durante a pandemia da COVID-19. *Pensando Famílias*, v. 24, p. 3-11, 2020.

PACTO GLOBAL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nova York, 2015. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/ods>, acesso em abr. de 2025.

ROSA, M. F.; DA SILVA, P. S. e GALVAN, F. B. Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação. *Química Nova na Escola*, v. 37, p. 35-43, 2015.

SÁTYRO, N. e D'ALBUQUERQUE, R. O que é um estudo de caso e quais as suas potencialidades?. *Revista Sociedade e Cultura*, v. 23, p. 1-33, 2020.

SHRINER, R.; HERMANN, C.; MORRIL, T.; CURTIN, D. e FUSON, R. *The systematic identification of organic compounds*. New York: John Wiley and Sons, 1998.

SOARES, B.; SOUZA, N. e PIRES, D. *Química orgânica: teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

Abstract: *Forensic chemistry and violence against women: a case study with future scientists.* This article describes a scientific immersion of five high school students focused on the application of forensic chemistry related to the violence against woman, through a project approved by the Future Scientists Public Notice, CETENE/CNPq. The applied methodology included the introducing of legal concepts and actions related to violence against woman, theoretical and experimental classes of forensic chemistry, and a case study to elucidate, based on a possible feminicide. A crime scene and the suspects were simulated in the laboratory. The students analyzed the crime traces, through laboratory experiments, finding who was the main suspect of the crime, and could detect the type of crime. The elucidation of the case study established the steps of the scientific immersion to be applied in high schools as a tool to raise the awareness and reduce violence against woman.

Keywords: violence, women, chemistry, experimentation