# Estudo de Caso Interrompido na Promoção de Conhecimento Ambiental de Graduandos em Química: Resíduos Sólidos Urbanos em Foco

#### Mikeas S. de Lima, Ícaro M. Oliveira e Salete L. Queiroz



O presente trabalho tem como objetivo relatar a aplicação de um estudo de caso interrompido sobre resíduos sólidos urbanos junto a graduandos em química. Ao final do processo, os estudantes preencheram quadros que sintetizavam a resolução dos casos, os quais foram analisados visando à compreensão do conhecimento ambiental com o qual tiveram que lidar e a extensão da associação deste conhecimento às metas estabelecidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os resultados indicaram a associação do conhecimento ambiental adquirido pelos estudantes com várias metas, com destaque para as de Consumo e Produção Responsáveis. As suas percepções frente à estratégia didática empregada também foram alvo de atenção, tendo sido identificado o reconhecimento do desenvolvimento de habilidades como trabalho em grupo, pensamento crítico e resolução de problemas.

▶ estudo de caso interrompido, conhecimento ambiental, ensino superior de química ◀

Recebido em 20/11/2021, aceito em 15/03/2022

O revés dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e sua ameaça ao meio ambiente e à saúde humana é uma temática de interesse mundial, diretamente correlacionada à guisa pela qual a sociedade manufatura e utiliza seus bens (Poletto Filho e Poletto, 2017). De acordo com as informações apresentadas pelo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2020 (ABRELPE, 2020), na última década houve um crescimento significativo na geração de RSU, a constar que, em 2010, a produção foi de 66,7 milhões

de toneladas e, em 2019, avolumou para 79,1 milhões. Além disso, cada cidadão brasileiro produz em média 379,2 kg/ano de lixo, o que equivale a mais de 1 kg de resíduos gerados por dia (ABRELPE, 2020).

O vertiginoso crescimento populacional, concomitante ao sistema de consumo estabelecido pela sociedade, seja associado à

cultura do desperdício e/ou do descarte, concebe aos gestores e governantes alguns desafios frente às políticas públicas direcionadas ao gerenciamento dos RSU (Moretto, 2018). Em relação às tais políticas, no ano de 2010, por meio da Lei n°12.305/2010 (Brasil, 2010), foi instituída no país a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), considerada um notável avanço nas discussões em relação aos resíduos sólidos urbanos (Durso *et al.*, 2017).

É importante destacar que com a criação da PNRS houve maior transparência no gerenciamento, na gestão e no descarte correto dos RSU em aterros, que, em linhas gerais, são áreas de depósito, geralmente constituídas por resíduos não recicláveis que são oriundos de diversos setores (indústrias, residências etc.). Num aterro controlado, o solo recebe uma cobertura não impermeabilizada, ou seja, os rejeitos lá depositados podem ainda acabar contaminando o solo, lençóis

freáticos e emitem gases de efeito estufa. Já os aterros sanitários possuem seu funcionamento e normatização instituídos pela PNRS, seguindo critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que orientam sobre a infraestrutura, logística, processamento dos materiais e segurança, tais

como a necessidade de impermeabilização do solo, lagoas para tratamento do chorume, queima de gases liberados e monitoramento de recursos hídricos próximos.

Apesar dos avanços ocorridos na legislação não é raro que cidades brasileiras possuam lixões ou aterros controlados como únicos locais de descarte de seus RSU, os quais, usualmente, geram um problema comum: alto teor de metais pesados na vegetação e no solo nas suas adjacências. O amplo

Apesar dos avanços ocorridos na legislação não é raro que cidades brasileiras possuam lixões ou aterros controlados como únicos locais de descarte de seus RSU, os quais, usualmente, geram um problema comum: alto teor de metais pesados na vegetação e no solo nas suas adjacências.

leque de metais pesados que está presente em diversos tipos de resíduos dispostos em aterros (latas, tintas, pilhas etc.) inclui chumbo, mercúrio, cromo, arsênio, níquel, cobre, zinco e cádmio, sendo possível que ocorra a migração de tais metais, quando em elevada concentração, via processo de lixiviação, para locais próximos às áreas de deposição de resíduos sólidos. Assim, diante das novas legislações, atitudes ecológicas cidadãs são fulcrais para auxiliar na resolução do problema, como, por exemplo, facilitar o processo de reciclagem, evitar o uso de produtos potencialmente perigosos etc. (Fadini e Fadini, 2001).

A dispersão dos metais pesados no meio ambiente é preocupante devido à grande possibilidade de acúmulo no solo, com posterior introdução na cadeia trófica (Burak *et al.*, 2008). A partir disso, pesquisadores direcionam seus esforços de investigação para o estabelecimento de técnicas que permitam identificar, quantificar, monitorar e remediar a sua presença nas mais diversas matrizes (solo, sedimentos, água, medicamentos etc.) (Fadigas *et al.*, 2006; Oliz *et al.*, 2013; Magna *et al.*, 2013).

Não menos importante que o estudo sobre formas de remediar a referida situação, dentre outras vinculadas a

questões dessa mesma ordem, é a elaboração de estratégias de ensino que ampliem os níveis de aprendizagem de estudantes sobre conhecimento ambiental, aqui entendido como pertencente a três grupos: *conhecimento do sistema*, vinculado ao que se sabe sobre as características (químicas, físicas

etc.) dos problemas ambientais; conhecimento relacionado à ação, que diz respeito a possíveis ações e seus desdobramentos frente aos problemas ambientais; conhecimento de eficácia, que se relaciona a ferramentas e recursos para mitigar impactos ambientais (Frick et al., 2004). A elaboração de tais estratégias está alinhada com a temática dos impactos dos metais pesados no meio ambiente, a qual, segundo Lima e Merçon (2011), pode se apresentar como elemento para contextualizar o ensino de química.

Ainda sobre as categorias do conhecimento ambiental, o conhecimento do sistema por si só não consegue viabilizar mudanças de comportamento, mas contribui diretamente para a promoção dos conhecimentos relacionados à ação e de eficácia (Frick et al., 2004). Além disso, como os indivíduos precisam conhecer suas opções de comportamento ecológico para conhecer suas diferentes eficácias, o conhecimento relacionado à ação precede o conhecimento de eficácia (Roczen et al., 2014). E assim, a convergência dos três conhecimentos em ambientes de ensino se torna a chave para o desenvolvimento de padrões de comportamentos ecologicamente corretos.

No entanto, é comum identificar dificuldades de ordem institucional e prática na inserção de dimensões ambientais em cursos do ensino superior, como aquelas relatados por Tauccaya *et al.* (2020) e Zuin (2013). E, em uma perspectiva

mais ampla do que a sugerida por estes últimos autores, já no início da década de 2006, Lozano (2006) reforçava a necessidade da incorporação, não somente da dimensão ambiental, como também do desenvolvimento sustentável no dia a dia das universidades.

Em 2015, o estabelecimento pela Organização das Nações Unidas (ONU) dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) tornou esta necessidade ainda mais premente. Os ODS se configuram como um conjunto de metas para a preservação e estabilidade do clima e dos ecossistemas, bem como para promoção da prosperidade e do bem-estar físico-social de todas as pessoas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo relatar a aplicação de uma sequência didática (SD), baseada em um estudo de caso de caráter interrompido (Herreid, 2005), além de analisar produções textuais dos estudantes, tendo em vista a compreensão do conhecimento ambiental com o qual tiveram que lidar, na empreitada de resolução do caso, e de como tal conhecimento está associado às metas estabelecidas nos ODS. As percepções dos estudantes frente à SD são também alvo de atenção.

Cabe destacar que a SD atenta para o desenvolvimen-

to de habilidades previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (Brasil, 2001, p.4-5), que recomendam que os graduados possuam "conhecimento da utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e de rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade

do ambiente" e tenha uma "formação humanística que lhe permita exercer plenamente sua cidadania e, enquanto profissional, respeitar o direito à vida e ao bem-estar dos cidadãos", além de trazer à tona o papel significativo, e ao mesmo tempo controverso, que a química desempenha no cumprimento dos ODS (Petillion *et al.*, 2019).

O papel significativo diz respeito às buscas por transformações químicas sustentáveis associadas à conversão da matéria-prima e das fontes de energia em alimentos, combustíveis, medicamentos etc., necessárias para a promoção do bem-estar de cada pessoa. Já o papel controverso se refere ao fato de as atividades químicas humanas serem um impulsionador de muitos dos problemas que a ONU e os ODS abordam (Petillion *et al.*, 2019).

## Sequência Didática Baseada no Caso Interrompido *Canavial de Lixões*

Estudo de Caso Interrompido

Os estudos de caso têm sido reportados na literatura como uma metodologia de ensino que favorece a promoção de diferentes habilidades, tais como, argumentação, pensamento crítico e sensibilidade moral (Souza e Queiroz, 2018; Silva e Queiroz, 2021). Sá *et al.* (2007) definem a metodologia como o uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando dilemas,

Os ODS se configuram como um conjunto

de metas para a preservação e estabilidade

do clima e dos ecossistemas, bem como

para promoção da prosperidade e

do bem-estar físico-social de todas as

pessoas.

de modo que o estudante é incentivado a se familiarizar com personagens, circunstâncias e outras características do caso, para compreender o problema em seu contexto e solucioná-lo.

Uma das vertentes e preceitos associados ao uso de estudos de caso que envolvem questões sociocientíficas consiste na viabilidade das relações teórico-práticas da ciência, o que pode favorecer uma gama de possibilidades de modos de trabalho, ferramentas e perspectivas. Em vista disso, durante a solução dos problemas, os estudantes tendem a tomar decisões mais assertivas e desenvolverem senso de criticidade diante dos fenômenos que lhes são apresentados (Freitas e Campos, 2016).

Existem diversas variações de estudos de caso, e uma delas, ainda pouco conhecida no contexto nacional, é a de casos interrompidos, que se caracterizam pelo fornecimento de informações aos estudantes de uma maneira gradativa. Segundo Herreid (2005), nesta variação a narrativa pode ser também construída com base no conteúdo existente em artigo original de pesquisa de uma área do conhecimento, de maneira que o caso interrompido retrate um problema que foi realmente enfrentado por pesquisadores.

O caso interrompido que baseou a SD aqui relatada denomina-se *Canavial de Lixões* e foi produzido com base em dois artigos originais de pesquisa de Segura-Muñoz *et al.* (2004; 2006), que relatam investigações acerca da concentração de metais pesados em solo e em plantação de cana-de-açúcar em área próxima ao aterro sanitário de Ribeirão Preto, no interior de São Paulo. Dentre os principais resultados da análise, citam-se níveis altos de

manganês e vanádio no solo e de cromo, cobre e manganês nas raízes da cana-de-açúcar, o que sugere influência do aterro nas concentrações encontradas.

Com tal investigação em mente, o caso *Canavial de Lixões* aborda a temática do gerenciamento de RSU e seus impactos na agricultura, sendo investigada pelos alunos a concentração de metais pesados em solo e plantação de cana-de-açúcar próximos a um aterro, apresentado como controlado na narrativa do caso, diferentemente do observado nos artigos que a basearam. Escolheu-se esta temática pois a resolução do caso nela pautada requer conhecimentos compatíveis com os já adquiridos pelos estudantes juntos aos quais este foi aplicado, matriculados no terceiro semestre de um curso de bacharelado em química. Ressalta-se que a elaboração da narrativa e das atividades levou ainda em consideração aspectos ressaltados por Herreid *et al.* (2016), para a produção de um bom caso, e por Herreid (2005), para a aplicação de um caso interrompido.

O caso, dividido em quatro partes (daí origina-se a sua classificação como sendo "interrompido"), conta a história

de Jefferson, um pós-graduando em química, e do seu avô Charles, produtor de cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto. Em uma conversa, Charles relata para o neto que sua plantação está sofrendo com uma doença denominada clorose, acreditando que este problema possa estar relacionado com um aterro controlado que existe nas proximidades e com metais pesados presentes no chorume que é produzido no local. Jefferson se oferece para investigar o problema, viajando até a região do canavial para realizar a coleta e posterior análise de metais pesados em amostras de solo e cana-de-açúcar.

Aplicação do Caso Interrompido

O caso interrompido foi aplicado junto a três grupos de quatro alunos cada, enquanto matriculados em uma disciplina de comunicação científica, durante o primeiro semestre de 2020, de maneira remota, devido às restrições físicas impostas pela pandemia de COVID-19. Neste cenário, foram empregados dois ambientes virtuais para a realização das atividades. O primeiro deles é o *Google Meet*, para realização de encontros semanais com os estudantes e discussão das atividades do caso. O segundo ambiente é o *Tidia-Ae*,

utilizado para envio de avisos, repositório de materiais fornecidos pelo professor e escaninho para depósito de tarefas solicitadas.

Para a discussão do caso, cada grupo foi atendido individualmente pelo professor em uma sala no *Google Meet*, num tempo médio de 30 a 40 min, de modo que o atendimento aos três grupos não ultrapassasse o intervalo das duas horas de aula. Após a discussão com o professor, cada grupo seguia para uma segunda sala no

Google Meet, na qual realizava atividades atribuídas por ele, também relacionadas ao caso. No total, foram realizados quatro encontros e, ao final de cada, os grupos deveriam depositar no escaninho do *Tidia-Ae* respostas escritas para as questões discutidas durante o período de compartilhamento da sala do *Google Meet* com o professor.

A realização dos quatro encontros mencionados está associada às quatro partes do caso, cada uma composta por duas seções distintas: a narrativa, por meio da qual são apresentados os personagens, o contexto local e informações a seu respeito; e as perguntas, que subsidiaram as atividades de pesquisa e busca por soluções ao problema, a serem realizadas em horário de sala de aula ou extraclasse. A Figura 1 resume as atividades realizadas para discussão de cada parte do caso.

De acordo com a Figura 1, em momento extraclasse anterior à apresentação da narrativa e como preparação para as atividades da Parte I, o docente atribuiu uma tarefa que requisitava dos estudantes a busca pela definição dos conceitos de clorose e dos tipos de aterros existentes. Com

atividades atribuídas por ele, também

relacionadas ao caso.



Figura 1: Síntese da aplicação do caso interrompido Canavial de Lixões: etapas destacadas em cinza foram realizadas em horário extraclasse; etapas destacadas em azul foram realizadas em aulas síncronas, em salas do Google Meet. Fonte: autoria própria.

Concluída a leitura, o professor discutiu

conceitos e as técnicas analíticas

instrumentais selecionadas pelos grupos.

Posteriormente, os estudantes realizaram a

escolha e demarcação de pontos de coleta

de amostras de solo e de cana-de-açúcar,

tomando como base o mapa.

esses conhecimentos em mente, no Google Meet, a partir da leitura conjunta da narrativa da Parte I, os grupos foram apresentados à situação com a qual iriam trabalhar, que envolvia o dilema vivenciado pelo avô de Jefferson. Em seguida, o professor mediou discussões com os estudantes

acerca das definições dos conceitos pesquisados anteriormente, bem como da construção de hipóteses acerca da causa do problema na cana-de-açúcar existente na propriedade de Charles e o delineamento de uma questão para guiar a investigação.

Na Parte II, novamente em horário extraclasse, como pre-

paração para a discussão em sala de aula, os estudantes realizaram buscas para obter compreensão acerca das características físico-químicas do solo, das formas químicas dos metais no solo e de critérios para demarcação de pontos de amostragem. Os grupos foram ainda solicitados a pesquisar duas técnicas analíticas instrumentais para análise de metais em amostras de solo e de cana-de-açúcar e argumentar a favor da escolha de uma delas.

No encontro no *Google Meet*, foi feita uma leitura conjunta da narrativa da Parte II, que apresentava um mapa, a partir do qual Jefferson obtém detalhes sobre a região de estudo e decide pensar sobre como realizará a coleta de amostras de solo e cana-de-açúcar. O mapa em questão corresponde a uma versão sem a indicação de pontos de amostragem

escolhidos por Segura-Muñoz et al. (2004). Concluída a leitura, o professor discutiu conceitos e as técnicas analíticas instrumentais selecionadas pelos grupos. Posteriormente, os estudantes realizaram a escolha e demarcação de pontos de coleta de amostras de solo e de cana-de-açúcar, tomando

como base o mapa.

Para tanto, junto com o *link* de acesso à sessão no Google Meet, cada grupo recebeu o arquivo de imagem do mapa sem os pontos e um membro de cada grupo foi convidado a fazer o download do arquivo, abri-lo em um editor de imagem, realizar projeção da edição no Google Meet, e junto

aos demais integrantes, discutir posições e regiões nas quais os pontos de amostragem deveriam ser localizados. Ao chegarem a um consenso a respeito de determinado ponto, o aluno que estava projetando o mapa colocava uma marcação sobre a posição escolhida. O arquivo de imagem final deveria ser salvo e depositado no Tidia-Ae, junto às respostas das demais questões.

Dando continuidade, em horário anterior às atividades de sala de aula, como preparação para a Parte III, os grupos foram requisitados a escolher uma forma de preparo das amostras de solo para a análise de metais, de acordo com a técnica apontada na Parte II. Os grupos foram ainda solicitados a buscar valores de referência para a concentração máxima recomendável de As, Be, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn,

Tl e V em solos cultiváveis. Em seguida, no *Google Meet*, foi realizada uma leitura conjunta da narrativa da Parte III, a qual apresenta a maneira como Jefferson decidiu realizar a coleta e análise experimental das amostras de solo e os resultados obtidos a partir desses experimentos na forma de tabelas, de acordo com o mapa e as informações que estavam presentes nos artigos originais de pesquisa que deram origem ao caso. Após a leitura, o professor discutiu o método de preparo de amostras de solo sugerido pelos estudantes e verificou os valores de referência encontrados por eles.

Como atividade de sala de aula da Parte III, os grupos foram solicitados a comparar os pontos de amostragem e técnicas de tratamento e análise de amostras de solo escolhidas por eles com aquelas escolhidas por Jefferson, avaliando a necessidade de alteração das decisões que haviam tomado.

Para encaminhamento das atividades da Parte IV, os estudantes precisaram, em horário extraclasse, elaborar considerações a respeito dos dados apresentados na Parte III em relação à avaliação da situação do solo do canavial do avô de Jefferson, ponderando ainda acerca das hipóteses levantadas no início da atividade. Os estudantes foram convidados também a ela-

borar tendências e previsões para os resultados da análise dos metais em amostras da cana-de-açúcar.

O último encontro no *Google Meet* de aplicação do estudo de caso, referente à Parte IV, foi divido em dois momentos. No primeiro, o professor discutiu com os grupos as respostas dadas por eles para as atividades realizadas em horário extraclasse. No segundo momento, a narrativa foi lida em conjunto, na qual constam dados complementares acerca da concentração de alguns metais no solo do canavial ao longo dos anos, o procedimento experimental adotado para análise das amostras de cana-de-açúcar e os resultados obtidos a partir dele. A narrativa apresenta ainda dados acerca da transferência de metais do solo para as espécies vegetais. Diante deste novo conjunto de dados, os grupos necessitavam elaborar conclusões na forma de uma resposta final para a questão e avaliação das hipóteses levantadas na Parte I. Tais conclusões, bem como o processo de resolução do caso por cada grupo, foram posteriormente socializadas e discutidas com toda a turma por meio de exposições orais.

#### Procedimentos de Coleta e Análise de Dados

Finalizada a aplicação da SD, cada estudante foi requisitado a, individualmente, preencher um quadro-síntese dividido em duas partes. Na primeira, deveriam ser apresentados os seguintes tópicos relacionados ao caso *Canavial de Lixões*: situação problema presente no caso; questão de investigação formulada para nortear a resolução do caso; hipóteses levantadas para resolução do caso; planejamento de investigação para resolução do caso; conhecimentos

prévios utilizados para formulação de hipóteses e elaboração do planejamento da investigação; evidências usadas para resolução do caso; argumentação que sustenta a resolução do caso; conclusão quanto ao problema presente no caso. Na segunda parte, os estudantes, em processo de autoavaliação, necessitavam colocar suas percepções frente às atividades da SD, apresentando ainda sugestões para aprimoramento na aplicação da mesma.

Todos os 12 estudantes que participaram da resolução do caso preencheram seus respectivos quadros-síntese. Os trechos presentes na seção de argumentação e conclusão foram analisados na perspectiva da Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Moraes e Galiazzi, (2011), tendo em vista a identificação do conhecimento ambiental resgatado pelos estudantes no processo. A ATD consistiu, na etapa inicial, em

desmontar os referidos trechos, seguida por sua unitarização, destacando seus principais elementos. A segunda etapa consistiu no estabelecimento de categorias que foram relacionadas, quando possível, às metas dos ODS.

Os trechos presentes na seção de autoavaliação foram investigados a partir da identificação das percepções dos estudantes sobre

o desenvolvimento de habilidades durante o processo educativo, também com base na ATD (Moraes e Galiazzi, 2011).

tivo, também com ba

Resultados e Discussão

Como atividade de sala de aula da Parte

III, os grupos foram solicitados a comparar

os pontos de amostragem e técnicas de

tratamento e análise de amostras de solo

escolhidas por eles com aquelas escolhidas

por Jefferson, avaliando a necessidade

de alteração das decisões que haviam

tomado.

Conhecimento Ambiental dos Estudantes

Inicialmente, em relação às soluções apresentadas ao caso, todos os grupos sugeriram contaminação do solo da região e da cana-de-açúcar por manganês e um deles também mencionou contaminação do solo por estanho e vanádio. Foram realizadas ainda comparações entre os dados apresentados nas Partes III e IV do caso (Figura 1) com legislações específicas para a concentração de metais em solos cultiváveis e vegetais, e discutidos tais resultados em termos dos efeitos das elevadas concentrações no solo e na plantação, do impacto do aterro controlado e do chorume, e de possibilidades para contorno do problema. Tais informações se encontravam alinhadas com aquelas discutidas nos artigos que originaram o caso, o que aponta para o entendimento acerca do problema e dos conteúdos envolvidos na resolução do caso.

A análise dos trechos apresentados pelos estudantes nas seções de argumentação e conclusão dos seus respectivos quadros-síntese possibilitou a identificação do conhecimento ambiental colocado em jogo na resolução do caso, sendo a frequência de menções a cada uma das cinco categorias identificadas ilustrada na Figura 2. Ressalta-se que mesmo que fosse verificada mais de uma menção a uma mesma categoria, em um único quadro-síntese, esta foi contabilizada apenas uma vez.

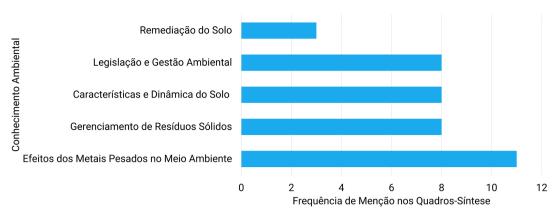


Figura 2: Frequência de menções ao conhecimento ambiental nos quadros-síntese sobre o caso *Canavial de Lix*ões. Fonte: autoria própria.

Conforme ilustra a Figura 2, observa-se que o conhecimento ambiental dos efeitos dos metais pesados no meio ambiente esteve presente quase que na totalidade dos quadros-síntese. Com efeito, apenas um, dentre os 12 analisados, não o contempla. Efeitos dos metais pesados no meio ambiente representa um conhecimento do sistema (Frick et al., 2004) e foi identificado em trechos dos quadros-síntese

que mencionavam concentrações elevadas de metais pesados, especialmente o manganês, no solo e na cana-de-açúcar, na propriedade rural do avô de Jefferson. Com base nesta observação, os estudantes atribuíram a ocorrência da clorose na plantação como um efeito da contaminação do solo e do canavial pelo referido metal advindo do aterro controlado. De maneira mais específica os estudantes citaram que o excesso de manganês pode causar alterações no pH do solo e dificuldades de absorção de demais nutrientes pela planta, o que pode levar à redução do desenvolvimento das suas partes e ao aparecimento de

doenças como a clorose. Estes salientaram ainda a possibilidade de bioacumulação do manganês na cana-de-açúcar, a existência de efeitos a longo prazo e na saúde humana pelo consumo de vegetais com excesso do metal.

O conhecimento ambiental em questão também ganhou destaque na autoavaliação dos estudantes, com menções à aquisição de informações acerca de fontes de contaminação por metais, como quando citado por um deles: "durante todo o processo de realização do estudo de caso, adquiri conhecimentos sobre vários assuntos, tais como [...] causas de contaminação de lençóis freáticos e de solos por metais que são liberados no meio".

O conhecimento ambiental dos efeitos dos metais pesados no meio ambiente está associado às metas estabelecidas nos ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 12 (Consumo e Produção Responsáveis), 3 (Saúde e Bem-Estar) e 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável). Estes ressaltam a necessidade de reduzir o impacto ambiental negativo das cidades, prestando especial atenção à gestão de resíduos municipais (meta 11.6); alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes e reduzir significativa-

mente a sua liberação para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente (meta 12.4); reduzir substancialmente o número de doenças por produtos químicos perigosos (meta 3.9); garantir o acesso de todas as pessoas a alimentos seguros (meta 2.1).

O conhecimento ambiental de gerenciamento de resíduos sólidos representa um conhecimento relacionado à ação (Frick et al., 2004) e foi mencionado em oito dos 12 quadros-síntese, quando o aterro controlado e o chorume nele produzido eram apontados como origem da contaminação

do solo e do canavial do seu Charles, sugerindo má gestão do local, como evidenciado no seguinte trecho: "através de uma provável falha na gestão do aterro, bem como a falta de vistorias no local, a decomposição dos resíduos orgânicos produziu chorume e esse penetrou no solo, atingindo o canavial".

O conhecimento ambiental destacado está associado às metas 11.6 e 12.4, estabelecidas, respectivamente, nos ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), sendo, portanto, coincidentes com as metas associadas ao conhecimento ambiental efeitos dos metais pesados no meio ambiente, mencionadas anteriormente, notadamente, a necessidade de redução do impacto ambiental negativo das cidades, com atenção especial à gestão de resíduos municipais, assim como à de geração de

reciclagem e reuso.

resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

O conhecimento ambiental de legislação e gestão ambiental representa mais um conhecimento relacionado à ação (Frick et al., 2004) e se destacou em oito dos 12 quadros-sínteses analisados, tornando-se especialmente evidente quando os estudantes se remetem à utilização da legislação para argumentar sobre a situação do solo e da cana-de-açúcar. O conhecimento também recebeu atenção durante a autoavaliação dos estudantes, sendo citado que "durante o

trabalho pude aprimorar diversos aspectos, como [...] pesquisa de normas e legislações [...] pude compreender melhor [...] plataformas onde é possível encontrar normas e legislações ambientais".

O conhecimento ambiental em foco está associado às metas estabelecidas nos ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), que apontam para a necessidade do alcance de gestão sustentável e o uso eficiente dos

recursos naturais (meta 12.2), o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos de acordo com os marcos internacionais acordados (meta 12.4) e a promoção e o cumprimento de leis para o desenvolvimento sustentável (meta 16.b).

O conhecimento ambiental de características e dinâmica do solo recebeu menção em oito dos 12 quadros-síntese analisados. Este representa um conhecimento do sistema (Frick et al., 2004), elucidado quando os estudantes citavam a importância da qualidade do solo para a disponibilidade adequada de micronutrientes para a planta, a qual pode ser afetada por diversas características, como esclarecido por um deles no seguinte trecho: "a disponibilidade dos micronutrientes para as plantas é influenciada pelas características do solo, como à textura e mineralogia, teor de matéria orgânica, umidade, pH, condições de oxirredução e interação entre nutrientes, que podem ter sido alteradas com a presença do aterro próximo ao canavial".

Uma segunda perspectiva na qual o *conhecimento ambiental de características e dinâmica do solo* se destacava nos quadros-síntese se refere à discussão da dinâmica de absorção e transferências dos metais do solo para a cana-de-açúcar. Tal pode ser expressa em termos do cálculo do fator de transferência, que é definido como uma aproximação empírica que permite avaliar a transferência dos metais do solo para as diferentes partes de uma espécie vegetal (Magna *et al.*, 2013). O fator de transferência foi introduzido na Parte IV do estudo de caso e auxiliou na verificação da contaminação das plantas pelo manganês, como expressa o estudante: "com o cálculo do fator de transferência, percebeu-se o alto valor da concentração do manganês, tanto para solo-raiz, quanto para solo-caule, sendo o responsável pela clorose desenvolvida pela planta".

O conhecimento ambiental em questão está associado às metas estabelecidas nos ODS 15 (Vida Terrestre) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis) em relação ao que estabelecem as seguintes metas: assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres (meta 15.1); lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo (meta 15.3); e reduzir significativamente a liberação de produtos químicos e resíduos para o solo, visando minimizar seus impactos negativos sobre a

saúde humana e o meio ambiente (meta 12.4).

O conhecimento ambiental de remediação do solo foi menos recorrente que os demais, presente apenas em três quadros-síntese. Este representa um conhecimento de eficácia (Frick et al., 2004), sendo sugerida a fitorremediação como técnica de utilização de plantas resistentes a alta concentração de metais pesados e com alto fator de transferência, para auxiliar na correção do teor de

manganês e vanádio no solo do canavial. As espécies propostas pelos estudantes foram o sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia Benth.*) e a crotalária (*Crotalaria juncea*), sendo ressaltada ainda a eficiência, o baixo custo e a aceitabilidade ecológica da fitorremediação.

Com isso, o conhecimento ambiental destacado se associa às metas estabelecidas nos ODS 15 (Vida Terrestre) e 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), no que diz respeito ao combate da desertificação, à restauração da terra e do solo degradado (meta 15.3) e a garantia de sistemas sustentáveis de produção de alimentos que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (meta 2.4).

A Figura 3 sumariza as associações identificadas entre o conhecimento ambiental com o qual os estudantes lidaram para a resolução do caso *Canavial de Lixões* e determinados ODS.

Conforme ilustra a Figura 3, os ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) foram os mais contemplados, seguido dos ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 15 (Vida Terrestre) e ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável). Os ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), embora com menor recorrência, também foram contemplados.

Nessa perspectiva, a resolução do caso *Canavial de Lixões* propiciou a aproximação dos graduandos em química com conhecimento ambiental relevante que permeia vários ODS, o que pode favorecer a incorporação não somente da dimensão ambiental, como também do desenvolvimento sustentável no dia a dia das universidades, conforme sugerido por Tauccaya *et al.* (2020), Zuin (2013) e Lozano (2006). Além disso, os conhecimentos em destaque nas Figuras 2 e 3 convergem os conhecimentos propostos por Frick *et al.* (2004), *do sistema* (efeitos dos metais pesados

O conhecimento ambiental de remediação

do solo foi menos recorrente que os

demais, presente apenas em três quadros-

síntese. Este representa um conhecimento

de eficácia (Frick et al., 2004), sendo

sugerida a fitorremediação como técnica

de utilização de plantas resistentes a alta

concentração de metais pesados e com

alto fator de transferência, para auxiliar na

correção do teor de manganês e vanádio

no solo do canavial.

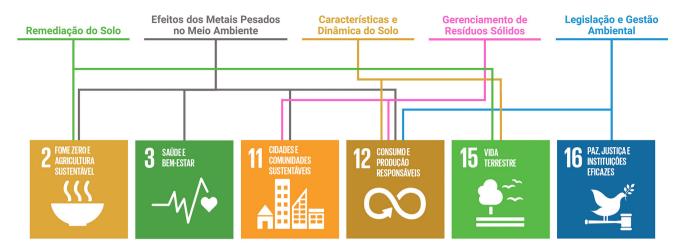


Figura 3: Conhecimento ambiental abordado no caso Canavial de Lixões e ODS relacionados. Fonte: autoria própria.

no meio-ambiente e características e dinâmica do solo), relacionado à ação (legislação e gestão ambiental e gerenciamento de resíduos sólidos) e de eficácia (remediação do solo), o que aponta para uma proposta de ensino capaz de promover mudanças de comportamento e desenvolver a consciência ecológica.

Percepções dos Estudantes Frente à Aplicação do Caso Interrompido

A análise dos trechos apresentados pelos estudantes na seção de autoavaliação dos quadros-síntese possibilitou a identificação de categorias que refletem as suas percepções quanto às habilidades desenvolvidas durante o processo de resolução do caso. A Tabela 1 ilustra as categorias e a frequência de menções a cada uma delas, bem como exemplos correspondentes. Cabe destacar que, mesmo que fosse verificada mais de uma menção a uma mesma categoria, em um único quadro-síntese, esta foi contabilizada apenas uma vez.

No que tange à *habilidade de trabalho em grupo*, ao preencherem o quadro-síntese, 12 estudantes fizeram menção a ela. A primazia dada a este formato de trabalho durante a resolução do caso, provavelmente, tornou unânime o entendimento sobre o desenvolvimento de tal habilidade. Tal formato permite maior interação entre os estudantes, possibilitando a troca de

Tabela 1. Recorrência de menções e exemplos de trechos retirados dos quadros-síntese que exemplificam as percepções dos estudantes com relação às habilidades desenvolvidas.

Habilidade	Menções	Exemplos
		"Durante o trabalho pude aprimorar diversos aspectos, como [] trabalho em equipe"
Trabalho em Grupo	12	"Como grande parte foi feita em grupo, parte desse mérito foi a ótima equipe com a qual trabalhei, que soube dividir os trabalhos, entregando algo com qualidade sem que houvesse alguém sobrecarregado"
		"Com isso, aprendi [] e que o trabalho em grupo é muito importante pois são diferentes experiências de vida e perspectivas da mesma situação"
		"Ao longo do percurso do estudo de caso, meu desempenho se deu por [] e pesquisar sobre conteúdos a parte para desenvolvermos uma solução para o problema"
Resolução de Problemas	7	"A experiência de solucionar um problema de um caso hipotético foi interessante, pois precisei ir atrás de dados e refletir em situações como uma química"
		"[] consegui acompanhar e fazer um raciocínio de como prosseguir diante dos resultados para solucionar o problema da plantação do Sr. Charles"
		"[] pude aprimorar diversos aspectos, como senso crítico"
Pensamento Crítico	5	"Acredito que a resolução do caso agregou bastante, principalmente por termos que primeiro refletir sobre a situação geral"
		"Foi de grande proveito a situação e fomentou o pensamento crítico nesse tipo de cenário"
		"Para realizar essa atividade foi necessário fazer pesquisas referentes ao assunto para que eu pudesse compreender todas as vertentes do problema"
Busca de Informações	8	"A experiência de solucionar um problema de um caso hipotético foi interessante, pois precisei ir atrás de dados"
		"Com isso, aprendi que não devemos nos contentar apenas com as informações que nós temos, temos que ir atrás"

informações e ideias, facilitando a assimilação de conceitos e resolução de problemas (Faria e Freitas-Reis, 2016). A sua implementação em ambientes de ensino é corroborada também na perspectiva da formação de valores e comportamentos dos envolvidos. No tocante a isso, Moraes *et al.* (2006) evidenciam que os estudantes, durante o trabalho em grupo, (com) partilham de qualidades mais humanitárias, como o respeito ao próximo, empatia e solidariedade.

A habilidade de resolução de problemas, conforme ilustra a Tabela 1, foi destacada por sete estudantes, dentre os 12 que preencheram os quadros-síntese. Este resultado sugere a efetividade da aplicação do caso na promoção da referida habilidade, o que não é surpreendente, já que o objetivo de tal aplicação, por princípio, é a de alcance da solução de um problema embutido na narrativa do caso (Sá et al., 2007). Porém, muito mais do que apresentar um problema, em virtude do seu caráter interrompido, as atividades e questões propostas em cada etapa da aplicação do caso *Canavial de Lixões*, efetivamente, apresentam aos estudantes dados e encaminhamentos sobre como podem prosseguir ao se

depararem com a necessidade de auxiliar os personagens do caso.

O desenvolvimento do pensamento crítico, conforme ilustra a Tabela 1, foi mencionado por cinco estudantes, dentre os 12 que preencheram os quadros-síntese. O pensamento crítico se caracteriza por uma atividade reflexiva (Pires et al., 2018) e corresponde a um elemento fundamental na formação de cidadãos alfabetizados cientificamente, de modo que possam ser atuantes na sociedade

onde vivem, o que inclui tomadas de decisão e expressão de juízos de valor (Marani *et al.*, 2019). Provavelmente, o desenvolvimento do pensamento crítico mencionado pelos estudantes está relacionado à temática do estudo de caso *Canavial de Lixões*, com a qual foram confrontados, que envolveu o reconhecimento dos impactos ambientais desencadeados por metais pesados e pelo gerenciamento inapropriado de RSU.

A partir disso, evidencia-se a importância da seleção adequada da temática a ser abordada nos casos interrompidos, preferencialmente pautada em situações concretas e que valorizem a vivência dos estudantes. Estas duas perspectivas foram alcançadas no contexto do presente trabalho à medida que a narrativa do caso interrompido foi construída com base em artigos originais de pesquisa, de autoria em Segura-Muñoz *et al.* (2004; 2006), que investigam uma situação vinculada ao gerenciamento de RSU na região de Ribeirão Preto, próxima à localização da universidade onde ocorreu a sua aplicação. Ao ser transportada para a trama apresentada na narrativa, a situação reportada nos artigos originais proporcionou que o caso se conectasse fortemente com a realidade e contexto local nos quais os estudantes estavam

inseridos, tornando mais propício o desenvolvimento do pensamento crítico e, dadas as características da temática, a responsabilidade ambiental.

A habilidade na busca de informações, conforme ilustra a Tabela 1, foi mencionada por oito estudantes, dentre os 12 que preencheram os quadros-síntese. A necessidade constante de desenvolvimento de pesquisa bibliográfica sobre a temática em estudo para o alcance do aprendizado de conteúdos que se mostraram imprescindíveis para a resolução do caso, provavelmente, justifica as impressões dos estudantes no que diz respeito à esta habilidade. Sem dúvida, a efetiva participação dos mesmos na resolução do caso somente se dá a partir da busca e obtenção de conhecimentos, de várias ordens, relacionados ao assunto em questão.

### Considerações Finais

Os resultados alcançados demonstraram

o potencial da aplicação do caso

interrompido para discussão de

aspectos que acabaram por propiciar

o desenvolvimento de conhecimento

ambiental, de naturezas diversas, de

graduandos em química, a saber: efeitos

dos metais pesados no ambiente;

legislação e gestão ambiental; qualidade

do solo; gerenciamento de resíduos

sólidos; remediação do solo.

O presente trabalho relatou a aplicação de um estudo de caso interrompido sobre a temática gerenciamento de RSU e seus impactos na agricultura. Ao final das atividades,

> os estudantes preencheram um quadro-síntese com informações a respeito do processo de resolução de caso, o qual foi avaliado buscando-se indícios acerca do conhecimento ambiental colocado em jogo no processo educativo e a associação dos mesmos aos ODS.

Os resultados alcançados demonstraram o potencial da aplicação do caso interrompido para discussão de aspectos que acabaram por propiciar o desenvolvimento de conhecimento ambiental, de

naturezas diversas, de graduandos em química, a saber: efeitos dos metais pesados no ambiente; legislação e gestão ambiental; qualidade do solo; gerenciamento de resíduos sólidos; remediação do solo.

É importante destacar que o referido conhecimento ambiental fornece subsídios para que vários ODS possam ser plenamente compreendidos pelos graduandos, facilitando, dessa forma, mudanças de atitudes e práticas por parte dos mesmos, tendo em vista o desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, a SD aqui relatada constitui-se em abordagem inovadora, voltada ao ensino de química, que traz em seu bojo elementos capazes de favorecer a incorporação da dimensão ambiental em cursos superiores dessa disciplina, seja de licenciatura ou de bacharelado, bem como promover mudanças comportamentais ecológicas.

Para futuras aplicações, sugere-se a apresentação e discussão com os estudantes das relações existentes entre as metas dos ODS e os conhecimentos demonstrados pelos mesmos durante a resolução do caso. Este procedimento não foi realizado nesta pesquisa tendo em vista a natureza da disciplina na qual os dados foram coletados, que destacava a comunicação científica e não as questões ambientais.

Ademais, a análise das percepções dos graduandos frente às atividades desenvolvidas apontou ainda para o entendimento da contribuição da SD no desenvolvimento de habilidades relevantes, tais como: trabalho em grupo, resolução de problemas, pensamento crítico e busca por informações.

#### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo 2018/23809-3) e ao Conselho Nacional

#### **Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020.* São Paulo: ABRELPE, 2020. 51 p.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.303/2001, de 6 de novembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, p. 25, 7 dez. 2001.

BURAK, D. L.; ANDRADE, F. V.; FONTES, M. P. F. e FERNANDES, R. B. A. Metais pesados em solos: aspectos gerais. *In:* POLANCZVK, R. A.; CECÍLIO, R. A.; MATTA, F. P.; SOARES, T. C. B.; PEZZOPANE, J. E. M.; CAMPANHARO, W. A. e OLIVEIRA, M. C. C. (Org.). *Estudos Avançados em Produção Vegetal.* 1 ed. Vitória, 2008, v. 32. p. 493-512.

DURSO, T. F.; LOPES, J. C. de J. e OTTO, H. R. A gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: análise da produção científica brasileira, no período de 2006-2016. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 9, 2017, São Paulo. *Anais Eletrônicos*.

FADIGAS, F. S.; SOBRINHO, N.; AMARAL, M. B.; MAZUR, N.; ANJOS, L. H. e FREIXO, A. A. Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, p. 699-705, 2006.

FADINI, P. S. e FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. *Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola*, v. 1, n. 1, p. 9-18, 2001.

FARIA, F. L. e FREITAS-REIS, I. A percepção de professores e alunos do ensino médio sobre a atividade estudo de caso. *Ciência & Educação*, v. 22, n. 2, p. 319–333, 2016.

FREITAS, L. P. S. e CAMPOS, A. F. Tendências de abordagem do método de estudo de casos no ensino-aprendizado das ciências: um olhar para o ensino de química. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 13, 2016, Florianópolis. *Anais Eletrônicos*.

FRICK, J.; KAISER, F. G. e WILSON, M. Environmental knowledge and conservation behaviour: Exploring prevalence and structure in a representative sample. *Personality and Individual Differences*, v. 37, p. 1597–1613, 2004.

HERREID, C. F. The interrupted case method. *Journal of College Science Teaching*, v. 35, n. 2, p. 4-5, 2005.

HERREID, C. F.; PRUD'HOMME-GÉNÉREUX A.;

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 304974/2020-0).

Mikeas Silva de Lima (qmikeas@gmail.com), doutorando do Programa Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP - BR. Ícaro Mota Oliveira (icaro.mio@hotmail.com), doutor em Ciências pela Universidade Federal de Alagoas e pós-doutorando do Instituto de Quimica de São Carlos. Maceió, AL – BR. Salete Linhares Queiroz (salete@iqsc.usp.br), doutora em Química pela Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" e professora no Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP - BR.

SCHILLER, N. A. e HERREID, C. W. What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all. *Journal of College Science Teaching*, v. 1, p. 60, 2016.

LIMA, V. F. e MERÇON, F. Metais pesados no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 4, p. 199-205, 2011.

LOZANO, R. Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 9–11, p. 787–796, 2006.

MAGNA, G. A. M.; MACHADO, S. L.; PORTELLA, R. B. e CARVALHO, M. F. Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-Bahia. *Química Nova*, v. 36, n. 7, p. 989-997, 2013.

MARANI, P. F.; SANTOS, M. C. G.; BALDAQUIM, M. J.; BEDIN, F. C.; FANTINELLI, M. e SILVEIRA, M. P. Desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências: publicações em eventos nacionais. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 2, p. 69-82, 2019.

MORAES, R.; RAMOS, M. G. e GALIAZZI, M. C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R. e MANCUSO, R. (Org.). Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2006. p. 85-108.

MORAES, R. e GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva. 2. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MORETTO, R. L. Análise de recalques do resíduo sólido urbano confinado em uma célula experimental e em lisímetros, considerando a biodegradação. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018. 402 f.

OLIZ, C. M.; PEREIRA, C. C.; VIEIRA, M. A.; RIBEIRO, A. S. e NUNES, A. M. Avaliação de tratamentos da amostra em microescala para a determinação de K, Mg, Na e Zn em carnes por técnicas de espectrometria atômica. *Química Nova*, v. 36, n. 7, p. 972-977, 2013.

PETILLION, R. J.; FREEMAN, T. K. e MCNEIL, W. S. United nations sustainable development goals as a thematic framework for an introductory chemistry curriculum. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 12, p. 2845-2851, 2019.

PIRES, E. A. C.; HENNRICH JUNIOR, E. J. e MOREIRA, A. L. O. R. O desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de Ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma reflexão a partir das atividades experimentais. *Revista Valore*, v. 3, p. 152–164, 2018.

POLETTO FILHO, J. A. e POLETTO, G. C. Incineração com recuperação energética, uma alternativa para destinação correta do resíduo sólido urbano. *Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM*, v. 10, n. 01, p. 402 – 417, 2017.

ROCZEN, N.; KAISER, F. G.; BOGNER, F. X. e WILSON, M.

A competence model for environmental education. *Environment and Behavior*, v. 46, n. 8, p. 972-992, 2014.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A. e QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007. SEGURA-MUÑOZ, S. I.; BOCIO, A.; TREVILATO, T. M. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M. e DOMINGO, J. L. Metal concentrations in soil in the vicinity of a municipal solid waste landfill with a deactivated medical waste incineration plant, Ribeirão Preto, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 73, n. 3, p. 575, 2004.

SEGURA-MUÑOZ, S. I.; OLIVEIRA, A. S.; NIKAIDO, M.; TREVILATO, T. M. B.; BOCIO, A.; TAKAYANAGUI, A. M. M. e DOMINGO, J. L. Metal levels in sugar cane (*Saccharum spp.*) samples from an area under the influence of a municipal landfill and a medical waste treatment system in Brazil. *Environment International*, v. 32, n. 1, p. 52-57, 2006.

SILVA, G. B. e QUEIROZ, S. L. Episódios históricos para o exercício da sensibilidade moral de licenciandos em química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, v. Extra, p. 2934-2938, 2021.

SOUZA, N. S. e QUEIROZ, S. L. Quadro analítico para discussões argumentativas em fóruns *on-line*: aplicação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 3, p. 145, 2018.

TAUCCAYA, O. J. B.; REYES, D. R. R.; MORE, L. A. V. e MENDOZA, P. C. O. Z. Environmental knowledge level in undergraduate students: University of San Pedro, Peru. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 24, e. 9, 2020.

ZUIN, V. G.. A dimensão ambiental e a Química Verde na formação inicial de professores de Química: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v. 8, p. 70-82, 2013.

**Abstract:** Interrupted Case Study in Promoting Undergraduate Chemistry Students' Environmental Knowledge: Urban Solid Waste in Focus. This paper aims to report the application of an interrupted case study on the theme of urban solid waste management carried out with undergraduate chemistry students. At the end of the activities, students filled in summary charts, which were analyzed aiming to comprehend the environmental knowledge involved and the extension of its association to targets established in the Sustainable Development Goals. Results indicated the relationship of environmental knowledge acquired by students with several targets, emphasizing those from the Responsible Consumption and Production Goal. Students' perceptions about the activity were also investigated, and the acknowledgment of developing various abilities was identified, such as teamwork, critical thinking and problem solving. **Keywords:** interrupted case study method, environmental knowledge, chemistry higher education.



A publicação deste artigo foi patrocinada pelo Conselho Federal de Química (CFQ)