

REVISEA

REVISTA SERGIPANA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Jogos didáticos e educação ambiental: uma abordagem para o ensino da resolução CONAMA nº 420/2009 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Didactic Games and Environmental Education: An Approach to Teaching CONAMA Resolution No. 420/2009 and the Sustainable Development Goals (SDGs)

Juegos Didácticos y Educación Ambiental: Un Enfoque para la Enseñanza de la Resolución CONAMA nº 420/2009 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Daniely Neckel ROSINI¹
Betel Cavalcante LOPES²
Caroline Aparecida Matias PIEREZAN³
Mari Lucia CAMPOS⁴

Submetido em: 12/03/2026

Aceito em: 27/08/2026

Publicado em: 11/09/2026

RESUMO

A preservação da qualidade do solo é essencial para o equilíbrio ambiental e a saúde pública. A Resolução CONAMA nº 420/2009, que dispõe sobre a qualidade dos solos, é um instrumento fundamental nesse contexto. No entanto, o

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina.

² Universidade do Estado de Santa Catarina.

³ Universidade do Estado de Santa Catarina.

⁴ Universidade do Estado de Santa Catarina.



conhecimento sobre essa norma ainda é pouco difundido na educação básica. A incorporação de jogos didáticos pode preencher essa lacuna, promovendo o aprendizado interdisciplinar e estimulando a conscientização ambiental entre os estudantes. Este artigo tem como objetivo propor jogos didáticos que conectem a Resolução CONAMA às metas dos ODS, facilitando a aprendizagem de sustentabilidade e educação ambiental. Alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), esses jogos integram conceitos científicos, legislação ambiental e os ODS, incentivando a cidadania ativa. Nesta pesquisa, foram desenvolvidos jogos como o jogo da memória da Resolução CONAMA nº 420/2009, que conecta termos e definições, o jogo de tabuleiro do desafio ambiental, onde os participantes enfrentam dilemas ligados à contaminação do solo, o jogo de cartas sobre a definição dos VRQs para Santa Catarina e uma proposta de debate com uma situação-problema de contaminação ambiental. Com uma abordagem lúdica e interativa, os jogos estimulam o pensamento crítico e fortalecem o entendimento sobre a importância do solo para a sustentabilidade. Assim, oferecem uma ferramenta eficaz para inserir a educação ambiental nas escolas, promovendo o engajamento de jovens com temas cruciais para o futuro do planeta.

Palavras-chave: Educação ambiental; Jogos didáticos; Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS); Qualidade do solo.

ABSTRACT

The preservation of soil quality is essential for environmental balance and public health. CONAMA Resolution No. 420/2009, which addresses soil quality, is a key instrument in this context. However, knowledge about this regulation is still not widely spread in basic education. The incorporation of educational games can fill this gap by promoting interdisciplinary learning and encouraging environmental awareness among students. This article aims to propose educational games that connect CONAMA Resolution to the SDG goals, facilitating the learning of sustainability and environmental education. Aligned with the National Common Curricular Base (BNCC), these games integrate scientific concepts, environmental legislation, and the SDGs, fostering active citizenship. In this research, games were developed such as the memory game of CONAMA Resolution No. 420/2009, which connects terms and definitions, the environmental challenge board game, where participants face dilemmas related to soil contamination, the card game about defining VRQs for Santa Catarina, and a debate proposal with a problem-situation on environmental contamination. With a playful and interactive approach, the games stimulate critical thinking and strengthen understanding of the importance of soil for sustainability. Thus, they offer an effective tool to introduce environmental education in schools, promoting young people's engagement with crucial topics for the future of the planet.

Keywords: Educational Games; Environmental Education; Soil Quality; Sustainable Development Goals (SDGs).



RESUMEN

La preservación de la calidad del suelo es esencial para el equilibrio ambiental y la salud pública. La Resolución CONAMA n° 420/2009, que establece disposiciones sobre la calidad de los suelos, es un instrumento fundamental en este contexto. Sin embargo, el conocimiento sobre esta normativa aún es poco difundido en la educación básica. La incorporación de juegos didácticos puede llenar este vacío, promoviendo el aprendizaje interdisciplinario y estimulando la concienciación ambiental entre los estudiantes. Este artículo tiene como objetivo proponer juegos didácticos que conecten la Resolución CONAMA con las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), facilitando el aprendizaje sobre sostenibilidad y educación ambiental. Alineados con la Base Nacional Común Curricular (BNCC), estos juegos integran conceptos científicos, legislación ambiental y los ODS, incentivando la ciudadanía activa. En esta investigación se desarrollaron juegos como el juego de memoria de la Resolución CONAMA n° 420/2009, que conecta términos y definiciones; el juego de mesa del desafío ambiental, en el que los participantes enfrentan dilemas relacionados con la contaminación del suelo; el juego de cartas sobre la definición de los VRQ para Santa Catarina; y una propuesta de debate basada en una situación-problema de contaminación ambiental. Con un enfoque lúdico e interactivo, los juegos estimulan el pensamiento crítico y fortalecen la comprensión sobre la importancia del suelo para la sostenibilidad. De este modo, ofrecen una herramienta eficaz para incorporar la educación ambiental en las escuelas, promoviendo el compromiso de los jóvenes con temas cruciales para el futuro del planeta.

Palabras clave: Calidad del suelo; Educación ambiental; Juegos didácticos; Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

1 INTRODUÇÃO

A educação ambiental tem um papel central na formação de cidadãos conscientes dos desafios ambientais, sendo a preservação da qualidade do solo um dos temas importantes, mas frequentemente negligenciado. A contaminação do solo por elementos-traço, como o mercúrio (Hg) e o selênio (Se), pode gerar impactos significativos para a saúde humana e para a sustentabilidade dos ecossistemas, exigindo uma abordagem educativa que prepare as novas gerações



para atuar na preservação e recuperação dos ambientes naturais (Carvalho et al., 2019).

Em 2009, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu a Resolução nº 420, que dispõe sobre critérios e valores orientadores da qualidade dos solos e orienta a determinação de Valores de Referência de Qualidade (VRQs) de substâncias químicas no solo, permitindo que cada estado brasileiro defina os próprios VRQs devido às particularidades pedológicas e geoquímicas regionais (Brasil, 2009). No entanto, há lacunas na aplicação desta resolução e na conscientização pública sobre a importância da qualidade do solo. A inclusão da Resolução CONAMA nº 420/2009 na educação básica, oferece uma oportunidade para integrar aspectos legais e técnicos ao currículo, estimulando uma visão sistêmica e crítica nos estudantes sobre as interações entre sociedade, legislação e ecossistemas.

Além disso, trabalhar sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nas escolas é uma abordagem essencial para promover a educação transformadora e engajada com os desafios globais contemporâneos (ONU, 2015). Por meio de práticas pedagógicas alinhadas aos ODS, os estudantes são incentivados a refletir sobre questões como erradicação da pobreza, igualdade de gênero, saúde e bem-estar, educação de qualidade e proteção ambiental, entre outros temas fundamentais. Além de ampliar a compreensão sobre interdependência global e sustentabilidade, essa abordagem possibilita a formação de cidadãos críticos, responsáveis e comprometidos com a construção de um futuro mais justo e sustentável. A escola, como espaço privilegiado de aprendizado, tem o potencial de transformar essas metas em ações práticas, conectando conteúdos curriculares a projetos, debates e atividades que desenvolvam competências para enfrentar os desafios contemporâneos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) destaca a importância de desenvolver nos estudantes competências gerais que promovam a cidadania ativa



e o pensamento crítico, especialmente em relação às questões socioambientais. Entre as competências propostas, está a de entender e utilizar os conhecimentos científicos e tecnológicos para tomar decisões responsáveis e fundamentadas que promovam a conservação ambiental e a sustentabilidade. Nesse sentido, a inclusão de temas como a qualidade do solo, os ODS e a Resolução CONAMA nº 420/2009 no currículo atende diretamente às orientações da BNCC, pois promove o aprendizado contextualizado e interdisciplinar, conectando a teoria científica aos desafios práticos enfrentados pela sociedade. Além disso, essa abordagem contribui para o fortalecimento de uma educação ambiental crítica e transformadora, alinhada às metas educacionais contemporâneas (Aquino; Iared, 2023).

O ensino sobre a conservação do solo com os ODS pode ser inserido nos currículos como um ponto de intersecção entre os conteúdos teóricos e os problemas ambientais práticos (Lal et al., 2021). Além disso, incluir legislação ambiental nos componentes curriculares estimula a formação de cidadãos ambientalmente responsáveis e críticos frente à exploração e preservação dos recursos naturais. Ao compreender a importância de limites seguros para substâncias químicas no solo, os alunos são incentivados a refletir sobre a necessidade de práticas de produção e consumo sustentáveis, desenvolvendo um entendimento mais amplo sobre os efeitos a longo prazo da contaminação e a importância das práticas de remediação e conservação do solo.

Uma forma de promover o aprendizado sobre a Resolução CONAMA nº 420/2009 e os ODS de forma interativa e prática é utilizar jogos como ferramenta pedagógica para desenvolver o entendimento crítico dos estudantes sobre a importância da conservação do solo e o controle de contaminações ambientais. Por meio de dinâmicas de jogo, espera-se que os alunos apliquem conhecimentos científicos e legais para resolver problemas ambientais simulados, estimulando habilidades de análise, tomada de decisão e entendimento das responsabilidades



de empresas e estados na preservação da qualidade do solo e na proteção da saúde pública e ambiental.

O uso de jogos didáticos na educação desempenha um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem, pois alia diversão e interação à construção do conhecimento. Esses recursos permitem que os estudantes explorem conceitos de forma prática e lúdica, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico, trabalho em equipe, resolução de problemas e criatividade (Parekh et al., 2021). Além disso, os jogos ajudam a despertar o interesse dos alunos e a tornar o aprendizado mais significativo, promovendo a construção do conhecimento. Para os professores, eles também são ferramentas valiosas para avaliar o desempenho e identificar dificuldades de forma dinâmica, contribuindo para um ambiente de ensino mais inclusivo e motivador. Quando integrados ao conceito de Saúde Única, os jogos didáticos permitem abordar de maneira interdisciplinar a relação entre saúde humana, animal e ambiental, incentivando uma visão holística e consciente sobre os desafios globais da sustentabilidade (Xie et al., 2017).

Diante desse contexto, o objetivo deste artigo é propor sugestões de jogos didáticos que integrem a aplicação prática da Resolução CONAMA às metas dos ODS, visando facilitar a aprendizagem dos conceitos relacionados à sustentabilidade e educação ambiental no contexto das práticas pedagógicas. Busca-se apresentar estratégias lúdicas e inovadoras que promovam o engajamento dos alunos, incentivem a reflexão crítica sobre questões ambientais e possibilitem a construção de soluções criativas e conscientes para os desafios socioambientais contemporâneos.



2 MÉTODO

Para a elaboração deste estudo, utilizou-se uma abordagem qualitativa, exploratória e aplicada, estruturada em três etapas principais: revisão bibliográfica, desenvolvimento das sugestões de jogos didáticos e avaliação pedagógica do material proposto.

Foi realizada uma análise de literatura sobre os seguintes temas: Resolução CONAMA nº 420/2009 (Brasil, 2009), impactos da contaminação do solo por elementos-traço, ODS relacionados à qualidade ambiental e o uso de jogos didáticos na educação. Fontes como artigos científicos, documentos oficiais e materiais pedagógicos foram consultadas para fundamentar as estratégias didáticas e estabelecer as conexões entre os solos, os ODS, os VRQs e o ensino.

Com base na revisão bibliográfica, foram elaborados protótipos de jogos didáticos voltados para a prática pedagógica em sala de aula. Os jogos foram projetados para abordar a intersecção entre a aplicação da Resolução CONAMA nº 420/2009 e as metas dos ODS. Entre os critérios para a criação dos jogos, destacaram-se: a adequação ao nível de educação básica, a acessibilidade dos materiais, a capacidade de estimular habilidades críticas e o alinhamento com as diretrizes curriculares nacionais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Proposta 1: Jogo da memória da resolução CONAMA nº 420: termos e definições

O jogo da memória tem como objetivo ensinar os termos e definições do sexto artigo da Resolução CONAMA nº 420/2009 de forma lúdica e interativa, promovendo a fixação dos conceitos e estimulando o aprendizado sobre a



legislação ambiental relacionada à qualidade do solo (Figura 1). Pode ser jogado individualmente ou em grupos. Para iniciar o jogo, todos os cartões devem estar embaralhados e dispostos com o lado escrito para baixo. Cada jogador, em sua vez, vira dois cartões, tentando encontrar o par correspondente interligando o termo e a definição. Se o jogador acertar o par, ele retira os cartões do tabuleiro e ganha um ponto. Caso não acerte, os cartões devem ser recolocados na mesma posição e a vez passa para o próximo jogador. O jogo termina quando todos os pares forem encontrados. O vencedor é o jogador ou grupo que tiver mais pares acumulados.



Figura 1 – Jogo da memória da Resolução CONAMA nº 420.

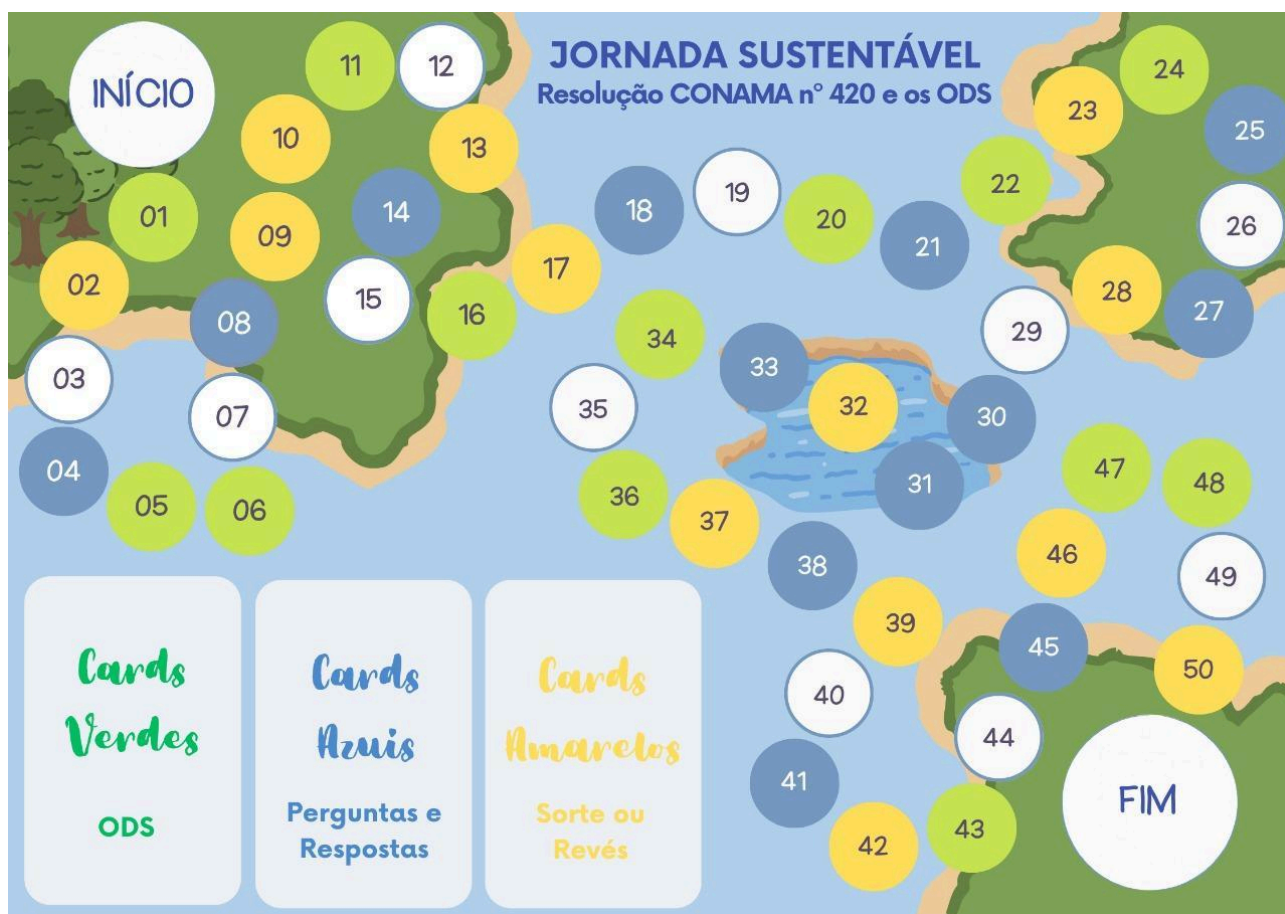
1. Avaliação de Risco 	2. Avaliação preliminar 	3. Bens a proteger 	4. Cenário de exposição padronizado 	5. Contaminação 	6. Fase livre 	7. Ingresso diário tolerável 	8. Investigação confirmatória 
1. Processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de relevante interesse ambiental a ser protegido.	2. Avaliação inicial, realizada com base nas informações históricas disponíveis e inspeção do local, com o objetivo principal de encontrar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área.	3. A saúde e o bem-estar da população; a fauna e a flora; a qualidade do solo, das águas e do ar; os interesses de proteção à natureza/paisagem; a infraestrutura da ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e ordem pública.	4. Padronização do conjunto de variáveis relativas à liberação das substâncias químicas de interesse, a partir de uma fonte primária ou secundária de contaminação; aos caminhos de exposição e às vias de ingresso no receptor considerado, para derivar os valores de investigação, em função dos diferentes usos do solo.	5. Presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico.	6. Ocorrência de substância ou produto imiscível, em fase separada da água.	7. É o aporte diário tolerável a seres humanos de uma substância presente no ar, na água, no solo ou em alimentos ao longo da vida, sem efeito deletério comprovado à saúde humana.	8. Etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação.
9. Investigação detalhada 	10. Limite de Detecção do Método-LDM 	11. Limite de Quantificação Praticável-LQP 	12. Limite de Quantificação da Amostra-LQA 	13. Monitoramento 	14. Nível Tolerável de Risco à Saúde Humana, para Substâncias Carcinogênicas 	15. Nível Tolerável de Risco à Saúde Humana, para Substâncias Não Carcinogênicas 	16. Perigo 
9. Etapa do processo de gerenciamento de áreas contaminadas, que consiste na aquisição e interpretação de dados em área contaminada sob investigação, a fim de entender a dinâmica da contaminação nos meios físicos afetados e a identificação dos cenários específicos de uso e ocupação do solo, dos receptores de risco existentes, dos caminhos de exposição e das vias de ingresso.	10. Menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado.	11. Menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente, com precisão e exatidão, pelo método utilizado.	12. Limite de Quantificação Praticável ajustado para as características específicas da amostra analisada.	13. Medição ou verificação, que pode ser contínua ou periódica, para acompanhamento da condição de qualidade de um meio ou das suas características.	14. Probabilidade de ocorrência de um caso adicional de câncer em uma população exposta de 100.000 indivíduos.	15. Aquele associado ao ingresso diário de contaminantes que seja igual ou inferior ao ingresso diário tolerável a que uma pessoa possa estar exposta por toda a sua vida.	16. Situação em que estejam ameaçadas a vida humana, o meio ambiente ou o patrimônio público e privado, em razão da presença de agentes tóxicos, patogênicos, reativos, corrosivos ou inflamáveis no solo ou em águas subterrâneas ou em instalações, equipamentos e construções abandonadas, em desuso ou não controladas.
17. Remediação 	18. Reabilitação 	19. Risco 	20. Valores Orientadores 	21. Valor de Referência de Qualidade-VRQ 	22. Valor de Prevenção-VP 	23. Valor de Investigação-VI 	24. Regional 
Uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando a remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes.	Ações de intervenção realizadas em uma área contaminada visando atingir um risco tolerável, para o uso declarado ou futuro da área.	É a probabilidade de ocorrência de efeito(s) adverso(s) em receptores expostos a contaminantes.	São concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea.	É a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos.	É a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais.	É a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.	Toda ocorrência que envolva dois ou mais estados.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

3.2 Proposta 2: Jogo desafio sustentável

O jogo “Desafio Sustentável: O Solo e os ODS” pode ser jogado tanto em um tabuleiro de mesa quanto em um espaço no chão (Figura 2). Dependendo da escolha do espaço, o tabuleiro e as regras podem ser adaptados para maior conforto e interação entre os jogadores. O objetivo do jogo é percorrer o tabuleiro, respondendo perguntas sobre a resolução CONAMA nº 420 e os ODS, enquanto aprende sobre a importância do solo na sustentabilidade ambiental. O primeiro jogador a chegar ao final do tabuleiro vence.

Figura 2 – Tabuleiro do jogo desafio sustentável: o solo e os ODS



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Cada jogador escolhe uma peça e a coloca na casa inicial. Os jogadores devem separar as cartas de ODS, as perguntas da resolução CONAMA e as cartas de sorte ou revés. Cada jogador joga o dado uma vez por turno e move sua peça o número de casas indicadas pelo dado. Na casa branca, o jogador permanece na casa e passa a vez. Quando o jogador cair em uma casa amarela, ele deve pegar uma carta de sorte ou revés e seguir as instruções descritas na carta (Figura 3). Quando cair em uma casa azul, o jogador deve responder a uma pergunta relacionada à resolução CONAMA (sobre as funções do solo, VRQs e classes de solos) (Figura 4). Se o jogador acertar a resposta avança uma casa e se errar volta duas casas. Quando cair em uma casa verde, o jogador deve tirar uma carta com um ODS relacionado ao solo e tentar relacioná-lo com as funções e características do solo (Figura 5). Se o jogador conseguir fazer a relação correta entre o ODS e o solo, avança uma casa e se errar, volta uma casa. O primeiro jogador a alcançar a última casa do tabuleiro, que pode ser marcada como “Fim”, será o vencedor.

Figura 3 – Cartas amarelas de sorte ou revés do jogo desafio sustentável: o solo e os ODS

SORTE 1. Diagnóstico Rápido e Eficiente Você realizou um diagnóstico ambiental detalhado e identificou uma área com contaminação por metais pesados. Graças ao seu planejamento, o custo da remediação foi reduzido. Benefício: Avance 2 casas.	SORTE 2. Parceria Estratégica Uma ONG ambiental oferece suporte técnico para o seu projeto de recuperação de solo. O trabalho ganha eficiência e você economiza recursos. Benefício: Jogue novamente.	SORTE 3. Solo Seguro Uma área urbana apresentou baixo risco de contaminação após análise. Você pode redirecionar recursos para outros projetos. Benefício: Pule duas casas.	SORTE 4. Educação Comunitária Você promoveu uma campanha de conscientização sobre o descarte correto de resíduos químicos, reduzindo os riscos de contaminação no solo da cidade. Benefício: Avance 3 casas.	SORTE 5. Tecnologia Inovadora Você implementou uma técnica de biorremediação (como o uso de plantas ou microrganismos) com sucesso, restaurando o solo contaminado rapidamente. Benefício: Jogue novamente.
SORTE 6. Níveis Controlados de Cádmio (Cd) Você monitorou uma área e confirmou que os níveis de cádmio estão abaixo do valor de prevenção (1,3 mg kg⁻¹). Não será necessária intervenção. Benefício: Avance 2 casas.	SORTE 7. Zinco (Zn) Dentro do Padrão Os níveis de zinco no solo agrícola estão adequados, permitindo o uso seguro da área para cultivo. Benefício: Escolha alguém para ficar uma rodada sem jogar.	SORTE 8. Baixos Níveis de Chumbo (Pb) Os estudos confirmaram que o solo apresenta valores de chumbo dentro dos limites seguros (72 mg kg⁻¹), reduzindo custos de monitoramento. Benefício: Avance 1 casa.	SORTE 9. Solo Seguro para Cultivo Os níveis de cobre (Cu) estão dentro do limite de prevenção (60 mg kg⁻¹), permitindo atividades agrícolas sem riscos à saúde humana. Benefício: Ande 3 casas.	SORTE 10. Uso Eficiente de Fertilizantes Graças ao controle preventivo, os níveis de níquel (Ni) no solo ficaram abaixo de 30 mg kg⁻¹, evitando a contaminação. Benefício: Jogue novamente.
REVÉS 1. Excesso de Arsênio (As) Foi detectado arsênio acima do valor de prevenção (15 mg kg⁻¹) em uma área agrícola. A contaminação impede o uso da área temporariamente. Problema: Perca 1 rodada para remediação.	REVÉS 2. Mercúrio (Hg) em Níveis Críticos Uma área foi diagnosticada com valores de mercúrio superiores ao limite de prevenção (0,5 mg kg⁻¹), exigindo medidas urgentes. Problema: Perca 2 rodadas resolvendo o problema.	REVÉS 3. Níveis Elevados de Cromo (Cr) O solo apresentou níveis de cromo acima de 75 mg kg⁻¹, afetando o planejamento urbano e exigindo estudos adicionais. Problema: Volte 2 casas.	REVÉS 4. Contaminação por Níquel (Ni) Uma área industrializada apresenta valores de níquel superiores ao limite de prevenção (30 mg kg⁻¹), inviabilizando novos projetos. Problema: Perca 1 rodada.	REVÉS 5. Poluição por Zinco (Zn) O descarte inadequado de resíduos fez com que os níveis de zinco ultrapassassem 300 mg kg⁻¹, comprometendo o solo e as águas subterrâneas. Problema: Volte 3 casas.
REVÉS 6. Descarte Irregular Um despejo clandestino de resíduos tóxicos foi encontrado em uma área urbana. Será necessário realizar análises e remediações. Problema: Perca 2 rodadas resolvendo o problema.	REVÉS 7. Contaminação Oculta Durante uma investigação, foi descoberto que uma antiga indústria química deixou resíduos perigosos enterrados no local. Problema: Volte 3 casas para resolver a contaminação.	REVÉS 8. Erro no Diagnóstico Um diagnóstico incorreto subestimou a gravidade da contaminação do solo em uma área crítica. Você precisa refazer os estudos. Problema: Volte 2 casas.	REVÉS 9. Falta de Recursos O custo da remediação de uma área contaminada é maior do que o previsto, comprometendo parte do seu orçamento. Problema: Perca uma rodada.	REVÉS 10. Conflito com a Comunidade Moradores locais protestaram contra o projeto de remediação, alegando falta de transparência. Será necessário negociar e reorganizar o cronograma. Problema: Perca 1 rodada para resolver a situação.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).



Figura 4 – Cartas azuis com perguntas sobre a resolução CONAMA nº 420 do jogo desafio sustentável: o solo e os ODS

1. Qual das opções abaixo NÃO está entre as funções do solo de acordo com a resolução CONAMA? a) Servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para organismos vivos. b) Promover a fixação de gases atmosféricos no solo. c) Atuar como filtro natural e meio de adsorção e transformação de substâncias químicas. d) Proteger as águas superficiais e subterrâneas.	2. De acordo com a resolução CONAMA, uma das funções do solo é: a) Regular diretamente as emissões de gases de efeito estufa. b) Manter o ciclo da água e dos nutrientes. c) Servir exclusivamente como fonte de alimentos. d) Garantir a eliminação total de resíduos sólidos urbanos.	3. A função do solo de "servir como fonte de recursos minerais" está relacionada a qual categoria principal? a) Sustentação de vida e habitat. b) Utilização econômica e territorial. c) Patrimônio natural, histórico e cultural. d) Fornecimento de bens primários de consumo.	4. Qual das opções abaixo descreve corretamente uma função cultural e histórica atribuída ao solo pela resolução CONAMA? a) Servir como meio para práticas recreacionais. b) Ser utilizado como tampão para poluentes químicos. c) Fornecer informações sobre o patrimônio natural e histórico. d) Proteger as águas subterrâneas.	5. A função do solo de "servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo" é essencial para qual área? a) Conservação ambiental. b) Produção agrícola. c) Práticas recreativas. d) Preservação cultural.
6. Qual das funções do solo está diretamente relacionada à regulação da qualidade da água? a) Servir como meio básico para práticas recreacionais. b) Atuar como filtro natural e tampão de substâncias químicas. c) Servir como fonte de recursos minerais. d) Constituir meio básico para a ocupação territorial.	7. A função do solo de "servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos" destaca sua importância em qual contexto? a) Cultural e histórico. b) Infraestrutura e desenvolvimento. c) Ciclo dos nutrientes. d) Produção de bens primários	8. Valores de Referência de Qualidade (VRQs) dos solos são estabelecidos com base: a) Na quantidade de matéria orgânica presente no solo. b) Na composição natural dos solos de uma região. c) Na produtividade agrícola associada ao solo. d) Na taxa de infiltração de água nos horizontes superficiais.	9. O Valor de Prevenção (VP) está relacionado a: a) A máxima concentração de substâncias que não representa risco à saúde humana e ao meio ambiente. b) O limite mínimo de nutrientes necessário para a fertilidade do solo. c) A capacidade do solo em suportar atividades recreacionais. d) A classificação de solos para ocupação urbana.	10. O Valor de Investigação (VI) é definido como: a) A concentração de substâncias que justifica a adoção de medidas de remediação imediata. b) O parâmetro que diferencia os solos arenosos e argilosos. c) O limite de contaminação que demanda avaliação mais detalhada dos riscos ambientais. d) O valor mínimo para a caracterização de um solo fértil.
11. De acordo com a resolução CONAMA, as quatro classes de solo quanto à qualidade ambiental são: a) Natural, agrícola, urbano e industrial. b) Classe 1 (Preservação), Classe 2 (Restrição de uso), Classe 3 (Intervenção) e Classe 4 (Descarte). c) Classe 1 (Preservação), Classe 2 (Prevenção), Classe 3 (Investigação) e Classe 4 (Remediação). d) Classe 1 (Uso irrestrito), Classe 2 (Uso restrito), Classe 3 (Contaminado) e Classe 4 (Contaminado com risco).	12. A classe 1 (Uso irrestrito) refere-se a solos que: a) Podem ser utilizados para qualquer atividade sem riscos à saúde humana ou ao meio ambiente. b) Possuem restrições severas para atividades agrícolas. c) Exigem medidas imediatas de remediação para descontaminação. d) São utilizados exclusivamente para práticas recreativas.	13. A classe 4 (Contaminado com risco confirmado) refere-se a solos que: a) Exigem monitoramento regular, mas não precisam de intervenção imediata. b) São inadequados para qualquer uso devido à presença de contaminação que representa risco à saúde humana ou ao meio ambiente. c) Podem ser utilizados para atividades econômicas sob condições controladas. d) Não apresentam risco significativo e estão em processo de recuperação.	14. A classe 2 (Uso restrito) aplica-se a solos que: a) Exigem remediação imediata antes de qualquer uso. b) Podem ser usados com restrições, dependendo da atividade e das concentrações de contaminantes. c) Estão livres de contaminantes e podem ser usados para qualquer finalidade. d) Não possuem relevância ambiental significativa.	15. Quais atividades são compatíveis com os solos classificados como Classe 3 (Contaminado)? a) Atividades recreativas e agrícolas sem restrições. b) Apenas atividades que não envolvam contato direto com o solo, mediante controle de riscos. c) Qualquer atividade, desde que monitorada periodicamente. d) Nenhuma atividade, pois o solo deve ser isolado.
16. Qual é o principal critério para determinar a classificação de um solo na Classe 4 (Contaminado com risco confirmado)? a) Presença de contaminantes que excedem o Valor de Investigação (VI). b) Evidências de impacto direto à saúde humana ou ao meio ambiente. c) Uso inadequado do solo em áreas agrícolas. d) Superação dos limites de matéria orgânica natural no solo.	17. Para o cumprimento dos procedimentos e ações no gerenciamento de áreas contaminadas, o órgão ambiental competente deverá: a) Definir, em conjunto com outros órgãos, ações emergenciais em casos de identificação de condições de perigo; definir os procedimentos de identificação e diagnóstico; b) Avaliar o diagnóstico ambiental; promover a comunicação de risco após a declaração da área como contaminada sob intervenção; c) Avaliar, em conjunto com outros órgãos, as propostas de intervenção da área; acompanhar, em conjunto com outros órgãos, as ações emergenciais, de intervenção e de monitoramento; avaliar a eficácia das ações de intervenção, e dar ampla publicidade e comunicar a situação da área ao proprietário, ao possuidor, ao Cartório de Registro de Imóveis da Comarca onde se insere o imóvel, bem como ao cadastro imobiliário das prefeituras e do Distrito Federal. d) Todas as alternativas estão corretas.	18. As alternativas de intervenção para reabilitação de áreas contaminadas poderão contemplar, de forma não excludente, as seguintes ações, exceto: a) Eliminação de perigo ou redução a níveis toleráveis dos riscos à segurança pública, à saúde humana e ao meio ambiente; b) Zoneamento e restrição dos usos e ocupação do solo e das águas superficiais e subterrâneas; c) Aplicação de técnicas de remediação; e monitoramento. d) Ignorar os riscos ao meio ambiente.	19. Os responsáveis pela contaminação da área devem submeter ao órgão ambiental competente proposta para a ação de intervenção a ser executada sob sua responsabilidade, devendo a mesma, obrigatoriamente, considerar: a) O controle ou eliminação das fontes de contaminação; o uso atual e futuro do solo da área objeto e sua circunvizinhança; b) A avaliação de risco à saúde humana; as alternativas de intervenção consideradas técnica e economicamente viáveis e suas consequências; c) O programa de monitoramento da eficácia das ações executadas; e os custos e os prazos envolvidos na implementação das alternativas de intervenção propostas para atingir as metas estabelecidas; d) Todas as alternativas estão corretas.	20. A resolução que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo, quanto à presença de substâncias químicas, estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias. Qual das alternativas abaixo descreve corretamente o objetivo dessa resolução? a) Estabelecer práticas de manejo agrícola para aumentar a fertilidade do solo. b) Regular o uso de fertilizantes e pesticidas em áreas urbanas. c) Definir critérios para avaliar a qualidade do solo e gerenciar áreas contaminadas devido a atividades humanas. d) Proteger solos naturais de interferência humana e suas capacidades de retenção de carbono.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 5 – Cartas verdes com diversos ODS do jogo desafio sustentável: o solo e os ODS



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

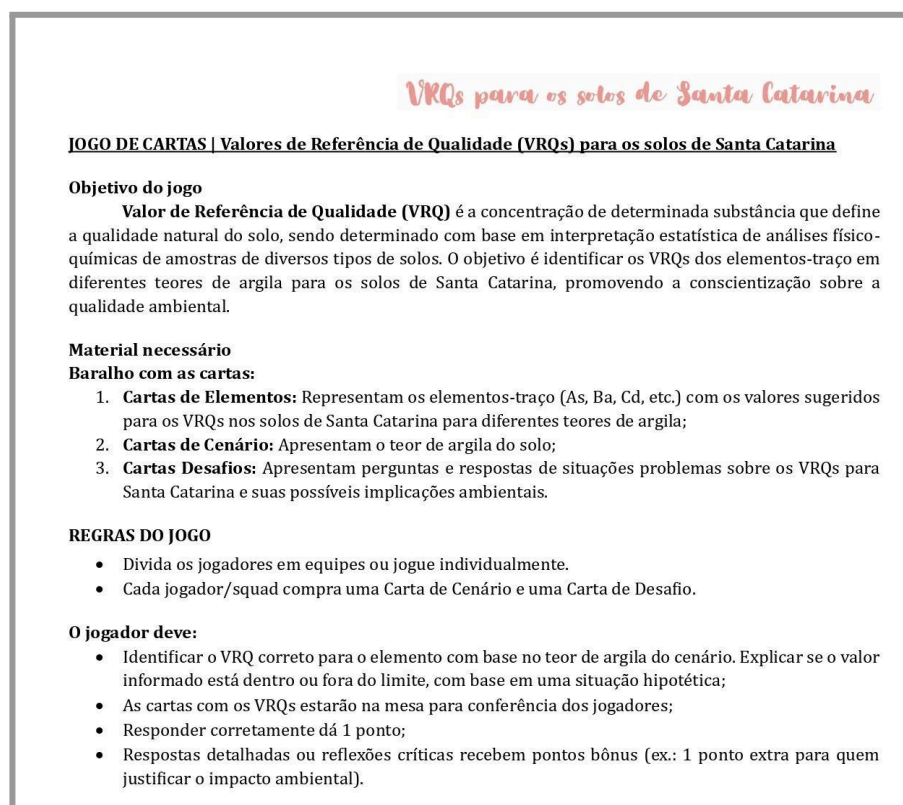
Esse jogo pode ser jogado em grupos de estudantes a partir dos anos finais do ensino fundamental até o ensino superior e serve como uma ferramenta

educacional para ensinar sobre o solo, a importância da sua preservação e a conexão com os ODS. Ele proporciona uma maneira interativa e divertida de aprender sobre questões ambientais e sustentabilidade.

3.3 Proposta 3: Jogo de Cartas: Valores De Referência De Qualidade (VRQ) para os solos De Santa Catarina

O objetivo desse jogo é identificar os VRQs dos elementos-traço em solos com diferentes teores de argila determinados para o estado de Santa Catarina, promovendo a conscientização sobre qualidade ambiental. As instruções do jogo estão descritas na Figura 6 e o jogo foi idealizado com base na Portaria nº 164/2025 do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA-SC) (Santa Catarina, 2025).

Figura 6 – Instruções do jogo de cartas dos VRQs para Santa Catarina



Fonte: Elaborado pela autora (2026).



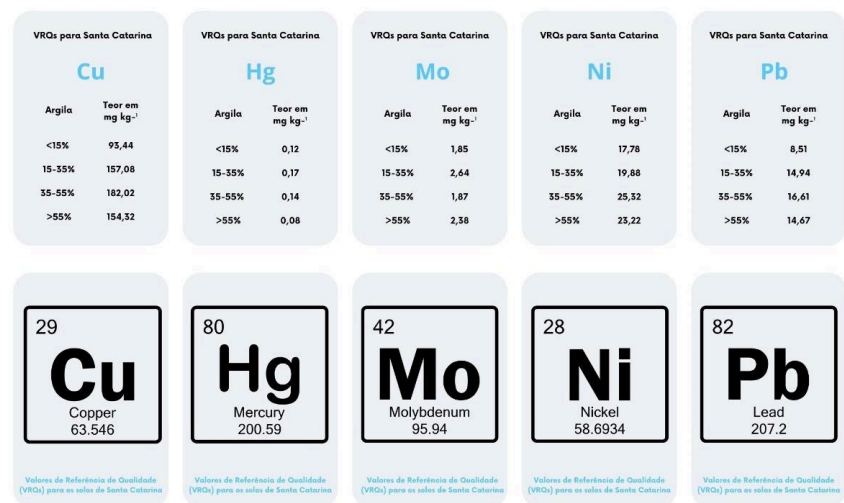
O jogo tem as cartas de cenário, que apresentam o teor de argila do solo (<15%, 15–35%, 35–55%, >55%) (Figura 7); as cartas de elementos, que representam os elementos-traço com os valores VRQ para diferentes teores de argila (Figuras 8 e 9); e as “cartas desafios” com perguntas e respostas de situações problemas sobre os VRQs para Santa Catarina e suas possíveis implicações ambientais (Figuras 10 e 11).

Figura 7 – Cartas de cenários com os teores de argila para classificação dos VRQs para Santa Catarina do jogo de cartas



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 8 – Cartas dos elementos-traço com os VRQs para Santa Catarina do jogo de cartas



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 9 – Cartas dos elementos-traço com os VRQs para Santa Catarina do jogo de cartas

VRQs para Santa Catarina

As

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	5,38
15-35%	9,09
35-55%	10,98
>55%	11,75

VRQs para Santa Catarina

Ba

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	35,42
15-35%	139,89
35-55%	97,45
>55%	57,54

VRQs para Santa Catarina

Cd

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	0,10
15-35%	0,13
35-55%	0,11
>55%	0,12

VRQs para Santa Catarina

Co

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	22,41
15-35%	40,10
35-55%	79,02
>55%	39,78

VRQs para Santa Catarina

Cr

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	33,02
15-35%	32,24
35-55%	53,18
>55%	42,32

33

As

Arsenic
74.92159

56

Ba

Barium
137.327

48

Cd

Cadmium
112.411

27

Co

Cobalt
58.9332

24

Cr

Chromium
51.9961

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

VRQs para Santa Catarina

Sb

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	0,40
15-35%	0,57
35-55%	0,51
>55%	0,57

VRQs para Santa Catarina

Se

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	4,40
15-35%	2,09
35-55%	1,29
>55%	1,24

VRQs para Santa Catarina

V

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	214,14
15-35%	321,52
35-55%	385,40
>55%	402,08

VRQs para Santa Catarina

Zn

Argila	Teor em mg kg ⁻¹
<15%	78,14
15-35%	60,88
35-55%	68,17
>55%	46,12

51

Sb

Antimony
121.760

34

Se

Selenium
78.96

23

V

Vanadium
50.9415

30

Zn

Zinc
65.39

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Valores de Referência de Qualidade (VRQs) para os solos de Santa Catarina

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 10 – Cartas de desafios com perguntas e respostas do jogo de cartas dos VRQs para Santa Catarina

PERGUNTA Foco no Bário (Ba) O VRQ do bário (Ba) aumenta de 35 mg kg⁻¹ em solos arenosos para 402 mg kg⁻¹ em solos argilosos. Explique o motivo dessa variação.	PERGUNTA Cartão Curiosidade Você sabia que solos argilosos podem reter contaminantes por décadas? Explique como o teor de argila influencia essa capacidade de retenção.	PERGUNTA Desafio de Poluição Local Um relatório aponta que o teor de arsênio (As) em um solo agrícola é de 12 mg kg⁻¹, com 40% de argila. Isso é aceitável? Quais ações poderiam ser tomadas se esse valor ultrapassasse o VRQ?	PERGUNTA Conexão com a Água Um solo com <15% de argila foi contaminado por cádmio (Cd). Explique como a lixiviação pode afetar os recursos hídricos da região.	PERGUNTA Explorando o Zinco (Zn) Por que o VRQ do zinco diminui em solos com alto teor de argila (>55%)? Como essa informação é útil na agricultura?
RESPOSTA Foco no Bário (Ba) O aumento do VRQ do bário em solos argilosos ocorre porque esses solos têm maior capacidade de reter esse elemento devido à interação com as partículas finas e cargas elétricas da argila.	RESPOSTA Cartão Curiosidade A alta capacidade de retenção da argila permite que contaminantes fiquem presos por décadas, o que é benéfico para evitar a poluição das águas, mas pode ser preocupante em áreas de contaminação crônica.	RESPOSTA Desafio de Poluição Local O VRQ do arsênio (As) para solos com 35–55% de argila é 10,98 mg kg⁻¹. Como o solo apresenta 12 mg kg⁻¹, está acima do limite. Estratégias como biorremediação podem ajudar a reduzir a contaminação.	RESPOSTA Conexão com a Água Em solos arenosos (<15% de argila), o cádmio (Cd) não é retido com eficiência e pode ser lixiviado, contaminando lençóis freáticos e rios próximos.	RESPOSTA Explorando o Zinco (Zn) O VRQ do zinco diminui em solos argilosos (>55%) porque o excesso de argila pode adsorver zinco em formas menos disponíveis, reduzindo o limite seguro.
PERGUNTA Desafio do Arsênio (As) Um solo arenoso (<15% de argila) apresenta 7 mg kg⁻¹ de arsênio (As). Este valor está dentro do VRQ? Que riscos isso representa?	PERGUNTA Desafio Solo Agrícola e Chumbo Um solo agrícola apresenta 60 mg kg⁻¹ de chumbo (Pb) e possui 20% de argila. Qual a relação entre o teor de argila e a retenção desse elemento? Esse valor está dentro do VRQ?	PERGUNTA Desafio Cádmio em Alta Concentração Por que o VRQ do cádmio (Cd) é tão baixo em todos os solos, independentemente do teor de argila?	PERGUNTA Desafio Impacto do Teor de Argila no Zinco Explique por que o VRQ do zinco (Zn) é maior em solos com <15% de argila em comparação a solos com >55%.	PERGUNTA Desafio Poluição por Vanádio (V) Em uma área industrial, o teor de vanádio (V) em um solo com 50% de argila foi de 450 mg kg⁻¹. Como isso se compara ao VRQ e quais as possíveis fontes de contaminação?
RESPOSTA Desafio do Arsênio (As) O VRQ do arsênio para solos arenosos é 5,38 mg kg⁻¹. Como o solo apresenta 7 mg kg⁻¹, está acima do limite, indicando risco potencial de contaminação. Solos arenosos têm baixa retenção, aumentando a chance de o arsênio alcançar águas subterrâneas e representar risco para a saúde humana.	RESPOSTA Desafio Solo Agrícola e Chumbo O VRQ para chumbo (Pb) em solos com 15–35% de argila é 66,81 mg kg⁻¹. Como o solo apresenta 60 mg kg⁻¹, está dentro do limite. A argila ajuda a reter o chumbo, reduzindo sua mobilidade, mas mesmo assim, o Pb pode ser tóxico para a saúde em longo prazo.	RESPOSTA Desafio Cádmio em Alta Concentração O cádmio é altamente tóxico mesmo em pequenas quantidades. Ele pode ser absorvido pelas plantas e acumulado na cadeia alimentar, apresentando riscos graves à saúde humana e ambiental, o que justifica seus VRQs baixos.	RESPOSTA Desafio Impacto do Teor de Argila no Zinco Em solos arenosos (<15% de argila), o zinco é mais móvel devido à baixa capacidade de retenção, permitindo valores maiores para o VRQ. Já em solos muito argilosos (>55%), o zinco é mais retido, e o VRQ diminui para evitar o acúmulo excessivo.	RESPOSTA Desafio Poluição por Vanádio (V) O VRQ para vanádio em solos com 35–55% de argila é 385,40 mg kg⁻¹. O valor de 450 mg kg⁻¹ está acima do limite, indicando contaminação. Fontes possíveis incluem emissões industriais, resíduos de petróleo ou fertilizantes fosfatados.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 11 – Cartas de desafios com perguntas e respostas do jogo de cartas dos VRQs para Santa Catarina

PERGUNTA Impacto na Saúde O solo de uma horta comunitária apresenta 12 mg kg⁻¹ de chumbo (Pb) em uma área com 10% de argila. Explique o impacto potencial disso para a saúde humana.	PERGUNTA Retenção de Selênio (Se) Por que o selênio (Se) apresenta menores VRQs em solos com altos teores de argila, enquanto outros elementos aumentam?	PERGUNTA Curiosidade Geológica Em áreas com solos ricos em argila (>55%), o elemento vanádio (V) é encontrado em maior concentração. Explique como isso ocorre.	PERGUNTA Solo Contaminado Em uma área agrícola, o solo tem 32 mg kg⁻¹ de cromo (Cr) e 30% de argila. Está dentro do limite? Quais práticas podem reduzir o impacto do cromo no ambiente?	PERGUNTA Desafio Prático Determine se um solo com 25% de argila e 50 mg kg⁻¹ de zinco (Zn) está dentro do VRQ. Justifique com base nas características do solo.
RESPOSTA Impacto na Saúde O VRQ do chumbo (Pb) para solos com <15% de argila é 58,71 mg/kg. Como o solo apresenta 12 mg kg⁻¹, está dentro do limite. No entanto, o Pb é tóxico, e mesmo valores baixos podem representar risco, especialmente em hortas.	RESPOSTA Retenção de Selênio (Se) O selênio (Se) apresenta VRQs menores em solos mais argilosos porque, em altas concentrações de argila, ele pode ser retido em formas menos disponíveis para o ambiente, o que diminui seu limite.	RESPOSTA Curiosidade Geológica O vanádio (V) é retido mais eficientemente em solos argilosos devido à sua interação com minerais específicos da argila, que possuem alta capacidade de adsorção.	RESPOSTA Solo Contaminado O VRQ do cromo (Cr) para solos com 15–35% de argila é 32,24 mg kg⁻¹. Como o solo apresenta 32 mg kg⁻¹, está no limite. Práticas como manejo adequado de resíduos e controle de fertilizantes podem minimizar os impactos.	RESPOSTA Desafio Prático O VRQ do zinco (Zn) para solos com 15–35% de argila é 68,50 mg kg⁻¹. Como o solo apresenta 50 mg kg⁻¹, está dentro do limite e não há risco aparente.
PERGUNTA Desafio Ambiental O solo de uma área de Santa Catarina tem 20% de argila e apresenta 0,15 mg/kg de cádmio (Cd). Esse valor está dentro do VRQ? Explique.	PERGUNTA Comparação de Solos Por que os solos com >55% de argila têm VRQs mais altos para alguns elementos, como Arsênio (As), em comparação aos solos com <15% de argila?	PERGUNTA Elemento em Excesso Um agricultor detectou 35 mg kg⁻¹ de cobre (Cu) em um solo com 15% de argila. Esse valor está adequado? O que isso pode significar para a fertilidade do solo?	PERGUNTA Mobilidade no Solo Explique por que o mercúrio (Hg) tende a ter VRQs baixos em todos os tipos de solo.	PERGUNTA Foco no Níquel (Ni) O teor de níquel em um solo argiloso (45% de argila) é de 28 mg kg⁻¹. Qual o risco ambiental, considerando o VRQ?
RESPOSTA Desafio Ambiental O VRQ para cádmio (Cd) em solos com 15–35% de argila é 0,13 mg kg⁻¹. Como o teor do solo é 0,15 mg kg⁻¹, ele ultrapassa o limite. Isso pode indicar contaminação, possivelmente devido ao uso de fertilizantes ou resíduos industriais.	RESPOSTA Comparação de Solos Solos mais argilosos têm maior capacidade de adsorver elementos-traço devido à alta superfície específica da argila e à presença de cargas negativas, que ajudam a reter os metais. Isso aumenta os VRQs, mais altos para alguns elementos, como Arsênio (As), em comparação aos solos com <15% de argila.	RESPOSTA Elemento em Excesso O VRQ do cobre (Cu) para solos com 15–35% de argila é 108,22 mg kg⁻¹. Como o solo tem 35 mg kg⁻¹, está dentro do limite. No entanto, é importante monitorar, pois o excesso de cobre pode ser tóxico para plantas e organismos do solo.	RESPOSTA Mobilidade no Solo O mercúrio (Hg) é altamente tóxico e sua mobilidade é influenciada por processos biogeoquímicos. Mesmo em pequenas concentrações, pode causar sérios impactos ambientais e à saúde, o que justifica VRQs baixos.	RESPOSTA Foco no Níquel (Ni) O VRQ do níquel (Ni) para solos com 35–55% de argila é 25,32 mg kg⁻¹. Como o teor do solo é 28 mg kg⁻¹, está ligeiramente acima do limite, indicando possível contaminação que deve ser investigada.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

As cartas dos VRQs ficam dispostas na mesa, com os valores virados para baixo. Cada jogador compra uma carta de cenário e uma carta de desafio. O jogador deve identificar o VRQ correto para o elemento com base no teor de argila do cenário e explicar se o valor informado está dentro ou fora do limite, com base em uma situação hipotética. As cartas com os VRQs estarão na mesa para conferência dos jogadores. Responder corretamente dá um ponto. Respostas detalhadas ou reflexões críticas recebem pontos bônus. Vence quem atingir uma maior pontuação no final do jogo.

Este jogo didático sobre os VRQs de elementos-traço em solos para Santa Catarina foi idealizado para conectar conhecimentos científicos a uma abordagem lúdica e interativa. Ele promove o aprendizado de temas como qualidade ambiental, ciência do solo e os impactos de elementos-traço na saúde e no ambiente, de forma dinâmica e envolvente. Os desafios propostos estimulam a interpretação de dados, a aplicação de conceitos teóricos e a reflexão sobre problemas ambientais reais. As cartas oferecem flexibilidade, podendo ser adaptadas para diversas idades e níveis de ensino. Portanto, esse jogo contribui para formar cidadãos mais conscientes e comprometidos com a preservação dos recursos naturais.

3.4 Proposta 4: Debate sobre contaminação ambiental

É essencial que os alunos compreendam a Resolução CONAMA nº 420 e a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), que regulamenta as sanções para infrações contra o meio ambiente. A partir da análise de casos simulados de contaminação do solo, os estudantes podem debater e entender as responsabilidades legais de empresas e indivíduos na preservação da qualidade do solo. Isso fortalece a formação de uma postura crítica em relação às práticas



ambientais e ao papel do estado e da sociedade na regulamentação e proteção do solo como um recurso ambiental essencial.

Os objetivos do debate são avaliar as responsabilidades legais e morais da indústria envolvida; propor uma estratégia para responsabilizar a empresa conforme a Lei de Crimes Ambientais e a Resolução CONAMA nº 420; discutir como o conhecimento técnico sobre VRQs pode guiar a remediação do solo e a preservação da saúde pública; e sugerir políticas preventivas para evitar situações semelhantes no futuro.

Os estudantes receberão o seguinte problema: “Em uma cidade do interior de Santa Catarina, moradores de uma comunidade rural próxima a uma indústria de produtos químicos notaram alterações no solo e na vegetação ao redor de suas propriedades. Plantas estão murchando, o solo apresenta manchas incomuns e algumas nascentes de água começaram a exibir um odor estranho. Relatórios preliminares indicam a presença elevada de metais pesados, como mercúrio (Hg) e cádmio (Cd), elementos que ultrapassam os Valores de Prevenção (VP) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 420 para essa região. Após uma inspeção ambiental, foi descoberto que a indústria local descartou resíduos químicos diretamente no solo, sem seguir o protocolo adequado. Isso gerou uma grande preocupação na comunidade, pois a água potável pode estar comprometida, colocando em risco a saúde pública e os meios de subsistência locais.”

A turma terá dois grupos: o que defende a empresa e o que defende as questões ambientais. Cada estudante terá uma profissão, que eles irão escolher, como biólogo, prefeito, comerciante, empresário, advogado, médico, entre outros. Eles irão defender seu ponto de vista de acordo com a profissão que exercerão, levando em consideração os pilares ambiental, social e econômico do desenvolvimento sustentável (Pinheiro; Mingori, 2023). O professor é o mediador do debate, estabelecendo tempo para cada grupo e oportunidades de respostas.



De forma orientada, os estudantes devem analisar e debater a situação, considerando a Lei de Crimes Ambientais, nº 9.605/1998 e discutindo as possíveis penalidades que a indústria pode enfrentar devido ao descarte inadequado de resíduos. Quais artigos da lei podem ser aplicados neste caso? A legislação prevê penalidades específicas para empresas que contaminam o solo? A Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) estabelece penalidades para práticas que causem degradação ambiental. Neste caso, o descarte inadequado de resíduos contendo metais pesados como Hg e Cd representa uma violação desta lei. A aplicação desta lei busca tanto a responsabilização da empresa quanto a prevenção de futuras infrações. Deve-se dar atenção principalmente aos artigos 54, 60, 62, 67 e 68 da lei de crimes ambientais (Brasil, 1998), que tratam dos crimes de poluição que possam colocar em risco a saúde pública ou causar degradação ambiental severa, aumentando a gravidade devido à exposição direta da população à contaminação do solo e da água, sobre o descarte inadequado não possuía as devidas licenças ambientais ou autorização para o manejo e descarte de substâncias químicas, danos à vegetação ou a áreas de preservação e a punição pela empresa desrespeitar normas específicas estabelecidas por órgãos ambientais, como a Resolução CONAMA nº 420, que orienta sobre limites e descarte seguro de contaminantes no solo.

Outra questão importante para ser levantada é: “Que obrigações a resolução impõe sobre empresas e estados para assegurar a qualidade do solo?”. Os estudantes devem debater as consequências da contaminação para a saúde pública e para a economia da comunidade, considerando que cada grupo deve apresentar uma proposta de ação para mitigar os danos causados ao solo e evitar novas contaminações.

A resolução CONAMA nº 420/2009 estabelece que os VRQs para os solos devem ser definidos com base em valores naturais encontrados em áreas pouco ou nenhuma interferência humana. A resolução determina que cada estado tem a



obrigação de estabelecer os VRQs regionais com base em suas características pedológicas e geoquímicas, até o ano de 2014. O prazo passou, mas a necessidade de adequação continua (Brasil, 2009). Esses valores são usados para identificar a qualidade do solo e para monitorar áreas contaminadas.

As empresas, especialmente aquelas com atividades potencialmente poluidoras, como mineração, agricultura intensiva, e indústrias químicas, têm várias obrigações para garantir a qualidade do solo. As empresas devem realizar monitoramentos periódicos da qualidade do solo, especialmente em áreas onde suas atividades possam gerar impactos significativos na contaminação do solo. Isso inclui o controle de metais pesados, produtos químicos agrícolas e outros contaminantes. Se a atividade industrial ou agrícola resultar em contaminação que ultrapasse os VRQs, as empresas devem implementar medidas corretivas. Isso pode incluir a remediação do solo, a substituição de solo contaminado ou a remoção de resíduos perigosos. A responsabilidade pela reparação dos danos ambientais causados por atividades industriais é uma obrigação legal (Brasil, 2009).

A resolução prevê que, as seguintes medidas corretivas podem ser exigidas de empresas ou indústrias. Pode ser exigido que a empresa ou indústria aplique técnicas para reduzir ou eliminar os contaminantes do solo, restabelecendo suas condições naturais. As principais técnicas de remediação incluem a biorremediação, com organismos, como bactérias ou fungos, para decompor ou imobilizar os contaminantes; a fitoextração, usando plantas específicas são utilizadas para absorver metais pesados e outros contaminantes presentes no solo ou a remoção física do solo contaminado. A resolução também estabelece que as empresas que não cumprirem as obrigações de remediação ou monitoramento podem ser penalizadas. A fiscalização por parte dos órgãos ambientais é fundamental para garantir a efetividade das medidas e a adequação à legislação. As consequências podem incluir multas e sanções financeiras, interdição das



atividades até que o problema seja resolvido e ações legais para responsabilizar as empresas pela degradação ambiental (Liu et al., 2018).

Vale ressaltar que, além das obrigações legais, a empresa tem responsabilidade moral com a comunidade. Deve-se garantir o acesso à água potável e segura aos moradores locais e desenvolver campanhas de conscientização sobre os riscos de exposição aos contaminantes. A empresa poderia também financiar projetos de recuperação ambiental e programas de educação ambiental na região, como forma de promover a conscientização sobre práticas sustentáveis e recuperação do solo (Loubet, 2023).

Para prevenir situações semelhantes, a empresa poderia adotar protocolos rigorosos de descarte e tratamento de resíduos, seguindo os parâmetros estabelecidos pelas legislações ambientais; auditorias ambientais periódicas para garantir que as operações estejam em conformidade com as normas; e parcerias com especialistas e instituições locais para desenvolver projetos de educação ambiental, que ajudem a comunidade a entender os riscos da contaminação do solo e as melhores práticas de preservação ambiental (Oliveira et al., 2024).

A aplicação rigorosa da Lei de Crimes Ambientais e da Resolução CONAMA nº 420/2009 é essencial para assegurar que a indústria responda adequadamente pelos danos causados e evite futuras infrações. A remediação do solo e o monitoramento contínuo devem ser priorizados para restaurar a qualidade ambiental da área rural e proteger a saúde pública. Além disso, a implementação de políticas de prevenção e o apoio a projetos de educação ambiental podem contribuir para o desenvolvimento sustentável e para a conscientização da comunidade sobre a importância de práticas responsáveis no manejo de resíduos. Essa situação-problema permite que os alunos discutam a aplicação prática das legislações ambientais, desenvolvam um entendimento sobre como os VRQs impactam a saúde pública e compreendam a importância de uma gestão responsável dos recursos ambientais.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de jogos didáticos no ensino básico, com foco na Resolução CONAMA nº 420/2009 e nos ODS, oferece uma abordagem inovadora e eficiente para abordar questões complexas como a contaminação do solo e a preservação ambiental. Essa estratégia permite conectar conceitos científicos e legais ao cotidiano dos estudantes, promovendo o aprendizado significativo, o desenvolvimento de competências previstas na BNCC e a formação de cidadãos críticos e ambientalmente responsáveis. Portanto, este trabalho destaca o potencial do uso de jogos didáticos para ampliar a compreensão dos alunos sobre as interações entre sociedade, legislação e ecossistemas, ao mesmo tempo em que contribui para a construção de uma consciência ambiental fundamentada na ciência e na ética. A proposta apresentada pode servir como ponto de partida para novas iniciativas pedagógicas, ampliando o diálogo entre o conhecimento científico, as práticas educativas e as demandas por um futuro sustentável.

REFERÊNCIAS

AQUINO, B. A. S. DE; IARED, V. Educação ambiental e BNCC: uma análise dos estudos publicados. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 10, p. 1–17, 27 out. 2023.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular(BNCC). Brasília: MEC. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm.



Acesso em: 18 nov. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009**, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas subst. Brasília, DF, 2009.

CARVALHO, G. S. et al. Selenium and mercury in Brazilian Cerrado soils and their relationships with physical and chemical soil characteristics. **Chemosphere**, v. 218, p. 412–415, 1 mar. 2019.

LAL, R. et al. Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective. **Geoderma Regional**, v. 25, 1 jun. 2021.

LIU, L. et al. Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. **Science of the Total Environment**, v. 633, p. 206–219, 15 ago. 2018.

LOUBET, L.; CATELLAN, L. **Dano ambiental na América Latina: elementos normativos importantes na implementação da Responsabilidade penal e civil**. Conhecimento Livraria e Distribuidora, 2023.

OLIVEIRA, R. et al. SEGURO AMBIENTAL: A APLICABILIDADE DA LEGISLAÇÃO ÀS DEMANDAS AMBIENTAIS. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1661-1679, 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 18 nov. 2024.

PAREKH, P. et al. Board game design: an educational tool for understanding environmental issues. **International Journal of Science Education**, v. 43, n. 13, p. 2148–2168, 2021.

PINHEIRO, D.; MINGORI, F. A tecnologia como pilar para o empreendedorismo sustentável. **Navus: Revista de Gestão e Tecnologia**, n. 13, p. 1-14, 2023.

SANTA CATARINA. Instituto do Meio Ambiente (IMA). **Portaria nº 164, de 2025**. Atualiza os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) para solos no Estado de Santa Catarina e estabelece parâmetros técnicos para o monitoramento e a gestão da qualidade do solo. Florianópolis: IMA, 2025.



XIE, T. et al. A system dynamics approach to understanding the One Health concept. **PLoS ONE**, v. 12, n. 9, 1 set. 2017.

