

# PROPOSTA DE ENSINO DE BIOTECNOLOGIA CINZA: UM JOGO DE TABULEIRO ACERCA DE PONTA GROSSA, PARANÁ

Jéssica Alessandra Hungaro<sup>1</sup>

Gabriela Dalzoto Mazzutti<sup>2</sup>

Mariana Isabeli Valentim<sup>3</sup>

Lia Maris Orth Ritter Antiqueira<sup>4</sup>

Danislei Bertoni<sup>5</sup>

**Resumo:** O campo de estudo da biotecnologia é amplo e, devido ao contexto de problemática ambiental vivenciado atualmente, algumas temáticas se apresentam como elementos fundamentais para reflexão em sala de aula; entre estas, a conservação dos corpos hídricos e o correto direcionamento dos resíduos e efluentes. Nesse contexto, a classificação da biotecnologia por meio das cores proporciona uma compreensão facilitada da relação entre os processos biológicos e os avanços científicos e tecnológicos. Este trabalho apresenta um jogo de tabuleiro como proposta para o ensino de Ciências e Biologia, com foco nas contribuições desse recurso didático na articulação entre temáticas vinculadas à Biotecnologia e à Educação Ambiental.

**Palavras-chave:** Biotecnologia; Educação Ambiental; Jogos de Tabuleiro; Ponta Grossa.

**Abstract:** The field of study of biotechnology is wide and, due to the context of environmental problems currently experienced, some themes present themselves as fundamental elements for reflection in the classroom; among these, the conservation of water bodies and the correct disposal of waste and effluents. In this context, the classification of biotechnology through colors

---

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: jessicahungaro@alunos.utfpr.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: gabrielam@alunos.utfpr.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: valentim@alunos.utfpr.edu.br.

<sup>4</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: liaantiqueira@utfpr.edu.br.

<sup>5</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: danisleib@utfpr.edu.br.

provides an easier understanding of the relationship between biological processes and scientific and technological advances. This work presents a board game as a proposal for teaching Science and Biology, focusing on the contributions of this teaching resource in the articulation between themes linked to Biotechnology and Environmental Education.

**Keywords:** Biotechnology; Environmental Education; Board Games; Ponta Grossa.

## Introdução

A biotecnologia constitui-se de um amplo campo, que engloba diferentes áreas de estudos, como Química e Biologia, e possibilita diversas aplicações tecnológicas que utilizem processos biológicos, abarcando um conjunto de tecnologias que estão em constante desenvolvimento e aprimoramento (Adepoju; Ivantsova; Kanwugu, 2019).

O aprofundamento da biotecnologia possibilitou avanços significativos em diversas áreas, como saúde, alimentação, genética, entre outras. Com o objetivo de distinguir os diferentes campos de estudos dentro da biotecnologia, foi realizada a classificação em cores, a fim de facilitar a organização pela separação de suas áreas de aplicação. Segundo Pelizzari, Silva e Felipe (2022), a utilização das cores pode orientar a escolha e a direção dos percursos formativos no estudo da biotecnologia nas Ciências da Natureza no Ensino Médio. O quadro 1 apresenta a classificação da biotecnologia e descreve o que cada cor representa em relação a área de aplicação.

**Quadro 1:** Resumo de relações e aplicações das classificações de biotecnologia.

CLASSIFICAÇÃO	RELAÇÃO E APLICAÇÃO
Biotecnologia Vermelha	Refere-se à biotecnologia aplicada à saúde humana, englobando o desenvolvimento tecnológico e a produção de vacinas, incluindo aquelas que utilizam organismos geneticamente modificados.
Biotecnologia Verde	Com foco na produção de plantas que resistam a estresses bióticos (pragas e patógenos) e abióticos (seca e alta salinidade). Além disso, visa reduzir o uso de biopesticidas.
Biotecnologia Branca	Também conhecida como biotecnologia industrial, refere-se à aplicação da biocatálise em processos industriais, utilizando microrganismos, enzimas ou coquetéis de enzimas para a biodegradação e bioconversão de matéria orgânica.
Biotecnologia Amarela	Aplicação nos setores de nutrição e produção de alimentos, incluindo a fabricação de vinhos, queijos e cervejas por meio da fermentação. O principal objetivo dessa área é melhorar os alimentos para aumentar seu valor nutricional.
Biotecnologia Preta	Relacionada ao bioterrorismo e às armas biológicas, envolvendo o uso de microrganismos patogênicos e/ou produtores de toxinas para criar

	armas biológicas com o objetivo de causar danos, doenças e potencialmente ser fatal para seres humanos, animais e plantas.
Biotecnologia Azul	Relaciona-se com a biologia marinha, envolvendo a exploração racional e uso de recurso genético para desenvolvimento de produtos e aplicações industriais, em função à sua alta biodiversidade que ainda não é conhecida.
Biotecnologia Púrpura	Este campo abrange questões de proteção de patentes para invenções biotecnológicas em todas as áreas do conhecimento. A área envolve dilemas morais e discussões éticas, geralmente entre apoiadores e opositores do progresso da biotecnologia.
Biotecnologia Ouro	Resulta do conhecimento e da interseção entre biologia (biotecnologia) e informática (tecnologia da informação), em uma área conhecida como bioinformática ou ciência da computação aplicada à biologia. Utiliza-se conhecimentos de biologia, química, física e informática.
Biotecnologia Cinza	Envolve processos e produtos biotecnológicos aplicáveis ao controle e preservação ambiental, como a biorremediação e a biolixiviação.

**Fonte:** Adaptado de Pelizzari, Silva e Felipe (2022).

Ao estudar a classificação da biotecnologia em cores, a compreensão das mesmas é potencializada de acordo com a sua área de aplicação. Portanto, justifica-se a produção de materiais didáticos com enfoque em alguma dessas classificações por cor, de modo a sintetizar sua aplicação tecnológica e científica. Dito isso, com o presente trabalho pretende-se contribuir para a promoção da Educação Ambiental a partir da Biotecnologia Cinza; por meio da criação de um jogo de tabuleiro com o foco na cidade de Ponta Grossa, Paraná.

### Enfoque na Biotecnologia Cinza

De acordo com Preuß *et al.* (2020) e Adepoju, Ivantsova e Kanwugu (2019), a Biotecnologia Cinza está diretamente relacionada às aplicações biotecnológicas no meio ambiente e na resolução de problemas ambientais, como o monitoramento da eficiência do tratamento de águas residuais e da qualidade da água potável, efeito dos microrganismos na poluição do solo, dentre outros. Devido aos processos e mecanismos envolvidos, também é denominada de biotecnologia ambiental.

Ferraz (2020) indica que esta biotecnologia pode contemplar dois grupos: 1) a manutenção da biodiversidade, como a análise genética de populações; e 2) a remoção de contaminantes, como a biorremediação. A autora complementa com a indicação de possíveis empresas que utilizam da Biotecnologia Cinza:

[...] organizações que usem processos biológicos de tratamento de resíduos; empresas que façam biorremediação ou controle

de poluição ambiental; que usem sensores biológicos como ferramenta para medir a biodiversidade de um dado ecossistema; que usem ou produzam agentes biológicos para controle de contaminantes em águas e solos; empresas de mineração, geologia ou áreas correlatas que façam extração de minérios pelo processo de biolixiviação; empresas que façam ensaios de ecotoxicidade e mutagenicidade ou diagnóstico de micotoxinas, endotoxinas, dentre outras (Ferraz, 2020, p. 25-26).

A descrição de Ferraz (2020) envolve questões de gestão ambiental, a qual se caracteriza pela responsabilidade social de adotar melhores práticas e tornar o desenvolvimento econômico e industrial das áreas urbanas, sustentável em relação ao meio ambiente. Nessa perspectiva, a gestão ambiental serve como referencial para que organizações possam alcançar metas de sustentabilidade, a fim de que as atividades humanas causem o menor impacto possível ao meio ambiente (Pacher; Vaz; Oliveira, 2011).

Como reforçado por Diniz e Lima (2021), a biotecnologia aliada à gestão ambiental, pode oferecer conhecimentos e ferramentas valiosas – auxiliando na conservação dos recursos essenciais às atividades econômicas e sociais. Possíveis inovações incluem o desenvolvimento de bioferramentas e bioindicadores para monitoramento de ecossistemas, tratamento de águas residuais com agentes de biorremediação, controle de vazamentos de óleo, monitoramento climático e, de forma geral, contribuir à conservação ambiental.

Ao se ponderar sobre a temática da Biotecnologia Cinza em um produto educacional, este trabalho contornou o uso dessa biotecnologia na cidade de Ponta Grossa, Paraná. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ponta Grossa é a quarta cidade mais populosa do Estado, com aproximadamente 360 mil habitantes e destaque para “[...] suas raízes no tropeirismo, na pluralidade étnica e nos caminhos da estrada de ferro, símbolos históricos e marcos referenciais ainda presentes no cenário urbano de uma das mais importantes cidades brasileiras” (Ponta Grossa, 2022, n.p). Nesse contexto, tem-se as Estações de Tratamento de Água (ETAs) e as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), identificados pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), como parte da Biotecnologia Cinza.

### ***Estações de Tratamento de Água (ETAs) em Ponta Grossa***

A responsável pelo tratamento da água da cidade de Ponta Grossa é a SANEPAR, atuante desde 1975, por meio de Contrato de Concessão de Serviços Públicos. A cidade possui um único manancial, o rio Pitangui, que pertence à bacia do rio Tibagi, como sistema produtor de água. O rio atravessa a Escarpa Devoniana<sup>6</sup> e é barrado artificialmente, concebendo assim, o

---

<sup>6</sup> “A Escarpa Devoniana é uma formação geológica que delimita o Primeiro e o Segundo Planalto paranaense. O nome, Escarpa Devoniana, se deve ao período da formação rochosa Revbea, São Paulo, V. 19, Nº 7: 145-156, 2024.

reservatório de Alagados, na passagem do primeiro planalto paranaense ao segundo. A captação é realizada na represa dos Alagados, onde é utilizado, juntamente, para a geração de energia pela Usina Hidrelétrica da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), desde 1969 (Ponta Grossa, 2019; Melo et al., 2007).

A tomada de água do rio Pitangui é feita em canal a céu aberto escavado em rocha com profundidade de aproximadamente 6,0 m e poço de sucção com instalações para receber cinco conjuntos motobombas. A leitura do nível de água é realizada por uso de limnímetro (Ponta Grossa, 2019, p. 68).

O processo é realizado por meio de duas ETAs que, segundo Barbosa (2020), são: 1) a ETA Pitangui, que “opera em ciclo completo, tecnologia de tratamento de água mais utilizada no Brasil, compreendendo os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração descendente, desinfecção, fluoretação e correção de pH” (p. 46); e 2) a ETA Actiflo®, em que é utilizada micro areia, “para que essas se agreguem às impurezas presentes na água, dando mais peso aos flocos e melhorando a eficiência dos decantadores de alta taxa e da filtração ascendente” (p. 46).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), a avaliação da qualidade das águas superficiais do Rio Tibagi, em relação à análise de oito parâmetros, resultou em um índice de qualidade razoável em três estações distintas, ao longo do corpo hídrico (Ponta Grossa, 2019). Em relatório municipal, afirma-se que o principal fator influenciador para a qualidade da água nos mananciais superficiais da cidade trata-se da eutrofização; especialmente a proveniente da atividade agropecuária.

Os principais nutrientes encontrados nos corpos hídricos de Ponta Grossa são o nitrogênio e o fósforo que, quando não se apresentam como limitante ao crescimento dos produtores primários da ecologia local, ocasionam o crescimento excessivo de algas, cianobactérias e macrófitas – organismos que perturbam o equilíbrio ecossistêmico e podem ser prejudiciais à saúde humana (Ferreira; Cunha-Santino; Bianchini Jr., 2015).

### ***Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em Ponta Grossa***

Como definido por norma (ABNT NBR 12209, 2011, p. 3), uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) comprehende o “conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidade, cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário [...]. Em função da legislação específica, o tratamento do esgoto possui níveis de tratamento, classificados em: preliminar e primário, para remoção dos resíduos sólidos e em suspensão; secundário, com a utilização dos processos

---

ocorrida há 400 milhões de anos – no período Devoniano”. Disponível em: <https://institutopuruna.com.br/geologia-de-sao-luiz-do-puruna/>. Acesso em: 22 mai. 2024.

biológicos para decomposição da matéria orgânica e remoção de nutrientes; e, eventualmente, tratamento terciário ou pós-tratamento, para remoção de turbidez, dentre outros (Ferreira; Cabral, 2022).

No município de Ponta Grossa, estão ativas dez ETEs, com capacidade total de 690 L/s (litros por segundo) e que “[...] operam conforme as respectivas Licenças de Operação (LOs), concedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná [...]” (Ponta Grossa, 2019, p. 109). Algumas regiões isoladas da cidade são contempladas com soluções individuais, conforme instituído pelas Normas Técnicas brasileiras.

Em operação desde 1983, a ETE Verde, que se localiza no bairro Jardim Carvalho, é a instalação responsável pelo atendimento de aproximadamente metade da população ponta-grossense – com a vazão nominal de 280 L/s, é considerada a maior entre as ETEs da cidade (Ferreira; Cabral, 2022). Até 2022, o sistema de esgotamento sanitário atendeu a “[...] 90,32% da população urbana da sede do município com rede coletora de esgoto” (Ponta Grossa, 2019, p. 111).

Embora encontre-se no *ranking* entre os municípios com melhor saneamento da país, segundo a Instituto Trata Brasil (ITB) e GO Associados (2024), Ponta Grossa possui regiões rurais e marginalizadas, como a Ocupação Erickson John Duarte e Ouro Verde, onde a rede de esgoto é precária (Duarte, 2023). Nessas localidades, tem-se moradias em situação irregular, em áreas impróprias, “de modo que a população ocupante se obriga a viver em condições de total insalubridade e de risco constante” (Matias; Nascimento, 2006, p. 319).

A ANA, em parceria com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, publicou em 2017, o “ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas”, apresentando um extenso diagnóstico do esgotamento sanitário no Brasil. No documento, destacam-se as implicações da qualidade da água e os investimentos necessários para tratamento (Brasil, 2017). A revisão mais recente do Plano Municipal de Saneamento Básico de Ponta Grossa (2019) descreve ações em andamento e a serem implementadas no município, por meio de estratégias vinculadas a práticas de Educação Socioambiental.

## **Metodologia**

Trata-se de uma pesquisa exploratória de cunho bibliográfico, pelo meio da qual foi realizada uma busca sobre o tema proposto, a fim de conhecer melhor a realidade local do município de Ponta Grossa e das premissas teóricas que embasaram o problema da pesquisa. O conhecimento adquirido subsidiou a redação da fundamentação teórica e a proposta do material didático, um jogo de tabuleiro.

## Resultados

A biotecnologia pode ser inserida em quaisquer níveis e modalidades da educação básica e educação superior. Por se tratar de um campo multidisciplinar, existem várias estratégias possíveis, como sua inserção como componente na matriz curricular, ou até nas ementas de diferentes disciplinas, como ocorre geralmente com Biologia e Química, e em menor grau, com a Geografia (Malajovich, 2017).

Como mencionado, no caso da inserção da biotecnologia nas ementas das disciplinas, a exemplo da Biologia no ensino médio, os conteúdos podem estar relacionados tanto aos aspectos teóricos como nas atividades práticas, ou mesmo atrelados aos acontecimentos do cotidiano. Com isso, para Fonseca e Bobrowski (2015), a escola deve promover espaços para divulgar, conversar e aprofundar questões mostradas pela mídia, oportunizando que os educandos discutam sobre os fatos verdadeiros, falsos e até a linguagem científica que fazem parte desta temática.

Quando se fala sobre metodologias de ensino, Alves (2020) descreve a importância da elaboração e aplicação de novas práticas educacionais, que sejam desenvolvidas em colaboração com os estudantes. Para o autor, antes mesmo de compreender o processo de ensino, os docentes necessitam compreender as relações envolvidas no pensamento e na formação de conceitos. Esse desenvolvimento pedagógico auxilia os estudantes a perceberem o que está sendo ensinado em sala de aula, conseguindo, portanto, usufruir ainda mais do conteúdo estudado. Além disso, também se faz necessária a análise de como é realizado o processo de aprendizagem e a aplicação prática desse conteúdo na vida do aluno (Alves, 2020).

Desta maneira, a utilização de metodologias que sejam diferenciadas e lúdicas em sala de aula pode ser considerada um diferencial no processo de aprendizado tanto do estudante como do docente. Nesse sentido, é importante que o lúdico seja incorporado nos planejamentos como uma ferramenta didática, estimulando os educandos a aprenderem de forma agradável, ao mesmo tempo aprimorando a interação entre eles.

Segundo Calazans, Oliveira e Silva (2018), a utilização de jogos como ferramentas educativas deve ocorrer por meio da participação coletiva, preferencialmente iniciando com o trabalho dos estudantes na criação dos elementos dos jogos, tornando-os protagonistas de todo o processo. Os autores ainda descrevem que o jogo de tabuleiro pode ter resultados surpreendentes se utilizado como instrumento de atividade de Educação Ambiental.

De acordo com Prado (2018, p. 30), “os primeiros jogos de tabuleiro registrados são datados em cerca de 7.000 anos a.C., e desde este tempo eles já eram usados para facilitar a aprendizagem”. Atualmente, juntamente com os jogos eletrônicos, são “os exemplos de jogos mais populares ou, ao menos,

amplamente conhecidos por parte da sociedade atual. O sucesso comercial desses produtos é parte da prova de sua relevância” (Pereira, 2019, p. 113).

Além de aprenderem enquanto brincam e se divertem, o envolvimento ativo dos estudantes como protagonistas no processo executivo da atividade permite sua aplicação em diversas áreas do conhecimento. Desse modo, ações didático-pedagógicas direcionadas a uma abordagem consciente, podem desencadear mudanças que vão além da sala de aula, impactando a vida dos estudantes, dos responsáveis, dos professores e da própria comunidade escolar (Calazans; Oliveira; Silva, 2018).

Visando estes pontos, o presente artigo apresenta uma proposta didática sobre a elaboração de um jogo de tabuleiro com a temática de Biotecnologia Cinza, com o enfoque na estação de tratamento de esgoto (ETE) e estação de tratamento de água (ETA). Pode ser aplicado aos educandos do 2º ano do ensino médio, da disciplina do itinerário informativo de Biotecnologia, pertencente a Ciências da Natureza e suas Tecnologias, conforme descrito no tópico seguinte.

### ***Aplicação do jogo de tabuleiro no ensino de Biotecnologia***

Após uma aula expositiva, os mesmos deverão ser separados em grupos de até cinco integrantes para iniciar a organização da atividade, seguindo algumas fases como: estabelecer as regras; desenvolver uma metodologia para a elaboração das perguntas; confeccionar o tabuleiro e implementar o jogo.

Através da metodologia das perguntas, o jogo deverá conter questionamentos sobre os conceitos de ETA e ETE, etapas dos processos, Educação Ambiental e efeitos significativos ao meio ambiente. Para a elaboração do material os discentes deverão utilizar materiais recicláveis, como papelão e tampinhas de garrafa pet, priorizando uma reutilização dos materiais que possivelmente seriam descartados incorretamente.

Como os alunos serão separados em grupos de até cinco integrantes, após a finalização da confecção dos tabuleiros, os educandos deverão trocar seus materiais entre os outros grupos presentes na sala, para que assim todos tenham a oportunidade de analisar os trabalhos finalizados e também de jogarem e aprenderem um pouco mais sobre os conceitos da Biotecnologia Cinza acerca da ETA e ETE.

Apesar da proposta didática descrita acima possuir o enfoque na disciplina do itinerário de Biotecnologia, ela pode ser adaptada para ser aplicada ao Ensino Fundamental do componente curricular de Ciências, seguindo a ementa escolar do 6º ano sobre os tratamentos de água e esgoto.

## **Conclusões**

No processo de construção de um material didático voltado ao ensino de Ciências e de Biologia, com a temática de biotecnologia, reflete-se sobre a importância de se trabalhar tais conteúdos; embora a Biotecnologia Cinza esteja presente em vários elementos do cotidiano, percebe-se a grande lacuna no ensino.

Esta lacuna dos conceitos que abrangem a biotecnologia no ensino vão desde a ementa da disciplina até a estrutura escolar, com a falta dos materiais básicos que compõem um laboratório didático de Ciências. Com isso, o educador apesar dos inúmeros desafios que a docência carrega, é necessário através de uma formação continuada aplicar diferentes metodologias sejam elas adaptadas ou não, para que aqueles educandos se interessem nos assuntos abordados, ainda mais nos componentes que possuem reflexões e ações ambientais necessárias, como no caso da Educação Ambiental.

Deste modo, a Educação Ambiental se torna essencial para os estudantes, pois os mesmos ainda estão em fase de formação de valores e da consciência ambiental, visto que essa estimula a adoção de práticas sustentáveis, promovendo a preservação dos recursos naturais e incentivando a participação ativa na resolução de problemas ambientais, sejam de sua comunidade local ou estadual.

Com isso, a proposta didática descrita tem o objetivo de auxiliar os discentes a expandirem sua compreensão sobre a temática de Educação Ambiental, assim como no ensino de biotecnologia.

## **Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro, 2011.

ADEPOJU, Feyisayo; IVANTSOVA, M. N.; KANWUGU, Osman Nabayire. *Gray biotechnology: An overview*. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC, v. 2174, n. 1, p. 020199, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.5134350>. Acesso em: 20 mai. 2024.

ALVES, Leonardo Carvalho. **O ensino da biotecnologia na UFAM**. 2020. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2020. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7992>. Acesso em: 20 mai. 2024.

BARBOSA, Mariana Ferreira. **Caracterização radioquímica, química e mineralógica do lodo da estação de tratamento de água de Ponta Grossa - PR**. 2020. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) -

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. Disponível em:<http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/3383>. Acesso em: 20 mai. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Atlas esgotos Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/964>. Acesso em: 20 mai. 2024.

CALAZANS, Denis Rocha; OLIVEIRA, Maryanna Alves; SILVA, Yelli Katerine Oliveira. O uso do jogo de tabuleiro como ferramenta de Educação Ambiental na Educação Básica. **Diversitas Journal**, v. 3, n. 3, p. 780-792, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17648/diversitas-journal-v3i3.662>. Acesso em: 20 mai. 2024.

DINIZ, Tamiris de Oliveira; LIMA, Mateus Xavier de. Biotecnologia ambiental como ferramenta de gestão ambiental – Breve revisão. **Scientific Electronic Archives**, [s.l.], v. 14, n. 9, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36560/14920211364>. Acesso em: 20 mai. 2024.

DUARTE, Leonardo. Falta de saneamento básico afeta população carente em Ponta Grossa. **Periódico UEPG Redação de Mídia Integrada**, 9 mai. 2023. Disponível em: <https://periodico.sites.uepg.br/index.php/todas-as-noticias/3185-leonardo-duarte>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FERRAZ, Miriam Guimarães. **O uso de estratégias de proteção de tecnologias desenvolvidas por startups nacionais de biotecnologia na área de saúde humana e o impacto no seu desempenho e valor de mercado**. Rio de Janeiro. 2020. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação). Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/academia/arquivo/dissertacoes/FERRAZMiriamGuimaraes.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FERREIRA, Bárbara Beatriz de Oliveira; CABRAL Rubia Regina. **Desempenho de Reator Biológico de Leito Móvel Seguido por Flotação no Pós-Tratamento em Escala Real na Estação de Tratamento de Esgoto Verde em Ponta Grossa-PR**. 2022. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Disponível em: <https://ri.uepg.br/monografias/handle/123456789/225>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FERREIRA, Camila dos Santos; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi da; BIANCHINI JÚNIOR, Irineu. Eutrofização: Aspectos Conceituais, Usos da Água e Diretrizes para a Gestão Ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 6, n. 1, p. 65–77, 2015. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0006>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FONSECA, Viviane Barneche; BOBROWSKI, Vera Lucia. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [s.l.], v. 17, n. 2, 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1231/1212>. Acesso em: 20 mai. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Ponta Grossa**. Panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/ponta-grossa/panorama>. Acesso em: 20 mai. 2024.

MALAJOVICH, Maria Antonia. **O ensino de Biotecnologia**. 1. ed. BTeduc: Rio de Janeiro, 2017.

MATIAS, Lindon Fonseca; NASCIMENTO, Ederson. Geoprocessamento Aplicado ao Mapeamento das Áreas de Ocupação Irregular na Cidade de Ponta Grossa. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 31, n. 2, p. 317–330, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1368>. Acesso em: 20 mai. 2024.

MELO, Mário Sérgio de; GUIMARÃES, Gilson Burigo; RAMOS, Alexandre Ferreira de; PRIETO, Carla Corrêa. Relevo e hidrografia dos Campos Gerais. In: MELO, Mário Sérgio de; MORO, Rosemeri Segecin; GUIMARAES, Gilson Burigo. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa; UEPG, 2007. p. 49–58. Disponível em: [https://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/448/CAPÍTULO4\\_RelevoHidrografiaCampos.pdf](https://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/448/CAPÍTULO4_RelevoHidrografiaCampos.pdf). Acesso em: 20 mai. 2024.

PACHER, Bruno Alessandro; VAZ, Caroline Rodrigues; OLIVEIRA, Ivanir Luiz de. Análise do Gerenciamento de Resíduos de Lavanderias de Ponta Grossa. **P&D em Engenharia de Produção**, Itajubá, v. 9, n. 2, p. 121–131, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Caroline-Vaz-3/publication/297032084\\_ANALISE\\_DO\\_GERENCIAMENTO\\_DE\\_RESIDUOS\\_DE\\_LAVANDERIAS\\_DE\\_PONTA\\_GROSSA/links/56df7d2e08ae9b93f79a99a8/ANALISE-DO-GERENCIAMENTO-DE-RESIDUOS-DE-LAVANDERIAS-DE-PONTA-GROSSA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Caroline-Vaz-3/publication/297032084_ANALISE_DO_GERENCIAMENTO_DE_RESIDUOS_DE_LAVANDERIAS_DE_PONTA_GROSSA/links/56df7d2e08ae9b93f79a99a8/ANALISE-DO-GERENCIAMENTO-DE-RESIDUOS-DE-LAVANDERIAS-DE-PONTA-GROSSA.pdf). Acesso em: 20 mai. 2024.

PELIZZARI, Adriana; SILVA, Ilton Santos da; FELIPE, Maria Sueli Soares. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. **Revista Concilium**, v. 22, n. 4, p. 230–247, 2022. Disponível em: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/335>. Acesso em: 20 mai. 2024.

PEREIRA, Leônidas. O processo legislativo como base para projeto de jogo de tabuleiro para conscientização político-democrática. **Revista Design & Tecnologia**, v. 19, n. 9, p. 112-122, 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/711/285>. Acesso em: 24 mai. 2024.

PONTA GROSSA. **Terceira Revisão Plano Municipal de Saneamento Básico Ponta Grossa/PR**. Ponta Grossa, 2019. Disponível em: [https://www.pontagrossa.pr.gov.br/files/pmsb\\_rev\\_2019-09.pdf](https://www.pontagrossa.pr.gov.br/files/pmsb_rev_2019-09.pdf). Acesso em: 20 mai. 2024.

PRADO, Laíse Lima do. Jogos de tabuleiro modernos como ferramenta pedagógica: pandemic e o ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 02, n. 02, p. 26-38, 2018. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/1485/1522>. Acesso em: 24 mai. 2024.

PREUß, John-Alexander; REICH, Peggy; BAHNER, Nicole; BAHNEMANN, Janina. Impedimetric Aptamer-Based Biosensors: Applications. In: URMANN, Katharina; WALTER, Johanna-Gabriela (eds). **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**. v. 174. Suíça: Springer, 2020. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/10\\_2020\\_125](https://link.springer.com/chapter/10.1007/10_2020_125). Acesso em: 20 mai. 2024.

TRATA BRASIL; GO ASSOCIADOS. **Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil de 2024 (SNIS 2022)**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024.