

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO ENSINO DE BIOLOGIA: INVESTIGANDO O IMPACTO DO HERBICIDA GLIFOSATO EM BACTÉRIAS DO SOLO AGROECOLÓGICO DE VITICULTURA.

Danilo Bonando, Gabriela Dias Teixeira, Gustavo Martinho Nunes da Silva y Paula Fabiane Martins.

Cita:

Danilo Bonando, Gabriela Dias Teixeira, Gustavo Martinho Nunes da Silva y Paula Fabiane Martins (2025). *APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO ENSINO DE BIOLOGIA: INVESTIGANDO O IMPACTO DO HERBICIDA GLIFOSATO EM BACTÉRIAS DO SOLO AGROECOLÓGICO DE VITICULTURA. XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica, XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas, I Semana da Pedagogia e X Semana da Biologia. Instituto Federal de São Paulo - Câmpus São Roque, São Roque.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/jpctifspsrq/16>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/paWp/YR5>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO ENSINO DE BIOLOGIA: INVESTIGANDO O IMPACTO DO HERBICIDA GLIFOSATO EM BACTÉRIAS DO SOLO AGROECOLÓGICO DE VITICULTURA

Danilo Bonando, d.bonando@aluno.ifsp.edu.br

Gabriela Dias Teixeira, gabriela.dias@aluno.ifsp.edu.br

Gustavo Martinho Nunes da Silva, gustavo.martinho@aluno.ifsp.edu.br

Paula Fabiane Martins, paula.martins@ifsp.edu.br

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com base na metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), por meio de um ensaio de microbiologia aplicada, integrando teoria e prática no processo formativo de licenciandos em Ciências Biológicas. O projeto visa estudar a biofísica do estresse por meio de um modelo baseado em estudo de microbiota presente em solos agroecológicos e os impactos causados pela exposição ao herbicida glifosato. O projeto foi estruturado em três fases: (i) avaliação do impacto do herbicida em bactérias do solo agroecológico de viticultura; (ii) análise bioquímica da resposta bacteriana ao estresse químico; e (iii) investigação da co-seleção de características de resistência em bactérias do solo. Para isso, foram utilizadas técnicas microbiológicas clássicas, como diluições seriadas e espalhamento em superfície. Apesar das limitações temporais do projeto, foi possível observar diversidade morfológica das colônias cultivadas em placas sem herbicida, com crescimento registrado nas diluições 10^{-7} e 10^{-8} . No entanto, os dados obtidos ainda não permitem conclusões definitivas sobre o impacto do glifosato ou a ocorrência de co-seleção. A continuidade do projeto em fases futuras visa aprofundar essas análises. Ressalta-se que a metodologia ABP contribuiu significativamente para a formação docente dos alunos, promovendo o desenvolvimento de habilidades como autonomia, pensamento crítico, resolução de problemas e aplicação do conhecimento científico em contextos reais, fundamentais para a prática pedagógica e para a atuação consciente na área de Ciências Biológicas.

Palavras-chave: impacto, herbicida, bactérias, sustentabilidade, PBL.

Modalidade: Resumo Expandido

Apresentação

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma metodologia que propõe o desenvolvimento de projetos reais ou simulados, nos quais os alunos, organizados em equipes, atuam de forma colaborativa na resolução de problemas. Durante esse processo, aplicam os conhecimentos teóricos adquiridos ao mesmo tempo em que desenvolvem novas habilidades e competências essenciais à sua formação (Oliveira; Siqueira; Romão, 2020).

Neste contexto, o uso de simulações e laboratórios é uma forma eficaz de promover a aprendizagem prática para resolução de problemas reais, porém em ambientes controlados. Estas atividades proporcionam uma oportunidade para o desenvolvimento de habilidades técnicas e para a familiarização com as ferramentas e equipamentos utilizados na profissão (Yanamoto; Barbeta, 2001).

O presente trabalho está sendo desenvolvido como parte da avaliação de um componente curricular do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, utilizando a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (ABP). A proposta surgiu da necessidade de ampliar a realização de práticas laboratoriais no contexto formativo, proporcionando aos estudantes novas vivências e experiências concretas, estimulando a investigação, o pensamento crítico e a resolução de problemas reais.

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



Desta maneira, foi desenvolvido um ensaio com alunos da disciplina de Tópicos Avançados em Biologia do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, realizando a título experimental de ABP um estudo acerca dos mecanismos bioquímicos da biofísica do estresse em organismos modelos, como as bactérias, expostas à contaminante ambiental de uso agrícola. A avaliação será contínua e formativa, fornecendo um retorno aos alunos ao longo do processo para melhoria da participação e desempenho.

Em relação à problemática do projeto, há muito se sabe que os microrganismos desempenham um papel fundamental na fertilidade do solo realizando a ciclagem e disponibilização dos nutrientes. Eles também têm papel importante na interação com plantas, aumentando a superfície de contato das raízes com o solo e melhorando a resistência à estresses bióticos e abióticos (Das et al., 2022; Nobin et al., 2023; Mahish et al., 2024).

O uso de agroquímicos podem causar diversas alterações na microbiota do solo, podendo afetar desde sua composição, até mesmo a sua funcionalidade. Muitos efeitos indesejados do uso de agroquímicos decorre do impacto sobre microrganismos não-alvo, que está diretamente relacionado à fatores como concentração e toxicidade do ingrediente ativo, frequência de aplicação e características do solo (Alves, 2023).

Uma vez que as comunidades microbianas do solo são sensíveis a distúrbios agrícolas, como o uso de agroquímicos, entender como se dá o impacto destas moléculas nestes organismos pode contribuir para o desenvolvimento de moléculas com menor toxicidade, ou mesmo desenvolver tecnologias que auxiliem na remediação de ambientes contaminados.

Além disso, segundo Berglund (2015) os agroquímicos utilizados na agricultura convencional podem estar atuando na co-seleção de resistência bacteriana, pois podem ativar mecanismos de co-resistência, resistência cruzada e co-regulação, e têm sido observados em diferentes compartimentos ambientais, incluindo solos agrícolas e águas residuais. O que traz além da preocupação com a sustentabilidade, também a preocupação clínica, uma vez que os genes selecionados podem ser transferidos para agentes patológicos.

Materiais e métodos

O modelo de ensino foi proposto na disciplina de Tópicos Avançados em Biologia do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Campus São Roque do Instituto Federal de São Paulo, realizando a título experimental de ABP um estudo acerca dos mecanismos bioquímicos da biofísica do estresse em organismos modelos, como as bactérias, expostas à contaminante ambiental de uso agrícola.

A turma de aplicação do estudo tem 4 estudantes matriculados e o componente conta com duas aulas de 50 minutos por semana. Como o número de alunos é pequeno, todos compuseram uma única equipe. A disciplina está sendo ofertada para alunos que ficaram de dependência no componente curricular, e o desafio é envolvê-los para trazer maior engajamento e uma formação diferencial. A avaliação é contínua e formativa, fornecendo um retorno aos alunos ao longo do processo para melhoria da participação e desempenho.

Em complementação às aulas práticas da disciplina, as primeiras semanas foram utilizadas para contextualização da problemática e planejamento do projeto. Foram trabalhados conhecimentos relacionados à área de microbiologia aplicada e bioquímica, bem como noções básicas de delineamento experimental. O planejamento resultou na elaboração de uma lista de materiais para a parte laboratorial e a divisão de trabalho com os responsáveis e prazos para realização.

XIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica

XVI Ciclo de Palestras Tecnológicas

I Semana da Pedagogia

X Semana da Biologia



O projeto, foco da ABP, está dividido em 3 (três fases): i) estudo do impacto do herbicida nas bactérias do solo agroecológico de viticultura; ii) análise bioquímica da resposta ao estresse causado pelo herbicida; e iii) estudo de co-seleção de característica de resistência em bactérias do solo.

Este trabalho apresenta os resultados preliminares do impacto do herbicida nas bactérias do solo agroecológico (Fase 01), conforme metodologia abaixo:

- 1) Coleta do solo agroecológico: a área escolhida para o estudo foi a Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de São Roque - URPD de São Roque (Figura 01), em um região com cultivo agroecológico;
- 2) Coleta de solo: foram retiradas 4 sub-amostras com 10g de solo cada para compor uma amostra representativa da área. A amostragem foi feita com uma profundidade de 0 - 10 cm.
- 3) Materiais e herbicida: foram preparados: I) placas com meio ágar nutriente (Tabela 02), sendo utilizado como controle, e ii) placas com meio ágar nutriente acrescido de herbicida glifosato (nome comercial Roundup, fabricado pela empresa Monsanto), na concentração de 30 mg/L.
- 4) Isolamento de bactérias: foi feito por diluição em série e plaqueamento em meio seletivo. Para isso, 10 g da amostra composta do solo foi suspensa em 150 mL de solução salina 0,9% e deixada sob agitação durante 5 min (90 rpm, à 25°C). Diluições em série até 10^{-8} g solo mL^{-1} foram preparadas em solução salina 0,9%. Uma alíquota das diluições 10^{-6} , 10^{-7} e 10^{-8} foram plaqueadas nos dois tratamentos (com e sem herbicida) e posteriormente incubadas em estufa à 25°C até que as colônias pudessem ser visualizadas (aproximadamente 5 dias).
- 5) Contagem de colônias bacterianas: após período de incubação, foram realizadas a contagem das unidades formadoras de colônias (U.F.C.) nas placas que apresentaram entre 30 e 100. U.F.C.
- 6) As placas foram mantidas à temperatura de 4°C para posterior isolamento.

Para o experimento foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 3 (três) repetições.

Além destes resultados técnicos, a primeira parte do projeto também considerou o desenvolvimento de um trabalho para apresentação em evento, conforme modelo disponibilizado no mesmo, o qual foi construído de forma colaborativa e sob tutoria da docente responsável pela disciplina.

Resultados preliminares

1) Planejamento

Foi utilizada metodologia ativa para promoção da aprendizagem de forma integrada, considerando o foco no envolvimento do aluno e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e procedimentais. Para planejamento foi utilizada a metodologia Ágil Scrum, principalmente considerando o tempo para execução da fase 01 do projeto. Sendo assim, foram utilizadas abordagens focadas nos alunos, a partir da substituição de aulas meramente expositivas por discussão de casos práticos e dinâmicas de grupos que incluíram os alunos como autores e responsáveis pelo projeto.

A metodologia se concentra em descrever como os membros da equipe devem trabalhar para produzir e entregar o objeto foco do projeto, em um ambiente que exige flexibilidade. Nela existem 03 (três) papéis importantes: (i) Scrum Master é o facilitador e solucionador de conflitos; (ii)

Product Owner, é a pessoa responsável pelo projeto em si; (iii) Scrum team, é a equipe de desenvolvimento, onde todos interagem para desenvolver o produto em conjunto.

Ao final do processo, foi gerada uma planilha com os materiais que seriam utilizados na parte prática, e as tarefas com os respectivos responsáveis pelo desenvolvimento. A docente (Product Owner) acompanhou a maioria das etapas de condução, priorizando o desenvolvimento e auto-desenvolvimento dos alunos.

2) Desenvolvimento do projeto em aulas laboratoriais

Após o planejamento, o grupo iniciou o desenvolvimento das atividades em ambiente prático. Para melhor condução das técnicas, foram introduzidos conhecimentos sobre boas práticas de laboratório, juntamente com o desenvolvimento das tarefas.

Neste momento também houve a avaliação dos resultados obtidos da fase 01 do projeto e discutidos protocolos de correção. Para isso, foi realizada análise crítica, que servirá de base para montagem de um rubrica de avaliação e protocolo de autocorreção.

3) Resultados do projeto foco da aprendizagem

Os resultados do isolamento bacteriano estão mostrados na tabela 02, sendo que não houve crescimento de microorganismos no tratamento com herbicida e nas diluições plaqueadas (10^{-6} , 10^{-7} e 10^{-8}). Já para o tratamento controle, foi possível realizar a contagem de U.F.C. nas diluições 10^{-7} e 10^{-8} , com diversidade de formas e cores das colônias.

Apesar dos resultados preliminares não permitirem a comparação estatística entre os tratamentos e, conseqüentemente, uma resposta quantitativa sobre o efeito do herbicida na comunidade bacteriana cultivável do solo analisado, foi possível inferir que existe impacto do herbicida considerando que não houve crescimento bacteriano nas diluições analisadas.

A próxima etapa será realizar novo planejamento para mais uma rodada de análise, repetindo o experimento realizado considerando diluições mais baixas para o plaqueamento e também mudança na concentração do herbicida.

É importante destacar que a aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) neste ensaio tem proporcionado aos alunos uma vivência prática significativa, permitindo que experimentem, de forma autêntica, como a ciência é construída — entre acertos e erros, planejamentos e replanejamentos, repetições e descobertas. Mais do que resultados, cada etapa do projeto tem se configurado como uma oportunidade de aprendizado real e formativo.

Considerações finais

Entre os aspectos técnicos do projeto, os resultados preliminares mostram que o herbicida glifosato teve impacto sobre a microbiota bacteriana do solo com sistema de cultivo agroecológico. Entretanto, não foi possível mensurar o nível do impacto pois não houve crescimento no tratamento com herbicida. Novos experimentos serão planejados, considerando aumentar o número de diluições plaqueadas e inserir variações da concentração do herbicida como tratamento.

Já a aplicação da metodologia de ABP mostrou que ainda existem algumas tradições de ensino que precisam ser superadas, principalmente quanto ao reconhecimento das responsabilidades por parte dos alunos. Um ponto importante está na conscientização de que é necessário maior nível de comprometimento e estudo para desenvolvimento de um projeto, e que conhecimento e experiência andam juntas na formação diferenciada de um profissional.

Ainda serão desenvolvidas novas atividades referentes ao projeto e a disciplina, mas pode-se observar maior engajamento e motivação dos alunos quando foram desenvolvidas atividades práticas em laboratório, o que está levando ao desenvolvimento de certa autonomia por parte dos acadêmicos.

Agradecimentos

Este trabalho só foi possível de ser realizado pela colaboração da Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de São Roque - URPD de São Roque.

Referências

ALVES, K. J. **Efeito dos pesticidas na comunidade microbiana em solos com diferentes diversidades e na rizosfera da soja**. 2023. 182 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

BERGLUND, B. Environmental contaminants and the co-selection of antibiotic resistance. *Journal of Applied Microbiology*.v. 119, n. 5, p. 1209–1217, 2015.

DAS, P. P. *et al.* Plant-soil-microbes: a tripartite interaction for nutrient acquisition and better plant growth for sustainable agricultural practices. *Environmental Research*, v. 214, p. 113821, 2022.

MAHISH, P. K. *et al.* Microbial bioconversion of food waste to bio-fertilizers. *Sustainable Food Technology*, v. 2, n. 3, p. 689-708, 2024.

NOBIN, R.; SAJITHA, T. P.; KHAN, M. L.; RAVIKANTH, G. Role and diversity of microbes in agriculture: sustainable practices to promote diversity and crop productivity. In: FAROOQ, M.; GOGOI, N.; PISANTE, M. (ed.). *Sustainable agriculture and the environment*. Cambridge: Academic Press, 2023. cap. 20, p. 531–555.

OLIVEIRA, S. L.; SIQUEIRA, A. F.; ROMÃO, E. C. Aprendizagem baseada em projetos no ensino médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. *Bolema*. v. 34, n. 67, p. 764–785, 2020.

OLIVEIRA, J. V. A.; SOUZA, R. A.; TEIXEIRA, A. Z. A. Aprendizagem baseada em projetos em práticas pedagógicas na educação profissional. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 6, p. 1715-1731, 2023.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 23, n. 2, p. 215–25, 2001.

Apêndice

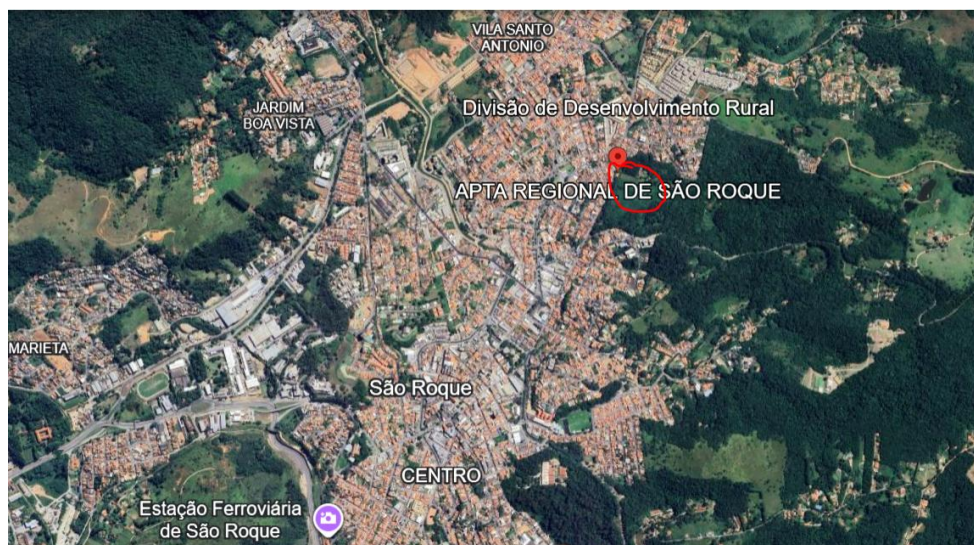


Figura 1. Área de coleta de solo com viticultura agroecológica. Círculo em vermelho delimita a área da Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de São Roque - URPD de São Roque. Fonte da imagem: Google Earth®, 2025.

Tabela 1. Composição do meio ágar nutriente

Componentes	Quantidades
Ágar bacteriológico	15,0 g
Cloreto de sódio	8,0 g
Extrato de carne	3,0 g
Peptone e gelatina	5,0 g
Água destilada	1000 mL

Fabricado pela empresa Acumedia

Tabela 2. Dados de contagem de unidades formadoras de colônias (U.F.C.).

Tratamento	Diluição	
	10.e7	10.e8
Controle	8,77	9,12
Herbicida	0	0