



Produção de biofilmes como estratégia educativa à promoção da conscientização ambiental e sustentável

Production of biofilms as an educational strategy to promote environmental and sustainable awareness

Luis Fernando Zitei Baptista

Universidade de São Paulo (USP)
nandozitei@usp.br

João Pedro Mardegan Ribeiro

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC/SP)
joamardegan@prof.educacao.sp.gov.br

Carlos Alexandre Curylofo Corsi

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAC/SP)
carlos_ccorsi@hotmail.com

Marcia Vilma Gonçalves de Moraes

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAC/SP)
marcia.gmoraes@sp.senac.br

Delia Rita Tapia Blácido

Universidade de São Paulo (USP)
delia@ffclrp.usp.br

Resumo

Os cursos de formação técnica tem como objetivo propiciar a capacitação profissional para o mercado de trabalho, e, dentro dessa perspectiva, alinhado com as novas demandas industriais sustentáveis, como a Química Verde (QV) e a Economia Circular (EC), se faz necessário a promoção da conscientização ambiental. Deste modo, este trabalho tem como objetivo apresentar uma pesquisa realizada com alunos do curso técnico em meio ambiente, de uma escola particular do interior do estado de São Paulo, em que foi aplicado um minicurso experimental sobre biofilmes. Os principais resultados demonstraram que após a aplicação da sequência de atividades, os alunos tiveram um aprofundamento de saberes relativos aos conceitos teóricos e práticos que foram abordados, relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade.

Palavras chave: Biofilmes, Economia Circular, Ensino de Química Verde.

Abstract



Technical training courses aim to provide professional training for the labor market, and, within this perspective, in line with the new sustainable industrial demands, such as Green Chemistry (GC) and Circular Economy (CE), it is necessary to promote environmental awareness. Thus, this work aims to present a research carried out with students of the environment technical course, of a private school in the interior of the state of São Paulo, in which an experimental mini-course on biofilms was applied. The main results showed that after the application of the sequence of activities, the students had a deepening of knowledge related to the theoretical and practical concepts that were addressed, related to the environment and sustainability.

Key words: Biofilms, Circular Economy, Teaching Green Chemistry.

Introdução

A Revolução Industrial que teve início na segunda metade do século XVIII, assim como a globalização, e o rápido crescimento populacional trouxeram consigo uma atenuação aos impactos no meio ambiente, principalmente decorrentes dos altos índices de consumo, a exploração dos recursos naturais e a emissão de gases poluentes (NASCIMENTO, MENDES E BEZERRA, 2018). Assim, cada vez mais tem crescido pesquisas aplicadas no campo das ciências ambientais e também do ensino das ciências do ambiente visando reverter tal cenário crítico.

Ao que se refere às ciências aplicadas, destaca-se o estudo dos materiais poliméricos, uma vez que o estudo dos materiais poliméricos é uma área de grande importância para o desenvolvimento científico e tecnológico, já que estes materiais apresentam grande aplicabilidade para a sociedade (Gorni, 2003; Hage Jr, 1998). E neste contexto, há uma crescente de estudos sobre os polímeros biodegradáveis, que são polímeros obtidos através de fontes naturais, vegetais ou animais, e que possuem maior potencial para a substituição do plástico convencional vindo do petróleo, pois são extraídos de fontes renováveis e não são tóxicos ao meio ambiente. Conforme destaca Brito et al. (2011) os Biopolímeros são indispensáveis para as atuais necessidades ambientais, e também há de ser necessário que os avanços tecnológicos devam progredir junto com as demandas sociais e ambientais na busca por um futuro mais sustentável.

Além disso, a sustentabilidade também é almejada na Educação, e no contexto deste trabalho, no Ensino de Química. Acreditamos que a sustentabilidade, compreendida como um processo capaz de suprir as demandas da sociedade atual e futuras por intermédio de um equilíbrio entre as necessidades humanas e a preservação e utilização adequada dos recursos naturais, deve ser pauta nos ambientes formativos, visando contribuir na formação de cidadãos mais responsáveis, críticos, analíticos e sensíveis quanto às causas ambientais. Deste modo, como via a discutir questões inerentes a sustentabilidade no ensino de química temos a Química Verde, sendo esta, conforme orienta Silva, Lacerda e Jones Júnior (2005) uma ciência que trabalha em prol de tornar a química mais sustentável.

Tendo em vista a importância de discussões sobre a Química Verde nas escolas visando auxiliar na formação de sujeitos mais ambientalmente corretos, e com conhecimento de práticas mais sustentáveis, este trabalho tem como objetivo analisar o conhecimento e aprendizado de um conjunto de vinte alunos no contexto de um minicurso sobre Química Verde e Economia Circular desenvolvido em um total de 4 horas/aula, com alunos do curso técnico em Meio Ambiente de uma escola particular da cidade de Ribeirão Preto - SP.

A Química Verde e seu ensino



Segundo Anastas e Eghbali (2010) a Química Verde pode ser definida como uma abordagem pautada na criação, desenvolvimento e aplicação de processos trabalhando em prol da redução e/ou eliminação de substâncias que são nocivas ao meio ambiente e também à saúde humana.

Ainda segundo os autores, a Química Verde, em seus doze princípios, trabalha em busca de um desenvolvimento sustentável, e os doze princípios da Química Verde, são: 1) Evitar resíduos; 2) Aumentar a Economia de átomo; 3) Utilizar menos processos perigosos; 4) Projetar Químicas seguras; 5) Utilizar solventes seguros; 6) Fazer projeto para a eficiência energética; 7) Utilizar matérias-primas renováveis; 8) Diminuir derivativos; 9) Utilizar catalisador; 10) Fazer projetos em relação a degradação; 11) Monitorar a poluição em tempo real; 12) Prevenir acidentes.

Acreditamos que estes doze princípios podem ser resumidos em três grandes pilares, a saber: 1) Redução de Resíduos; 2) Redução da Toxicidade dos processos químicos; 3) Aumento da eficiência dos processos químicos. Na prática, estes princípios devem ser administrados e aplicados nas grandes indústrias químicas, no que diz respeito a suas linhas de produção e processos industriais. Todavia, ao expandir para além do locus industrial, observamos que por intermédio de atividades laboratoriais e/ou desenvolvimento de projetos de investigação científica, as práticas de Química Verde ganharam espaço também nas instituições formativas.

Assim, adentra a Química Verde no cenário educacional, e segundo Machado, Costa e Ribeiro (2008) seu ensino já é uma realidade nas escolas brasileiras. Nos últimos anos, o Ensino de Química Verde tem sido utilizado nas escolas fazendo uma relação com aspectos sustentáveis e na perspectiva CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, tal como foi realizado por Andrade e Zuin (2023) e Souza, Silva e Costa (2019) em que foi feito abordagens conceituais seguidas de atividades experimentais dentro do contexto da Química Verde.

E, no contexto deste trabalho, foi almejado trabalhar expandindo o conceito de Ensino de Química Verde para além das abordagens expositivas e experimentais, buscando favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e transformador, propondo um espaço de formação e conscientização acerca de práticas verdes que eles poderão utilizar no futuro, uma vez que o público alvo desta sequência de atividades, foram alunos matriculados no curso Técnico em Meio Ambiente.

No contexto de trabalhar com a Química Verde, nas atividades desenvolvidas neste minicurso, foram levadas também discussões sobre Economia Circular por acreditarmos que esta tem grandes relações com a Química Verde, isso porque ambas têm um mesmo objetivo, que é a redução de resíduos. Ainda, Leitão (2015) coloca que a Economia Circular tem um papel fundamental, que é tornar os meios produtivos mais sustentáveis. Essa filosofia produtivista, em nossa visão, é baseada na lógica de produção “do Berço-ao-Berço”, no qual, os resíduos gerados por uma produção se tornam matéria prima para outro tipo de produção.

Além disso, para discutir sobre Química Verde foi realizada uma atividade experimental abordando Biopolímeros/Biofilmes. Os biopolímeros podem ser definidos como macromoléculas orgânicas produzidas a partir de fonte animal ou vegetal com alta capacidade de formação de longas cadeias poliméricas orgânicas. Assim, a prática experimental realizada neste trabalho consistiu no desenvolvimento de filmes biodegradáveis, que, segundo Ferreira et al. (2022), esses filmes podem ser utilizados para recobrir alimentos, mimetizando cascas de frutas e aumentando o tempo de prateleira desses mesmos alimentos.

Sobre isso, ao trabalhar tais conceitos também usando uma abordagem experimental, acreditamos que haverá mais assimilação e consciência pelos alunos, isso porque, conforme destaca Farias et al. (2017) a experimentação permite que os alunos adquiram uma maior percepção científica dos fenômenos estudados, e estimula o processo de ensino e aprendizado, já que, os alunos podem preparar, presenciar e interferir nos experimentos produzidos, fortalecendo o interesse quanto ao



tema. Foi com essas ideias em mente, que este minicurso abordou partes teóricas e experimentais durante o dia de aplicação.

Percurso Metodológico

O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola particular localizada no interior do estado de São Paulo, na cidade de Ribeirão Preto, e contou com a participação de quatro agentes diretamente envolvidos com o processo de aplicação, sendo um deles, o primeiro autor deste trabalho, que foi o responsável por ministrar os conteúdos, dois professores da escola, titulares da disciplina “Recursos Naturais”, além de dezenove alunos do curso Técnico em Meio Ambiente. Além disso, esteve envolvido na produção dos conteúdos outros dois agentes, sendo um deles uma professora orientadora do projeto atuante na Universidade de São Paulo, e outro Pós-Graduando e Professor rede pública de ensino, na área de Ensino de Ciências.

O conteúdo adotado para analisar as concepções e aprendizado dos alunos foi referente a tópicos intrínsecos à Química Ambiental, com ênfase em conceitos relativos à Química Verde e Economia Circular abordando atividades experimentais envolvendo a produção de bioplásticos. Destaca-se também que a atividade teve duração de 4 horas/aula, todas estas realizadas no mesmo dia, e para analisar as concepções dos alunos e também o aprendizado, foi usado um questionário, com questões fechadas, aplicado no início da primeira aula, e replicado ao final da quarta aula. Como houve alunos que chegaram atrasados e não responderam ao questionário prévio, e também alunos que foram embora mais cedo, não respondendo ao questionário final, avaliamos somente as respostas dadas ao conjunto de dezenove alunos que responderam o antes e depois.

Ainda referente a aplicação deste minicurso, inserido dentro da perspectiva de ser a primeira aula experimental dos alunos do curso Técnico em Meio Ambiente da instituição, e também que ambas foram realizadas no mesmo dia, e de forma direta, as etapas de aplicação da proposta interventiva foram divididas da seguinte maneira, a saber:

- Etapa I: Aplicação do questionário prévio aos alunos - Aproximadamente 10 minutos;
- Etapa II: Explicação, pelo ministrante, de forma expositiva e dialogada, dos conceitos: Química Verde; Economia Circular; Filmes Biodegradáveis - Aproximadamente 60 minutos.
- Etapa III: Realização de uma atividade experimental sobre a produção de bioplásticos (filmes biodegradáveis) - Aproximadamente 1h40min.
- Etapa IV: Aplicação do questionário final - Aproximadamente 10 minutos.

Na Etapa I e IV, foram propostas seis questões. As questões de múltipla escolha cujas alternativas eram a) Sim ou b) Não, foram as seguintes:

- Q1) Você sabe o que é Química Verde?
- Q2) Você sabe o que é Economia Circular?
- Q3) Você já ouviu falar de Filmes Biodegradáveis?
- Q5) Você acha que os filmes biodegradáveis têm relevância para o Meio Ambiente?
- Q6) Em sua opinião, a reutilização de resíduos da agroindústria contribui para melhorar a preservação do Meio Ambiente?

Além destas, houve uma questão conceitual, também de múltipla escolha, inerente a composição dos filmes biodegradáveis, e sua relevância para o meio ambiente, sendo esta:



- Q4) Sobre a abordagem experimental. A extração de compostos bioativos a partir de plantas é realizada utilizando solventes. Podem ser utilizados solventes orgânicos e água. Deste modo, pode-se dizer que a água é uma boa opção para ser utilizada como solvente?

Na Etapa II o ministrante, de forma expositiva e dialogada, conversou com os alunos sobre os conceitos já citados, visando oferecer subsídios para que os alunos compreendessem a importância do desenvolvimento de projetos que levem em conta as atuais demandas ambientais, e também sobre os conceitos básicos que seriam discutidos na aula laboratorial. Já na Etapa III os alunos realizaram, no laboratório multidisciplinar da escola, a produção de um bioplástico fazendo uso de amido de milho comercial e extrato de uva, que é uma versão simplificada dos trabalhos realizados no Laboratório de Biopolímeros Agroindustriais (LBPA) da USP - Ribeirão Preto, se caracterizando também como uma forma de Divulgação Científica.

Outrossim, este trabalho se caracteriza como um Estudo de Caso. André (2013) destaca que os estudos de caso tem como objetivo analisar algum fenômeno particularístico, considerando o contexto da análise e também as múltiplas dimensões envolvidas naquele contexto específico. Com isso em mente, foi analisado o conhecimento dos alunos antes e depois dessa sequência didática, fazendo uma comparação entre as respostas nos dois momentos distintos. Além disso, pode-se afirmar que analisar a atividade ministrada considerando o cenário da pesquisa - alunos do curso Técnico em Meio Ambiente, é de suma importância já que os alunos formandos no curso, devem, obrigatoriamente, ser agentes com conhecimento teórico e prático de ações em prol do Meio Ambiente.

Resultados e Discussão

Todas as atividades desenvolvidas neste minicurso foram realizadas dentro do laboratório multidisciplinar da escola, e sobre isso, é interessante destacar que os estudantes estavam felizes e se sentiam motivados para a primeira prática no curso.

Assim, de início, foi explicado aos alunos a dinâmica do minicurso e aplicado o questionário inicial. Ao entrarem no laboratório, todos receberam Equipamentos de Proteção Individual (EPI), jalecos descartáveis e luvas, e foram se assentando nas bancadas do laboratório, onde já havia previamente realizada a distribuição dos materiais necessários para realização do experimento. Os roteiros também estavam distribuídos de acordo com a divisão de grupos planejadas: seis grupos com quatro integrantes em cada. Na figura 1 pode ser visto o laboratório com as vidrarias distribuídas nas bancadas.



Figura 1: Laboratório Multidisciplinar

O primeiro questionário foi aplicado após a apresentação do ministrante do minicurso, e ao receberem o questionário, já surgiram perguntas a respeito dos conteúdos que seriam debatidos durante as aulas, principalmente ao que se refere ao desenvolvimento dos filmes. Assim, ao responderem ao questionário, estes foram recolhidos para posterior análise. As respostas às questões podem ser vistas no gráfico 1. Observa-se que os dados do primeiro questionário apontam, em geral, em um desconhecimento acerca dos assuntos foco deste minicurso.

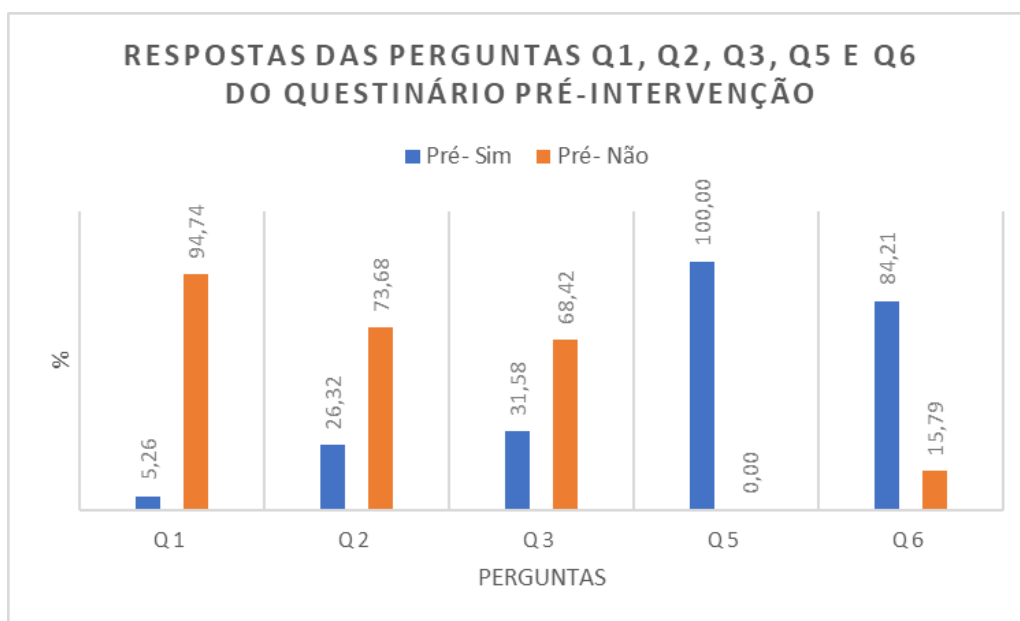


Gráfico 1: Respostas as perguntas dadas no Questionário Pré-Intervenção

Conforme pode ser visto no gráfico acima, notoriamente há desconhecimento sobre Química Verde pelos alunos, visto que 94,74% responderam que não conheciam este conceito. Já sobre Economia Circular, 26,32% dos alunos disseram conhecer, o que também é um valor baixo. Quanto ao conhecimento sobre filmes biodegradáveis, 31,58% disseram saber o que são, o que é um número considerável, já que muitos desconheciam sobre Química Verde, e estes são assuntos intrínsecos.

Uma grande surpresa veio quando 100% dos estudantes responderam que a reutilização de resíduos da agroindústria contribui para melhorar a preservação do meio ambiente, demonstrando uma leve percepção sobre Química Verde e Economia Circular, de forma tácita, mas sem conhecerem os conceitos em si. Já na pergunta conceitual, que foi a sexta, destaca-se que 84,21% dos alunos responderam que utilizar água no lugar de solventes orgânicos pode ser uma boa opção.

Na Etapa II do minicurso, logo após a finalização da aplicação do questionário, foi realizada uma aula expositiva-dialogada. A pedido do professor regente da turma, segundo autor deste trabalho, foram também explicados conceitos introdutórios ao uso do laboratório, dos equipamentos e das vidrarias, proporcionando aos alunos, além de uma aula de Química Verde, também uma introdução às normas e práticas em laboratório. Posteriormente, foi trabalhado com os alunos alguns conceitos, a saber: Filmes biodegradáveis; Química Verde; Biopolímeros naturais; Economia Circular. Em relação ao debate realizado baseado em tais conceitos, ficou evidente a preocupação dos alunos em relação ao meio ambiente e ao uso demorado do plástico de petróleo. Muitos tinham uma postura crítica ao uso excessivo desse material, direcionado a um pensamento de proteção ao meio ambiente, além de evidenciar uma postura de conscientização, trazendo experiências vividas por eles com outros professores que também debateram a temática dos plásticos.

Em sequência, após ter sido feita uma explanação conceitual, foi realizada a prática experimental, com um roteiro pré-estabelecido. Surgiu, neste momento, muitas indagações pelos alunos, como um processo poderia ser classificado como “verde” e o porquê, o que permitiu ampliar um diálogo sobre a Química Verde. Quanto a prática experimental em si, esta baseou-se nas ideias de Mali, Grossmann e Yamashita (2010) em que envolveu o desenvolvimento de filmes de amido, sendo o solvente escolhido a água, o plastificante o glicerol - atóxico ao meio ambiente e aos animais, assim como o amido de milho comercial e o extrato aquoso de uva. Ao final da prática experimental, os alunos conseguiram produzir o filme de amido com extrato de uva. Na figura 2 podemos ver os resultados obtidos pelos alunos.



Figura 2: Plásticos obtidos pelos alunos

Durante todo o processo de desenvolvimento dos filmes, notou-se uma euforia acerca daqueles plásticos, até então desconhecidos pela maioria dos alunos. Por ser a primeira aula experimental do curso técnico deles, os futuros técnicos em meio ambiente, mesmo realizando o experimento, se mostram algumas vezes céticos em relação à formação final de um plástico a partir de um líquido. Por conta do tempo de secagem do biofilme, todo esse descrédito só passou no dia seguinte, quando tiveram a oportunidade de eles mesmos retirarem o plástico, já seco, dos vidros de relógio, levados pelo professor responsável pela turma e também coautor deste trabalho.

Por fim, na Etapa IV, foi aplicado novamente o questionário aplicado no começo do minicurso, com o objetivo de avaliar se os conceitos haviam sido compreendidos pelos estudantes. O gráfico 2 ilustra a porcentagem de respostas dadas às questões 1, 2, 3, 5 e 6 pós-intervenção.

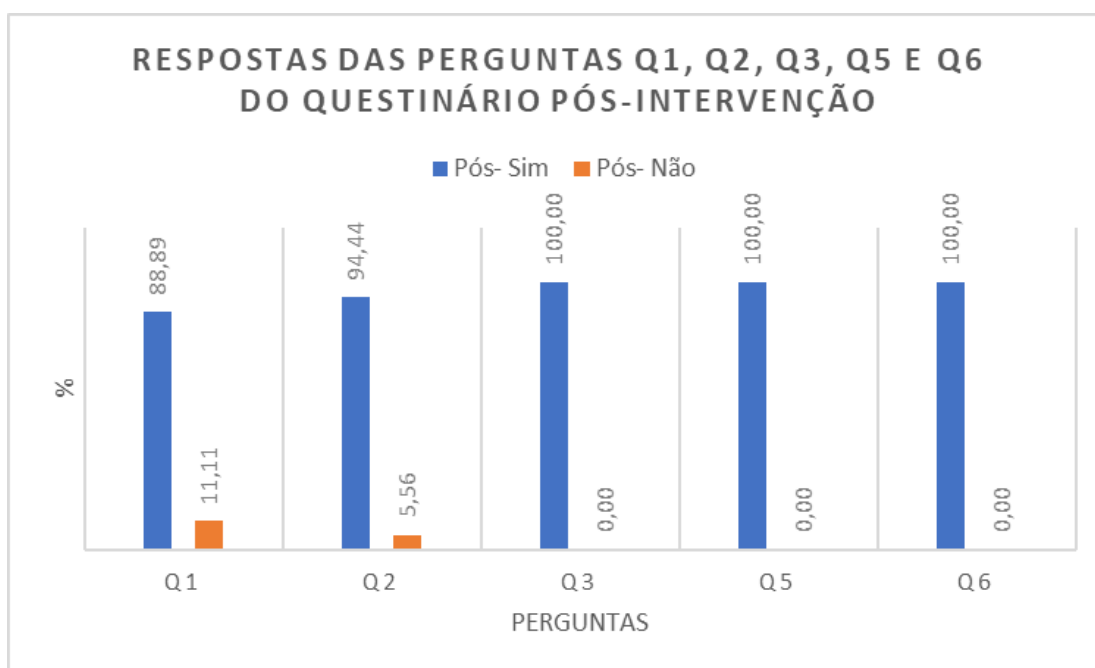


Gráfico 2: Respostas as perguntas dadas no Questionário Pos-Intervenção

Pelo gráfico, nota-se que houve um aumento considerável de respostas “sim”, evidenciando que o minicurso permitiu que os alunos conhecessem um pouco mais sobre o assunto abordado. Fazendo uma comparação entre os gráficos 1 e 2, é possível observar uma inversão nas respostas, de 5,26% de respostas “sim” dadas inicialmente, para 88,89% de respostas “sim” na Q1 pós-intervenção. E assim, sucessivamente: Q2 - 26,32% de respostas “sim” para 94,44% de respostas “sim”, Q3 - 31,58% de “sim” para 100% de “sim”. A Q5 não mudou, tanto no questionário pré quanto no pós 100% responderam “sim” para tal questão, já a Q6 foi observado um aumento na porcentagem de respostas “sim” de 84,21% para 100%.

A partir dos dados expostos, é notória a assimilação conceitual sobre Química Verde e Economia Circular pelos alunos do ensino Técnico de Meio Ambiente. Além de compreenderem o que é um filme biodegradável, segundo as respostas da Q3, contemplando assim, dois dos três pilares que foi proposto para o Ensino de Química Verde. O terceiro pilar foi validado através das respostas da Q4, como mostra o gráfico 3 a seguir:

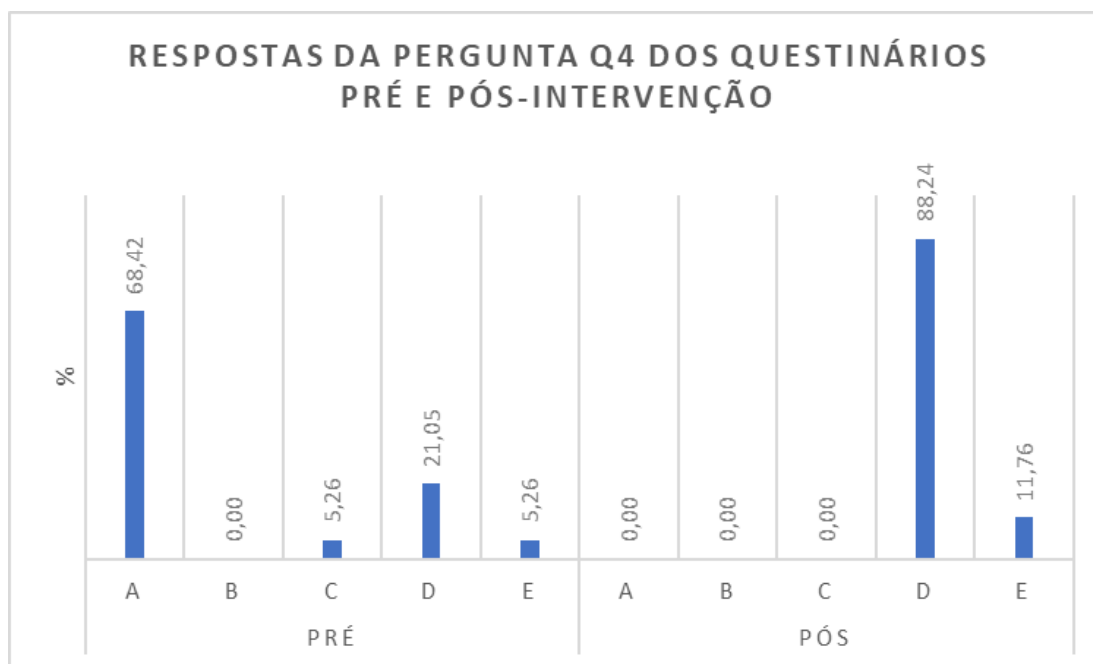


Gráfico 3: Respostas dada à pergunta Q4 pré e pós intervenção

Nessa questão, fundamental para o propósito deste trabalho, se realizou uma retomada da parte conceitual, discutindo, por exemplo, aspectos da química, como a diferença entre química orgânica e inorgânica. Nota - se que na aplicação pré-minicurso 68,42% não conheciam o conceito de filmes biodegradáveis ou nunca tinham ouvido falar, em contrapartida, apenas 21,05% responderam corretamente a questão, o restante marcou alternativas conceitualmente incorretas. Ao comparar com a porcentagem de respostas pós-minicurso, percebemos um aumento na quantidade de acertos para 88,24%, com apenas 11,76% de respostas contendo erros conceituais, mas 0% desconheciam, nessa altura, o termo filmes biodegradáveis.

Dessa forma, a partir dessa reflexão sobre tais dados, nota-se que o minicurso trouxe aprendizado significativo aos estudantes, e que vai contribuir de forma significativa na formação destes, já que cursam técnico em meio ambiente, e eventualmente vão fazer uso de tais conceitos e abordagens práticas no dia a dia em um eventual trabalho nesta área técnica.

Considerações Finais

Pode-se dizer que com a crescente demanda da indústria por profissionais competentes para o desenvolvimento de práticas ambientais sustentáveis, esse trabalho objetivou, utilizando como contexto um minicurso sobre desenvolvimento de biofilmes, a conscientização sobre práticas ambientalmente corretas e sustentáveis. Já que tal temática é de extrema importância na formação de profissionais capazes de atuar de forma mais crítica e reflexiva no meio de atuação, principalmente considerando que o público alvo são alunos do curso técnico em Meio Ambiente.

Além disso, os resultados demonstraram uma aprendizagem conceitual acerca de assuntos como a Química Verde (QV), Economia Circular (EC), Biofilmes e Macromoléculas orgânicas. Tal como, proporcionou um debate a respeito da conscientização sobre o meio ambiente e o impacto da sustentabilidade nas produções industriais. Foi incentivado também o pensamento crítico acerca de práticas mais sustentáveis para com o meio ambiente, principalmente focado nos problemas que os



plásticos convencionais causam na fauna e na flora terrestre e aquática, além de mostrar alternativas a esse plástico, como o papel ou o biofilme desenvolvido.

Destarte, nós esperamos que, com isso, os alunos possam, em suas carreiras profissionais, levar ao ambiente de trabalho iniciativas que estejam de acordo com as propostas debatidas e levantadas neste minicurso, e ajudar a tornar o mundo um local mais sustentável, havendo um impacto positivo em suas vidas, e na da população em geral, repensando acerca das alternativas e perspectivas verdes que são necessárias para as atuais demandas globais.

Referências

- ANASTAS, P.; EGHBALI, N. Green chemistry: principles and practice. **Chemical Society Reviews**, v. 39, n. 1, p. 301-312, 2010.
- ANDRADE, R.; ZUIN, V. Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável. **Educação Química em Punto de Vista**, 2023.
- ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação. *Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade*, p. 95-103, 2013.
- BRITO, G. F. et al. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. **Revista eletrônica de materiais e Processos**, v. 6, n. 2, p. 127-139, 2011.
- FARIAS, F. F. S. de. et al. A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO PARA A COMPREENSÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO. **Anais...IV Conedu - Congresso Nacional de Educação**, Maceió - Alagoas. 2017
- FERREIRA, B.M.R et al. Produção de filmes biodegradáveis a partir de resíduos de frutas e vegetais: uma revisão atualizada. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e54311528544-e54311528544, 2022.
- GORNI, A.A. A evolução dos materiais poliméricos ao longo do tempo. **Revista plástico industrial**, 2003.
- HAGE JR, Elias. Aspectos Históricos sobre o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de Polímeros. **Polímeros**, v. 8, p. 6-9, 1998.
- LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, v. 1, n. 2, p. 149-171, 2015.
- MACHADO, A. A.; COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. C. Uma revisão da bibliografia sobre o ensino da Química Verde. **Boletim da SPQ**, n. 109, p. 47-51, 2008.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F.. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.
- NASCIMENTO, P. T. B.; MENDES, T. G. L.; BEZERRA, J. M. Educação Ambiental e projetos interdisciplinares: um olhar sob os anos finais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 2, n. 1, 2018.
- SILVA, F.M da; LACERDA, P.S.B de; JONES JUNIOR, J. Desenvolvimento sustentável e química verde. **Química Nova**, v. 28, p. 103-110, 2005.
- SOUSA, A. C. de; SILVA, C. E. da; COSTA, T. T da. Ações de extensão no ensino médio: química verde e desenvolvimento sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 6834-6844, 2019.