

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE)

**VALORIZAÇÃO DE BIOMASSA DE *PINUS ELLIOTTII* NO DESENVOLVIMENTO
DE MINIPROJETO DE ENSINO DE SUSTENTABILIDADE**

Aline Braga Vargas

Santo Antônio da Patrulha
2024

ALINE BRAGA VARGAS

**VALORIZAÇÃO DE BIOMASSA DE *PINUS ELLIOTTII* NO DESENVOLVIMENTO
DE MINIPROJETO DE ENSINO DE SUSTENTABILIDADE**

Projeto de Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Gilber Ricardo Rosa
Coorientadora: Prof. Dr^a. Patrícia Ignácio

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

2024

ALINE BRAGA VARGAS

**VALORIZAÇÃO DE BIOMASSA DE *PINUS ELLIOTTII* NO DESENVOLVIMENTO
DE MINIPROJETO DE ENSINO DE SUSTENTABILIDADE**

Projeto de Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Data da aprovação: 13/09/2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gilber Ricardo Rosa (orientador – EQA/FURG)

Prof.^a Dra. Patrícia Ignácio (coorientadora – PPGECE/FURG)

Prof.^a Dra. Márcia Cristina Souza Madeira Malta Pinto (IFRS)

Prof. Dr. Toni Jefferson Lopes (EQA/FURG)

Prof.^a Dra. Clarissa Helena Rosa (EQA/FURG)

Ficha Catalográfica

V297v Vargas, Aline Braga.
Valorização de biomassa de *Pinus elliotti* no desenvolvimento de
miniprojeto de ensino de sustentabilidade / Aline Braga Vargas. –
2024.
65 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas,
Santo Antônio da Patrulha/RS, 2024.
Orientador: Dr. Gilber Ricardo Rosa.
Coorientadora: Dra. Patrícia Ignácio.

1. *Pinus elliottii* 2. Sustentabilidade 3. Educação Ambiental
I. Rosa, Gilber Ricardo II. Ignácio, Patrícia III. Título.

CDU 504:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

Dedico essa Pesquisa aos meus pais, Enio de
Abreu Vargas e Rejane Pinheiro Braga Vargas.
A minha irmã Vitória Braga Vargas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me concedeu condições para realizar este sonho.

Aos meus Pais, Enio de Abreu Vargas e Rejane P. Braga Vargas, minha irmã Vitória Braga Vargas e meu cunhado Ricardo Peixoto por sempre me apoiarem e darem suporte para que eu alcançasse meus objetivos.

A minha amiga, Engenheira Ambiental e Mestra em Ciências Ambientais Maiara Moraes pelo incentivo e apoio durante este ciclo e na carreira profissional, exemplo de dedicação.

As minhas colegas de Mestrado e amigas para a vida, Mônica Silva e Carine Silveira por sempre estarem ao meu lado e não me deixarem desistir.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Gilber Ricardo Rosa por aceitar o desafio de orientar a pesquisa, pela paciência, palavras de incentivo, respeito e pelos inúmeros ensinamentos.

A minha coorientadora Prof. Dra. Patrícia Ignácio por guiar e enriquecer minha pesquisa com suas contribuições.

Por fim, agradeço a todos os Professores da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, campus Santo Antônio da Patrulha/RS, pelos ensinamentos, pelo carinho e acolhida durante estes dois anos.

Muito obrigada!

RESUMO

Fonte renovável de madeira, caracterizada pelo rápido crescimento e fácil adaptação a diferentes tipos de ambientes, o pinheiro americano (*Pinus elliottii*) é importante na indústria moveleira e na sua capacidade de absorver grandes quantidades de carbono. No entanto, o pinus também é um dos organismos exóticos mais agressivos que existe e seus efeitos desencadeados pela sua dispersão ainda são pouco conhecidos. Por ser uma das árvores exóticas mais cultivadas no Brasil e ter um espaço significativo na economia do município de Mostardas/RS, o presente estudo pretende verificar a viabilidade do aproveitamento das partes da planta não utilizadas pela indústria. Assim, buscou-se a valorização das folhas, que não possuem um destino adequado nas plantações, no desenvolvimento de um miniprojeto de sustentabilidade abordando o tema de adsorção de corantes têxteis. Nesse sentido, a Educação Ambiental é abordada no desenvolvimento de tal atividade didática que prima pela introdução de temas usuais de pesquisa acadêmica em sala de aula. Também, a pesquisa foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com estudantes de escolas públicas para verificar seus conhecimentos prévios sobre o tema, além de revisão bibliográfica sobre o assunto para melhor compreensão do tema.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*; Sustentabilidade; Educação Ambiental.

ABSTRACT

A renewable source of wood, characterized by rapid growth and easy adaptation to different types of environments, the American pine (*Pinus elliottii*) is important in the furniture industry and for its ability to absorb large amounts of carbon. However, the pine is also one of the most aggressive exotic organisms in existence and its effects triggered by its dispersion are still little known. As it is one of the most cultivated exotic trees in Brazil and has a significant place in the economy of the municipality of Mostardas/RS, this study aims to verify the feasibility of using the parts of the plant not used by the industry. Thus, we sought to value the leaves (pine needles), which do not have a suitable destination in plantations, in the development of a sustainability mini-project addressing the theme of adsorption of textile dyes. In this sense, Environmental Education is addressed in the development of such a didactic activity that emphasizes the introduction of usual academic research topics in the classroom. Also, the research was carried out through semi-structured interviews with students from public schools to verify their prior knowledge on the topic, in addition to a bibliographic review on the subject to better understand the topic.

Keywords: *Pinus elliottii*; Sustainability; Environmental Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Floresta de <i>Pinus elliottii</i> - São Simão, Mostardas/RS	45
Figura 2 - Adsorventes a) PIN, b) CP300 e c) CP400	48
Figura 3 - Micrografias MEV (aumento de 500x) de adsorventes a) PIN, b) CP300 c) CP400	50
Figura 4 - Análise EDS de adsorventes a) PIN, b) CP300 e c) CP400.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Periódicos CAPES	33
Tabela 2 – Síntese da proposta de miniprojeto de ensino	46
Tabela 3 – Análise de áreas de superfície e CHN de adsorventes PIN, CP300 e CP400	51
Tabela 4 – Resultados coletados sobre a adsorção do azul de metileno produzido pelos alunos.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum CN – Ciências da Natureza
COEA	Comissão Especial de Educação Ambiental CP – Carvão de Pinus
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental EA – Educação Ambiental
EAC	Educação Ambiental Crítica
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia MinC – Ministério da Cultura
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais PIN – Pinus in natura
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental PNE – Plano Nacional de Educação
PRONEA	Programa Nacional de Educação Ambiental SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente
UMF	Unidade de Manejo Florestal
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	MUNICÍPIO DE MOSTARDAS/RS E A PRODUÇÃO DE PINUS	16
3.2	CULTIVO DE PINUS.....	17
3.3	SUSTENTABILIDADE.....	20
3.4	EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	21
3.4.1	EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA (EAC)	27
3.4.2	LEGISLAÇÃO PARA EA	30
4	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	33
5	METODOLOGIA.....	38
5.1	PEDAGOGIA DE PROJETOS	39
5.1	DELINEAMENTO	42
5.2	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	42
6	PRODUTO EDUCACIONAL	43
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O *Pinus elliottii* está entre as árvores de espécie exótica mais cultivadas no Brasil, possuindo 1,6 milhões de hectares plantados, 88% localizados na região Sul, sendo 42% no Paraná, 34% em Santa Catarina e 12% no Rio Grande do Sul (IBÁ, 2016). No Estado do Rio Grande do Sul, a área total coberta por cultivos florestais é de 449.533 ha, onde o *Pinus elliottii* representa 23,4% da área plantada (ABRAF, 2013). É considerado um dos grandes agentes transformadores da paisagem, considerada a espécie exótica de maior amplitude invasora de ecossistemas naturais do globo (Bechara *et al.*, 2014). No Rio Grande do Sul, essas transformações e alterações ambientais causadas pela presença de *Pinus Elliottii* estão evidenciadas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (Portz *et al.*, 2011; Burgueño *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2014).

A espécie *Pinus elliottii* é cultivada no País há mais de um século. Num primeiro momento era destinada a fins ornamentais, passou a ser plantada em escala comercial a partir dos anos 1940, suprimindo parte da demanda por madeira, que ainda é deficiente no Brasil (ABRAF, 2013). “O uso de essências florestais para silvicultura ou estabilização do solo, que são as principais utilizações do *Pinus elliottii* no Brasil, corresponde a 8% das causas de introdução de exóticas no país” (Zanchetta; Diniz, 2006).

No Estado do Rio Grande do Sul, o cultivo do Pinus teve início nos anos de 1960 e foi amplamente apoiado por incentivos fiscais até meados dos anos 1980, quando cultivar árvores deixou de ser um bom negócio (Silva; Lima, 2016). A cadeia produtiva da madeira no RS, especialmente na metade sul do Estado, retornou com força a partir dos anos 2000 com novos incentivos ao avanço de grandes projetos de empresas do setor florestal (AGEFLOR).

A sociedade capitalista conhecida é pautada por relações de produção que envolvem os proprietários dos meios de produção e os detentores de força de trabalho, a finalidade buscada é sempre a produção de excedentes e o estímulo ao consumo, ignorando o caráter finito dos recursos naturais. “Ao estabelecer uma relação estritamente utilitarista com o ambiente, o capital intensificou a exploração dos recursos naturais. Surgiram como decorrência os problemas ambientais. Sua escala mundial passou a exigir soluções globais da sociedade” (Santos; Alves, 2021).

Neste modo de produção se observa a transformação da natureza e do trabalho em mercadoria, uma relação de produção que define a interação entre ser humano e natureza, priorizando o valor de troca em detrimento do valor de uso, causando impactos no ambiente e na vida do homem. Para diminuir os prejuízos ao meio ambiente e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida, é necessário que sejam tomadas medidas que diminuam o volume de lixo e favoreçam o tratamento adequado dos resíduos.

Sendo assim, se faz necessária a criação de medidas voltadas à proteção do meio ambiente e da saúde da população, a melhor forma é através da educação, começando a conscientização desde cedo.

A sociedade que avança o século XXI vem enfrentando diversos problemas socioambientais em uma crise civilizatória de grande proporção (Leff, 2001), fato que torna a educação ambiental (EA) uma prática urgente, no sentido de proporcionar respeito pela vida, justiça ambiental, equidade, diversidade, sustentabilidade e beleza, conforme preconiza o prefácio da publicação intitulada *Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola* (Brasil, 2007), produzida pela Unesco (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura), Ministério da Educação e Ministério do Meio Ambiente do Brasil (Colagrande *et al.*, 2021).

A diversidade de correntes e tendências relacionadas ao ensino do tema meio ambiente na escola é observada desde a década de 1990 (Mattos; Gomes, 2021). Anteriormente, até a década de 1980, a tendência conservacionista era predominante no Brasil, relacionando-se tanto com a origem do movimento ambientalista ligada à perspectiva da preservação, quanto com o contexto político interno de autoritarismo e restrições democráticas do período militar (Layrargues; Lima, 2014).

Diferentes trabalhos, tanto nacionais como internacionais, têm discutido a compreensão e as relações estabelecidas por diferentes setores com a educação ambiental. O entendimento sobre o seu significado é diverso e multifacetado, parte dessa diversidade de visões deve-se às diferentes representações sociais a respeito desse tema.

Algumas diretrizes são apresentadas em documentos produzidos nos encontros mundiais ocorridos ao longo do século XX, voltados para as temáticas ambientais, bem como em diferentes documentos oficiais brasileiros, como a Lei n. 6.398/81, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, a Lei n. 9.795/99, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, e, mais recentemente, a Resolução n. 2/2012, que estabeleceu as Diretrizes

Nacionais para a Educação Ambiental (Colagrande *et al.*, 2021).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) frisa a necessidade de os currículos abrangerem o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil que, sem dúvida, envolve implicações para a educação ambiental (Brasil, 1996). A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) reforça o direito de todos à educação ambiental, indicando seus princípios e objetivos (Brasil, 1999). Já o Plano Nacional de Educação (PNE) incluiu a educação ambiental como tema transversal e observou que a mesma deveria ser implementada no ensino fundamental e no ensino médio (Brasil, 2014).

Outros documentos norteadores da educação básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997), as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (Brasil, 2013) e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017) reforçaram o caráter interdisciplinar da educação ambiental no tratamento das questões de sustentabilidade e da relação homem-natureza.

Atualmente, a escola se legitima pela transmissão de conhecimentos. No entanto, ao reforçar o ensino por meio de conteúdos selecionados, cuja intencionalidade não está explícita, a instituição termina por reproduzir as desigualdades sociais e ampliar o atendimento às necessidades do capital. Por isso, a compreensão da educação, na atualidade, precisa abarcar a percepção de suas dimensões social econômica e cultural. Esse enfoque é chave para enfrentar os desafios gerados pela constante evolução científica e tecnológica e para possibilitar questionamentos e reflexões acerca de velhos paradigmas estabelecidos, postos como verdades absolutas (Santos; Alves, 2021).

Ainda que o espaço escolar tenha dificuldade na implementação de uma educação ambiental favorável ao desenvolvimento amplo da cidadania, é preciso oferecer projetos e condições mínimas para a formação de uma consciência ambiental. Esta, compreendida como a consciência sobre o meio ambiente e as relações estabelecidas entre ele e a sociedade, refletir sobre todas as situações que envolvem essas relações e seu próprio papel diante dessas questões (Colagrande *et al.*, 2021).

O tema deste estudo trata do aproveitamento das folhas do *Pinus elliottii*, consideradas resíduos pelas indústrias, evitando alteração e contaminação ambiental. Nesta linha, a educação ambiental desperta no discente a consciência de preservação e de cidadania. Partindo da preocupação: **Quais estratégias devem ser usadas para estimular o educando na busca pelo descarte correto das folhas do *Pinus***

elliottii? o ser humano deve passar a entender, desde cedo, que precisa cuidar, preservar e que o futuro depende do equilíbrio entre homem e natureza, sendo essa uma via promissora para motivar os alunos a aprender e lhes proporcionar oportunidade para construir uma visão mais autêntica das ciências e da sua relação com a tecnologia.

Cabe mencionar, a título de justificativa da temática escolhida, que a autora trabalha na Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município de Mostardas/RS. Este é um órgão ambiental que não se interessa apenas no lucro que o *Pinus elliottii* proporciona, mas entende que existe um problema ambiental importante causado pelas folhas que se acumulam no solo, além da quantidade significativa de água necessária para o seu cultivo e desenvolvimento.

Diante do exposto, este estudo está dividido em 7 capítulos, o primeiro compreende a Introdução do trabalho; o segundo trata dos Objetivos; o terceiro abrange um Referencial Teórico, subdividido em 3.1 – Município de Mostardas/RS e a produção de Pinus, 3.2 – Cultivo de Pinus, 3.3 – Educação ambiental, subdividido em 3.3.1 – Educação Ambiental Crítica e 3.3.2 – Legislação para EA; o quinto dispõe da Metodologia, subdividido em 5.1 – Delineamento e 5.2 – Instrumentos de coleta de dados; no sexto capítulo é apresentado o Produto Educacional proposto; no sexto capítulo é abordado a Análise dos Resultados e, por fim, o oitavo capítulo contém as considerações finais.

2 OBJETIVOS

A seguir, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos estabelecidos para a pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um miniprojeto de sustentabilidade com as partes do *Pinus elliottii* que não tem fins lucrativos para a indústria.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear os conhecimentos prévios dos alunos sobre *Pinus elliottii*;
- Verificar a viabilidade de uso das partes do *Pinus elliottii* descartadas pela indústria;
- Estruturar um miniprojeto de sustentabilidade no curso de Engenharia Agroindustrial da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil, com as partes do *Pinus elliottii* descartadas pela indústria.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Os próximos subcapítulos tratam do referencial teórico deste projeto, abordando temáticas fundamentais para a discussão pretendida e para a realização do produto educacional proposto. Primeiro serão tratadas as questões do município de Mostardas/RS e sua produção de *Pinus elliottii* enquanto fator econômico; após, trata-se mais especificamente do cultivo de *Pinus elliottii* e seus impactos ambientais e, por último, questões relacionadas à educação ambiental.

3.1 MUNICÍPIO DE MOSTARDAS/RS E A PRODUÇÃO DE *PINUS ELLIOTTII*

O município de Mostardas foi criado em 1963 através da Lei Estadual n.º 4.691, de 26 de dezembro. Inicialmente tratava-se de um ponto estratégico militar, depois foi colonizada por imigrantes açorianos. Está localizado no litoral médio do Estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude de 17 metros, num istmo formado pela Laguna dos Patos e pelo Oceano Atlântico. Economicamente, o município se destaca pela produção de arroz, mel, pecuária e silvicultura (madeira e resina).

Mostardas concentra as áreas que constituem a Unidade de Manejo Florestal (UMF) na região denominada de Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul. A Florestal Mostardas possui 7.991,59 ha, que ocupa 3,86% da área total do município e, destes, 4.593,32 ha são de área de plantio de *Pinus elliottii*, o que corresponde a 57,45% do total da Florestal Mostardas (Mostardas, 2021).

O plantio de *Pinus elliottii* tem um espaço significativo na economia do município de Mostardas, mas a espécie é cultivada no país há mais de um século. Num primeiro momento era destinada a fins ornamentais, passou a ser plantada em escala comercial a partir dos anos 1940, suprimindo parte da demanda por madeira, que ainda é deficiente no Brasil (ABRAF, 2013). “O uso de essências florestais para silvicultura ou estabilização do solo, que são as principais utilizações do *Pinus elliottii* no Brasil, corresponde a 8% das causas de introdução de exóticas no país” (Zanchetta, Diniz, 2006).

Neste modo de produção se observa a transformação da natureza e do trabalho em mercadoria, uma relação de produção que define a interação entre homem e natureza, priorizando o valor de troca em detrimento do valor de uso, causando impactos no ambiente e na vida do homem. Para diminuir os prejuízos ao meio

ambiente e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida, é necessário que sejam tomadas medidas que diminuam o volume de lixo e favoreçam o tratamento adequado dos resíduos.

O *Pinus elliottii* é considerada a espécie exótica de maior amplitude invasora de ecossistemas naturais do globo (Bechara *et al.*, 2014). No Rio Grande do Sul essas transformações e alterações ambientais causadas pela presença de *Pinus elliottii* estão evidenciadas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (Portz *et al.*, 2011; Burgueño *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2014).

3.2 CULTIVO DE *PINUS ELLIOTTII*

O gênero *Pinus elliottii* possui vantagens quando comparado a outras espécies arbóreas, têm boa adaptabilidade, alta capacidade produtiva e fornecem madeira de boa qualidade para as mais diversas finalidades (Schulz *et al.*, 2019). O aspecto positivo do seu cultivo é a contribuição para a redução do consumo de madeira nativa, proveniente das matas e florestas (Vasques *et al.*, 2007). No Brasil, as florestas de *Pinus* spp. representam aproximadamente 22,5% das florestas plantadas, com um volume de produção de 49,7 milhões de m³ (IBÁ, 2019). Ainda, segundo IBÁ, os plantios do gênero *Pinus* ocupam aproximadamente 1,6 milhão de hectares e concentram-se principalmente nos estados do Paraná (42%) e Santa Catarina (34%).

A abundante densidade de *Pinus elliottii* adulto reprodutivo encontrado (178), considerando-se que cada indivíduo possui cerca de 500 cones com 100 sementes (50.000 sementes) (Liesenfeld; Pellegrim, 2004), além de provocar uma intensa chuva de sementes, conduz ainda à dispersão secundária contínua na área e posterior agravamento do processo invasivo. Esta situação é corroborada por Bechara *et al.*, (2014), os quais averiguaram que cada indivíduo de *Pinus elliottii* dissemina 2.500 sementes por hectare ao ano (Ramos *et al.*, 2019).

As espécies florestais do gênero *Pinus* são as mais utilizadas nas indústrias de processamento da madeira no Brasil, com a geração significativa de resíduos durante a conversão de toras em madeira serrada (desdobro) (Moraes, 2019). A extensa área plantada sugere um enorme potencial para exploração da biomassa disponível (Ferreira *et al.*, 2019). Os principais destinos da madeira em tora são para a produção de celulose, papel, madeira serrada, painéis de madeira reconstituída e geração de energia. Outras partes das árvores, como cascas, ramos, raízes, ponteiros, tocos,

toretes e folhas são mantidos no campo após a colheita, considerados resíduos que são desperdiçados quanto ao aproveitamento da biomassa (Bellote *et al.*, 1998; Tolosana *et al.*, 2014; Castro *et al.*, 2017).

A biomassa é considerada como sendo todo o material vegetal produzido pela fotossíntese, incluindo os diversos produtos e subprodutos derivados do mesmo processo, tais como: florestas, culturas, resíduos agrícolas, dejetos animais e matéria orgânica que é contida nos rejeitos industriais e urbanos, voltada para produção de fontes alternativas de energia (Nogueira; Lora, 2002; Rosillo-Calle; Bajay; Rothman, 2005; Brasil, 2007; Cortez; Lora; Gómez, 2008; Al-Hamamre *et al.*, 2017; Pahla *et al.*, 2017). Ela é tida como a segunda fonte de energia mais utilizada no Brasil, fazendo do país um dos poucos no mundo com potencial para substituir combustíveis fósseis pelos renováveis (Cortez; Lora; Gómez, 2008). A energia proveniente dela pode ser classificada em função da origem da matéria que a constitui, podendo ser: florestal, agrícola ou de rejeitos urbanos (Nogueira; Lora, 2002) (Mbanze *et al.*, 2018. p. 1641).

Pensando na viabilidade de aproveitamento dos resíduos após a colheita, deveria haver integração entre os sistemas de colheita da madeira e dos resíduos, empilhados e mantidos limpos, sem contaminação com o solo, facilitando o transporte e manuseio, resíduos mais densos e com maiores dimensões aumentam a eficiência da atividade. Este processo pode ser facilitado em sistemas de colheita mecanizados (Spinelli, 2007; Tolosana, 2009).

O *Pinus elliottii* tem preferência natural por solos ácidos e arenosos, localizados em baixadas e junto a cursos de água (Vasques *et al.*, 2007).

Os baixos valores de pH são típicos de solos de altitude do Sul do Brasil e estão associados ao intemperismo do solo, além da ocorrência de quantidade considerável de ácidos orgânicos, que se acumulam no solo devido à decomposição e mineralização lenta dos resíduos vegetais nesse ambiente (Silva *et al.*, 2008). Pode haver relação inversa entre o teor de C e o pH, uma vez que parte da acidez do solo pode estar relacionada aos ácidos orgânicos liberados pelos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, e contribuem para o estabelecimento da atividade de prótons na solução do solo (Baldotto; Baldotto, 2014) (Klug, 2020. p. 285).

Secco *et al.* (2019) dizem que, em povoamentos puros com a espécie exótica e invasora *Pinus* sp. a serrapilheira, formada basicamente pelo depósito de acículas no solo, quando comparada à de outras espécies apresenta decomposição mais demorada, formando assim uma camada mais espessa de material orgânico no solo, a qual pode tornar-se eficaz na proteção contra oscilações térmicas e manutenção da umidade do solo (Chaves; Corrêa, 2005). Entretanto, na maioria das vezes, esta

densa camada atua como uma barreira física para o estabelecimento de plântulas de outras espécies (Scolari *et al.*, 2010).

Todavia, os exemplares de *Pinus elliottii* em regeneração estão em constante competição com as espécies nativas, havendo o favorecimento da espécie invasora devido à descaracterização estrutural do fragmento florestal originado a partir da mudança nas condições ambientais causadas pela inserção desta espécie (Cielo Filho; Santin, 2002).

A regeneração natural é o processo de renovação da cobertura vegetal de uma determinada área a partir do desenvolvimento de indivíduos jovens provenientes, principalmente, da chuva de sementes, banco de sementes no solo, banco de plântulas e ainda através da formação de bosque a partir dos brotos das plantas danificadas (Caldato *et al.*, 1996; Salles; Schiavini, 2007; Garcia *et al.*, 2011). Estes caminhos garantem a autorrenovação, a sustentabilidade e a manutenção da diversidade biológica dos ecossistemas florestais (Secco *et al.*, 2020. p. 209).

De acordo com Salles e Schiavini (2007), inúmeros estudos ressaltam que a regeneração natural é altamente influenciada pelo histórico de uso da área, o qual afeta os recursos disponibilizados aos indivíduos que poderão posteriormente se estabelecer no local. Em áreas alteradas por ações antrópicas, o principal limitante da viabilidade de plântulas da regeneração natural é a baixa disponibilidade de sementes, ocasionada pela ausência de remanescentes florestais nativos próximos, o que impossibilita a chuva de sementes, bem como a ação de agentes dispersores (Garwood, 1983; Kolb, 1993; Alves; Metzger, 2006).

Ramos *et al.* (2019) alerta que as Unidades de Conservação não estão livres da contaminação biológica e têm efetivamente perdido biodiversidade devido à competição que as espécies nativas enfrentam com espécies invasoras (Lima; Ziller, 2002). “No Brasil, em 227 unidades de conservação, foram registradas 19 espécies exóticas invasoras de água doce e 148 espécies terrestres” (Ziller; Dechoum, 2013).

Do total de espécies extintas com causas compiladas e conhecidas, 54% são derivadas do efeito de espécies invasoras (Clavero; García-Berthou, 2005). É fato conhecido que invasões biológicas são, depois da perda de habitat, as mais potentes ameaças à diversidade de espécies ao redor do mundo (Ziller, 2000; Dogra *et al.*, 2010). Algumas espécies de *Pinus elliottii* estão entre as que mais se espalham e de

maior influência entre todas as plantas invasoras, especialmente no hemisfério sul (Richardson; Higgins, 1998).

O Brasil conta com plantações florestais crescentes de *Pinus* e as invasões no Brasil são, principalmente, ocasionadas por *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* que invadem vastas extensões de ambientes naturais e alterados (Ziller, 2000; Bechara *et al.*, 2014). Experimentos silviculturais com *Pinus elliottii* Engelm. foram realizados no estado de São Paulo nas décadas de 1940, 1950 e 1960, por meio de programa de introdução e fomento. Em consequência, *Pinus elliottii* tem se alastrado em ritmos alarmantes sobre áreas com vegetação nativa (Voltolini; Zanco, 2010). Aparece como invasor em diferentes ecorregiões: Mata Atlântica, Floresta de Araucária, Savana (Cerrado strictu sensu) e florestas das costas da Serra do Mar (Simberloff *et al.*, 2010) (Ramos *et al.*, 2019. p.76).

Ao compararem 16 espécies de *Pinus elliottii* e, baseados em características do habitat, tamanho do propágulo e número das populações-recurso, Zenni e Simberloff (2013) confirmaram a presença de *Pinus elliottii* como invasor em Floresta Ombrófila Mista. Grandes populações introduzidas de *Pinus elliottii* dispersam grande número de propágulos, tal como o efeito da densidade, que prenunciam o sucesso da invasão (Richardson; Higgins, 1998; Fine, 2002). Contribui com esse sucesso, a alta taxa de germinação de *Pinus elliottii*, em muitos casos, acima de 90% (Ziller; Galvão, 2002).

3.3 SUSTENTABILIDADE

A humanidade vem usufruindo dos recursos naturais de forma imprudente e inconsciente, como se fossem infinitos, causando um grande impacto ambiental.

Sustentabilidade é o conceito de utilizar e gerir os recursos naturais, econômicos e sociais de forma a garantir sua disponibilidade para as futuras gerações. Isso significa considerar não apenas o impacto imediato das ações, mas também o impacto a longo prazo, tornando-se conscientes dos efeitos cumulativos e, quando aplicável, implementando soluções para minimizar os impactos negativos. A sustentabilidade tem como objetivo equilibrar a conservação ambiental, a equidade social e a viabilidade econômica, para criar um futuro mais sustentável para todos.

Vivemos em um mundo com recursos naturais em escassez e degradação do meio ambiente ocorrendo de forma significativa, portanto, trabalhar a sustentabilidade na sala de aula é um tema muito importante atualmente.

Crianças, adolescentes e jovens de hoje serão os responsáveis pelas ações econômicas, políticas e administrativas do futuro. Dessa forma, é fundamental que conheçam a importância da preservação ambiental e saibam como aplicá-la. Freire (1987) aponta o homem como um ser que se diferencia dos demais animais existentes por ter como princípio elementar o poder de transformação de sua história através de uma relação dialética vivida na sua inserção na natureza e na cultura, diferenciando-o dos outros animais. Assim, o homem não pode participar ativamente na história, na sociedade, na transformação da realidade se não for ajudado a tomar consciência da realidade e da sua própria capacidade para transformá-la (Freire, 1977).

Logo, a instituição precisa ir além dos conhecimentos teóricos e trabalhar com ações práticas de sustentabilidade, incentivando assim a criação de hábitos e responsabilidades nos alunos. A prática de projetos e pesquisas, realizada por meio de temas geradores e estudados de maneira interdisciplinar precisa se consolidar na fundamentação teórica. Assim sendo, para Leff (2001, p. 218):

O desenvolvimento de programas de Educação Ambiental e a conscientização de seus conteúdos depende deste complexo processo de emergência e constituição de um saber ambiental, capaz de ser incorporado às práticas docentes e como guia de projetos de pesquisa.

A consciência sustentável adquirida irá chegar também às famílias dos estudantes e outros grupos sociais frequentados por eles. Um dos temas transversais abordados na BNCC é a sustentabilidade, a mesma inclui a sustentabilidade como um dos seus eixos integradores, que perpassa todas as áreas de conhecimento, afirmando que a educação precisa fornecer ferramentas para os alunos entenderem a importância desse tema e ajudarem a construir uma sociedade mais sustentável.

3.4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A segunda metade do século XX foi marcada por uma série de desastres ambientais que se acumularam ao longo do século, que gerou o início dos debates e discussões sobre o significado das questões ambientais para a sociedade contemporânea. Esse quadro de desastres ambientais mobilizou discursos envolvendo grupos e agentes sociais com perspectivas políticas e ideológicas distintas

e, muitas vezes, conflitantes em relação aos significados da temática ambiental (Santos; Carvalho, 2021).

Para Bornheim (1985), o grande desafio que a temática ambiental se refere ao fato de que não é possível voltar à natureza pura e simples, muito menos reverter e frear a revolução tecnológica. Nesse sentido, é válido questionar quais os caminhos para superar essa contradição. Um deles, que tem sido visto e proposto, tanto por ambientalistas quanto por educadores, é o de explorar a temática nos diferentes contextos educacionais. Essa proposição tem sido vista como uma oportunidade para explicitar o caráter político e ideológico da questão ambiental, evidenciando os diferentes e intensos conflitos socioambientais que marcam o cenário latino-americano (Peñafiel *et al.*, 2018).

Vieira *et al.* (2021) compreendem a EA como um processo de permanente aprendizagem, baseada em valores individuais e coletivos para a transformação social e atuação política, visando a conservação do meio ambiente, a qualidade de vida e a sustentabilidade socioambiental.

Para tanto, considera-se necessário pensar em processos e práticas educativas que possibilitem a superação do processo de “semiformação” ao qual estamos submetidos (Adorno, 2010). Conforme o autor, a semiformação corresponde a uma formação em que os indivíduos se conformam à vida real. Trata-se de uma formação em que a adaptação – domesticação do indivíduo — predomina, impedindo que os seres humanos se eduquem uns aos outros (Santos; Carvalho, 2021, p. 4).

Para Souza (2021), a transformação da realidade socioambiental depende muito do entendimento de que não basta e não se trata apenas de cuidar dos rios, não poluindo, de diminuir a poluição do ar, de florestar ou reflorestar um lugar ou outro, para que todos tenham uma vida melhor e mais saudável no futuro, com mais qualidade. É dar uma solução, ao mesmo tempo, para os problemas ambientais e sociais.

Com muita frequência, as questões ambientais são tratadas apressada e superficialmente. O resultado são conclusões “[...] equivocadas e que muito pouco contribuem para um trabalho educativo e de pesquisa, comprometido com o urgente e necessário repensar de nossas representações e práticas de EA” (Barcelos, 2007, p. 77).

Diante disso, Colagrande e Farias (2021) propõem o questionamento sobre o qual Educação Ambiental se faz necessária no contexto da escola brasileira, de

maneira a consolidar a formação de um Sujeito Ecológico capaz de ser e estar no mundo de forma mais equilibrada e responsável, com a adoção de atitudes ecologicamente orientadas, superando a dicotomia indivíduo-natureza.

Como preconizado na Conferência de Tbilisi (1978), especificamente no que se refere à Educação Ambiental nas universidades, a recomendação nº 13 da citada Conferência estabelece que a formação docente deve romper com os modelos tradicionais de educação, encorajar a aceitação da interdisciplinaridade para a solução dos problemas socioambientais em todas as áreas do conhecimento, favorecer o desenvolvimento de conceitos e de materiais didáticos apropriados às características locais e estabelecer parcerias locais, nacionais e internacionais, no sentido de promover a formação humana e a troca de experiências (Santos; Jófili; Oliveira, 2013, p. 63).

Lima e Torres (2021) retomam que, desde sua institucionalização nas últimas décadas do século XX, a educação ambiental escolar no Brasil convive com dificuldades de inserção na escola e no currículo, com a formação inadequada dos professores, com a carência de uma prática interdisciplinar e com uma pedagogia conservacionista, ao encontro do estudo de Strieder *et al.* (2016), que aponta para “a necessidade de alguma mudança na forma da abordagem tradicional da ciência” (Strieder *et al.*, 2016, p. 69).

O estudo ainda faz menção a ausência de materiais didáticos adequados; à necessidade de planejamentos cuidadosos e ao tempo que isso despender; a importância de se usar uma pluralidade de estratégias metodológicas; e, à relevância de envolver os professores na elaboração de propostas (Strieder *et al.*, 2016). Apesar dessas adversidades, a educação ambiental escolar tem feito esforços e representa um potencial valioso para a formação de uma cidadania ativa.

O professor é o responsável pela execução da educação ambiental e o faz a partir de seus conhecimentos, representações e intencionalidades no que se refere à educação e à problemática ambiental. Assim, acredita-se que seja de extrema importância que os profissionais da área de educação vivenciem discussões sobre temáticas ambientais em suas formações, fundamentadas nas atividades de ensino, pesquisa e extensão (Lobato *et al.*, 2020, p.365).

Um estudo intitulado “O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental” – realizado pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) em escolas de Ensino Fundamental e Médio de todo o país – identificou dados importantes sobre o

panorama da EA no Brasil. De acordo com os resultados, grande parte dos trabalhos educativos ambientais na escola são desenvolvidos sob a forma de projetos ou por meio da inserção dos temas em disciplinas específicas, em geral nas aulas de Ciências ou Geografia (Zucchini, 2021). Os principais temas identificados na pesquisa foram água; lixo e reciclagem; e poluição e saneamento básico (Trajber; Mendonça, 2006).

A mesma constatação foi feita no estudo de Cruz (2014), onde em grande parte das escolas a EA é trabalhada por meio de projetos que, geralmente, são desenvolvidos de forma pontual e fragmentada, norteados por professores de Ciências e Biologia. Além disso, muitas das atividades em EA são desenvolvidas apenas em datas ‘comemorativas’ como, por exemplo, no Dia Mundial da Água e no Dia ou Semana do Meio Ambiente, também de forma pontual e isolada, não estabelecendo qualquer ligação com os conteúdos abordados nas disciplinas, sem continuidade no decorrer do ano letivo.

Zucchini (2021) aponta para o fato de que a hegemonia das atividades educativas realizadas por professores com a EA é constituída de ações fora da sala de aula, ou seja, são realizadas em outros espaços que não o da escola e de seus respectivos conteúdos mínimos ministrados. Não minimizando a importância desses ‘outros espaços’, fora da escola, para uma educação cidadã e criadora de espaços democráticos e libertários, o autor ainda afirma ser de grande importância e relevância os trabalhos e pesquisas em EA, que tomam como ponto de partida o espaço das relações didático-pedagógicas no cotidiano escolar. De acordo com Barcelos,

[...] há que se descobrir formas e metodologias de trabalho de pesquisa nas quais a reflexão sobre as questões ecológicas esteja intrinsecamente relacionada com os conteúdos curriculares das diferentes disciplinas, áreas e/ou níveis do processo educativo escolar (Barcelos, 2007. p. 81).

Para Lima e Torres (2021) os diagnósticos e as análises sobre a EA escolar, ao longo das últimas décadas, se deparam com limites como a rigidez curricular; a precária formação dos professores; o exercício de uma interdisciplinaridade incipiente; uma prática pedagógica conteudista e pouco dialógica; uma abordagem biologicista e comportamentalista dos problemas ambientais; a escassa incorporação das dimensões políticas e éticas do fenômeno ambiental; a descontinuidade dos projetos

escolares e a distância das comunidades do entorno, dos problemas locais e dos conflitos socioambientais.

[...] desde a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), de 1999, até as Diretrizes Curriculares para a Educação Ambiental de 2012, que deverão orientar a educação ambiental em todos os níveis de ensino, foram 10 anos de discussões sobre a institucionalização da educação ambiental. Nesta tessitura, ora ressaltam sua dimensão reprodutora das condições socioambientais que caracterizam a crise ambiental, por exemplo, o discurso da educação ambiental para o desenvolvimento sustentável (Carvalho, 2004; Sauvé, 2005), ora se aliam ao discurso da educação ambiental crítica e emancipatória como é o caso das Diretrizes de 2012 (Cruz; Bigliardi, 2012), embora no documento as palavras “mudança” e “transformação” são substituídas por “construção de sociedades justas e sustentáveis” (Teixeira; Torales, 2014. p. 133).

Oliveira *et al.* (2017) entende que a perspectiva crítica da educação ambiental orienta o processo de formação docente, logo, a partir dela a formação de professores críticos e engajados com os dilemas socioambientais é possível. Dessa forma, para além da transmissão de conteúdos, as pessoas podem ter aumentadas as capacidades de identificar, analisar, exercer seus direitos, reivindicar o fornecimento de serviços, dentre outros exercícios de cidadania.

[...] as dificuldades em se trabalhar com EA nas escolas são decorrentes da rigidez das estruturas curriculares vigentes na maioria das redes de ensino escolar, além das concepções e metodologias que ainda têm como fundamento a ciência moderna – cartesiana, positivista, empirista – para a organização do mundo e da própria ciência (Zucchini, 2021. p. 3).

Conforme abordado por Bourdieu (2004), se faz necessário observar as relações existentes entre a instituição escolar e a estrutura social de origem dos estudantes, uma vez que as condições socioeconômicas também estão relacionadas com a oferta e demanda das escolas públicas. “Ademais, destaca-se a importante relação da escola com a comunidade e a sua relevância como espaço educador para a redução da violência e da vulnerabilidade social nas comunidades escolares” (Vieira *et al.*, 2021. p. 10). Para Freire (2009), o subdesenvolvimento é condição de situação-limite, em que se verifica uma condição de dependência, de colonialidade. E para a superação dessa condição propõe-se a necessidade do desenvolvimento, como se pudesse, a partir disso, garantir a libertação e a emancipação de pessoas.

A mídia representa um meio constante de veiculação de saberes e práticas, tornando-se difícil compartimentalizar nelas e em outras instâncias o aprendizado de

práticas sociais. O crescimento do discurso ecológico nas últimas décadas sinaliza uma apropriação deste olhar por parte das instâncias da comunicação massiva e de divulgação global (Rodrigues *et al.*, 2018). Em contrapartida, no campo socioambiental, é cada vez mais presente a promoção de um discurso antiecológico ancorado no desejo ilimitado de “progresso” e na compreensão estreita de que a agenda ambiental e os mecanismos institucionais de gestão são obstáculos a superar em nome da expansão econômica (Layrargues, 2018).

O discurso antiecológico se manifesta nos poderes da República e nos lobbies dirigidos à desconstrução dos instrumentos de regulação ambiental, no negacionismo científico e climático, na impunidade aos grandes crimes ambientais, na invasão de terras indígenas e quilombolas e no ataque sistemático a lideranças e movimentos ambientalistas (Lima; Torres, 2021. p. 6).

Fora do campo ambiental, discursos anti-ecologistas, oriundos dos setores primários e secundários da economia, mascaram os problemas ambientais divulgando a ideologia do desenvolvimento econômico acima da qualidade do meio ambiente (Layrargues, 2017).

A EA envolve uma discussão temática de reapropriação de certos valores que, muitas vezes, não estão no nível imediato da consciência e se encontram reprimidos ou “recalcados” através de um longo processo histórico. [...] os antecedentes históricos da EA estão no crescimento demográfico exponencial humano e, conseqüentemente, na depleção dos recursos naturais, na reprodução de tecnologias poluentes e de baixa eficiência energética bem como nos sistemas de valores que propiciam a expansão ilimitada do consumo (Vasconcelos, 2017. p. 339).

A pesquisa científica e a experiência cotidiana têm reunido evidências crescentes de que o atual modelo civilizatório, marcado pela expansão capitalista, pelo ideário neoliberal, por extremadas desigualdades sociais e por uma cultura individualista, competitiva e consumista, tem ameaçado a estabilidade ecossistêmica, a vida social e comprometido a expectativa futura da existência humana no planeta. Configuram esse cenário uma crise socioambiental sem precedentes, uma crise climática que foge do controle da gestão humana.

Apesar da luta com as questões ambientais objetivas (o lixo, a poluição, o desmatamento etc.) ser importante na construção de sociedades cujos modos de vida sejam mais sustentáveis do que atualmente, ela não é suficiente. Um mundo limpo e florestado não necessariamente significa um mundo mais justo e democrático. A capacidade dos educandos de

reconhecer e recolher embalagens no pátio de uma escola não os habilita a refletir sobre questões ligadas ao consumismo, à saúde, ou mesmo sobre políticas de resíduos sólidos. Por fim, pessoas que sabem a cor certa do recipiente para colocar uma embalagem reciclável plástica não são, da mesma forma, mais críticas, participativas e conscientes das razões de seus afetos e da presença do seu “eu” no mundo. É preciso ir além (Andrade; Sorrentino, 2013, p. 95).

Lima e Torres (2021) reforçam que o desmonte das políticas públicas e ambientais significou, também, o esvaziamento das políticas de educação e de educação ambiental. A necessidade de mudanças radicais em nossos padrões de produção e consumo, estilos de vida e valores culturais se constitui em um dos desafios mais complexos da educação ambiental.

3.4.1 Educação Ambiental Crítica (EAC)

A EAC surge de uma necessidade de questionar o modelo de desenvolvimento dominante, construindo um debate entre o modelo hegemônico e a busca por uma qualidade de vida. Por meio dela compreende-se o nosso papel enquanto cidadãos, direcionando as ações em prol de um bem-estar coletivo. Por meio da EAC surgem questionamentos envolvendo as relações sociais, políticas, ambientais, culturais, históricas e econômicas, em busca de um sujeito autônomo, reflexivo e atuante na sociedade

Sendo a EAC uma forma de reflexão constante sobre a vida e a natureza, possibilita uma transformação socioambiental que perpassa os sujeitos, visto que se apresenta como uma práxis. Portanto, relaciona teoria e prática, possibilitando um aprendizado significativo e que direciona para o meio social. Nesse sentido, ocorre um (re)pensar sobre as condutas hegemônicas, dentre elas o capitalismo, a busca por riquezas, as desigualdades sociais e diversas formas de viver em sociedade (Silveira; Lorenzetti, 2021. p. 3).

Em se tratando de educação ambiental, cabe salientar que os sujeitos precisam ser estimulados a pensar de forma autônoma, crítica e racional, ensejando a busca por respostas a questionamentos que emergem no campo social, tendo um olhar crítico sobre as relações estabelecidas entre sujeitos, sociedade e natureza. Diante disso, a EAC permite um debate epistêmico no que tange a sociedade, ao meio ambiente bem como a ação do homem, haja vista que homem, sociedade e meio ambiente estão interligados (Silveira; Lorenzetti, 2021).

As novas formas e métodos de pensar e de agir frente a sociedade, bem como o modo de viver, refletem diretamente no ambiente, tendo como ponto de partida a ideia de desenvolvimento. Problematicar a relevância de uma educação ambiental, pelo viés crítico, potencializa as premissas para a formação de um sujeito com responsabilidade social e que compreenda o seu papel enquanto cidadão. Assim ocorre o processo de formação de um sujeito com características ecológicas, que reflita suas ações enquanto sujeito social (Carvalho, 2012).

A crise ambiental existente provoca questionamentos sobre a necessidade de mudanças de atitudes e paradigmas, visto que, por meio do saber ambiental, o homem adquire conhecimentos que entrelaçam sociedade e natureza, partindo de um olhar complexo das relações estabelecidas entre estas variáveis. O saber ambiental, descrito por Leff (2012), auxilia na problematização quanto ao conhecimento fracionado em disciplinas. Portanto, instiga um novo olhar ao campo educativo ambiental, tendo como eixo central a busca por respostas a problemas que circundam o ambiente e a sociedade (Silveira; Lorenzetti, 2021. p. 3).

De acordo com Carvalho (2012), para a formação de um sujeito ecológico é necessário o desenvolvimento da criticidade, bem como a aplicabilidade de valores e condutas sociais, atentando para a resolução de problemas a situações rotineiras. A EAC é uma forma de intervenção social que permite a problematização de temáticas sociais, culturais, históricas, ambientais e instiga nos sujeitos a busca pela emancipação social, contribuindo com o processo formativo. Mostra-se como uma importante forma de intervenção social, uma vez que auxilia na promoção e compreensão dos problemas socioambientais em suas múltiplas dimensões.

Colagrande e Farias (2021) compreendem que escola não é o único caminho para a resolução de questões socioambientais, todavia nesse espaço há condições e potencial de produção de novos conhecimentos, de modo cooperativo e transformador, para intervir nas causas dos problemas e não apenas na resolução dos seus efeitos.

[...]os sujeitos que vivenciam o cotidiano educativo são muito mais do que meros executores/implementadores das políticas, pois são agentes de transformação e intervenção na realidade. Eles são atores potenciais para colocar as políticas em ação/prática, a partir de suas experiências, conhecimentos, interpretações, traduções e ideais de educação por meio de um processo híbrido de atuação contextualizada, holística e realista (Vieira *et al.*, 2021. p. 10).

Nesse sentido, as escolas são consideradas espaços de produção, atuação e materialização das políticas, tendo em vista que estão permeadas por uma série de restrições contextuais intrínsecas. Portanto, a relação entre as escolas e as comunidades em que estão inseridas sugere importantes aspectos a serem considerados na avaliação de uma política.

O mundo há muito reconheceu a necessidade de aproveitar o poder da Educação para enfrentar os desafios do desenvolvimento sustentável, mas ainda não há informações sistemáticas suficientes sobre a posição dos países na abordagem das mudanças climáticas, biodiversidade e meio ambiente de forma mais geral nos sistemas educacionais. Para progredir, devemos entender onde estão as lacunas (UNESCO, 2021. p. 4, tradução nossa).

Colagrande e Farias (2021) falam sobre o lugar do meio ambiente na esfera educacional e como esse debate tem sido desenvolvido nos espaços escolares. A EA é um campo de conhecimento constituído ao longo dos últimos anos, muito promissor no que tange à formação de um cidadão crítico e socioambientalmente responsável. Vem sendo apontada como fundamental no desenvolvimento de sociedades sustentáveis e sua importância é sempre destacada em diferentes discursos e retóricas, mas infelizmente está longe de ter uma posição de prioridade na escola formal em todo o mundo, não sendo diferente com o que ocorre no Brasil.

Souza e Güllich (2019) compreendem que para que haja uma prática educativa que contemple uma educação ambiental crítica e reflexiva e que tenha um alcance em todos os níveis educacionais, é necessário compreender também a formação dos professores, uma vez que a fraca aparição da EA na rede básica de ensino pode ter ligação direta com a formação dos professores, mediadores do tema em sala de aula. Conforme as palavras do mestre Paulo Freire: “Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. (...) Pesquiso, para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade” (Souza; Güllich, 2011, p. 30-31).

A UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), em seu relatório recente, reforça a necessidade de intensificar os esforços até 2030, considerando que 45% de todos os documentos de Educação estudados oriundos de 46 estados-membros da UNESCO, fizeram pouca ou nenhuma referência a temas ambientais (UNESCO, 2021).

3.4.2 Legislação para EA

A luta pela inserção da EA como política pública na educação brasileira é longa, principalmente nas últimas quatro décadas, tendo apoio de movimentos sociais, universidades e educadores ambientais dos mais diferentes grupos sociais. Se traçada uma linha temporal da educação ambiental é possível constatar diversos eventos e ações frutos de movimentos sociais que, ao longo do tempo, estimularam reflexões e discussões ambientalistas em suas diferentes vertentes (Wiziack *et al.*, 2017).

O termo 'Educação Ambiental' foi utilizado pela primeira vez durante uma Conferência de Educação da Universidade de Keele, realizada na Inglaterra no ano de 1965 (Magela; Mesquita, 2021). A pauta discutia as possíveis contribuições da educação na transformação de comportamentos oriundos de uma herança cultural de degradação ambiental em práticas e valores orientados para uma cultura de zelo com o meio ambiente, principalmente através da inserção de conceitos de ecologia e de uma perspectiva preservacionista.

No contexto brasileiro, eventos internacionais despertaram para a necessidade da expansão do conhecimento, organização e disseminação das políticas ambientais no âmbito da Educação, estimulando o campo da EA no país. As recomendações externas levaram, inicialmente, à criação da SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente), em 1973, ligada ao Ministério do Interior, que foi o primeiro órgão de gestão ambiental formado na esfera do governo federal para tratar das questões ambientais, a concepção da SEMA se deu mais por força de grupos, governos e organismos internacionais do que por iniciativa do cenário interno.

A EA é garantida constitucionalmente, conforme o disposto no Capítulo VI, artigo 225, da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988). Fato interessante é que, embora desde 1981 com a instituição da Política Nacional de Meio Ambiente pela Lei 6.398/81, já houvesse a previsão de EA para todos os níveis de ensino, essa se dá inicialmente muito mais por iniciativa do setor ambiental que pelo campo da Educação. (Magela; Mesquita, 2021).

Na esfera do governo federal, por exemplo, enquanto a SEMA possuía uma divisão de EA, objetivando o esclarecimento da população brasileira quanto ao uso comedido dos recursos naturais, desde sua origem, o Ministério da Educação (MEC) só viria a constituir um grupo de trabalho sobre EA, que ficaria conhecido como COEA (Comissão Especial de Educação

Ambiental), em 1991, com a perspectiva da Rio-92 no ano seguinte (Magela; Mesquita, 2021, p. 637).

Magela e Mesquita (2021) ainda destacam que as décadas de 1990 e 2000 foram palco de diversas ações, por parte do governo federal, no sentido de consolidar a EA no cenário brasileiro. Uma dessas ações surgiu como reflexo da Rio- 92, em que o poder executivo federal institui, em 1994, o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), sob responsabilidade do MEC e do MMA (Ministério do Meio Ambiente), na figura do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), contando com o auxílio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Ministério da Cultura (MinC).

Outro exemplo é a definição, pela COEA em 1997, dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Com o objetivo de implementar uma política continuada de formação de professores com uma compreensão de EA de caráter transversal, os PCN tiveram que superar o dilema de inserir a EA, que é necessariamente um tema interdisciplinar, em um sistema educacional pautado pela compreensão disciplinar do processo formativo e pela rigidez do currículo. Concebida em 1997, a primeira versão dos PCN era dirigida apenas aos professores da primeira fase do Ensino Fundamental (1º ao 4º ano). Em 1998 a abrangência de sua ação é ampliada para a segunda fase (5º ao 8º ano) e passa a contemplar todo o Ensino Fundamental. O fim da década marca a oficialização da presença da EA nos diferentes níveis e modalidades de ensino, através da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei 9.795, sancionada em 1999 (Magela; Mesquita, 2021, p. 637).

Aprovado em janeiro de 2001 através da lei 10.172, o Plano Nacional de Educação (PNE) para o decênio 2001-2011, em consonância com a PNEA, consolidou a abordagem integrada e transversal da EA como uma das metas e objetivos para o Ensino Fundamental. Sua versão seguinte, na diretriz “promoção dos princípios do respeito aos direitos humanos, à diversidade e à sustentabilidade socioambiental”, não menciona a EA de forma direta, nem contém objetivos para seu estímulo. Como resultado da necessidade de orientações quanto implementação da PNEA e de definição de suas características gerais, as Diretrizes Nacionais Curriculares para a Educação Ambiental (DCNEA) são estabelecidas em junho de 2012 pela Resolução Nº 2 do Conselho Nacional de Educação, reafirmando a EA como “prática educativa integrada e interdisciplinar”.

Dentre outras leis que tematizam e/ou orientam o trabalho com a EA nas escolas, está a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9394/96 (Brasil, 1996), cujos princípios gerais da Educação são compatíveis com os princípios

e objetivos da EA (Brasil, 2002); os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), onde o 'Ambiente' é abordado como Tema Transversal; a Lei nº 10.172, que instituiu o Plano Nacional de Educação (PNE, 2001/2010) (Brasil, 2001) – mencionado anteriormente; e a Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) (Brasil, 2012).

Vieira *et al.* (2021) reforçam que, mesmo passados mais de vinte anos da construção da PNEA – que instituiu a EA como um componente essencial na educação brasileira – é necessário o exercício contínuo de monitoramento e avaliação crítica deste processo educativo e social. Em consonância com os textos legais oficiais e políticos decorrentes da PNEA, que orientam para a obrigatoriedade da EA em todos os níveis e modalidades das instituições públicas de ensino, por sua vez, os indicadores, são recursos metodológicos que permitem retratar a realidade social, que podem proporcionar grande contribuição para o processo de avaliação das políticas de EA (Jannuzzi, 2017).

As evidências têm demonstrado que a inserção da educação ambiental nas escolas depende de um conjunto de decisões pedagógicas e políticas que fogem ao controle dos professores e das próprias escolas. Não há, portanto, como compreender esse processo apenas responsabilizando as escolas e os professores por uma ambientalização deficiente, sem considerar a participação ou ausência das agências e políticas públicas setoriais. Sabe-se que no Brasil, a EA sofre dos mesmos problemas do campo educacional que são históricos e crônicos, a saber: a falta de prioridade política, as restrições orçamentárias, a desvalorização e precarização da docência, as escassas oportunidades de capacitação e de incentivos à pesquisa. Ou seja, as escolas e a educação ambiental se defrontam com carências de recursos humanos, pedagógicos, financeiros, científicos, infraestruturais e técnicos (Lima; Torres, 2021. pp 10-11).

De acordo com Magela e Mesquita (2021), as políticas públicas são parte dos processos de inserção da EA nas escolas, constituindo a esfera institucional que dá legitimidade a muitos desses processos e orientando os modos como eles se materializam nas escolas. O interesse da sociedade pelas questões ambientais também influencia a elaboração de políticas públicas, a exemplo da legislação já existente, relacionada à EA na educação formal e não formal no Brasil. As práticas de educação ambiental comunitárias ou populares implicam nos processos de desenvolvimento social, gerando maior capacidade de perceber problemas, pesar as consequências ambientais das escolhas coletivas e decidir sobre a qualidade de vida das populações (Souza, 2021).

4 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Este capítulo trata dos trabalhos que se relacionam ao tema da pesquisa. Para tanto, foram considerados trabalhos similares a esta pesquisa, aqueles que apresentassem a Educação Ambiental ou o cultivo de *Pinus elliottii* ou Miniprojeto de ensino como principal temática. Um dos movimentos da pesquisa foi o levantamento de estudos disponíveis na plataforma “Catálogo de Teses e Dissertações da Capes”.

No “Catálogo de Teses e Dissertações da Capes”, utilizou-se os termos-chave: Educação Ambiental, *Pinus elliottii* e Miniprojeto. Além desses termos, delimitou-se o período dos últimos 10 anos (2013-2023) – com exceção do termo Miniprojeto, que foi pesquisado a contar de 2012 que resultou em 12 trabalhos, sendo dois deles referentes a Miniprojetos, 1 referente a *Pinus elliottii* e 9 referentes a Educação Ambiental. Vale salientar que foram encontrados mais 4 trabalhos sobre Educação Ambiental que se encaixariam nos critérios, porém estes não tinham o link de direcionamento correto, impossibilitando o acesso aos arquivos. O resultado da pesquisa totalizou 12 trabalhos. Para a sua apreciação, foi elaborado a tabela 1, contendo o local da consulta, o tipo de trabalho acadêmico, o título do trabalho, os autores e o ano da publicação.

Tabela 1 – Periódicos CAPES

Continua

Nº	Local de Consulta	Tipo de trabalho acadêmico	Título do trabalho	Autor (a)	Ano
1	CAPES	Artigo científico	Miniprojeto para ensino de Química Orgânica Experimental baseado no acoplamento catalítico N-C promovido por micro-ondas	DALMÁS, Michelle et al.	2013
2	CAPES	Artigo científico	Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar	PEIXOTO, Carlos Roberto de Menezes. et al.	2012
3	CAPES	Artigo científico	Potencial energético de combustíveis florestais em cultivo de <i>Pinus Elliottii</i> no sul do Brasil	MBANZE, Aaires Afonso. et al.	2018

Tabela 1 – Periódicos CAPES

Nº	Local de Consulta	Tipo de trabalho acadêmico	Título do trabalho	Autor (a)	Conclusão
					Ano
4	CAPES	Artigo científico	Educação CTS e Educação Ambiental: Ações na Formação de Professores	STRIEDER, Roseline Beatriz. et al.	2016
5	CAPES	Artigo científico	Possibilidades para a inserção da educação ambiental na formação docente	VASCONCELOS, Carlos Alberto	2017
6	CAPES	Artigo científico	Questões ambientais na Amazônia: o que suscitam as imagens nos estudantes de uma escola de Boa Vista/RR e os olhares da docência e gestão da escola	RODRIGUES, Jocelia Costa. et al.	2018
7	CAPES	Artigo Científico	A questão ambiental e a formação de professores para a educação básica: um olhar sobre as licenciaturas	TEIXEIRA, Cristina; TORALES, Marília Andrade.	2014
8	CAPES	Artigo Científico	A formação continuada de professores em educação e sustentabilidade ambiental como política pública para a educação básica no Brasil	WIZIACK, Suzete de Castro; ZANON, Angela Maria; VARGAS, Icleia Albuquerque	2017
9	CAPES	Artigo científico	A formação de professores pela pesquisa em educação ambiental: uma proposta com agricultores do Brasil para além dos espaços da universidade	OLIVEIRA, Alessandro Silva de et. al.	2017
10	CAPES	Artigo científico	Educação ambiental na prática pedagógica dos docentes do curso de Pedagogia	SANTOS, Joseane Patrícia dos; JÓFILI, Zélia Maria Soares; OLIVEIRA, Gilvaneide Ferreira de	2013
11	CAPES	Artigo científico	Educação ambiental: um olhar sobre a formação de professores de Ciências e Biologia	SOUZA, Aniele Poersch Schröpfer de; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa	2019
12	CAPES	Artigo científico	A importância da Educação Ambiental para o Ensino de Ciências da Natureza: um olhar para o Tempo Comunidade	LOBATO, Danilo Fernandes; ADAMS, Fernanda Walter; NUNES, Simara Maria Tavares	2020

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Sobre os artigos relacionados à temática miniprojeto de ensino, Dalmás *et al.* (2013), em seu artigo intitulado “Miniprojeto para ensino de Química Orgânica Experimental baseado no acoplamento catalítico N-C promovido por micro-ondas”, desenvolvido pela Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Campus Santo Antônio da Patrulha, o artigo descreve um miniprojeto de três semanas para um curso de Química Orgânica Experimental.

Já Peixoto *et al.* (2012), em seu artigo intitulado “Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar”, desenvolvido pela Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande, Campus Santo Antônio da Patrulha, o artigo descreve um miniprojeto de cinco semanas para um curso de laboratório de química geral. Acerca do único artigo sobre *Pinus elliottii* que se enquadrava nos critérios de inclusão, Mbanze *et al.* (2018), em seu artigo intitulado “Potencial energético de combustíveis florestais em cultivo de *Pinus elliottii* no sul do Brasil”, desenvolvido na Universidade Federal do Paraná (UFPR), o artigo busca determinar o potencial energético dos combustíveis florestais em cultivos de *Pinus elliottii*, analisando a melhor época de coleta deste material em função da umidade, disponibilidade, Poder Calorífico Superior (PCS) e composição química imediata, em parcelas estabelecidas e monitoradas durante um ano na estação experimental de Rio Negro, estado do Paraná.

Por fim, sobre 9 artigos de temática educação ambiental que preenchiam os pré-requisitos da pesquisa, Strieder *et al.* (2016), em seu artigo intitulado “Educação CTS e Educação Ambiental: Ações na Formação de Professores”, desenvolvido pelas universidades de Brasília (UnB), Federal do ABC (UFABC) e Federal do Tocantins - campus Universitário de Araguaína (UFT-Araguaína), no artigo são traçadas reflexões sobre a formação de professores de ciências no âmbito da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (ECTS) e da Educação Ambiental (EA).

Vasconcelos (2017), em seu artigo intitulado “Possibilidades para a inserção da educação ambiental na formação docente”, publicado pela Universidade de Passo Fundo (UPF), o artigo trata e aponta propostas alternativas para inserção da educação ambiental nos cursos de formação de professores. É um trabalho de cunho bibliográfico, baseado em documentos oficiais, pesquisas desenvolvidas, além de observação e experiências.

Rodrigues *et al.* (2018), em seu artigo intitulado “Questões ambientais na Amazônia: o que suscitam as imagens nos estudantes de uma escola de Boa Vista/RR

e os olhares da docência e gestão da escola”, realizado em uma escola municipal de Boa Vista/PR, o artigo analisa os discursos em relação às questões de ambiente, educação e sociedade.

Teixeira e Torales (2014), em seu artigo intitulado “A questão ambiental e a formação de professores para a educação básica: um olhar sobre as licenciaturas”, o artigo apresenta os resultados de uma pesquisa exploratória sobre ações formativas que consideram a dimensão ambiental nos cursos de licenciatura da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Nesta análise foram consideradas as características teóricas e epistemológicas desse conhecimento e as condições institucionais de seu desenvolvimento na universidade, que, em última instância, condicionam as possibilidades de desenvolvimento da dimensão ambiental na formação dos licenciandos.

Wiziack *et al.* (2017), em seu artigo intitulado “A formação continuada de professores em educação e sustentabilidade ambiental como política pública para a educação básica no Brasil”, realizado pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, o artigo reflete a formação de educadores ambientais como política pública no Brasil. Realiza uma análise do Programa de Formação de Educadores Ambientais - Escolas Sustentáveis e Com-Vida, Processos Formativos em Educação Ambiental e da Pós Graduação lato sensu Educação Ambiental em Espaços Educadores Sustentáveis.

Oliveira *et al.* (2017), em seu artigo intitulado “A formação de professores pela pesquisa em educação ambiental: uma proposta com agricultores do Brasil para além dos espaços da universidade”, realizado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – campus Anápolis, o artigo relata uma experiência de formação de professores pela pesquisa em educação ambiental. É desenvolvido por um núcleo de pesquisas no Brasil, em uma comunidade de agricultores em situações de riscos pelo uso de agrotóxicos.

Santos *et al.* (2013), em seu artigo intitulado “Educação ambiental na prática pedagógica dos docentes do curso de Pedagogia”, o artigo é resultado de uma pesquisa em nível de mestrado que foi desenvolvida com docentes do curso de pedagogia de uma universidade pública que teve como objetivo investigar as contribuições do curso de licenciatura em Pedagogia para a formação do professor como educador socioambiental, tomando como base as concepções e práticas dos docentes do referido curso. Este artigo é parte dos resultados apresentados na

dissertação, que tem por objetivo investigar as contribuições da inserção da EA na prática docente no curso de Licenciatura em Pedagogia de uma IES para a formação do professor como educador socioambiental.

Souza e Güllich (2019), em seu artigo intitulado “Educação ambiental: um olhar sobre a formação de professores de Ciências e Biologia”, realizado pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), o artigo visa contribuir na discussão sobre a abordagem da Educação Ambiental (EA) na formação de professores de Ciências e Biologia. Foram analisados Trabalhos de Conclusão de Estágio (TCEs) dos Cursos de Ciências Biológicas, Física e Química Licenciatura da área de Ciências da Natureza (CN), bem como o Projeto Pedagógico do Curso de Ciências Biológicas, visando investigar como se trabalha a EA na formação destes professores.

Finalmente, Lobato *et al.* (2020), em seu artigo intitulado “Educação ambiental: um olhar sobre a formação de professores de Ciências e Biologia”, realizado através da Universidade Federal do Catalão (UFCAT), o artigo propôs avaliar a importância da Educação Ambiental (EA) para o ensino de CN na EDUCampo/UFCAT.

5 METODOLOGIA

A presente pesquisa pode ser classificada como uma abordagem mista, pois utiliza elementos característicos tanto da abordagem quantitativa como da qualitativa. O objetivo de um estudo com abordagem mista é, a partir desse uso combinado de características, buscar maior compreensão a respeito da problemática de pesquisa.

No caso do presente estudo, a parte quantitativa está vinculada à parte de análise em laboratório que será feita com as partes descartadas do *Pinus elliottii* pela indústria, abordando o método da aprendizagem baseado na Pedagogia de Projetos, onde o aluno deve resolver um problema do mundo real por meio de projetos, apresentando um produto ou uma solução, ao final. Teóricos como Freire (2009), Rogers (1973), Novack e Gowin (1999), entre outros, enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação tradicional e focar a aprendizagem no aluno, incluindo-o, motivando-o e debatendo com ele.

Enquanto a parte qualitativa reside na aplicação e posterior análise dados dos questionários aplicados aos alunos de escolas públicas para saber o quanto eles entendem do assunto.

Ainda, o procedimento de análise trata-se de um estudo de caso, é o mais adequado ao processo investigativo. Entendendo que um estudo de caso se refere a um “desejo de entender fenômenos sociais complexos”, como explicado por Yin (2015, p. 4).

Sob o paradigma da pesquisa de natureza qualitativa, que é entendida como “uma abordagem que se aprofunda no mundo dos significados” (Minayo; Deslandes; Gomes, 2010, p. 22) e como “um tipo de pesquisa cujo objetivo é uma unidade que se analisa profundamente” (Godoy, 1995, p. 25), a pesquisa tem como característica, além dos significados, trabalhar os motivos, as aparições, as crenças, os valores e as atitudes.

As entrevistas com uma pequena turma de Físico-Química II, contendo 8 alunos, localizada no quarto semestre do Curso de Engenharia Agroindustrial oferecido pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG-SAP), Brasil, foram tratadas com a modalidade da análise de conteúdo de Bardin que segundo a própria autora trata-se de

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por

procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 1977, p. 42).

As dimensões foram organizadas tendo em vista os objetivos definidos desta pesquisa, a fim de proporcionar a problematização que sustenta a investigação. A partir dessas dimensões foram elaboradas questões abertas para os participantes manifestarem-se, tendo por base seus conhecimentos prévios sobre a temática.

5.1 PEDAGOGIA DE PROJETOS

Conforme exposto, o método de aprendizagem da pesquisa será baseado na Pedagogia de Projetos, que consiste em uma forma de organização curricular na qual os alunos são instigados a explorar a realidade, por meio das relações entre as áreas de conhecimento. Visa a ressignificação do espaço escolar transformando-o em um espaço vivo de interações, aberto ao real e as múltiplas dimensões. Sua principal característica é a intencionalidade, sendo os projetos escolhidos a partir dos objetivos pretendidos para alcançar o conjunto de conhecimentos a serem construídos.

A construção dos conhecimentos, na forma como a concebemos, pressupõe um sujeito ativo, que participa de maneira intensa e reflexiva das aulas. Pressupõe um sujeito que constrói sua inteligência e sua identidade, através do diálogo estabelecido com seus pares, com os professores e com a cultura, na própria realidade cotidiana do mundo em que vive. Estamos falando, portanto, de alunos e alunas que são autores do conhecimento, e não meros reprodutores daquilo que a sociedade decide que devam aprender (Araújo, 2008. p. 194).

A prática com projetos figura como uma estratégia criativa de ensino e favorecedora da criatividade, trata-se de uma prática produtiva, compreendendo a criatividade como processo da subjetividade constituída nas interações do sujeito em contexto social. É uma relação entre o sentido subjetivo da criatividade do professor e sua prática pedagógica com projetos, onde ele lida subjetivamente com a criatividade, em termos das emoções e significados que gera para esse processo, e a forma como desenvolve sua prática com projetos (Mourão; Martínez, 2006).

Ainda que vivenciemos “a supervalorização da avaliação quantitativa, os conteúdos conceituais disciplinares como centro do processo de ensino-aprendizagem, o livro didático e o quadro negro como principais recursos didáticos”

(Mourão; Martínez, 2006. p. 265), no começo do séc. XX, John Dewey já discutia sobre a Pedagogia Ativa – aluno como sujeito do seu próprio conhecimento, que seria o primeiro direcionamento para a Pedagogia de Projetos (Castro; Sousa, 2008).

Demo (1997) aponta a pesquisa como recurso metodológico com propriedades para a construção da aprendizagem no processo de formação da competência humana. Por conseguinte, apesar de a pesquisa ser elemento estimulador do aprendizado no ambiente educacional, ela geralmente é usada como um ato reprodutivo executado pelo aluno, que se apropria de conteúdos de terceiros sem qualquer referência aos mesmos e com a “devida co-aprovação” do professor (Carvalho, 2003), ocorrendo então a “pseudo-pesquisa” e a “pseudo-aprendizagem” (Castro; Sousa, 2008. p.135).

Trata-se de uma proposta educativa construtivista, assumindo o construtivismo como uma aventura do conhecimento focado no desenvolvimento de uma metodologia de trabalho pedagógico que valoriza a participação do educando e do educador no processo de ensino-aprendizagem. Pressupõe dar voz aos estudantes, promover o diálogo, incitar-lhes a curiosidade, levá-los a questionar a vida cotidiana e os conhecimentos científicos e, acima de tudo, dar-lhes condições para que encontrem as respostas para suas próprias perguntas, tanto do ponto de vista individual quanto do coletivo (Araújo, 2008).

Baseando-se nos estudos sobre a temática em questão, realizou-se uma síntese das etapas da pesquisa, identificando cinco importantes etapas que configuram o processo de aprendizagem da pesquisa escolar na elaboração de um projeto:

- **iniciação**

mobilização da curiosidade;
identificação de possíveis problemas/temas de pesquisa; contato inicial com fontes de informação;
planejamento da pesquisa.

- **desenvolvimento**

definição de estratégias para responder ao problema/tema da pesquisa;
seleção de informação; aceitação da temática de estudo; elucidação do projeto.

- **finalização**

descrição da pesquisa;
construção de pensamento próprio; internalização da temática da pesquisa;
aplicação da pesquisa.

- **divulgação**

apreciação do resultado da pesquisa; socialização do conhecimento;
discussão sobre os resultados obtidos na pesquisa; promoção da autoestima entre os participantes

- **avaliação**

verbalização dos sentimentos sobre o projeto; recapitulação dos

conhecimentos adquiridos;
 autoavaliação de educandos e educadores: reflexão sobre o processo, as ações demandadas e o produto final da pesquisa; sugestões e/ou recomendações para próximos projetos (Castro; Sousa, 2008. p. 138).

Além disso, ainda segundo Castro e Sousa (2008), nesta metodologia, algumas características devem ser levadas em conta pelo educador como: atividade intencional, visando um objetivo que norteará as atividades do grupo; planejamento flexível, para não haver tempo fixo nas atividades, e sim uma previsão; responsabilidade e a autonomia, onde os alunos são corresponsáveis pela escolha e desenvolvimento do trabalho; autenticidade e individualidade dos alunos na construção de respostas pessoais e originais; valorização da experiência, significando o aproveitamento da experiência de cada aluno; predomínio da cooperação, o que acarreta em ajuda mútua entre os envolvidos (professores/alunos); diversificação cultural, que permite o trabalho com diferentes tipos de informação; e aprendizagem através da interação entre aprendiz e o objeto do conhecimento, visando a percepção das diversas formas e caminhos do aprendizado.

Dessa forma, Araújo (2008) salienta as temáticas que objetivam a educação em valores, tentando responder aos problemas sociais e conectando a escola com a vida das pessoas. Estas, transformam-se no eixo vertebrador do sistema educativo, em torno do qual serão trabalhados os conteúdos curriculares tradicionais. Essa concepção muda o foco e o objetivo da educação, tendo o eixo de formação ética para a cidadania como sua principal finalidade, pressupondo uma maneira diferente de encarar o ensino.

A educação em valores, a preocupação com o ensino de formas dialógicas e democráticas de resolução dos conflitos cotidianos e dos problemas sociais e a busca de articulação entre os conhecimentos populares e os conhecimentos científicos, dão um novo sentido à escola (Araújo, 2008. p.195).

Sendo assim, os temas cotidianos e os saberes populares passam a ser ponto de partida e muitas vezes também de chegada para as aprendizagens escolares, dando um novo sentido e significado para os conteúdos científicos e culturais que a escola trabalha. Tal qual como se pretende na presente pesquisa, a partir da criação do miniprojeto.

5.1 DELINEAMENTO

A presente pesquisa foi desenvolvida com 8 alunos de uma pequena turma de Físico-Química II. Esta disciplina está inserida no quarto semestre do Curso de Engenharia Agroindustrial da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Unidade – Bom Princípio, Campus Santo Antônio da Patrulha/RS. A escolha dos sujeitos se deu por se tratar de estudantes mais velhos, com mais possibilidades de desenvolver e lidar com as ideias críticas que se busca nesta empreitada.

5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Como instrumento para coleta de dados da pesquisa, elegeu-se a aplicação de um questionário presencial com alunos da disciplina de Físico-Química II. Por questionário, Gil (2002, p.114) afirma que é “um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado”.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

Como produto educacional desta pesquisa foi elaborada uma sequência didática abordando o desenvolvimento e a testagem do miniprojeto de ensino, uma proposta de iniciativa sustentável de forma a contribuir, bem como auxiliar professores que busquem por recursos motivadores ao processo de ensino e aprendizagem diretamente ligados à temática do meio ambiente na escola. Futuramente, pretende-se publicar os resultados no formato de artigo científico. Com o intuito de facilitar o entendimento e compreensão do tema e, em especial, argumentar sobre as características e motivos de trazer em destaque nessa temática a questão da valorização da biomassa do *Pinus elliottii*.

Para isso, se faz necessária a criação de medidas voltadas à proteção do meio ambiente e da saúde da população, a melhor forma é através da educação, começando a conscientização desde cedo.

A sociedade que avança o século XXI vem enfrentando diversos problemas socioambientais em uma crise civilizatória de grande proporção (Leff, 2002), fato que torna a educação ambiental (EA) uma prática urgente, no sentido de proporcionar respeito pela vida, justiça ambiental, equidade, diversidade, sustentabilidade e beleza, conforme preconiza o prefácio da publicação intitulada Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola (Brasil, 2007), produzida pela Unesco (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura), Ministério da Educação e Ministério do Meio Ambiente do Brasil (Colagrande *et al.*, 2021).

A referida proposta de ensino coloca os discentes como protagonistas do processo de construção do conhecimento e reflexão sobre situações diversas, levando-os à elaboração de um posicionamento crítico e reflexivo entre o objeto de estudo e sua realidade. Para a execução deste produto os estudantes foram indagados constantemente, levando às problematizações contextualizadas, onde conseguirão estabelecer links com os problemas e situações que permeiam o seu dia a dia. Nota-se aqui a necessidade de inserir metodologias diferenciadas para dinamizar a interação entre professor e estudante.

A busca na literatura por referências relacionadas ao tema indica que não há relatos com uma abordagem pedagógica, ou seja, avaliando sua viabilidade como aula prática de sustentabilidade. Nesta linha, foi realizado um processo de adsorção onde utiliza-se adsorbato diretamente relacionado a poluição e as folhas e/ou biocarvão de *Pinus elliottii* como adsorventes.

A adsorção é uma operação de transferência de massa, que estuda a habilidade de certos sólidos em concentrar na sua superfície determinadas substâncias existentes em fluidos líquidos ou gasosos, possibilitando a separação dos componentes desses fluidos (Nascimento *et al.* 2014). É um dos processos mais eficientes de tratamento de águas e águas residuárias, ganhando importância como um processo de separação e purificação, é utilizado nas indústrias buscando reduzir dos seus efluentes os níveis de compostos tóxicos ao meio ambiente.

Os fenômenos de adsorção são resultados de uma combinação entre os tipos de forças envolvidas na adsorção física e química. Desta forma, são vários os fatores que influenciam o processo de adsorção como a área superficial, as propriedades do adsorvente e do adsorvato, a temperatura do sistema, natureza do solvente e o pH do meio (Nascimento *et al.* 2014. p. 16).

Por meio da educação ambiental acredita-se que a proposta do referido produto reflete positivamente no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, promovendo a reflexão sobre a otimização de atitudes sustentáveis, contribuindo para uma sociedade mais crítica e responsável no que diz respeito ao meio ambiente.

Este produto educacional será elaborado como uma proposta de iniciativa sustentável para superar um problema ambiental atual: as folhas do *Pinus elliottii*, que são consideradas grande problema para a indústria e para o meio ambiente. Isso porque elas não possuem valor comercial, portanto, ficam jogadas acumulando-se em meio às florestas, impedindo que nasça qualquer tipo de vegetação nativa no local. Nessa perspectiva, surgem ferramentas práticas-pedagógicas que trabalham questões sociocientíficas, permitindo ao aluno refletir e buscar soluções que contribuam com a sociedade.

Como já mencionado, na literatura não há relatos com uma abordagem pedagógica avaliando sua viabilidade como aula prática de sustentabilidade. Nesta linha, foi escolhido como adsorbato o corante têxtil azul de metileno.

Abaixo, na Figura 1, a imagem de uma Floresta de *Pinus elliotti* como exemplo.

Figura 1 - Floresta de *Pinus elliottii* - São Simão, Mostardas/RS



Fonte: Fotografado pela autora.

A foto acima mostra a Floresta de *Pinus elliottii*, localizada em São Simão – Zona rural da cidade de Mostardas/RS (a imagem mostra de forma clara o problema ambiental citado anteriormente).

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O miniprojeto de ensino proposto foi aplicado no ano de 2022, em uma turma de Físico-Química II com 8 alunos. A disciplina faz parte do 4º semestre do curso de Engenharia Agroindustrial da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). O tema gerador no miniprojeto se relaciona à agroindústria e ao conteúdo de cinética química que consta na ementa da disciplina, também, o cultivo de *Pinus elliottii* se faz presente no entorno do campus da FURG, além da região possuir florestas comerciais destinadas à produção de madeira para construção civil, extração de resina e produção de lâminas para a indústria moveleira.

As amostras utilizadas nas aulas, entregues aos alunos, foram coletadas pela equipe executora em uma floresta comercial localizada no município de Mostardas (RS - Brasil) durante o mês de maio de 2022. Um resumo das atividades realizadas no miniprojeto pedagógico pode ser observado na Tabela 2, os conteúdos abrangidos pela proposta refletem as etapas usuais de pesquisa e desenvolvimento encontradas nas indústrias da área. A tabela também mostra que os resultados de aprendizagem esperados estão de acordo com a carreira profissional do Engenheiro Agroindustrial.

Tabela 2 – Síntese da proposta de miniprojeto de ensino

continua

Semana	Aula	Tempo/h	Conteúdo	Resultados de aprendizagem
1	Teórico	4	Valorização da biomassa, resíduos agroindustriais de <i>Pinus Elliottii</i> , técnicas de produção de biocarvão e testes de adsorção de corantes.	Compreensão conceitual.
2	Experimental	4 (2+1+1)	Produção de adsorventes.	Habilidades manipulativas de laboratório.
3	Teórico	3	Interpretação de testes de caracterização de adsorventes.	Compreensão conceitual.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 – Síntese da proposta de miniprojeto de ensino

conclusão				
Semana	Aula	Tempo/h	Conteúdo	Resultados de aprendizagem
4	Experimental	4	Testes de adsorção.	Habilidades manipulativas de laboratório.
5	Teórico	4	Apresentação de resultados.	Habilidades de raciocínio científico e divulgação do conhecimento adquirido, treinamento para a vida acadêmica e profissional.

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir serão discutidos os resultados obtidos na execução da sequência didática preparada para o miniprojeto de ensino.

O ponto de partida do miniprojeto didático foi a introdução teórica aos temas de valorização de biomassa, resíduos culturais de *Pinus elliottii*, técnicas de produção de biochar e testes de adsorção de corantes. A explicação foi complementada com leituras extraclasse dos artigos: “Película polimérica aplicada en un miniproyecto didáctico de sostenibilidad”, de Grandini *et al.* (2024), “Adsorption of a PFAS Utilizing MOF-808: Development of an Undergraduate Laboratory Experiment in a Capstone Course” de VanOursouw *et al.* (2023), e “Sewage Sludge in Phenol and Methylene Blue Adsorption: A Miniproject for Teaching Sustainability” de Fonseca *et al.* (2020).

Na primeira semana do miniprojeto foi realizada uma aula teórica, com duração de 4 h, contextualizando os alunos à proposta. Os temas valorização da biomassa, resíduos agroindustriais de *Pinus elliottii*, técnicas de produção de biocarvão e testes de adsorção de corantes foram discutidos com a complexidade adequada ao público-alvo e à atividade experimental proposta. A explanação foi complementada com leituras extraclasse de artigos científicos selecionados pelo professor.

A avaliação da compreensão dos alunos sobre os conteúdos trabalhados foi baseada nas questões levantadas durante a aula, entre elas:

- Por que é tão importante o cuidado com os corpos d’água e o meio ambiente?
- O que são resíduos agroindustriais de *Pinus elliottii*?
- Qual é o papel que a valorização da biomassa no cuidado ao meio ambiente?

- O que é biocarvão?

As respostas e os argumentos dos alunos, referentes às perguntas, mostraram que alguns deles não tinham muita certeza dos assuntos, mas entendiam por meio dos argumentos colocados pelos colegas.

O início das atividades experimentais se deu na segunda semana, quando os alunos tiveram três momentos no laboratório para produzir os adsorventes. Estes, ocorreram em dias diferentes por conta do tempo necessário para cada etapa de secagem e/ou queima dos materiais. O engajamento dos alunos nas atividades práticas foi visível a produção dos adsorventes ocorreu sem dúvidas entre os mesmos, dada a simplicidade da técnica utilizada, a dedicação na execução das tarefas superou as expectativas da equipe executora. Na ementa da disciplina de Físico-Química II não está prevista carga horária experimental, porém a proposta foi bem recebida pelos alunos. A Figura 2 mostra fotografias dos diferentes adsorventes produzidos por um grupo de alunos.

Figura 2 - Adsorventes a) PIN, b) CP300 e c) CP400



Fonte: Elaborado pela autora.

Os alunos iniciaram pela produção dos adsorventes que seriam testados na adsorção do corante azul de metileno. A etapa inicial consistiu no corte de folhas de pinheiro (comprimento ~1 cm) coletadas do solo de florestas de reflorestamento, foram cortadas cerca de 30 g das folhas de pinheiro e colocadas em uma assadeira rasa para secar em estufa (105 °C, 24 h). Esta foi a primeira atividade experimental da segunda semana e durou cerca de 2 h. No dia seguinte, os alunos retornaram ao laboratório para retirar suas amostras (denominadas Pinus in natura, PIN) da estufa, esperar que esfriassem em dessecador e produziram o primeiro adsorvente carbonizado.

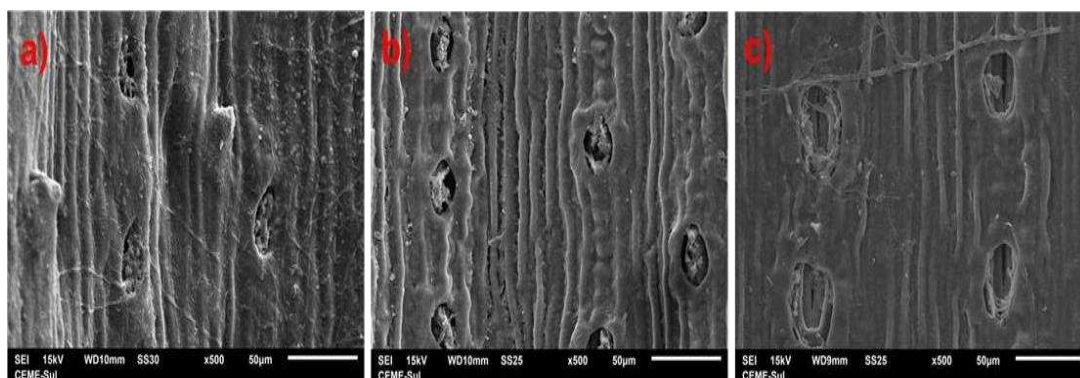
A segunda semana seguiu com a carbonização de uma amostra de PIN em uma mufla a 300 °C gerando o biocarvão denominado CP 300. A preparação, resfriamento e embalagem do CP 300 aconteceu no laboratório e durou cerca de 1 h. Por fim, a última atividade da segunda semana foi a preparação de biocarvão a 400 °C (denominado CP 400), de forma semelhante ao CP 300, também com cerca de 1 h de trabalho de laboratório.

A terceira semana resultou na amostragem e caracterização dos adsorventes produzidos pelos alunos a partir do envio de amostras dos adsorventes produzidos (PIN, CP 300 e CP 400) ao Centro Analítico da universidade para a realização de testes de caracterização por microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia de raios X por energia dispersiva (EDX), análise porosimétrica (isotermas de BET), espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) e composição elementar quantitativa (CHN).

Para tanto, os alunos foram orientados pelo professor quanto à quantidade de amostra a ser enviada para cada análise e, também, na interpretação dos resultados obtidos. O atendimento foi individualizado, pois a equipe executora precisava orientar o aluno na interpretação de seus dados gerados pelas técnicas de caracterização. Além disso, muitos alunos não conheciam as técnicas de caracterização utilizadas e precisavam de um embasamento maior para poder interpretá-las. Esta etapa teve duração de cerca de 3 h de trabalho.

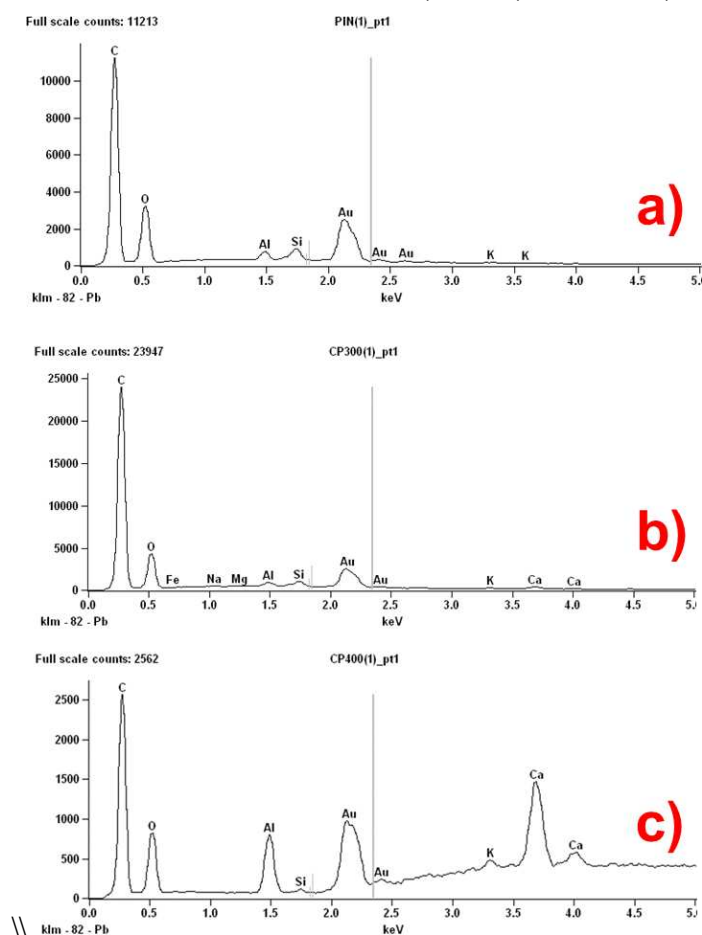
Os testes de caracterização começaram com a técnica de microscopia eletrônica, assim, os primeiros resultados recebidos pelos alunos foram MEV e EDX. A Figura 3 apresenta o resultado encontrado por um aluno nas técnicas de caracterização citadas. A Figura 3 mostra que os adsorventes produzidos mantêm a estrutura das folhas de pinheiro originais, constituídas por materiais compactos e fibrosos. Na Figura 4, a análise qualitativa do EDX mostra elementos químicos compatíveis com materiais de origem lignocelulósica.

Figura 3 - Micrografias MEV (aumento de 500x) de adsorventes a) PIN, b) CP300 E c) CP400



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 4 - Análise EDX de adsorventes a) PIN, b) CP 300 e c) CP 400.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, foram realizadas análises porosimétricas (isotermas de BET) e composição elementar quantitativa (CHN). A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados por um aluno.

A Tabela 3 mostra que a área superficial dos adsorventes produzidos foi baixa quando comparada aos carvões ativados comerciais, porém os valores são semelhantes aos de outros biocarvões. O processo de carbonização PIN para CP 400 foi eficaz em aumentar a área de superfície em mais de 46 x, quadruplicando o volume de microporos (entradas 1 e 3). A análise de CHN indica que o teor de carbono aumenta com um tratamento térmico mais energético, resultando em biocarvões com mais de 60% de carbono em sua composição (entradas 2 e 3).

Tabela 3 - Análise de áreas de superfície e CHN de adsorventes PIN, CP300 e CP400

<i>Entrada</i>	<i>Amostra</i>	<i>a_{SBET} /m² g⁻¹</i>	<i>Volume de microporos/cm³ g⁻¹</i>	<i>C/%</i>	<i>H/%</i>	<i>N/%</i>
1	PIN	0,2307	0,001299	47,92	6.39	1,86
2	CP300	1,5656	0,003078	60,25	4.63	2.49
3	CP400	10.7804	0,005993	63,58	3.13	2.84

Fonte: Elaborado pela autora.

Na semana 4, os adsorventes produzidos foram testados na remoção do corante azul de metileno, por meio de um teste de batelada (tabela 4). A eficiência na remoção do corante foi quantificada por espectrofotometria UV-Vis comparando as absorbâncias lidas com a curva de calibração produzida pela equipe executora.

Tabela 4 Resultados coletados sobre a adsorção do azul de metileno produzidos pelos alunos.

<i>Grupo</i>	<i>Adsorvente</i>	<i>rendimento%</i>	<i>Absorbância</i>	<i>Absorbância (teste em branco)</i>	<i>Absorbância em corrigida</i>	<i>Remoção %</i>
1		85,0				
	PIN	87,1	0,090	0,007	0,083	92,8
	CP300	33,9	0,126	0,006	0,120	90,2
	CP400		0,281	0,026	0,255	80,8
2		83,3				
	PIN	72,9	0,044	0,001	0,043	95,5
	CP300	96,3	0,169	0,009	0,160	87,4
	CP400		0,097	0,001	0,096	91,9
3		89,7				
	PIN	49,0	0,211	0,009	0,202	84,5
	CP300	68,7	0,285	0,007	0,278	79,2
	CP400		0,346	0,012	0,334	75,3
4		86,4				
	PIN	82,4	0,120	0,012	0,108	91,0
	CP300	36,2	0,024	0,007	0,017	97,3
	CP400		0,240	0,004	0,236	82,1
5		81,6				
	PIN	52,4	0,153	0,004	0,149	88,2
	CP300	46,5	0,414	0,010	0,404	70,5
	CP400		0,345	0,008	0,337	75,1
6		80,2				
	PIN	86,3	0,107	0,011	0,096	91,9
	CP300	31,2	0,247	0,007	0,240	81,9
	CP400		0,042	0,012	0,030	96,4
7		84,3				
	PIN	86,7	0,117	0,007	0,110	90,9
	CP300	68,5	0,163	0,006	0,157	87,6
	CP400		0,240	0,006	0,234	82,3
8		83,2				
	PIN	87,3	0,128	0,009	0,119	90,3
	CP300	30,8	0,185	0,007	0,178	86,2
	CP400		0,041	0,012	0,029	96,5
Controle		87,9				
	PIN	50,5	0,208	0,008	0,200	84,6
	CP300	38,3	0,421	0,001	0,420	69,4
	CP400		0,273	0,002	0,271	79,7

Fonte: Elaborado pela autora.

Na tabela 4 observa-se que os rendimentos de PIN encontrados variaram de 80,2% a 89,7%, sendo que o rendimento de controle encontrado pela equipe executora foi de 87,9%. A pequena variação nos resultados encontrados deve-se à simplicidade do procedimento, ou seja, foi realizada apenas uma retirada de umidade da agulha de pinheiro seca em estufa. Por outro lado, nos adsorventes carbonizados CP 300 e CP 400, pode-se observar uma grande flutuação nos rendimentos variando de 49,0-87,3% e 30,8-96,3%, respectivamente. Isso pode ser atribuído à inexperiência dos alunos nas determinações gravimétricas e à posição de queima da amostra na mufla. Este último dado é particularmente interessante, uma vez que a mufla utilizada nos testes permitiu a queima de duas amostras por vez.

A amostra que estava próxima à porta do forno mufla acabou sendo parcialmente queimada e esse achado pode ser evidenciado pela cor final mais clara. Os rendimentos de adsorvente obtidos pelos testes de controle foram realizados em duplicata e respeitando a mesma posição de queima na mufla, resultando em valores de 50,5% para CP 300 e 38,5% para CP 400. Os alunos não produziram seus adsorventes em duplicata, nem calcularam o rendimento do processo antes de elaborarem o relatório final. Assim, tais dados passaram despercebidos na sequência da atividade didática, sendo questionados sobre as grandes discrepâncias nos resultados quando apresentados ao grande grupo.

Obviamente, os alunos notaram que os adsorventes produzidos “da mesma forma” produziram diferentes resultados de remoção do azul de metileno. Mas como é isso? A eficiência no teste de adsorção encontrada no teste controle foi $\text{PIN} > \text{CP 400} > \text{CP 300}$ e esta mesma tendência foi encontrada pelos grupos 2 e 5. Outra preocupação que surgiu na atividade foi o desempenho superior no teste de adsorção do azul de metileno do adsorvente PIN, que obteve melhor desempenho para os grupos 1, 2, 3, 5 e 7. Mas como um material de baixa porosidade poderia ser o mais eficiente na adsorção?

É perturbador para o aluno quando um paradigma é quebrado, principalmente em uma atividade experimental. E são nesses momentos que acontece a “mágica”, ou seja, o questionamento orientado pelo professor causa inquietação e incentiva a busca por respostas.

Os resultados foram discutidos pelos alunos, a intenção era estimular os alunos a discutirem qual adsorvente teve mais resultado e o porquê. As maiores dificuldades foram na leitura das soluções corantes via espectrofotometria UV-Vis. Isso também já

estava sendo planejado e foi necessária a participação de toda a equipe implementadora na atividade para sanar dúvidas dos alunos. O teste foi satisfatório, a maioria dos alunos respondeu que o PIN (*Pinus in natura*) teve maior absorbância, os alunos tiveram a ideia de testar os adsorventes para outros corantes, contudo, não houve tempo para realização de novos testes. A atividade experimental foi realizada em um encontro laboratorial com duração de 4 h.

Por fim, na Semana 5, os resultados gerados por cada aluno no desenvolvimento de novos adsorventes, a partir de folhas de pinheiro, foram apresentados aos colegas em formato de seminário. As discussões sobre os achados foram conduzidas pelo professor e colegas e, ao final, todos os alunos entregaram um relatório da atividade. Como resultado desta aula, verificou-se a avaliação da aprendizagem dos alunos, pois eles pontuaram que a maneira com que as aulas foram exibidas facilitou muito a apropriação dos conteúdos, bem como a fixação dos novos conhecimentos. Ainda, alguns relataram que aprendem com mais propensão quando está se praticando a teoria. Foi possível observar que os alunos abrangeram os objetivos do que foi proposto, alguns respondendo de forma mais breve, outros mais detalhadamente. Esta última etapa durou cerca de 4h.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo pretendeu criar uma proposta de aproveitamento das folhas do *Pinus elliottii*, que são consideradas resíduos pelas indústrias, evitando alteração e contaminação ambiental e despertando consciência de preservação e de cidadania. A pergunta que norteou essa pesquisa foi “Quais estratégias devem ser usadas para estimular o educando na busca pelo descarte correto das folhas do *Pinus elliottii*?”. Sendo respondida com a conclusão do miniprojeto, que foi considerada uma boa estratégia.

A pesquisa foi embasada teoricamente através de revisão de literatura acerca do tema central de *Pinus elliottii*, além disso houve uma fase inicial de investigação do conhecimento dos alunos sobre o tema. O estudo foi baseado na Pedagogia de Projetos, uma forma de organização curricular que instiga os alunos a explorar a realidade, por meio das relações entre as áreas de conhecimento. Assim, foi realizado um miniprojeto com duração aproximada de cinco semanas de trabalho, onde foram realizados experimentos de laboratório envolvendo adsorção de corante por biocarvões de *Pinus elliottii*.

Através dos resultados obtidos observa-se a importância de metodologias diferenciadas para dinamizar a interação entre professor e estudante. Além disso, a proposta refletiu positivamente no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, promovendo a reflexão sobre a otimização de atitudes sustentáveis. Por meio da educação ambiental acredita-se que a proposta contribui positivamente para uma sociedade mais crítica e responsável no que diz respeito ao meio ambiente.

Com essa pesquisa, espera-se que o artigo produzido possa representar um incentivo às possibilidades de promover a educação ambiental. É oportuno destacar que os processos de construção de conhecimento são distintos para cada discente, tendo em vista que são resultados de percepções individuais de cada aluno, as quais instituem modos de pensar, agir, se adaptar e operar cada atividade proposta pelo professor.

Neste estudo, identificaram-se as aprendizagens sendo construídas, pois são muitas as operações de pensamentos que podem ser acionadas em sala de aula e que podem ser intencionadas por diferentes estratégias de ensino. Como proposta para futuras pesquisas, sugere-se que a proposta seja aplicada em mais turmas, de diferentes disciplinas e cursos, em busca de diferentes resultados e, também, com

outras propostas de matérias orgânicas que seriam apenas descartadas. De modo geral, a pesquisa foi de grande valia, atendendo aos objetivos propostos e gerando novos conhecimentos.

REFERÊNCIAS

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico 2013 ano base 2012**. Brasília – DF. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF13-BR.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- AGEFLOR – Associação Gaúcha de Empresas Florestais. **Desenvolvimento dos empreendimentos florestais no sul do Rio Grande do Sul**. Disponível em <http://www.ageflor.com.br/>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- AKLIL, A et al. Removal of metal ions from water using calcined as a new absorbent. **Journal of Hazardous Materials**, v. 112, n. 3, 183-190, 2004.
- ANDRADE, D.F., SORRENTINO, M. Da Gestão Ambiental à Educação Ambiental: as dimensões subjetiva e intersubjetiva nas práticas de educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 8, n. 1, 88-98, 2013.
- ARAÚJO, M. A. L. **Os sentidos da sensibilidade**: sua fruição no fenômeno do educar. Salvador: Edufba, 2008. 194p. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/18593/1/sentidos-sensibilidade-repositorio.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.
- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, v. 61, 856-881, 2014.
- BARCELOS, V. Navegando e traçando mapas: uma contribuição à pesquisa em educação ambiental. **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 63-84
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.
- BECHARA, F. C *et al.* Invasão biológica de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Floresta**, v. 44, n. 1, 63-72, 2014.
- BELLOTE, A. F. J. *et al.* Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, 37, 99-106, 1998.
- BORNHEIM, G. Filosofia e política ecológica. **Revista Filosófica Brasileira**, v. 1 n. 2, 17-24, 1985.
- BOURDIEU, P. **Os usos sociais das ciências**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: UNESP, 2004.
- BRASIL. **Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação 2014-2024 (PNE) e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2014. Disponível em: <https://cutt.ly/mmbj6FC>. Acesso em: 10. Abr. 2024.
- BRASIL. **Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília:

Presidência da República, 1999. Disponível em: <https://cutt.ly/5mbke2k>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: educação é a base**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para a educação básica**. Brasília: MEC, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente e saúde**. Brasília: MEC, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

BRASIL. **Parecer CNE/CES 1.303/2001 aprovado em 06 de novembro de 2001**. CNE, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

BRASIL. **Resolução nº 1 do Conselho Nacional de Educação de 18 de fevereiro de 2002**. CNE, 2002 Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/res1_2.pdf. Acesso em: 10. Abr. 2024.

BRASIL. **Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Educação de 15 de junho de 2012**. CNE, 2012. Disponível em http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf. Acesso em: 10. Abr. 2024.

BURGUEÑO, L. E. T *et al.* Impactos Ambientais de Plantios de Pinus sp. em Zonas Úmidas: O Caso do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**: v. 3, n. 2, 192-206, 2013.

CASTRO, A. F. N. M. *et al.* Quantification of forestry and carbonization waste. **Renewable Energy**, 103, 432-438, 2017.

CHAVES, R. Q.; CORRÊA G. F. Macronutrientes no sistema solo - Pinus caribaea Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. **Revista Árvore**, 29, n. 5, 691-700, 2005.

CIELO FILHO, R.; SANTIN, D. A. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano – Bosque dos Alemães, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, 25, n. 3, 291-301, 2002.

COLAGRANDE, E. A. *et al.* Educação Ambiental em Escolas Municipais de Diadema, SP: estudo de características e práxis. **Ciência & Educação**, v. 27, e21020, 2021.

COLAGRANDE, E. A.; FARIAS, L. A.. Apresentação - Educação Ambiental e o contexto escolar brasileiro: desafios presentes, reflexões permanentes. **Educar em Revista**, v. 37, e81232, 2021.

CRUZ, L. G. C. **Políticas públicas de educação ambiental**: um estudo sobre a agenda 21 escolar. 2014. Tese (Doutorado em Educação Para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014. Disponível em: <https://cutt.ly/NW5a60z>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

DALMÁS, M. *et al.* Miniprojeto para ensino de Química Orgânica Experimental baseado no acoplamento catalítico N-C promovido por micro-ondas. **Química Nova**, v. 36, n. 9, 1464–1467, 2013.

FERREIRA, J. C. *et al.* Estimativa da oferta de biomassa florestal em povoamentos de Pinus taeda L. após intervenções culturais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, 1459–1468, 2019.

FONSECA, C. S *et al.* Sewage sludge adsorbing phenol and methylene blue: a miniproject for teaching sustainability. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 4, 1087-1092, 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 36. ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, Paulo. **A mensagem de Paulo Freire**: textos de Paulo Freire selecionados pelo Inodep. São Paulo: Nova Crítica, 1977.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. v. 35, n. 2, 1995.

GRANDINI, C. P *et al.* Película polimérica aplicada en un miniproyecto didáctico de sostenibilidad. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 42, n. 1, 175-193, 2024.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Anuário estatístico 2016 ano base 2015**. São Paulo – SP. Disponível em <https://www.iba.org/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2019**. Brasília: IBÁ, 2019. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual 2017**. Brasília: IBÁ, 2017. 80 p. Disponível em: <https://www.iba.org/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Monitoramento e Avaliação de Programas Sociais**: uma introdução aos conceitos e técnicas. Campinas: Alínea, 2017.

KLUG, I. *et al.* Atributos químicos do solo em plantios florestais em substituição à vegetação nativa em campos de altitude. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, 279–290, 2020.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, 23- 40, 2014.

LAYRARGUES, P. P. Anti-ecologismo no Brasil: reflexões ecopolíticas sobre o modelo do desenvolvimentismo-extrativista-predatório e a desregulação ambiental pública. **Cidadania, meio ambiente e sustentabilidade**. 325-356, 2017.

LAYRARGUES, P. P. Subserviência ao capital: educação ambiental sob o signo do antiecológismo. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 13, n. 1, 28-47, 2018.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 2. ed. Petrópolis: Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

LIESENFELD, M. V. A.; PELLEGRIM, L. M. **Risco ecológico: a invasão por pinus e a problemática das espécies alienígenas no Parque Estadual de Itapuã – Viamão, RS**. Pelotas: Instituto Gaúcho de Estudos Ambientais, 2004. 9 p.

LIMA, G. S.; ZILLER, S. R. **Proteção em unidades de conservação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3., 2002, Fortaleza. Anais [...] Fortaleza: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação; Fundação O Boticário de Proteção da Natureza, 2002. p. 853-854.

LOBATO, D. F. *et al.* A importância da Educação Ambiental para o Ensino de Ciências da Natureza: um olhar para o Tempo Comunidade. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 4, 361-379, 2020.

MAGELA, W. F.; MESQUITA, N. A. S.. Relações sociedade-natureza em perspectiva: educação ambiental nas Licenciaturas em Química dos Institutos Federais no Brasil. **Química Nova**, v. 44, n. 5, 636–645, 2021.

MATTOS, Luiza Maria Abreu de; GOMES, Maria Margarida. **Meio ambiente como um valor cosmopolita**: uma análise sócio-histórica comparada no currículo escolar de biologia - O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - 2021, v. 47. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147230058>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

MBANZE, A. A *et al.* Potencial energético de combustíveis florestais em cultivos de pinus elliotii no sul do brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, 1640–1650, 2018.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. 107 p.

MORAES, Mariana Dianese Alves de *et al.* Bioenergia com resíduos do desdobro da madeira de Pinus caribaea var. hondurensis. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 2, 241-250, 2019.

NASCIMENTO, Ronaldo F. *et al.* **Adorsção**: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1999.

OLIVEIRA, A. S. de; *et al.* **A formação de professores pela pesquisa em educação ambiental**: Uma proposta com agricultores do Brasil para além dos espaços da universidade. X congresso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. 2017. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/93._a_formacao_de_professores_pela_pesquisa_em_educacao_ambiental.pdf. Acesso em: 10. Abr. 2024.

PANDEY, D *et al.* Valorization of waste pine needle biomass into biosorbents for the removal of methylene blue dye from water: Kinetics, equilibrium and thermodynamics study. **Environmental Technology & Innovation**, v. 25: 102200, 2022.

PEIXOTO, C. R. DE M. *et al.* **Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar**. Química Nova, v. 35, n. 8, 1686–1691, 2012.

PEÑAFIEL, A *et al.* Dossiê: conflitos, injustiça, desigualdade e educação ambiental na América Latina. **Ambiente & Educação**, v. 23 n. 1, 2-7, 2018.

PINHEIRO, Nilceia Aparecida Maciel *et al.* Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista iberoamericana de educación**. n. 44, 147-165, 2007.

PORTZ, L *et al.* Dispersão de espécie exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, 33-44, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MOSTARDAS. **Institucional sobre história de Mostardas**. 2022. Disponível em: <https://www.mostardas.rs.gov.br/pagina/view/1/institucional-sobre-historia-de-mostardas#:~:text=A%20%E2%80%9CFreguesia%20de%20S%C3%A3o%20Luis,a%20cultura%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20mostardense>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

RAMOS, M. *et al.* Dispersão e impacto de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* em área ripária na Floresta Nacional de Capão Bonito -SP. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, 75–85, 2019.

RICHARDSON, D. M.; HIGGINS, S. I. Pines as invaders in the southern hemisphere. *In*: RICHARDSON, D. M. (Ed.). **Ecology and biogeography of pines**. Cambridge: Cambridge University press, 1998. p. 450-473.

RODRIGUES, J. C. *et al.* Questões ambientais na Amazônia: o que suscitam as imagens nos estudantes de uma escola de Boa Vista/RR e os olhares da docência e a gestão da escola. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, 159-174, 2018.

ROGERS, C. **Liberdade para Aprender**. Belo Horizonte: Ed. Interlivros, 1973.

SANTOS, J. P. dos *et al.* Educação ambiental na prática pedagógica dos docentes do curso de Pedagogia. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, 66-77, 2013.

SANTOS, P. P, ALVES, G. L. Educação ambiental nas escolas da rede municipal de ensino de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Ciência & Educação**. v. 27, 2021.

SANTOS, R. J. CARVALHO, L. M. Processo educativo e os conflitos socioambientais: construção de possíveis significados e sentidos. **Prax. Saber**, v. 12, n. 28, 40-55, 2021.

SCHULZ, H. R. *et al.* Efeito da furfurilação em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus elliottii*. **Matéria**, v. 24, n. 3: e12442, 2019.

SCOLARI, G. O. *et al.* Riqueza e abundância de espécies lenhosas em reflorestamento de *Pinus taeda* L. e Floresta Ombrófila Mista no Centro – Leste do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, 1361-1366, 2010.

SECCO, R. T. *et al.* Regeneração natural em área de corte raso de *Pinus taeda* L.. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, 208–220, 2019.

SILVA, L. B. *et al.* Solos subtropicais de altitude: atributos químicos, teor de matéria orgânica e resistência à oxidação química. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, 1167- 1171, 2008.

SILVA, M. D. Os cultivos florestais do pampa, no sul do Rio Grande do Sul: desafios, perdas e perspectivas frente ao avanço de novas fronteiras agrícolas. **Revista Floresta**, v. 42, n. 1, 215-226, 2012.

SILVA, M. D.; LIMA, M. P. R. Efeito espacial do pinus na paisagem do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS. **Geographia Meridionalis**, v. 02, n. 02, 194–213, 2016.

SILVEIRA, D. P. LORENZETTI, L. Estado da arte sobre a educação ambiental crítica no Encontro Pesquisa em Educação Ambiental. **Prax. Saber**, v. 12, n. 28, 88-102, 2021.

SOUZA, A. P.; GÜLLICH, R. I. C. Educação ambiental: Um olhar sobre a formação de professores de Ciências e Biologia. **Cadernos CIMEAC**, v. 9 n. 2, 39-67, 2019.

SOUZA, T. Z. Extensão em educação ambiental popular: quefazer em comunidade de trabalho. **Prax. Saber**, v. 12, n. 28, 103- 117, 2021.

SPINELLI, R. Biomass, LAGs and the transnational project. *In*: GAIO, G.; DA VAL, J.; CARRARA, L. (Ed.). **Guidelines for the development of a forest chips supply chain model**. Italy: CNR; IVALSA. 14-43, 2007.

STRIEDER, R. B. *et al.* Educação CTS e Educação Ambiental: Ações na formação de professores. **Alexandria**, v. 9 n. 1, 57-81, 2016.

TEIXEIRA, C.; TORALES, M. A.. A questão ambiental e a formação de professores para a educação básica: um olhar sobre as licenciaturas. **Educar em Revista**, n. spe3, 127–144, 2014.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento c.t.s. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, 177-190, 2003.

TOLOSANA, E. *et al.* Residual biomass recovery from fully-mechanized delayed thinnings on Spanish Pinus spp. plantations. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 71, p. 98-105, 2014.

TOLOSANA, E. **Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal**. Madrid: Mundi-Prensa, 2009. 348 p.

TRAJBER, R.; MENDONÇA, P. R. (org.). **O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental**. Brasília: MEC, 2006.

UNESCO. **Learn for our planet**: A global review of how environmental issues are integrated in education. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362>. Acesso em: 10. Abr. 2024.

VANOURSOUW, T. M et al. Adsorption of a PFAS using MOF-808: Development of an undergraduate laboratory experiment in a final course. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 2, 861-868, 2023.

VASCONCELOS, C. A. Possibilidades para a inserção da educação ambiental na formação docente. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 24, n. 2, 2017.

VASQUES, A. G *et al.* Uma Síntese da contribuição do gênero Pinus para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. **Revista Floresta**, v. 37, n. 3, 445-450, 2007.

VEIGA, A *et al.* **Um retrato da presença da educação ambiental no ensino fundamental brasileiro: o percurso de um processo acelerado de expansão**. Brasília: INEP, 2006.

VIEIRA, S. R *et al.* Indicadores para avaliação das políticas públicas de Educação Ambiental nas escolas: uma análise à luz do ciclo de políticas e da teoria da atuação. **Educar em Revista**, v. 37: e78220, 2021.

WIZIACK, S.C. *et al.* **A formação continuada de professores em educação e sustentabilidade ambiental como política pública para a educação básica no Brasil**. X congresso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. 2017. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/99._a_formacao_continuada_de_professores_em_educacao_e_sustentabilidade_ambiental.pdf. Acesso em: 10. Abr. 2024.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2015.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. Vicentin. Estudo da Contaminação Biológica Por Pinus spp. em três diferentes áreas na estação ecológica de Itirapina (SP, BRASIL). **Revista Instituto Florestal** , v. 18, 1-14, 2006.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. S. Plantas e vertebrados exóticos invasores em

Unidades de Conservação. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, 04- 31, 2013.

ZUCCHINI, L. G. C. Educação Ambiental na escola pública: análise a partir da Pedagogia Histórico-Crítica. **Ciência & Educação**, v. 27: e21057, 2021.