



TÉCNICAS NUCLEADORAS COMO FERRAMENTAS PARA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL E LETRAMENTO ECOLÓGICO

NUCLEATION TECHNIQUES AS TOOLS FOR ENVIRONMENTAL RESTORATION AND ECOLOGICAL LITERACY

TÉCNICAS DE NUCLEACIÓN COMO HERRAMIENTAS PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y LA ALFABETIZACIÓN ECOLÓGICA

Wilmar José Mendes

wilmar.mendes@gsuite.iff.edu.br
<https://orcid.org/0009-0005-3994-7896>
Instituto Federal Fluminense

André Luiz dos Santos Fonseca

andre.fonsecabio@iff.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-6334-6063>
Instituto Federal Fluminense

Murilo Minello

murilo.minello@ifrj.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-3037-9221>
Instituto Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Os crescentes problemas ambientais e seus impactos negativos nos diversos ecossistemas tornam fundamentais ações de recuperação de áreas degradadas. Um dos aspectos indispensáveis para esta recuperação é o sentimento de pertencimento e dependência dos indivíduos nos ecossistemas naturais. Por esta razão, promover atividades que buscam a restauração de ecossistemas e ao mesmo tempo promovem a consciência ambiental é essencial. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi aplicar técnicas de nucleação visando a restauração de uma área degradada de floresta estacional semidecidual nas dependências do Parque Estadual Costa do Sol (PECS) e da Área de Proteção Ambiental do Pau-Brasil (APA do Pau-Brasil), fazendo destas intervenções ferramentas não-formais de ensino e conscientização ambiental. Neste relato, elencamos as ações empregadas e os desdobramentos que a utilização dessas estratégias no bioma em que a comunidade escolar está inserida pode trazer à educação, já que a relação entre o conteúdo e o cotidiano aproxima, justifica e favorece o saber científico e o letramento ecológico, facilitando o processo de ensino-aprendizagem, sensibilização e pensamento crítico dos envolvidos. As técnicas de nucleação empregadas apresentaram resultado positivo na restauração da vegetação nativa no período inicial de sete meses. A partir destes resultados, elencamos diversos temas de Biologia e Ecologia que podem ser utilizados durante as práticas de nucleação. Com o estabelecimento de núcleos ao longo do tempo, poderemos observar um gradiente do núcleo mais antigo (de maior porte) para o mais recente (de menor porte), visualizando a paisagem como se fosse um filme, o que contribuirá para sua proposta como ferramenta didática.

PALAVRAS-CHAVE: Restauração Ecológica; Técnicas Nucleadoras; Conscientização Ambiental; Letramento Ecológico; Floresta Estacional Semidecidual.

ABSTRACT

The growing environmental problems and their negative impacts on different ecosystems make actions to recover degraded areas crucial. One of the essential aspects of this recovery is the feeling of belonging and dependence of individuals on natural ecosystems. For this reason, promoting activities that aim to restore ecosystems and at the same time promote environmental awareness is essential. In this sense, the objective of this study was to apply nucleation techniques aimed at restoring a degraded area of semi-deciduous seasonal forest on the premises of the Costa do Sol State Park (PECS) and the Pau-Brasil Environmental Protection Area (APA do Pau-Brasil), making these interventions non-formal teaching and environmental awareness tools. In this report, we list the actions used and the

developments that the use of these strategies in the biome in which the school community is located can bring to education, since the relationship between content and everyday life brings together, justifies and favors scientific knowledge and ecological literacy, facilitating the teaching-learning process, raising awareness and critical thinking for those involved. The nucleation techniques used showed positive results in restoring native vegetation in the initial period of seven months. Based on these results, we list several Biology and Ecology themes that can be used during the development of nucleation practices. With the establishment of nuclei over time, we will be able to observe a gradient from the oldest nucleus (taller) to the most recent (smaller), visualizing the landscape as if it were a film, which will contribute to its proposal as a teaching tool.

KEYWORDS: *Ecological Restoration; Nucleating Techniques; Environmental awareness; Ecological Literacy; Semideciduous Seasonal Forest.*

RESUMEN

Los crecientes problemas ambientales y sus impactos negativos en los diferentes ecosistemas hacen imprescindibles acciones para recuperar áreas degradadas. Uno de los aspectos esenciales para esta recuperación es el sentimiento de pertenencia y dependencia de los individuos de los ecosistemas naturales. Por ello, promover actividades que busquen restaurar los ecosistemas y al mismo tiempo promover la conciencia ambiental es fundamental. En este sentido, el objetivo de este estudio fue aplicar técnicas de nucleación encaminadas a restaurar un área degradada de bosque estacional semicaducifolio en las dependencias del Parque Estatal Costa do Sol (PECS) y el Área de Protección Ambiental Pau-Brasil (APA do Pau-Brasil), convirtiendo estas intervenciones en herramientas de enseñanza no formal y de sensibilización ambiental. En este informe enumeramos las acciones utilizadas y los desarrollos que el uso de estas estrategias en el bioma en el que se ubica la comunidad escolar puede aportar a la educación, ya que la relación entre contenidos y vida cotidiana aglutina, justifica y favorece el conocimiento científico y alfabetización ecológica, facilitando el proceso de enseñanza-aprendizaje, generando conciencia y pensamiento crítico en los involucrados. Las técnicas de nucleación utilizadas mostraron resultados positivos en la restauración de la vegetación nativa en el período inicial de siete meses. Con base en estos resultados, enumeramos varios temas de Biología y Ecología que pueden usarse durante el desarrollo de prácticas de nucleación. Con el establecimiento de los núcleos a lo largo del tiempo, podremos observar un gradiente desde el núcleo más antiguo (de mayor tamaño) hacia el más reciente (de menor tamaño), visualizando el paisaje como si de una película se tratara, lo que contribuirá a su propuesta como herramienta de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: *Restauración Ecológica; Técnicas de Nucleación; Advertencia ambiental; Alfabetización Ecológica; Bosque estacional semideciduo.*

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O município de Cabo Frio, localizado na Região dos Lagos, Norte Fluminense (RJ), foi descrito por Araújo (1997) como um Centro de Diversidade Vegetal (CDVCF) por apresentar uma riqueza relevante de espécies vegetais, inclusive com grande quantidade de espécies endêmicas. O Parque Estadual da Costa do Sol (PECS) é uma Unidade de Conservação de proteção integral criada no dia 18 de abril de 2011 pelo decreto nº 42.929, perfazendo uma área total aproximada de 9.840,90 hectares em modelo setorial formando mosaicos descontínuos, abrangendo os municípios de Armação de Búzios, Cabo Frio, Araruama, São Pedro d'Aldeia, Arraial do Cabo e Saquarema (Inea, 2019).

O PECS tem como principais objetivos manter populações de animais e plantas nativas e oferecer refúgio para espécies migratórias, raras, vulneráveis, endêmicas e ameaçadas de extinção da fauna e flora nativas; preservar as restingas, os manguezais, a floresta atlântica, a vegetação xerofítica, os cordões arenosos, os costões rochosos, os brejos, as lagoas e lagunas, as formações geológicas notáveis e os sítios arqueológicos contidos em seus limites; assegurar a continuidade dos serviços ambientais prestados pela natureza; e possibilitar o

desenvolvimento do turismo no interior do parque e atividades econômicas sustentáveis em seu entorno (Saleme, 2016).

Além do PECS, há ainda a Área de Proteção Ambiental do Pau-Brasil (APA do Pau-Brasil), criada em 2002 e situada entre Cabo Frio e Armação dos Búzios, que se sobrepõe parcialmente ao PECS, compreendendo uma estreita faixa continental, pequena área de insulares e grande extensão marítima, a APA do Pau-Brasil é uma área de Reserva da Biosfera de Mata Atlântica, de acordo com decreto da UNESCO no ano de 1992. Tem como objetivos assegurar a preservação dos remanescentes da Mata Atlântica da porção fluminense, bem como recuperar as áreas degradadas ali existentes; preservar espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção ou insuficientemente conhecidas da fauna e da flora nativas; integrar o corredor ecológico central da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e estimular as atividades de recreação, educação ambiental e pesquisa científica quando compatíveis com os demais objetivos. Desta forma, essas UCs contribuem para a preservação de parte do CDVCF.

Apesar da presença de duas unidades de conservação se sobrepondo, a região sofre intensa urbanização, que é o principal fator de degradação da vegetação natural do CDVCF (Bohrer *et al.*, 2009). A urbanização acaba levando à fragmentação dos ecossistemas, tornando-os suscetíveis a efeitos de borda, ao aparecimento de espécies exóticas e invasoras, à perda de conectividade e de biodiversidade (Pimm; Raven, 2000). Um fator de preocupação com a conservação das espécies e ecossistemas da região é a possibilidade de implantação de novos empreendimentos imobiliários de grande porte em áreas que ainda apresentam vegetação natural em bom estado de conservação, protegidas pela legislação ambiental em vigor (Bohrer *et al.*, 2009).

Neste sentido, na tentativa de colaborar com a mitigação de tais impactos, propomos a restauração experimental de uma pequena área degradada classificada como floresta estacional semidecidual (Bohrer *et al.*, 2009), de ocorrência nas dependências do PECS e da APA do Pau-Brasil, com a implementação de técnicas de nucleação (Reis *et al.*, 2003). A partir do plantio de mudas, transposição de solo e serapilheira, chuva de sementes, abrigos artificiais (galharia) e poleiros artificiais, buscamos promover condições para uma regeneração natural. Com as técnicas nucleadoras de restauração ecológica, a introdução de uma ou mais espécies vegetais melhora as condições da área e facilita o estabelecimento de outras espécies (Martins *et al.*, 2015), proporcionando o reestabelecimento abrangente de um ecossistema degradado, considerando as interações e a funcionalidade da paisagem como um todo, através de uma regeneração natural. Experiências inspiradoras e semelhantes, como as realizadas e divulgadas por Hoffmester *et al.* (2019) e Da Silva (2023), reforçam a eficácia dessas técnicas.

A partir destas intervenções idealizou-se a realização de atividades práticas e aulas expositivas no campo, tendo como objetos de estudo a própria vegetação nativa e uma área degradada no entorno do IFF *Campus* Cabo Frio, Rio de Janeiro. A partir desta experiência, avaliamos a viabilidade de manter as atividades em longo prazo, promovendo ao mesmo tempo a regeneração da área degradada e uma aprendizagem significativa de temas nas áreas de Biologia e Ecologia. Desta forma, segundo Melo (2000), o estudante além de observador passa a ser um participante ativo de seu aprendizado.

Para Martin (2008), a alfabetização ecológica é um aspecto significativo da qualificação dos professores, garantindo que os educadores possam promover a consciência ambiental, a conservação da biodiversidade e comportamentos sustentáveis entre os estudantes. McBride *et al.* (2013) exploram as definições do letramento ecológico em diferentes dimensões como afeto, conhecimento, habilidades e comportamento. Dentre as definições levantadas, a que mais se mostrou próxima daquilo que pretendemos neste artigo foi a de Berkowitz *et al.* (2005), que atribuem seis elementos ao letramento ecológico: (1) conexão pessoal baseada

em empatia, cuidado e compaixão; (2) envolvimento na comunidade e nos ecossistemas locais; (3) pensamento sistêmico que reconhece conexões e inter-relações; (4) estudo de padrões e contextos ecológicos; (5) pedagogia para sustentabilidade com abordagens participativas e multidisciplinares; e (6) engajamento com a natureza, priorizando o letramento ecológico como forma de aprendizado fundamental.

Deste processo surgiu uma ferramenta potencial para o 'letramento ecológico', educação e conscientização ambiental, além do aprofundamento de conteúdos estudados pelos acadêmicos, pois visitas de campo nestas áreas contribuem para a reflexão a respeito do meio ambiente, de modo a preparar o indivíduo a viver, trabalhar, desfrutar e saber se comportar naquele meio (Meirelles; Vasconcelos; Novaes, 2013). Assim, os estudantes que vivenciam, observam e estudam a biodiversidade daquele local, avaliando e percebendo suas alterações paisagísticas e faunísticas, as mudanças físico-químicas e biológicas, têm a possibilidade de um melhor aprendizado sobre o assunto.

Assim, numa tendência de pesquisa-ação, onde a pesquisa acontece concomitantemente à ação, ao mesmo tempo em que ocorre a regeneração ambiental, temos a possibilidade de avaliar se as técnicas de nucleação se mostram promissoras para a proposta e, ainda, a utilização destas intervenções como importantes estratégias de ensino de Biologia, promovendo o conhecimento científico de forma crítica e efetiva, indo além da aprendizagem meramente conceitual (Silveira; Silva; Ribeiro Filho, 2009; Sasseron; Carvalho, 2011).

A IMPORTÂNCIA DE RESTAURAR

Considerando-se que a Mata Atlântica é reconhecida como um hotspot global de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000), que Cabo Frio é um Centro de Diversidade Vegetal (Araújo, 1997) e que há Unidades de Conservação (UC) na região, como o PECS e a APA do Pau-Brasil e, ainda assim, seus remanescentes apresentam-se altamente fragmentados, comprometendo a perpetuidade de espécies e de serviços ecossistêmicos, é crucial que haja mais esforços e melhor conscientização em prol de sua conservação. No entanto, a forma como ela tem sido explorada, com especulação turística e imobiliária, plantios, pastagens e salinas, (Araújo, 1997; Bohrer *et al.*, 2009; Lerner; Jeronimo; 2017), alterando as características do solo e suas paisagens, tem causado pressões (Chediack; Baqueiro, 2005) que degradam os ecossistemas locais, além de danos aos próprios serviços dos quais dependemos, como a fertilidade do solo, a regulação de fluxos hídricos e até o equilíbrio climático.

Outra característica tão ou mais importante a ser considerada nesta região é a invasão biológica por capim-colonião (*Megathyrsus maximus*), espécie exótica altamente reprodutiva e facilmente incendiada, com dispersão rápida do fogo, o que colabora com o aumento do efeito de borda nesta paisagem (Carvalho; Sá, 2011; Rocha *et al.*, 2007). Além de, em alguns pontos, ocorrer a invasão de outras espécies exóticas, como casuarina (*Casuarina equisetifolia*), amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa*) e agaves (*Agave sp.*). Tais cenários justificam a importância e urgência da regeneração destes ambientes. No entanto, é preciso ponderar que restaurar não é simplesmente recolocar árvores, mas sim restabelecer a paisagem, os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade ali existentes anteriormente. A restauração de ecossistemas degradados, embora não seja uma tarefa simples, é fundamental para o combate às mudanças climáticas, a promoção de saúde humana e a qualidade de vida (Davis; Slobodkin, 2004; Ser, 2004).

Contudo, é preciso restaurar também as concepções de natureza no próprio indivíduo. Ele precisa saber o que é e a importância de restaurar o meio ambiente, para que e como fazer isso e quais serão os resultados desse processo, reconhecer-se como integrante e

modificador do meio (Sma, 2011) e que o cuidado com o local também impacta no cuidado global do planeta (Boff, 1999). Deste modo, entende-se as práticas educativas como corresponsáveis pelo envolvimento e formação de cidadãos críticos e comprometidos com a conservação ambiental.

Neste sentido, de acordo com Lima (2014) a ecologia da paisagem, que considera estrutura, funcionamento e suas alterações, surge como uma alternativa de solução aos principais problemas ambientais. Portanto, expomos neste manuscrito, os desdobramentos obtidos a partir de um projeto de restauração ecológica por meio da nucleação e que incorporou em seus procedimentos, possibilidades de práticas para a educação de temáticas de Biologia e Ecologia para graduandos do curso de Licenciatura em Biologia do IFF *Campus* Cabo Frio.

RESTAURAÇÃO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

Segundo Orr (2006), crises ambientais são consequências de crises educacionais, e não apenas de questões didáticas, mas acima de tudo, atitudinais. Neste sentido, o desenvolvimento deste projeto revelou possibilidades potenciais de utilizar o processo de restauração ecológica e as técnicas nucleadoras como ferramentas também para a restauração da consciência ambiental, mais especificamente, o letramento ecológico. Embora haja, em sala de aula, explanações sobre o tema, percebe-se, de acordo com Wandersee e Schussler (2002), uma "cegueira botânica e ecológica" por grande parte dos ouvintes.

Apesar de discursos ambientais que tratam do equilíbrio entre produção econômica e proteção dos recursos naturais, ou o que chamam de educação para a sustentabilidade, editando e reafirmando o que já havia sido estabelecido em Tbilisi (1977) no que diz respeito a "formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito" (Marcatto, 2002, p. 14), o que ainda se vê é um ideológico e autoritário sistema educacional que reproduz desigualdades (Layrargues, 2006) e colabora para essa 'cegueira'. Portanto, é necessário que os indivíduos sejam educados a pensar de forma crítica nas consequências de suas ações para o meio ambiente, alcançando a interação entre as três esferas apontadas por Sato e Passos (2008) – o indivíduo, a sociedade e a natureza. Para essa criticidade, Loureiro (2010) defende que é necessário estruturar processos que favoreçam a participação popular de modo a exercer a cidadania e se fazer conhecedores dos problemas da sociedade em que estão inseridos.

Embora a interdisciplinaridade proposta pela Educação Ambiental formal, organizada de forma institucionalizada, favoreça a busca racional por soluções de problemas ambientais (Seara Filho, 1992), as oportunidades não-formais, de estar frente a frente com o problema, como nos casos das aulas de campo, podem proporcionar, de forma mais significativa a assimilação e compreensão do conteúdo (Fanfa; Guerra; Teixeira, 2019). De acordo com Guimarães (2005), a Educação Ambiental é participativa, comunitária, criativa e valoriza a ação, transforma atitudes e valores a partir da construção de novos hábitos e conhecimentos, melhorando a qualidade de vida a partir do equilíbrio local e global entre os seres humanos, sociedade e natureza. E ainda, de acordo com Seniciato e Cavassan (2004), as aulas de campo têm sido uma metodologia eficaz tanto por promoverem e motivarem crianças e jovens nas atividades educativas, quanto por constituírem um instrumento de superação da fragmentação do conhecimento.

Surge, então, a oportunidade de tratar de conceitos ecológicos e do papel da diversidade biológica na estruturação da vida e dos sistemas vivos a partir do uso e observação destas áreas em regeneração. Nesta ótica de 'ecoformação' desenvolve-se uma relação de

reciprocidade, onde segundo Silva (2008, p. 97), “o homem tanto se forma quanto contribui para formar (ou deformar) o ambiente natural”. Na perspectiva da Ecopedagogia (Gadotti, 2001), o sujeito, ao refletir sobre sua responsabilidade nas mudanças do ambiente, como a disponibilidade de recursos e as consequências para espécies mais seletivas e tolerantes ou sensíveis e menos tolerantes, a falta de nutrientes e diversidade em áreas mais degradadas, em decorrência das ações antrópicas, percebe a emergência de uma “consciência ambiental”, desenvolvendo um novo olhar na maneira de ser e de estar no mundo.

Desta forma, o letramento ecológico desenvolvido a partir desta consciência ambiental gerada pelas atividades de vivência e interação com o meio natural, como proposto neste estudo, possibilita o entendimento mais amplo sobre a proteção da natureza. Mais do que o domínio de matérias específicas do conhecimento, proporciona a formação de sujeitos ecológicos, críticos e capazes de refletir sobre os problemas ambientais, comprometidos com a conservação e integridade dos sistemas ecológicos.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no canto esquerdo da praia do Pontal do Perú (Longitude UTM: 195200.00 m E; Latitude UTM: 7473140.00 m S) (Figura 1), constituindo uma parcela de um dos 43 fragmentos do PECS.



Figura 1: Área de estudo, no canto esquerdo da Praia do Pontal do Perú – Cabo Frio

Fonte: Google Earth.

A vegetação nativa deste local é composta por um remanescente de floresta estacional semidecidual, que sofre degradação ambiental desde a década de 1970, quando era uma pedreira da então Fazenda Caravelas (Figura 2). Atualmente, há nesta região, uma trilha que dá acesso à praia para a comunidade local e turistas.



Figura 2: Área de estudo (degradada) - Praia do Pontal do Perú – Cabo Frio
Fonte: Google Earth.

Na porção mais próxima à faixa de areia, a vegetação nativa foi substituída por capim-colonião (*Megathyrsus maximus*) e, mesmo estando incluídas como atividades não permitidas no Plano de Manejo do PECS (INEA, 2019), queimadas neste local são frequentes (Figura 3). Após as queimadas, observa-se o rebrotamento de *M. maximus* e o avanço do efeito de borda na mata remanescente, causado pelo avanço do fogo nas franjas da vegetação nativa remanescente.



Figura 3: Queimadas nas áreas próximas à trilha.
Fonte: Os autores.

O mapeamento bioclimático do estado (Golfari; Moosmayer, 1980) aponta a peculiaridade climática e o elevado déficit hídrico da região, como forte influência sobre a vegetação florestal. A precipitação média anual fica em torno de 800 mm ou menos, na porção entre Arraial do Cabo e Búzios, de clima semiárido quente (Bsh) pela classificação de Köppen (Barbiéri, 1984).

DIAGNÓSTICOS E AÇÕES

As atividades foram planejadas para atingir os principais objetivos do letramento ecológico proposto por Berkowitz *et al.* (2005). Inicialmente, foram realizadas visitas ao campo para definir os passos do projeto. Observamos áreas de mata preservada, áreas invadidas por

espécies exóticas e áreas impactadas e descaracterizadas. Após as visitas iniciais, constatou-se que a dominância de espécies exóticas (Figura 4) e perturbações antrópicas levaram à supressão da vegetação nativa (Figura 5). Essas observações forneceram aos estudantes uma referência sobre a mata antes do impacto, abordando os dois primeiros elementos do letramento ecológico: (1) envolvimento, empatia e compaixão; e (2) conhecimento do ecossistema local.



Figura 4: Invasão biológica

Fonte: Os autores.



Figura 5: Deposição de lixo na área escolhida

Fonte: Os autores.

Em sala de aula, foram analisados esses níveis de impacto e escolhida a área mais afetada para intervenção. Foram levantadas as possíveis ações a serem tomadas e elaborado um cronograma para obtenção de materiais e organização da intervenção. Essas discussões abordaram outros elementos do letramento ecológico: (3) pensamento sistêmico sobre o funcionamento do ecossistema e suas inter-relações; (4) contexto ecológico, focando na sucessão ecológica nas áreas degradadas; (5) abordagem participativa ao planejar ações para acelerar a sucessão ecológica a partir de técnicas de baixo custo de implementação e manutenção como a nucleação (Reis *et al.*, 2014); e (6) aplicação das técnicas nucleadoras em campo, engajando os estudantes na prática de restauração ecológica, proposta como atividade prática da disciplina (Quadro 1).

De acordo com Bechara *et al.* (2020), a fragmentação dos remanescentes resulta na escassez de informações, o que limita o conhecimento da composição florística que ali existia. No entanto, a nucleação pode colaborar com a formação de um mosaico de ambientes o mais próximo possível aos de seu entorno, promovendo uma regeneração natural da área afetada, permitindo uma maior dinâmica das comunidades e devolvendo suas características naturais.

Para tanto, considerando que o uso de plantas nativas implica positivamente na alimentação da fauna, no fluxo gênico da flora e na conservação de serviços ecossistêmicos (Ziller; Pinto, 2016), foram utilizadas sementes de espécies nativas coletadas no mesmo fragmento vegetacional, bem como, para a escolha de mudas a serem introduzidas, levantamentos florísticos qualitativos na região e consultas a referências no livro intitulado Restinga de Massambaba de publicação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Algumas das alternativas de técnicas de nucleação para a restauração ambiental, baseadas nos processos naturais de facilitação, são: abrigos artificiais (ou galharia); plantação de mudas herbáceas e arbustivas (ou cobertura viva); transposição de solo e serapilheira; chuva de sementes; poleiros artificiais e plantio de arbóreas nativas (Reis *et al.*, 2003; Bechara, 2006; Bechara *et al.*, 2007; Reis; três, 2007).

Quadro 1: Identificação dos impactos e os agentes causadores, estratégias e técnicas abordadas para remediação e resultados esperados com as ações

IMPACTOS OBSERVADOS	ESTRATÉGIA	TÉCNICA APLICADA	FUNÇÕES ESPERADAS
Invasão Biológica. (<i>M. maximus</i>)	Substituição de espécies exóticas	Remoção mecânica (manual)	Substituição de <i>M. maximus</i> por vegetação nativa
Solo erodido e aparentemente pobre em nutrientes	Adubação verde e reposição de vegetação	Transposição de solo e serapilheira, galharias e chuva de sementes (com ênfase em leguminosas e arbustivas de crescimento rápido)	Cobertura e Nutrição do solo a partir da ciclagem advinda da decomposição da serapilheira. Atração de dispersores a partir dos abrigos / galharias e poleiros. Cobertura verde a partir de leguminosas e arbustivas
Efeito de borda (queimadas e abertura de trilhas)	Enriquecimento com exemplares nativos	Núcleos de cobertura viva (plantio de mudas nativas)	Restaurar os padrões vegetativos/ arbóreos mais rapidamente possível
Supressão vegetal por antropia (abertura de trilhas)	Introdução de epífitas e arbustivas nas bordas das trilhas	Plantio direto (mudas)	Manter mais baixa a vegetação próxima às trilhas
Queimadas	Educação Ambiental / Conscientização	Interação direta com passantes e uso de placas sinalizadoras	Buscar o diálogo e sensibilização ambiental da comunidade local e acadêmica, mostrando a importância da restauração e conservação do local, fazendo-lhes pertencentes e multiplicadores do processo

Fonte: Os autores.

O PROCEDIMENTO EMPREGADO

Com a nucleação, estima-se substituir, em médio prazo, a vegetação exótica invasora por vegetação nativa da floresta estacional semidecidual local. Com isso, espera-se a diminuição de eventos de queimadas e seus efeitos de borda que tanto prejudicam a área apontada.

Nesta intervenção, a fim de avaliar os resultados mais significativos para replicação em projetos futuros, foram empregadas diferentes técnicas nucleadoras (Figura 6) concomitantemente em duas áreas paralelas de manejo. Cada área com aproximadamente 8 m², subdivididas em 7 quadrantes. O primeiro quadrante de cada parcela com 2,00 x 1,20 m e os seis restantes com 1,00 x 1,20 m.

Os seis quadrantes restantes de cada bloco receberam, de forma alternada, solo e serapilheira (também retiradas de áreas remanescentes próximas ao manejo) e chuva de sementes; nas linhas paralelas em comprimento, foram plantadas 20 mudas de espécies nativas (produzidas previamente) como *Senna* sp. (fedegoso), *Pseudobombax grandiflorum* (paineira), *Inga* sp. (ingá), *Crateva tappia* (trapia), *Schinus terebinthifolius* (aroeira), *Gallesia integrifolia* (pau d'alho); ao lado da área foi feita uma roçada da largura de 1,5m, chamada de aceiro, para evitar a chegada de fogo, caso houvesse algum incidente.

Nucleação

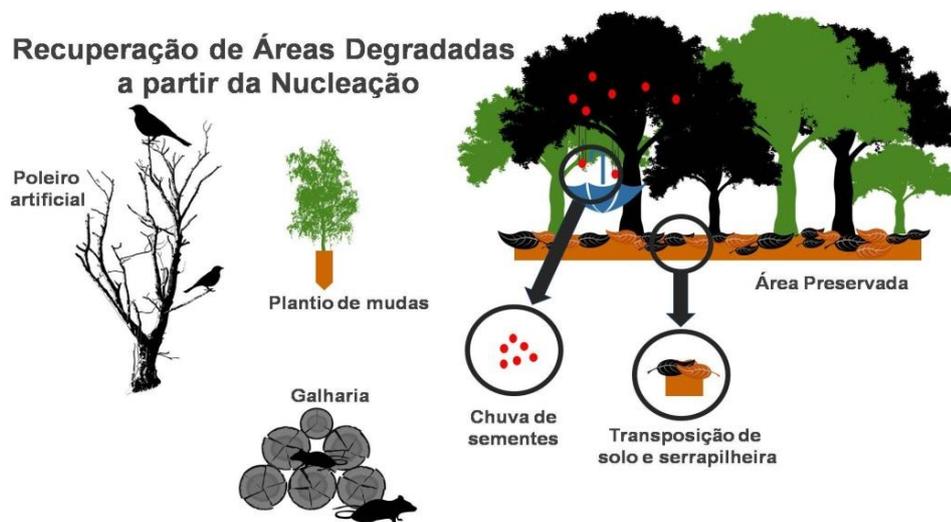


Figura 6: Técnicas de Nucleação

Fonte: Os autores.

Além disso, uma área de igual tamanho, disposta paralelamente ao manejo, foi mantida com *M. Maximus*, designada como parcela controle, (Figura 7).

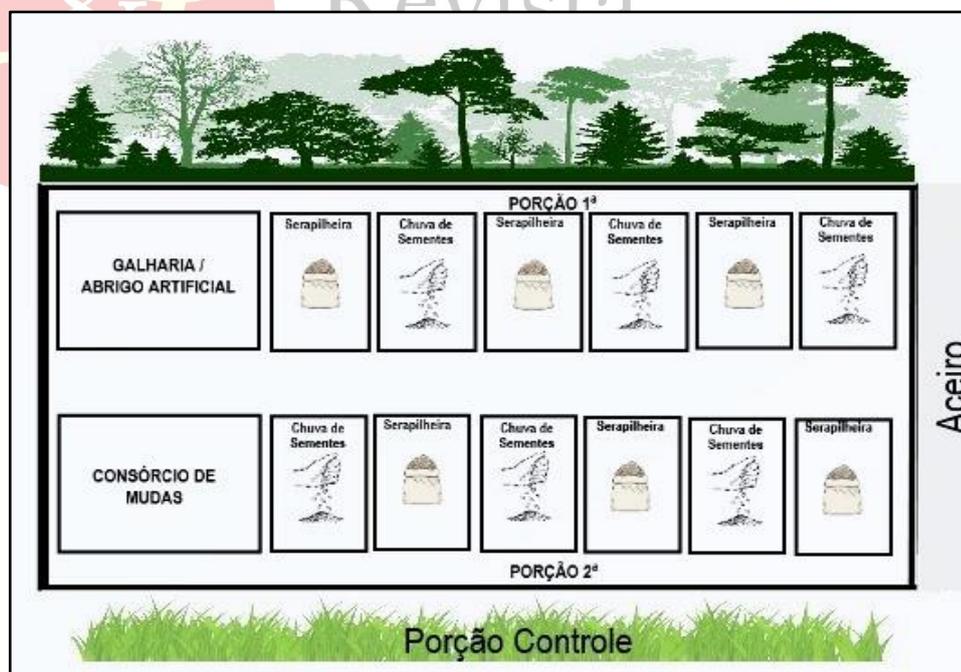


Figura 7: disposição do manejo

Fonte: Os autores.

Os aspectos da área antropizada, das sementes coletadas, do consórcio de mudas e mudas individuais utilizadas, o manejo da área com preservação de remanescentes, a galharia e os poleiros podem ser observados na Figura 8.



Figura 8: a) e b) área antropizada; c) serapilheira; d) e e) sementes coletadas; f) e g) mudas utilizadas; h) consórcio de mudas; i) área manejada e galharia e j) galhos usados como poleiros
Fonte: Os autores.

Essa aplicação conjunta prevê a criação de condições necessárias para que as plantas, animais e microrganismos possam desempenhar eles próprios, o trabalho de regeneração, resultando em um desenvolvimento adaptado e resiliente às novas realidades e na recuperação de sua funcionalidade ecológica (Oliveira *et al.*, 2015), facilitando o processo natural e aumentando sua diversidade (Bechara, 2006; Reis *et al.*, 2007).

Aula de campo

Uma aula de campo utilizando as técnicas nucleadoras como ações de restauração de área degradada foi realizada com a turma da disciplina Ecologia do curso de Licenciatura em Biologia do IFF *Campus* Cabo Frio no período de 2022/2. Para essa aula, os autores planejaram a aplicação de técnicas de nucleação em campo e, após a prática, um questionário discursivo foi apresentado para que os alunos respondessem. As questões foram as seguintes: 1) Qual a influência da aula de campo de Técnicas de Nucleação na sua formação como futuro professor de ciências/biologia?; 2) Qual a importância da aula de campo de Técnicas de Nucleação em áreas degradadas de UCs para o processo de ensino-aprendizagem?; 3) Essa experiência o ajudaria (encorajaria) a realizar práticas com seus alunos?, e 4) É uma ação de fácil replicabilidade? Modificaria algo?.

Elaboração das propostas para o letramento ecológico

Os temas abordados no quadro 2 foram elaborados tendo como base conceitos sobre os níveis de organização ecológica, consolidados no estudo da Ecologia, tais como organismo, população, comunidade, ecossistema, bioma, biosfera (Odum, 1988; Relyea; Ricklefs, 2021). E os temas específicos (Quadro 3), nas matérias relacionadas à biologia da conservação, tal como efeito de borda, efeitos nocivos das espécies exóticas invasoras (neste caso, capim-colonião ou *M. maximus*), zona de amortecimento, sucessão ecológica e nucleação (Brasil, 2000; Yarranton; Morrison, 1974; Smil, 2003; Coutinho, 2006).

As formas de abordar esses temas na área de estudo foram definidas pelos autores com base nos conceitos levantados durante as visitas a campo, nas discussões em sala de aula e no campo, e na observação e levantamento científico realizados pelos estudantes, guiados pelos professores.

RESULTADOS ALCANÇADOS

Após o primeiro semestre de projeto, realizando visitas técnicas mensalmente, com pequenas manutenções para retirada de rebrota de capim, algumas modificações paisagísticas já eram visíveis (Figura 9), o aumento e diversidade de indivíduos sugerem que o solo e a área caminham para a recuperação. A supressão do capim-colonião deu condições para os remanescentes arbustivos rebrotarem (Figura 9a). A galharia, já em processo de decomposição, apresenta vestígios de decompositores e de animais abrigados, além de significativo aparecimento de folhagens nativas (Figura 9b).

A chuva de sementes apresentou bons resultados nos meses iniciais do processo, emergindo 61 plântulas (Figura 9c), no entanto, com exceção de leguminosas como o feijão canavalia (*Canavalia ensiformis*), boa parte delas foram perdidas após ataque de formigas. As áreas com serapilheira por sua vez, apresentaram crescimento, em sua grande maioria, apenas de espécies competidoras (Trapoeaba – *Commelina* sp.) (Figura 9d). Dois indivíduos (goiabeira e outro ainda não identificado) surgiram sem terem sido colocados, o que indica atividade de dispersores de sementes (Figura 9e).



Figura 9: Resultados alcançados. a) remanescente rebrotando; b) Vegetação (begônias) brotando da galharia; c) plântulas de *Cupania* sp. com 2 meses; d) crescimento de Trapoerabas; e) brotamento de *Ocotea* sp.; f) *Senna* sp. em floração aos 6 meses.

Fonte: Os autores.

As mudas de plantas arbóreas nativas apresentaram o melhor desempenho, com permanência de 15 das 20 inicialmente inseridas, tendo destaque os exemplares de *Senna* sp., que cresceram em média 60 cm, o que representa, no geral, o dobro dos tamanhos iniciais e já em floração e produção de sementes aos 6 meses de plantio (Figura 9f), seguidos pelas paineiras e aroeiras, com média de crescimento de 40 e 30 cm, respectivamente (Tabela 1).

O acompanhamento mensal e suas respectivas medições, contagens e registros, nos permitiram elaborar um diagrama com a representatividade das técnicas utilizadas e seus resultados, para melhor entendimento dos números, deixando evidente o resultado mais eficaz para os quadrantes onde se utilizaram da muvuca de sementes (Figura 10).

Durante a execução do projeto, recebemos a turma da disciplina Ecologia do curso de Licenciatura em Biologia do IFF *Campus* Cabo Frio no período de 2022/2. Os alunos observaram a área em processo de restauração e replicaram as técnicas em uma área próxima (Figura 11). Esta prática permitiu uma avaliação prévia da viabilidade de aplicação de técnicas de nucleação como ferramenta para o ensino de Biologia e Ecologia para este público em atividades futuras.

Tabela 1: Medições realizadas nos meses de outubro e dezembro de 2022 e janeiro a maio de 2023

Mudas	2022		2023				
	Out	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
<i>Senna</i> sp	0,32	A	0,08	0,24	0,44	0,70	0,72
<i>Senna</i> sp	0,25	A	A	A	A	A	A
<i>Senna</i> sp	0,20	A	0,14	0,20	0,37	0,39	0,41
<i>Senna</i> sp	0,55	0,22*	0,47	1,00	1,22	1,25	1,27
<i>Ingá</i> sp	0,27	A	A	A	A	A	A
<i>Senna</i> sp	0,19	A	0,36	0,70	1,07	1,10	1,12
<i>Senna</i> sp	0,58	A	0,13	0,14	0,21	0,19	0,19**
<i>Senna</i> sp	0,79	0,80	0,85	1,00	1,19	1,25	1,26
<i>Senna</i> sp	0,28	A	A	A	A	A	A
<i>Senna</i> sp	0,21	A	A	A	A	A	A
<i>Senna</i> sp	0,53	A	A	A	A	A	A
<i>Senna</i> sp	0,24	A	A	A	A	A	A
<i>Crateava</i>	0,16	A	A	A	A	A	A
<i>Senna</i> sp	0,49	0,50	0,63	1,04	1,23	1,33	1,35
<i>Senna</i> sp	0,67	0,68	1,02	1,08	1,26	1,34	1,36
<i>Crotalaria</i> sp.			0,18	0,62	1,11	0,78*	0,80
<i>Sesbania</i> sp.			0,19	0,44	0,81	0,92	1,29

A = ausente; * = altura foi reduzida; ** = altura se manteve; as plantas sem a medição inicial surgiram na área posteriormente, trazidas por dispersores

Fonte: Os autores.

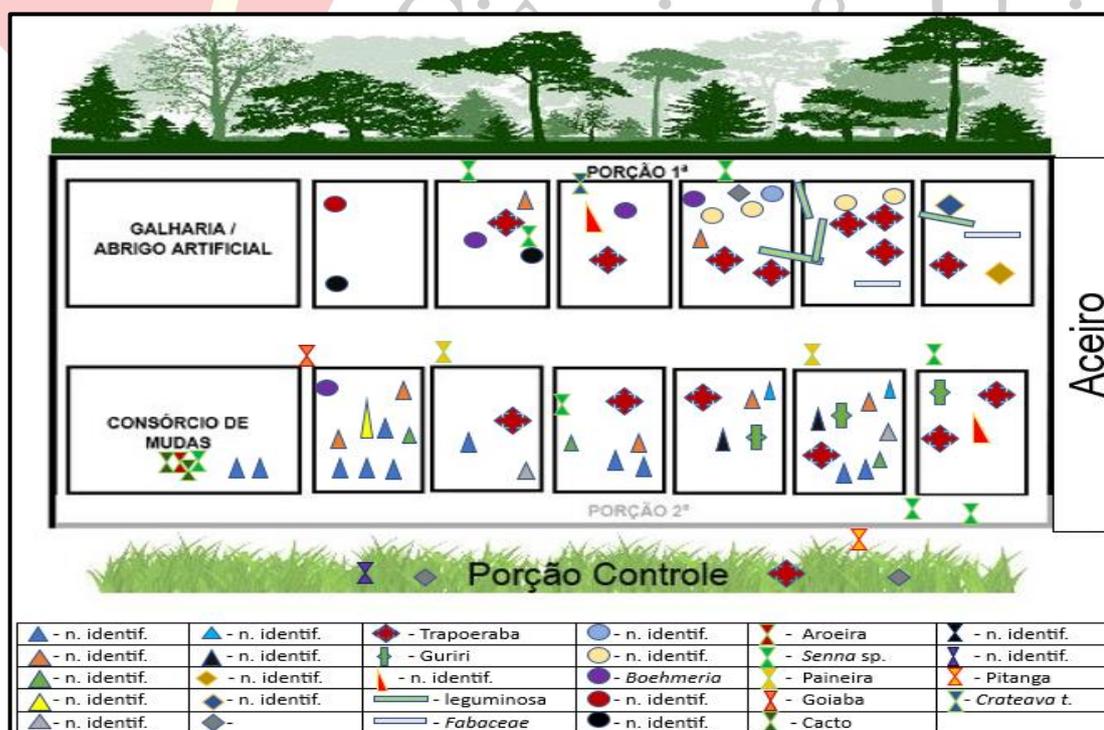


Figura 10: Distribuição de indivíduos por quadrantes

Fonte: Os autores.



Figura 11: a) e b) Turma visitante durante aula de ecologia; c) replicação do processo pelos alunos
Fonte: Os autores.

PROPOSTAS PARA O LETRAMENTO ECOLÓGICO

A restauração vegetativa e faunística prevista com o emprego das técnicas de nucleação pode servir de apoio para aulas de campo, sejam práticas ou de observação, já que o processo poderá contemplar conceitos ecológicos estudados em sala (Quadro 2 e Quadro 3).

Quadro 2: Levantamento de temas separados pelos níveis de organização de estudo em ecologia com possibilidade de abordagem em campo

Níveis de organização	Temas abordados	Como abordar na área de estudo
Organismo	Estudo de um organismo de uma espécie e suas características, comportamento e adaptação ao ambiente.	Observar a taxa de germinação de sementes, diâmetro dos galhos, altura, número de folhas, padrão de folhagem. Observar se as plantas crescem melhor à sombra ou ao sol, etc.
População	Estudo de grupos de organismos da mesma espécie que interagem em uma área específica ao mesmo tempo. São avaliadas características como natalidade, mortalidade, migração e densidade populacional.	Observar a taxa de sobrevivência de mudas e de sementes que germinaram no local.
Comunidade	Estudo de todas as populações de diferentes espécies que habitam uma determinada área ao mesmo tempo e como elas interagem entre si. Inclui a análise das relações ecológicas.	Calcular índices de diversidade. Observar padrões de distribuição das espécies vegetais ao longo do tempo. Observar interações ecológicas entre plantas e entre plantas e animais.
Ecosistema	Estudo da comunidade de organismos interagindo com seu ambiente físico (fatores abióticos). A compreensão dos fluxos de energia e da ciclagem de nutrientes dentro desses sistemas é fundamental.	Estudar a decomposição da serapilheira, analisando os ciclos biogeoquímicos principais (C, N e P).
Bioma	Estudo de grandes áreas geográficas com características climáticas e ecológicas semelhantes. Incluem várias comunidades e ecossistemas que compartilham padrões de temperatura, precipitação e vegetação.	Observar relações mais amplas para entender como a área em recuperação está inserida no Bioma Mata Atlântica.
Biosfera	Estudo que engloba todos os biomas e ecossistemas da Terra. Representa a parte do planeta onde a vida é possível e estuda as interações globais entre organismos e ambientes.	Analisar como a recuperação de áreas degradadas se insere em questões globais, como a liberação e sequestro de gases de efeito estufa.

Fonte: Os autores.

Quadro 3: Levantamento de temas específicos em ecologia com possibilidade de abordagem em campo

Aspectos específicos	Temas abordados	Como abordar na área de estudo
Dominância de capim-colonião (<i>M. maximus</i>)	Espécies exóticas - As que se encontram fora de sua área de distribuição natural. Exóticas Invasoras - Tornam-se invasoras quando passam a ameaçar habitats, ecossistemas e outras espécies, alterando cadeias ecológicas e causando impactos ambientais à diversidade da flora nativa local.	Observar a presença de capim-colonião na área impactada. Observar a maior diversidade na área com vegetação nativa remanescente. Observar a recuperação da vegetação nativa e aumento da diversidade na área em recuperação.
Efeitos de borda	Porções limítrofes entre fragmentos de vegetação e as áreas modificadas, sofrem alterações graduais que interferem na sobrevivência, riqueza e diversidade de espécies.	Observar a presença de trilhas e de área impactada por fogo na área de estudo e entorno, destacando o efeito das ações antrópicas.
Zona de Amortecimento	O Entorno de uma UC onde atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições.	Analisar os planos de manejo do PECS e da APA do Pau-Brasil e observar o cumprimento e o descumprimento das normas e restrições estabelecidas.
Sucessão Ecológica	Sequência de comunidades vegetais, animais e microorganismos que sucessivamente ocupam uma área ao longo do tempo, ocasionando mudanças nas condições físicas do meio ambiente.	Observação de longo prazo da substituição de espécies na área em recuperação, destacando alterações na diversidade ecológica.
Nucleação	Proposta de criar pequenos habitats (núcleos) dentro da área degradada de forma a induzir uma heterogeneidade ambiental, propiciando ambientes distintos no espaço e no tempo. Os núcleos têm o papel de facilitar o processo de recrutamento de novas espécies dos fragmentos vizinhos, do banco de sementes local e também influenciam os novos núcleos formados ao longo do tempo. Dessa forma, são criadas condições para a regeneração natural, como a chegada de espécies vegetais, animais e microorganismos e a formação de uma rede de interações entre eles.	Observar o recrutamento de novas espécies que chegam da área remanescente vizinha. Observação de vestígios da presença de animais que transitam na área. Observar a regeneração natural da área impactada ao longo do tempo.

Fonte: Os autores.

A turma de Ecologia mencionada respondeu ao questionário de quatro perguntas, elaborado previamente pelos autores, após a aula de campo realizada no Parque Estadual Costa do Sol. Para a primeira pergunta, "Qual a influência da aula de campo de Técnicas de Nucleação na sua formação como futuro professor de ciências/biologia?" destacaram-se as respostas seguintes:

Estudante 1: "Faz uma enorme diferença ver na prática o que vemos em sala de aula, transforma o entendimento e facilita a compreensão de mundo, principalmente na biologia."

Estudante 2: "Fixou um conhecimento que por muitas vezes é apenas teórico e mostrou uma prática que poderia ser utilizada por mim no exercício da profissão."

Estudante 3: "Eu diria que nos influenciou a aplicar uma aprendizagem prática. Ou seja, aplicar o conhecimento teórico em um contexto real. Além do desenvolvimento de habilidades científicas, como coleta de dados, observações, análises de resultados. Aulas como essa atingem em cheio a motivação dos alunos e professores. Portanto, muito bom para o engajamento."

Estudante 4: "Influência de extrema importância para ampliar o ensino dos estudantes, mostrar que as ciências estão no dia a dia, estimular pertencimento e responsabilidade nos estudantes."

Estudante 5: "Influência de maneira positiva para que futuramente eu possa aplicar com meus alunos para restauração de áreas da restinga degradadas."

Com base nesses relatos, é possível concluir que os estudantes sentiram que a aula prática melhorou a compreensão, ajudou na fixação do conhecimento teórico, incentivou a aplicação prática, desenvolveu habilidades científicas e aumentou a motivação, engajamento e o senso de responsabilidade que poderão empregar nas suas rotinas quando docentes.

Na segunda pergunta do questionário, "Qual a importância da aula de campo de Técnicas de Nucleação em áreas degradadas de UCs para o processo de ensino-aprendizagem?", os alunos responderam:

Estudante 1: "É importante ver como podemos colaborar com a melhoria do nosso meio ambiente, e dentro do processo de ensino-aprendizagem faz total diferença, pois faz compreender como podemos ajudar além da sala de aula."

Estudante 2: "Fixar a teoria, cativar o aluno e conscientizar o aluno sobre os problemas e soluções para diversos problemas causados por ações antrópicas na natureza."

Estudante 3: "Acredito que umas das principais razões está na aplicação dos conhecimentos teóricos na prática ambiental, aprendizagem interdisciplinar, reunindo disciplinas como zoologia, botânica, microbiologia, geografia, etc. Desenvolvimento de valores éticos, resoluções de problemas reais, educação para a sustentabilidade."

Estudante 4: "De extrema importância para assimilar os conteúdos de biomas, área de proteção, ameaça dos biomas e restauração dos biomas. Também ajuda na formação do Ser como indivíduo da sociedade, trabalhando em grupo para um objetivo em comum com a turma."

Estudante 5: "Essa atividade prática promove um aprendizado ativo, onde os alunos se envolvem diretamente na restauração ambiental, melhorando a retenção de conhecimento."

Os estudantes consideraram a aula de campo fundamental para aplicar conhecimentos teóricos na prática, promover a educação interdisciplinar e para a sustentabilidade, fixar a teoria, cativar e conscientizar sobre questões ambientais, além de desenvolver habilidades sociais e melhorar a retenção de conhecimento.

Na terceira pergunta, "Essa experiência o ajudaria (encorajaria) a realizar práticas com seus alunos?", todos os cinco estudantes responderam que sim, com destaque para a opinião do Estudante 4 que reforçou: "Sim, é um exemplo notável de resistência. Pois mesmo às vezes com poucas pessoas e materiais, pode-se fazer um grandioso projeto ou atividade de educação". Na quarta pergunta, "É uma ação de fácil replicabilidade? Modificaria algo?", a

Estudante 1 comentou: "Não é tão fácil, por conta da locomoção em si. Nem todas as escolas têm um ônibus próprio, ou verba, ou locais próximos, porém é uma experiência enriquecedora". Os demais estudantes concordaram que a atividade foi de fácil replicabilidade e que não mudariam a estrutura da aula. O Estudante 4 destacou que a chamada da disciplina poderia ser mais atraente para aumentar o interesse dos alunos e a participação na prática. Em resumo, os relatos dos alunos indicam que a aula de campo teve um impacto significativo na formação deles, melhorando a compreensão teórica, incentivando a aplicação prática e desenvolvendo habilidades essenciais. Além disso, a atividade foi considerada replicável e enriquecedora, apesar de alguns desafios logísticos.

É necessário ponderar, no entanto, que as atividades devem ser pensadas e fazer parte de uma sequência didática (SD) estruturada, de acordo com cada nível organizacional em ecologia trabalhado pelo professor em sala de aula para que essas experiências em campo não corram o risco, sem uma devida contextualização, de se esvaziarem e não serem significativos para os alunos. Cabe ressaltar a importância de integrar a alfabetização ecológica aos currículos de formação de professores para garantir que os educadores estejam bem preparados para oferecer experiências eficazes de educação ao ar livre com foco na sustentabilidade ambiental (Martin, 2008). Neste caso específico, a identificação de uma área degradada e a aplicação de técnicas de restauração com poucos recursos disponíveis acaba instrumentalizando os futuros professores, ajudando-os a identificar e agir em outras áreas que eles encontrem próximas às escolas em que eles estiverem atuando.

Buscou-se nesta ação o envolvimento a partir da comparação entre o ambiente preservado próximo e a área degradada foco da atividade. Na vivência, ficam evidentes as diferenças entre o microclima, as espécies observadas e os serviços ecológicos gerados. Desta forma, o afeto, a percepção do problema, o conhecimento da referência de como a floresta era antes do fogo e a ação em si, mostrando que é possível reverter o processo e facilitar a recuperação do ambiente a partir de técnicas acessíveis, trazendo à tona todos aqueles elementos relacionados na definição de letramento ecológico proposto por Berkowitz *et al.* (2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do processo de nucleação como ferramenta para a restauração ecológica mostrou-se viável para a área impactada em questão nos meses iniciais do processo e, a partir desta atividade, visualizamos seu potencial como abordagem prática nos processos de ensino e aprendizagem em Ecologia. A proposta apresentada pretende ser aplicada em longo prazo, passando por diversas turmas de Licenciatura em Biologia do IFF *Campus* Cabo Frio e outros atores da comunidade local, tais como turmas de ensino médio do próprio IFF *Campus* Cabo Frio e do IFRJ *Campus* Arraial do Cabo, alunos de outras escolas públicas da rede estadual e municipal da região e professores dessas mesmas instituições em cursos de Formação Inicial e Continuada (FICs).

Com o estabelecimento de núcleos ao longo do tempo poderemos observar um gradiente do núcleo mais antigo (de maior porte) para o mais recente (de menor porte), visualizando a paisagem como se fosse um filme, o que contribuirá para sua proposta como ferramenta didática. Diversos temas de Biologia e Ecologia podem ser analisados a partir da proposta de nucleação da área degradada. Além de seu papel como ferramenta didática, este tipo de atividade pode promover uma aproximação positiva do indivíduo com a natureza, estabelecendo uma consciência pela conservação ambiental.

É fundamental o protagonismo discente na construção ativa do conhecimento, através da contextualização e integração com os ecossistemas que os cercam, além do desenvolvimento e aprimoramento de habilidades científicas e tecnológicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal Fluminense, *Campus* Cabo Frio, e ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, *Campus* Arraial do Cabo, pelo apoio logístico para a realização deste estudo. Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela Autorização de Pesquisa nas Unidades de Conservação (INEA Nº 076/2022). Aos professores Cátia Cristina de Oliveira Ramos e Marcos Vinícius Leal Costa pelas importantes contribuições durante a defesa de TCC de Wilmar José Mendes, cuja realização originou este artigo. Por fim, os autores expressam sua gratidão aos revisores anônimos pelo valioso aprimoramento do manuscrito.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, D. S. D. Cabo Frio Region. In: DAVIS, S. D.; Heywood, V. H.; Herrera-MacBryde, O.; Villa-Lobos, J.; Hamilton, A. C. (Eds.). **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**. V. 3. Cambridge: IUCN Publications Unit, 1997. p. 373–375.

BARBIÉRI, E. Cabo Frio e Iguaba Grande: dois microclimas distintos a um curto intervalo espacial. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (Eds.). **Restingas: origem, estruturas, processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 3-13.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETO K. D.; Gabriel, V. A.; ANTUNES, A. Z.; REIS, A. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 9-11, 2007.

BECHARA, F. C.; SALVADOR, L. Z.; VENTURA, R. A.; TOPANOTTI, L. R.; GERBER, D.; CRUZ I. S.; SIMONELLI, M. Vegetation and seed bank of an open-scrub bush restinga formation in the Southeastern coast of Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 68, n. 2, p. 541-550, 2020.

BERKOWITZ, A. R.; BREWER, C. A.; FORD, M. E. A framework for integrating ecological literacy, civics literacy, and environmental citizenship in environmental education. In: JOHNSON, E. A.; MAPPIN, M. J (Eds.). **Environmental education and advocacy: changing perspectives of ecology and education**. 1 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 227-266.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Brasília, 2000.

BOFF, L. **Saber cuidar: ética do humano – compaixão pela terra**. 5 ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

BOHRER, C. B. A.; DANTAS, H. G. R.; CRONEMBERGER, F. M.; VICENS, R. S.; ANDRADE, S. F. Mapeamento da vegetação e uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio. **Rodriguésia**, v. 60, n. 1, p. 1–24, 2009.

CARVALHO, D. A. D.; SÁ, C. F. C. D. Herb layer structure of an open scrub restinga in the Massambaba Environmental Protection Area, Rio de Janeiro, Brazil. **Rodriguésia**, v.62, n. 2, p. 367-378, 2011.

CHEDIACK, S.E.; BAQUEIRO, M. B. Extração e conservação do palmito. IN: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. D. G (Org.). **Mata Atlântica - Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. p. 407-412.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13–23, 2006.

DA SILVA, J. B. S. Proposta metodológica de ensino sobre educação ambiental e restauração de ecossistemas. In: WENCESLAU, E. C. (Org.). **Práticas em ensino, conservação e turismo no Brasil**. V. 2. São José do Rio Preto: Reconnecta Soluções, 2023. P. 130-138.

DAVIS, M.; SLOBODKIN, L. The Science and values of restoration ecology. **Restoration Ecology**, v. 12, n. 1, p. 1-3. 2004.

FANFA, M. S.; GUERRA, L.; TEIXEIRA, M. R. F. Educação não formal: a praia como um espaço para Educação Ambiental. **Debates em Educação**, v. 11, n. 24, p. 66–83, 2019.

GADOTTI, M. Pedagogia da terra: ecopedagogia e educação sustentável. In: TORRES, C. A. (Org.). **Paulo Freire y la agenda de la educación latinoamericana em el siglo XXI**. 1ª ed. Buenos Aires: CLACSO, 2001. p. 81-132.

GOLFARI, L.; MOOSMAYER, H. **Manual de reflorestamento do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: BD-Rio, 1980.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental: no consenso um embate?** 3 ed. São Paulo: Papirus, 2005.

HOFFMESTER, S. G. S.; FERNANDES, S. S. L.; ASSUNÇÃO, M. A.; PADOVAN, M. P. Sistema agroflorestal biodiverso: restauração ecológica e educação ambiental. **Revista GeoPantanal**, v. 14, n. 26, p. 33-47, 2019.

INEA. **Plano de Majejo Parque Estadual Costa do Sol (PECS)**. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Rio de Janeiro, 2019.

LAYRARGUES, P. P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. C. (Orgs.). **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2006. p. 72-103.

LERNER, F.; JERONYMO, C. A. L. Entre salinas, moradias e resort: conflitos de uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, p. 534–556, 2017.

LIMA, L. T. D. **A paisagem costeira do Rio Grande do Sul: leitura e interpretação das propriedades fisionômicas do espaço como estratégia de planejamento e gestão do território.** 2014. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) - Universidade Federal do Rio Grande/FURG, Rio Grande, 2014.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e participação popular. In: BOZELLI, R. L.; SANTOS, L. M. F.; LOPES, A. F.; LOUREIRO, C. F. B. (Orgs.). **Curso de formação de educadores ambientais: a experiência do projeto Pólen.** Macaé: NUPEM/UFRJ, 2010. p. 169-189.

MCBRIDE, B. B.; BREWER, C. A.; BERKOWITZ, A. R.; BORRIE, W. T. Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here?. **Ecosphere**, v. 4, n. 5, p. 1-20, 2013.

MARCATTO, C. **Educação Ambiental: conceitos e princípios.** Belo Horizonte: FEAM, 2002.

MARTIN, P. Teacher qualification guidelines, ecological literacy and outdoor education. **Journal of Outdoor and Environmental Education**, v. 12, n.2, p. 32-38, 2008.

MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T. M. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 17-4.

MEIRELLES, P. A. A.; VASCONCELOS, C. A. B.; NOVAES, A. M. P. **Letramento na educação ambiental: um exemplo de sustentabilidade.** Rio de Janeiro: UNISUAM, 2013.

MELO, M. R. **Ensino de Ciências: uma participação ativa e cotidiana.** Maceió: Net, 2000.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

ODUM, E. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OLIVEIRA M. A. M. de; OLIVEIRA, A. C.; ROSSI, L.; CATHARINO, E. L. M.; GOMES, E. P. C.; SANTOS JUNIOR, N. A. Dinâmica da regeneração natural em uma floresta baixa de restinga degradada. **Hoehnea**, v. 42, n. 4, p. 759-774, 2015.

ORR, D. W. Prólogo. In: STONE, M. K.; BARLOW, Z. (Orgs.). **Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável.** São Paulo: Cultrix, 2006.

PIMM, S. L.; RAVEN, P. Biodiversity: extinction by numbers. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 843-845, 2000.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; LOPES, L. 2003. Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. **Natureza & Conservação**, v. 1, p. 85-92, 2003.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509-519, 2014.

REIS, A.; TRES, D. R. Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem. In: MAZZUCHELLI, R. (Coord.). **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2007. p. 28-55.

REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 55, p. 67-73, 2007.

RELYEA, R.; RICKLEFS, R. **A economia da natureza**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

ROCHA, C.; BERGALLO, H.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M.; JAMEL, C. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 2, p. 263–273, 2007.

SALEME, F. **Interpretação ambiental, aspectos biológicos e educacionais do Parque Estadual da Costa do Sol e da Área de Proteção Ambiental do Pau-Brasil nos limites do município de Cabo Frio – RJ**. 2016. Dissertação (Mestrado em Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação da Escola Nacional de Botânica Tropical) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SATO, M.; PASSOS, L. A. Biorregionalismo: identidade histórica e caminhos para a cidadania. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SEARA FILHO, G. Educação ambiental: questões metodológicas. **Revista Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 45-48, 1992.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 133–147, 2004.

SER. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Society for Ecological Restoration International, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004.

SILVA, A. T. R. da. Ecoformação: reflexões para uma pedagogia ambiental, a partir de Rousseau, Morin e Pineau. **Desenvolvimento e Meio Ambiente** n. 18, p. 95-104, 2008.

SILVEIRA, A. F.; SILVA, A. P. B.; RIBEIRO, F. A. A divulgação da ciência através do teatro: um estudo em Copenhague de Michael Frayn. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII.; 2009, Florianópolis. **Anais do VII ENPEC**. Florianópolis, UFSC, 2009.

SMA. **Restauração ecológica: sistemas de nucleação**. 1 ed. Secretaria do Meio Ambiente. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. São Paulo: SMA. 2011.

SMIL, V. **The earth's biosphere: evolution, dynamics, and change**. Cambridge: MIT Press, 2003.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p. 2-9, 2002.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417–428, 1974.

ZILLER, S. R.; PINTO, L. P. Políticas, dificuldades e desafios para o controle e a erradicação de espécies exóticas invasoras em ações de restauração ambiental na Mata Atlântica, Brasil. **Bioinvasiones**, v. 6, p. 53-71, 2016.



Revista
Ciências & Ideias