



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

STEFFANE KETILY DE SOUZA SILVA

**CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA GEOGRAFIA ESCOLAR PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA MATA ATLÂNTICA E TABULEIROS
COSTEIROS DO NORDESTE**

Recife
2023

STEFFANE KETILY DE SOUZA SILVA

**CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA GEOGRAFIA ESCOLAR PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA MATA ATLÂNTICA E TABULEIROS
COSTEIROS DO NORDESTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Geografia. **Área de concentração:** Regionalização e Análise Regional.

Orientadora: Profa. Dra. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Andrezza Karla de Oliveira Silva

Recife

2023

Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

Silva, Steffane Ketily de Souza.

83 f. : il. ; 30 cm.

Coordenadora : Andrezza Karla de Oliveira Silva.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Conservação ambiental. 3. Geografia - Currículos.
4. Currículos - Documentos legais. I. Pereira, Eugênia Cristina Gonçalves (Orientadora). II. Silva, Andrezza Karla de Oliveira (Coorientadora). III. Título.

910 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2024-105)

STEFFANE KETILY DE SOUZA SILVA

**CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA GEOGRAFIA ESCOLAR PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA MATA ATLÂNTICA E TABULEIROS
COSTEIROS DO NORDESTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em geografia. Área de concentração: regionalização e análise regional.

Aprovada em: 30/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira (Orientadora – Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

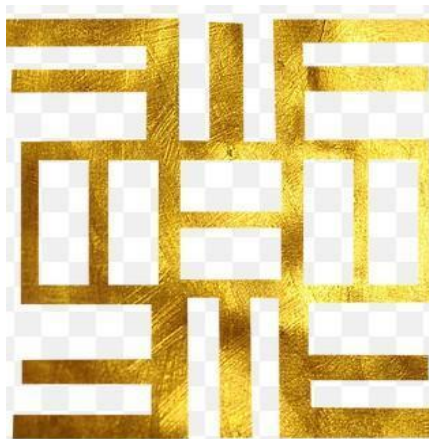
Prof. Dr. Rodrigo Dutra Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Karine Bueno Vargas (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Dedico esse trabalho a todos meus amigos que acreditaram em mim nos momentos em que nem eu acreditava mais, por toda compreensão pelas minhas ausências nos eventos sociais, pela cara de cansaço e sono, pela falta de assuntos para temas que não fossem da minha pesquisa. Mas, vocês sabem, é por algo maior. É sobre enegrecer espaços que não foram feitos para nós. É de suma importância intelectualizar pessoas negras, pois se fomos destituídos de humanidade pelo atributo da razão, é pelo intelecto que conquistaremos a nossa dimensão humana (PINHEIRO, 2023).

AGRADECIMENTOS

“Nea onnim no sua a, ohu”



Provérbio Africano que significa “aquele que não sabe, pode aprender”. É um símbolo de aprendizagem do povo Ashanti, da busca pelo conhecimento e da aprendizagem ao longo da vida.

Agradeço a princípio aos meus Orixás que têm me guiado e acompanhado ao longo da minha vida, estando presentes em todos os momentos me dando força e auxiliando não apenas nos dias bons, como principalmente nas dificuldades. Laroyê.

Agradeço à minha família, em especial à Solange Souza (mãe) por ter dado sua vida para que eu conseguisse estudar na cidade grande. Obrigada por me ensinar o que é perseverança.

A Severino (Pai *in memoriam*) por me criar sonhadora, por me mostrar que educação transforma vidas, por me incentivar durante toda sua breve vida.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) onde pude me desenvolver intelectualmente e pela disponibilização dos laboratórios onde foram realizadas as pesquisas, sendo eles: o Laboratório de Química de Produtos Naturais no Centro de Biociências, e o Laboratório de Geografia Ambiental no Centro de Filosofia e Ciências Humanas.

À CAPES – Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo Financiamento da pesquisa.

À minha orientadora Dra. Eugênia Pereira pelo apoio, incentivo e paciência dedicados a mim e a pesquisa, além da transposição de seus conhecimentos acerca

da biogeografia e do mundo, por fomentar sonhos, me acompanhando desde o período de graduação ao longo das minhas iniciações científicas e agora durante o período de pós-graduação. Obrigada por dar a uma menina pobre do interior a condição de permanência na universidade por meio das bolsas de pesquisas em que participei. Obrigada por todo apoio material, intelectual e financeiro. Nunca esquecerei da grande pessoa e pesquisadora que você é.

À Coorientadora Dra. Andrezza Karla pelo empenho e a ajuda em todos os momentos, onde sempre pude contar no desenrolar das pesquisas, montagem de experimento, revisões de literatura, assim como no dia-a-dia da UFPE e na vida. A sua humanidade é tão grande que deveria ser exemplo para o mundo. Nunca esquecerei de quando você abriu a porta da sua casa para eu poder estudar, conversar e conseguir “ser alguém”. Obrigada por não desistir de mim, mesmo quando eu não sabia nem editar um documento no *word*, não sabia sequer o que era um drive. Só tive acesso a um notebook na universidade. Obrigada por tudo, levarei você por onde eu for no mundo!

A Marcondes Marroquim por me possibilitar uma visão ampla e me fazer acreditar no meu potencial de mulher Negra ocupando espaços públicos.

Ao meu psicólogo por me ajudar a desbloquear minha síndrome de impostora, por me lembrar da potência da minha criatividade, me ajudar a imprimir minha personalidade, a ser propositiva e me fazer entender na prática a magia do “um pouquinho todo dia”.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes ao longo da graduação me dando apoio, nos momentos felizes e tristes, nas excursões, nos trabalhos duros de campo, no lazer, enfim fazendo parte do início da minha vida acadêmica na UFPE. Amanda França, Arthur Duarte, Beatriz Nascimento, Dandara Oniilari, Larissa Dornelas, Bruno Fonseca, Bruno Vieira, Gustavo Alves, Juliana Keila, Leticia Santos, Suzana Ferreira, Valéria Cristina, Vitória Borges, Vitor Pina, Wenderson Sávyo, Wibson Wagner. Obrigada!

RESUMO

Na contemporaneidade um dos maiores desafios é o de identificar, além de sua conceituação nos currículos de Geografia, caminhos para uma prática de conservação ambiental integrada das áreas de Mata Atlântica e dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro. Com isso, a necessidade de um aprimoramento dos documentos legais de ensino de geografia necessita de discussão sobre a temática, já que o papel da escola está ligado diretamente à construção crítica de agentes protagonistas de um desenvolvimento sustentável efetivo. Assim, este trabalho tratou de uma análise dos documentos legais do currículo de Geografia, destacando os aspectos físico-ambientais das paisagens de Tabuleiros Costeiros e Mata Atlântica. A partir das análises dos currículos nacionais foi constatado que as abordagens dos temas da pesquisa não são efetivadas nos currículos de geografia, além de simples pontuações nos temas transversais de ensino e nos itinerários formativos, o que abre margem para abordagem de forma arbitrária como algumas eletivas no novo ensino médio. Na verdade, se faz necessária uma implementação de formação basilar, que contemple a obrigatoriedade em todos os anos letivos do ensino médio. A avaliação dos conteúdos dentro dos documentos foi realizada de maneira gradual, elegendo as mudanças e avanços entre os PCN's, BNCC e o currículo do Estado de Pernambuco para o ensino médio. Por fim, a literatura mostrou uma falta de estrutura curricular que seja capaz de implementar nas escolas, de maneira funcional, um ensino que tenha como viés a preservação ambiental em áreas de Tabuleiros Costeiros e Mata Atlântica, tornando este trabalho um caminho propositivo para ações curriculares práticas.

Palavras-chave: conservação ambiental; currículo de geografia; documentos legais do currículo.

ABSTRACT

In contemporary times, one of the biggest challenges is to identify, in addition to its conceptualization in the Geography curricula, paths for an integrated environmental conservation practice of the Atlantic Forest and Coastal Tablelands areas of the Northeast. With this, the need for an improvement of the legal documents of geography teaching requires discussion on the subject, since the role of the school is directly linked to the critical construction of agents protagonists of an effective sustainable development. Thus, this work dealt with an analysis of the legal documents of the Geography curriculum, highlighting the physical-environmental aspects of the landscapes of Coastal Tablelands and Atlantic Forest. From the analysis of the national curricula it was found that the approach of the research themes are not effective in the geography curricula beyond simple scores in the transversal themes of teaching and in the formative itineraries, which opens the way for arbitrary approach as some electives in high school. In fact, it is necessary to implement basic training, which includes compulsory training in all school years of secondary education. The evaluation of the contents within the documents was carried out gradually, choosing the changes and advances between the PCN's, BNCC and the curriculum of Pernambuco for high school. Finally, the literature showed a lack of curricular structure that is capable of implementing in schools, in a functional way, a teaching

Keywords: environmental conservation; geography curriculum; legal documents of the curriculum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	Relações estratigráficas da consolidação da bacia sedimentar do Recife e João Pessoa	17
Figura 02 –	Ecossistemas da Mata Atlântica	33
Figura 03 –	Paisagem na Selva Tropical Brasileira (1830) e Derrubada de uma Floresta 1835)	39
Figura 04 –	Boletim de desmatamento na Mata Atlântica até janeiro de 2023	43
Figura 05 –	Talos de <i>Cladonia verticillaris</i> sobre Neossolos Quartzarênicos	55
Figura 06 –	Experimento com Neossolo Quartzarênico e interação entre talo natural de <i>Cladonia verticillaris</i> em simulação de episódios de chuva de baixa umidade	58
Figura 07 –	Itinerários formativos e trilha de inovação e criatividade (percurso formativo 05) do Currículo de Pernambuco	69
Figura 08 –	Organizador Curricular de Geografia (1º ano do Ensino Médio)	70
Figura 09 –	Organizador Curricular de Geografia (2º ano do Ensino Médio)	71
Figura 10 –	Organizador Curricular de Geografia (3º ano do Ensino Médio)	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	RESULTADOS	14
	CAPÍTULO I – TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE: GEOLOGIA, ECOSSISTEMAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	14
	OS TABULEIROS COSTEIROS NO NORDESTE BRASILEIRO E AS FORMAS DE USO DA TERRA	19
	MANEJO E USO DO SOLO EM ÁREAS DE ALTA COESÃO NOS TABULEIROS COSTEIROS	24
	CAPÍTULO II - EFEITOS DO DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA SOBRE OS TABULEIROS COSTEIROS: O QUE A CIÊNCIA TEM FEITO PARA MITIGAR OS IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS DESSAS ÁREAS?	32
	FRAGMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DA MATA ATLÂNTICA	38
	OS IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS E A RELEVÂNCIA DO MONITORAMENTO DAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA	45
	OS IMPACTOS DAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NOS SOLOS EM ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NOS TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE BRASILEIRO	47
	USO DOS LIQUENS COMO PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE SOLOS 51 IMPACTADOS PELAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS	53
	CAPÍTULO III - AS MUDANÇAS E AVANÇOS ENTRE A LDB, OS PCN'S, BNCC E O CURRÍCULO DO ESTADO DE PERNAMBUCO PARA O ENSINO MÉDIO NA EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E SUA RELAÇÃO COM A MATA ATLÂNTICA E OS TABULEIROS COSTEIROS	61
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
	REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

A paisagem geográfica é uma construção do que os nossos olhos são capazes de ver (SANTOS,1998), o que neste trabalho foi visualizado como a redução secular da vegetação Atlântica. Assim, atingindo o potencial socioecológico, cultural e econômico das áreas costeiras desmatadas.

Originalmente, o bioma Mata Atlântica ocupava mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, estendendo-se por grande parte da costa do país. Atualmente, o bioma apresenta apenas 12 % de sua cobertura original (MMA, 2023).

O uso e ocupação das áreas de Tabuleiros Costeiros no Nordeste do Brasil, estão atrelados diretamente à necessidade de um monitoramento ecossistêmico integral, devido ser a área de espraiamento da pequena porcentagem ainda existente de Mata Atlântica. Para recuperação dessa vegetação nativa torna-se fundamental para a sociedade brasileira priorizar, por meio de macropolíticas, áreas protegidas como Unidades de Conservação (SNUC – Lei nº 9.985/2000) e Terras Indígenas (Estatuto do Índio – Lei nº 6001/1973), além de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal (Código Florestal – Lei nº 12.651/2012). O bioma também é protegido pela Lei nº 11.428/2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, regulamentada pelo Decreto nº 6.660/2008.

Utilizando como metodologia o estudo de caso do currículo geográfico para o estado de Pernambuco, este trabalho explora a redução secular da vegetação Atlântica e seu impacto nas áreas costeiras. Abordando a necessidade de monitoramento ecossistêmico, destaca a importância de políticas de proteção, como Unidades de Conservação. Além disso, examina o distanciamento entre leis ambientais e sua aplicação na prática educacional, propondo abordagens integradas nos capítulos subsequentes, que incluem a análise da geomorfologia, a situação da Mata Atlântica e mudanças nos documentos legais do ensino de Geografia no Novo Ensino médio, identificando lacunas e sugerindo propostas de integração aos estudos ambientais. A revisão deu-se de maneira integrativa com 6 etapas:elaboração da pergunta norteadora, busca ou amostragem na literatura, coleta de dados da scielo e science direct, análise crítica dos estudos incluídos e as ausências dos mesmos, discussão dos resultados e apresentação.

Dessa forma, o Capítulo I se dedicou a apresentar a estruturação pedogeomorfológica Barreiras, abordando seus princípios geomorfológicos e estratigráficos, a geologia da bacia sedimentar pernambucana e, a sequência evolutiva que caracteriza essa Unidade. Além disso, foram discutidos os Tabuleiros Costeiros, que compõem uma parcela significativa da Unidade, e os solos dos platôs, que são de grande importância para a atividade agrícola da região. Ainda no âmbito físico-ambiental, foram discutidos aspectos relacionados à edafoclimatologia e manejos do solo e, os desafios emergentes que se apresentam nesse contexto.

O Capítulo II, por sua vez, buscou apresentar uma análise do estado da arte da Mata Atlântica, bioma que cobre parte significativa do território pernambucano. Foram discutidos seus limites territoriais, sua setorização em unidades ecológicas, as estratégias de proteção integral e uso sustentável adotadas em sua gestão e, o recorte das Unidades de Conservação da Mata Atlântica em Pernambuco. Em adição, foram abordadas classificações conceituais e enclaves encontrados no Nordeste e, a riqueza de biodiversidade da mata Atlântica, incluindo as estratégias de adaptação dos organismos frente aos impactos da fragmentação e outros processos antrópicos. Atrelado a isso, foram discutidos os impactos socioambientais decorrentes da interação entre os seres humanos e a Mata Atlântica.

Ainda neste capítulo foram também observadas as implicações da fragmentação e das mudanças climáticas para a biodiversidade da mata Atlântica, bem como a importância do monitoramento desses processos e de estratégias de conservação eficazes. A Mata Atlântica é um dos biomas mais biodiversos do planeta, com uma ampla variedade de ecossistemas, que vão desde florestas tropicais até áreas de restinga. Apesar de sua importância ecológica, o bioma tem sido impactado de forma significativa pela ação humana, o que tem levado à perda de biodiversidade e à fragmentação de seus ecossistemas. Nesse contexto, torna-se crucial aprofundar o conhecimento sobre a mata Atlântica, tanto do ponto de vista ecológico quanto educacional.

O Capítulo III do trabalho focou em observar as mudanças entre os documentos legais do ensino de geografia no ensino médio e observar as mudanças curriculares possibilitando a percepção de lacunas e sugerindo propostas de integração aos estudos ambientais em geografia, por meio dos itinerários formativos no currículo do Estado de Pernambuco.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os conteúdos relacionados aos aspectos físico-ambientais das paisagens de tabuleiros costeiros e mata atlântica na literatura científica e currículos de geografia do ensino médio do estado do pernambuco.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

1. Identificar a presença e a abordagem dos temas relacionados aos Tabuleiros Costeiros e Mata Atlântica na literatura científica, investigando como esses estudos têm evoluído ao longo dos anos, tanto em termos de enfoque quanto de resultados obtidos.
2. Avaliar as mudanças nos currículos de Geografia, com ênfase nos aspectos físico-ambientais de Tabuleiros Costeiros e Mata Atlântica, destacando as transformações entre os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o currículo específico de Pernambuco para o Novo Ensino médio.
3. Examinar criticamente os impactos da implementação do novo ensino médio nos currículos de geografia física, visando compreender as implicações pedagógicas e os desafios enfrentados pelos educadores nesse contexto.

3 RESULTADOS

CAPÍTULO I – TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE: GEOLOGIA, ECOSSISTEMAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Este capítulo aborda uma revisão das estruturas que sustentam os Tabuleiros Costeiros no Nordeste do Brasil, com destaque para a geologia da formação de Barreiras e seus solos altamente coesos. Também são discutidos os impactos da fragmentação da Mata Atlântica na região, levantando questões cruciais sobre o manejo e uso desse ambiente.

O enfoque se concentra no equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a conservação ambiental, examinando a interação entre as características geológicas e a vegetação, para entender as implicações na ecologia local e biodiversidade.

A revisão ressalta a importância de medidas de manejo sustentável para preservar os ecossistemas naturais, enfatizando a necessidade de abordagens integradas entre a comunidade científica, gestores ambientais e sociedade em geral. Essa conscientização é crucial para proteger os Tabuleiros Costeiros e, garantir um futuro harmonioso entre progresso socioeconômico e conservação ambiental.

Dentro do contexto dos itinerários formativos, o ensino de Geografia desempenha um papel de extrema relevância ao elucidar tais interações para os estudantes. Ao investigar a geologia local e sua influência na formação dos solos nos Tabuleiros Costeiros, os alunos tem a oportunidade de compreender, de forma abrangente, as conexões entre a geodiversidade, os processos geológicos e os desafios que impactam esses ecossistemas.

Por meio dessa abordagem integrativa, os estudantes não apenas ampliam sua compreensão da geologia regional, mas também cultivam uma apreciação mais profunda das complexidades intrínsecas aos ambientes costeiros e das implicações que essas interconexões acarretam para a sociedade e o meio ambiente.

A geologia da bacia sedimentar Pernambucana contém uma complexa estratigrafia (Mabesone & Alheiros, 1988). A região do platô de Pernambuco, que se estende a mais de 150 km da costa litorânea, ocupa regiões de águas profundas e ultra profundas, onde a espessura do pacote sedimentar foi estimada em mais de 4.000 m, sobre as regiões de depósito (Mello et al., 1988;).

Já o trecho ao norte da Zona de cisalhamento de Pernambuco (ZCPE), até o Alto de Touros, foi e ainda é alvo de estudos que sugerem um modelo de evolução das bacias ali existentes, inicialmente desenvolvidos por Barbosa & Lima Filho (2005, 2006); Lima Filho et al. (2005). Vale acrescentar que o trecho que compreende a Zona de Cisalhamento de Pernambuco (ZCPE) até o alto de Touros, apresenta-se como um fragmento da margem continental, onde o comportamento rígido durante a fase de rifteamento possibilitou que fosse mantido em elevação e, sofresse pouco estiramento.

Assim, as Zonas de Cisalhamento mais importantes são as ZCPE e a Zona de Cisalhamento de Patos (ZCPA), pois compreendem três bacias marginais: Pernambuco, Paraíba e a Plataforma de Natal (Matos, 1999; Brito Neves et al., 2002; Barbosa & Lima Filho, 2006; Magalhães et al., 2014). Essas três bacias foram formadas no último momento de separação entre a América do Sul e a África, durante a desagregação no Cretáceo médio (Rand & Mabesoone, 1982; Barbosa & Lima Filho, 2006).

Lima Filho et al. (1998) apresentaram uma sequência evolutiva para as bacias dos Estados de Pernambuco e da Paraíba. Dessa forma, definiu-se a Bacia Pernambuco como do tipo rift, situada entre a Z.C. Pernambuco e o Alto de Maragogi-Barreiros, enquanto a Bacia Paraíba como sendo uma bacia sedimentar homoclinal.

A configuração mais comum é que as estruturas monoclinais correspondam à parte circundante da zona central plana de uma bacia sedimentar. No entanto, é possível que o mergulho dessas estruturas ultrapasse valores de 10° ou 15°. Essa situação ocorre frequentemente no encontro entre bacias sedimentares e cadeias montanhosas, a exemplo de uma flexura (uma brusca variação positiva do declive) situada entre o ZCPE e Alto de Touros (Lima Filho, 2017).

No Aptiano, o Lineamento Pernambuco se movimentou na área afetada pelo rifteamento (Bacia de Pernambuco), alterando a depressão em dois setores: o graben de Olinda (abortado devido à espessura crustal existente ao norte deste lineamento) e o Graben de Piedade (Topan, 2018).

Já no Albiano, os esforços extensionais continuaram com presença de um magmatismo que não ultrapassou o Lineamento Pernambuco, não afetando assim a Bacia da Paraíba. Do final do período Turoniano até o Santoniano ocorreu uma subsidência ao norte, devido à flexão da plataforma entre o Lineamento Pernambuco

e o Alto de Touros, provocada por um deslocamento distensional entre as placas Sul-Americana e a Africana.

Assim, na Bacia da Paraíba as depressões provocadas pela subsidência de alguns blocos foram preenchidas por sedimentos clásticos da Formação Beberibe, recobrando o graben de Olinda. A região ao norte do Alto de Mamanguape, até Natal começou a receber sedimentação (Formação Itamaracá), devido ao início da transgressão marinha provocada pela continuidade de flexão da rampa. Durante o Campaniano, a transgressão se instala em todas as sub-bacias da Bacia da Paraíba, devido à rápida subsidência da rampa.

Portanto, o processo de sedimentação da Formação Barreiras seguiu um conjunto de fatores ambientais que envolveram as mudanças climáticas, oscilações do nível do mar e movimentos tectônicos, que ocorreram por uma sequência de eventos consolidantes à elaboração da configuração atual do litoral brasileiro (Bigarella, 1975; Lima, 2002; Fortunato, 2004), formada por Platôs, outro nome dado para os Tabuleiros Costeiros e, as depressões conhecidas também como Baixadas Litorâneas.

A formação Barreiras está localizada ao longo do litoral brasileiro, disposta geograficamente, segundo Alheiros et al. (1998), do estado do Amazonas até o Rio de Janeiro nomeando sedimentos semelhantes distribuídos geomorfologicamente em formas de Tabuleiros Costeiros e, entre cursos de falésias (Moura-Fé, 2014).

Esse período, categorizado como Cenozóico, é uma unidade geológica de ampla complexidade litoestratigráfica. Isso significa que a organização de corpos rochosos em unidades apresenta homogeneidade por tratar de uma formação fossilífera, fato que dificulta a datação precisa da fixação dessa estrutura na paisagem (Embrapa, 2011).

A Formação Barreiras comporta uma Unidade geológica heterogênea ao longo do litoral brasileiro, pois representa uma grande diversidade global de variações laterais, mas também alterações significativas em pequenos perfis verticais.

Bigarella e Andrade (1964) mostraram a subdivisão da Formação Barreiras em duas Unidades distintas, separadas por discordâncias erosivas marcantes: a Formação Guararapes e a Formação Riacho Morno (mme, 2014).

Figura 01 - Relações estratigráficas da consolidação da bacia sedimentar do Recife e João Pessoa.



Fonte: Alheiros (1988).

Segundo Mabesoone et al. (1972), os sedimentos da formação Barreiras são depósitos que criam unidades edafo-estratigráficas. Em outras palavras, a condição dos solos distribuídos sobre estratos de rochas no tempo e espaço, que nos Tabuleiros é composto por areias brancas e amarelas.

Conforme Filizola et al. (2001), a Formação Barreiras está disposta tanto sobre rochas cristalinas do pré-Cambriano, quanto sobre rochas do Cretáceo, de maneira estrutural discordante. Assim, sua composição mineralógica é essencialmente de caulinita, quartzo e moscovita.

Os Tabuleiros Costeiros ou baixos platôs litorâneos (Filizola et al., 2001) são estruturas morfológicas componentes da Formação Barreiras, que possuem topo plano com recortes, e variam em formas de vales estreitos e/ou profundos, apresentando diferentes níveis de declividade. Esta paisagem se acoplou ao oeste com as feições do cristalino e ao leste com a baixada litorânea.

As unidades geoambientais como os Tabuleiros Costeiros de formação Terciária estão situadas desde o Amapá até o Rio de Janeiro, com maior extensão na região do Nordeste. Essas áreas possuem uma relevância significativa para o Nordeste do Brasil, não apenas por abrigarem cerca de 50 % da população total, mas também em termos econômicos, devido à sua importância para o setor agropecuário, especialmente na produção de cana-de-açúcar (Fonsêca et al., 2007).

Os solos dos Tabuleiros Costeiros (Latosolos, Argissolos e outros provenientes de sedimentos do tipo Barreiras ou similares) apresentam uso agrícola

muito dependente das chuvas; todavia, de forma abrangente são considerados de bom potencial. Como vantagem, a região apresenta um predomínio de áreas planas e de solos profundos. Deve ser enfatizada a vocação para cultivos que evitem o revolvimento do solo (cana-de-açúcar, pastagens, culturas perenes e reflorestamento) e, os problemas relacionados ao uso dessas terras: necessidade de insumos (correção da forte deficiência de nutrientes), impedimento natural em subsuperfície (camadas coesas e presença de fragipã) e suscetibilidade à erosão, mesmo em declives suaves.

Além dos problemas recém mencionados, pode-se acrescentar que os sedimentos característicos da área que são desferrificados e caulíníticos, apresentando uma ligeira degradação da camada superficial dos solos, quando submetidos ao constante revolvimento. Esta característica impõe limitações à mecanização (EMBRAPA, 2007).

No Nordeste, este domínio ocupa uma área equivalente a 8,5 milhões de km (EMBRAPA, 1994; Jacomine, 1996). Segundo Barbosa e Lima Filho (2006) a zona de cisalhamento de Pernambuco (CEP) e o Alto Potiguar são áreas de características tectônicas muito diferenciadas em relação às outras bacias marginais do Nordeste encontradas entre os estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Segundo Lima Filho et al. (2005) a Bacia da Paraíba tem o início de sua formação durante o processo trafo gênico entre as placas Sul-Americana e Africana. Assim, os autores propuseram uma sequência evolutiva para as bacias de Pernambuco e da Paraíba.

De acordo com Mabesoone & Alheiros (1988) com o processo de separação dos continentes pela divergência tectônica entre América do Sul e África, foi constatada no Tabuleiro pernambucano uma sequência mais completa da estratificação deposicional do calcário, reafirmando que o ambiente de intemperismo dos Tabuleiros ocorre associado aos solos característicos.

Assim, composto em maior número por sedimentos do Grupo Barreiras do Terciário, são de maior ocorrência os Latossolos Amarelos coesos, Argissolos Amarelos e os Argissolos Acinzentados. Os solos nos platôs ocorrem também pela presença de numerosas e alinhadas áreas de depressões, provenientes do entalhamento das encostas por vales de orientação Leste-Oeste e, o consequente escoamento das águas superficiais e laterais (Filizola et al., 2001).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Embrapa, 2006) considera coesos aqueles horizontes que apresentam uma espessura mínima de 0,3 m, que não satisfazem aos critérios determinantes do caráter de dureza para fragipã. A disposição do horizonte coeso acontece no perfil AB ou BA, em parte Bw e Bt. Não apresentam uma organização estrutural, são facilmente desfeitos em agregados sob quebra com baixa saturação por bases e considerados, por isso, caulíníficos.

Portanto, a principal diferença entre um horizonte coeso para um fragipã está no aspecto de dissolução em água. Assim, quando uma amostra coesa é imersa em água ocorre uma deformação lenta sob pressão manual, diferente do fragipã que se deforma subitamente em fragmentos menores.

Já de acordo com a EMBRAPA (2006), os solos são de horizonte coeso e não apresentam agentes cimentantes visíveis, considerados solos ácidos e distróficos podendo apresentar altos níveis de alumínio trocável (Jacomine, 1996; Rezende, 2000), além de serem ácidos por apresentarem densidade de 1,5 a 1,8 g cm³ (Araújo Filho et al., 2001).

No SiBCS, o caráter coeso é atribuído em menor proporção para Argissolos Acinzentados; já os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos compreendem a maior cota (Jacomine, 2001). A coesão também está associada aos solos vermelhos em regiões de Tabuleiros no sul da Bahia, norte do Espírito Santo e nordeste de Minas Gerais, mas não estão essencialmente desenvolvidos sobre os sedimentos da Formação Barreiras.

Portanto, estudos supõem que a podzolização está associada diretamente ao processo de constituição do duripã. Outro ponto percebido foi que, em condições de desequilíbrio, o sistema fragipã-duripã transforma-se em Argissolos Latossólicos. Vale ressaltar que o desequilíbrio se inicia com a abertura da depressão, mas para a evolução completa de um duripã maduro, o fator central se dá pela flutuação do lençol suspenso (Filizola et al., 2001).

OS TABULEIROS COSTEIROS NO NORDESTE BRASILEIRO E AS FORMAS DE USO DA TERRA

O solo das áreas tabulares costeiras está reduzido à zona úmida costeira do litoral das regiões Norte, Nordeste e parte do Sudeste relacionadas aos climas úmidos e secos bem definidos (Jacomine, 2001; Giarola & Silva, 2002). Esses solos

são conhecidos por apresentarem características de alta coesibilidade, compreendidos na mesma extensão que os Tabuleiros Costeiros. Desde o Amapá até o Rio de Janeiro (Jacomine, 1996) os horizontes coesos são reconhecidos como potencialmente limitantes ao desenvolvimento das plantas (Rezende, 2000; Cintra et al., 1997).

Nessas áreas, o desenvolvimento da agricultura é um desafio recorrente, já que os usos são de monocultura da cana-de-açúcar e da pecuária. Logo, a variedade de rotação das atividades é condicionada diretamente pelo nível de precipitação da região e do grau de coesão dos solos.

Portanto, o manejo do solo adotado nos Tabuleiros Costeiros torna-se um componente fundamental do sistema de produção e, um valioso instrumento na busca de uma atividade agrícola sustentável, já que os solos são profundos e de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2014).

No Nordeste brasileiro é possível encontrar as Unidades de paisagem dos Tabuleiros Costeiros e Baixadas Litorâneas reduzidas aos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

Devido ao Zoneamento Agroecológico do Nordeste – ZANE, no ano de 1963 foi criado o Centro Nacional de Pesquisa dos Tabuleiros Costeiros, caracterizado pela unidade de caráter ecorregional, posteriormente denominada de EMBRAPA Tabuleiros Costeiros (Embrapa, 2000). Esta, visava um desenvolvimento de sistemas sustentáveis de manejo para essas áreas ainda pouco compreendidas pela literatura científica.

Dentre os Estados da região Nordeste que possuem uma extensa área litorânea ocupada pelos Tabuleiros está Pernambuco compreendendo, em sua porção norte, as formações Barreiras, Beberibe, Gramame e Maria Farinha que integram a Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba.

Sendo assim, a distribuição dos Tabuleiros no litoral Norte de Pernambuco acontece em dois conjuntos, o primeiro situado entre os vales dos rios Tracunhaém e Arataca nos municípios de Goiana e Itaquitinga; o segundo está dividido em retalhos paralelos com início ao oeste da BR-101, até a extremidade do litoral norte situados em Paulista, Abreu e Lima e Igarassu. As áreas restantes são pequenos domínios de Tabuleiro, aparecendo de forma mais consistente no limite do município de Araçoiaba.

Logo, o potencial dessas porções está dado pela horizontalidade do topo desses relevos, já que favorecem a ocupação humana da região com culturas, especialmente cana-de-açúcar, além de chácaras, granjas, e núcleos urbanos. Essas delimitações têm sido largamente exploradas também para a construção civil, motivando o desmonte de morros, ocasionando graves problemas socioambientais.

Destaca-se que não só o monocultivo de cana-de-açúcar, como também o de Laranja em Sergipe, têm evidenciado uma grande exaustão dos recursos minerais do solo e, impactos sociais associados à produção para exportação por essa zona de desenvolvimento (Mota et al., 1997).

Assim também ocorre com a expansão do eucalipto nas áreas de Tabuleiros do Nordeste, que tem sido impulsionada pela demanda crescente por madeira para diferentes fins, como a produção de celulose e papel, bem como na construção civil, carvão vegetal, entre outros.

Além disso, a região apresenta condições favoráveis para o cultivo da espécie, como clima quente e úmido e solos ácidos e pobres em nutrientes (Bertola, 2013; Kudlavicz, 2014; Moledo et al., 2016; Ferreira et al., 2017; Cabral et al., 2019; Teago et al., 2020; Teixeira et al., 2020; Monteiro et al., 2021).

Sua usabilidade está atrelada ao desempenho de um papel importante na recuperação de solos exauridos e na absorção de CO₂ da atmosfera, contribuindo positivamente para a redução da poluição e do calor.

Além disso, a monocultura do eucalipto pode gerar produtos para consumo interno e exportação, bem como impostos e empregos para a população, o que representa um ponto positivo para a economia (Vital, 2007; Medeiros et al., 2020; Teixeira et al., 2020).

No entanto, essa expansão tem gerado polêmicas e debates em relação aos impactos ambientais e socioeconômicos da atividade. Nesse contexto, destacam-se a perda de biodiversidade, a redução da qualidade do solo, a diminuição da disponibilidade de água, a contaminação do solo e da água por agrotóxicos, entre outros (Lima, 1996; Scolforo, 2008; Moledo et al., 2016; Teixeira et al., 2020; Amorim et al., 2021; Rodrigues et al., 2021).

Ademais, pode afetar negativamente as comunidades locais, como a redução de áreas para agricultura familiar, a concentração de terras e a perda de empregos em outras atividades econômicas.

Por outro lado, defensores da expansão do eucalipto argumentam que a atividade pode trazer benefícios econômicos para a região, como a geração de empregos e renda, a diversificação da economia local e a redução da dependência de atividades tradicionais, como a pecuária e a agricultura de subsistência.

Com exceção da Austrália, o eucalipto é considerado uma espécie exótica em todos os outros países onde é cultivado. Na maioria das vezes, o plantio ocorre na forma de extensas monoculturas, o que resulta em baixa diversidade ecológica (Lima, 1996; Moledo et al., 2016; Rodrigues et al., 2021). Isso pode tornar as plantações vulneráveis às mudanças climáticas, bem como a ataques de pragas e doenças.

Além disso, a presença de aleloquímicos, especialmente nas folhas do eucalipto, pode prejudicar o desenvolvimento de outras plantas e dificultar o processo de decomposição microbiológica dos resíduos.

Durante o período de chuvas, as folhas de eucalipto dispersas na serapilheira são levadas para rios e lagos através da lixiviação e, ao entrar em contato com o ambiente aquático, liberam constituintes químicos, como óleos essenciais. A prevalência desses compostos no meio aquático representa um potencial risco de efeitos prejudiciais aos organismos desse ambiente (Abelho et al., 1996).

É, também, perante o exposto, visualizado que a perda de nutrientes por erosão tornou-se um dos problemas recorrentes nos Tabuleiros Costeiros em áreas de solos inconsolidados, onde a cana-de-açúcar permanece compondo a paisagem.

De acordo com Walton et al. (2000), a perda de nutrientes pode ocorrer pelo fluxo do transporte ou adsorção do sedimento ocasionado pela enxurrada. Contudo, os autores propõem que sistemas de conservação de solos como o plantio direto e o cultivo mínimo sejam utilizados em detrimento dos sistemas convencionais, como a queima da palhada antes da colheita.

O uso dos solos dos Tabuleiros para irrigação deve ser acompanhado de pesquisas que pretendam resolver, entre outros impasses, aqueles criados pela presença de horizontes coesos. Consequentemente, grandes áreas de irrigação do país são cultivadas de maneira uniforme, trazendo problemas nas estratégias de manejo, visto a variabilidade espacial e temporal dos atributos relacionados ao sistema solo-água-planta-atmosfera.

De acordo com Araújo Filho et al (2001), a cobertura pedológica dos Tabuleiros Costeiros é formada por solos com demasiada variação textural entre os horizontes superficiais arenosos e, os de subsuperfície, mais argilosos.

O estudo realizado por Cintra et al. (2004) evidencia que apesar da homogeneidade da paisagem em algumas regiões, são necessários cuidados especiais na tomada de decisão quanto às práticas de manejo do solo devido às alterações do regime hídrico ou da elevada resistência radicular.

De acordo com Moreau et al (2006), os horizontes mais coesos da Bahia foram os dos Argissolos Amarelos com alto gradiente textural, demonstrando necessidade de um maior cuidado de manejo com esse litotipo. Sendo assim, foi constatado que o horizonte menos coeso foi o BA associado ao Argissolo Amarelo Latossólico, do topo do Tabuleiro.

Os Argissolos, localizados em platôs mais amplos e menos dissecados, apresentaram sua gênese relacionada com processos de translocação de argila e/ou, erosão lateral, configurando maior grau de textura e manifestação do caráter coeso, atingindo profundidade e expressividade alta.

Os fragipãs e duripãs da região costeira do Nordeste brasileiro são similares aos horizontes endurecidos das regiões áridas. Diferenciam-se por estarem presentes em áreas de elevada pluviosidade anual e, estão associados aos Espodossolos (Melo & Santos, 1996) com um teor de argila visivelmente maior.

Com isso, o endurecimento dos fragipãs e duripãs do Nordeste é, de forma geral, atribuído à presença da sílica, por comparação com os estudos realizados nas regiões áridas (Harlan et al., 1977; Chartres & Fitzgerald, 1990; Balbir-Singh & Gilkes, 1993), bem como pelo uso da irrigação.

O fragipã é conceituado como um horizonte subsuperficial, com baixo teor de matéria orgânica (húmus), aparentemente cimentado, alta densidade do solo, com consistência dura a muito dura, quando seco e, quando molhado, apresenta-se quebradiço (Embrapa, 1999). Quanto à textura do horizonte, esses autores mencionam que é predominantemente média e arenosa e raramente argilosa (Moreau et al., 2006).

Por outro lado, nos duripãs a cimentação é suficientemente forte, de modo que fragmentos secos não se compartimentam, mesmo durante prolongado período de umedecimento. Eles se diferenciam quanto ao grau de coesão, avaliado pela dureza e capacidade de fragmentação do material quando imerso em água.

MANEJO E USO DO SOLO EM ÁREAS DE ALTA COESÃO NOS TABULEIROS COSTEIROS

Uma das preocupações nas áreas de Tabuleiros Costeiros se dá pela predominância de agricultura diversificada e extrativismo, que aumentam as tensões nessas áreas. O desenvolvimento desses usos do solo da região Nordeste foi estimulado através do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) para um grupo reduzido de beneficiários que exploravam a cana-de-açúcar.

A exploração dos Tabuleiros do Nordeste intensificou-se também pela pressão dos programas especiais como o Programa de Desenvolvimento Rural de Áreas do Nordeste (POLONORDESTE) e o Programa de Apoio à Zona Canavieira (PROCANOR), que estimularam a produção familiar através de projetos de colonização.

Nesse contexto, Davidson-Arnott (2010) destaca o foco para o fato de que o problema ambiental costeiro, na maioria do tempo, está conectado ao uso e ocupação desse espaço, uma vez que a maioria das atividades industriais desenvolvidas no país se dá nas áreas de Tabuleiros e representam uma ameaça ambiental, tanto física como biológica.

Muitas vezes os danos registrados são ocasionados por poluição, processos de assoreamento e dragagem de corpos hídricos, das atividades de aterro e uma série de outras atividades que alteram a forma e os processos naturais sobre esse ecossistema.

Outros autores ressaltam que as alterações do uso do solo pelo processo de urbanização intensificaram, nas zonas costeiras, a redução dos estoques de carbono decorrente da substituição da cobertura vegetal. Esta, é responsável pelo sequestro e substituição dos usos antrópicos no município de Lucena, Paraíba.

O adensamento urbano nas áreas de Tabuleiros Costeiros está associado à importância social e econômica desse domínio. Este fato ocorre no âmbito das concentrações urbanas, diversidade de exploração agrícola, ampla infraestrutura de transportes rodoviário e terminais marítimos (Rezende, 2000).

Assim, alguns estudos têm mostrado que a influência da evolução do uso do solo em vários municípios, como o de Lucena-PB, mantém um processo intenso na dinâmica do seu uso, causada pelo desmatamento da Mata Atlântica e, a substituição por cultura agrícola em áreas urbanizadas, amplificando o processo de

aquecimento global.

Foi evidenciado ainda, que entre 2005 e 2018 a intensificação dos usos deu-se pela substituição da cultura de cana-de-açúcar pelo coco-da-baía, o que teve como consequência uma estagnação na capacidade de armazenamento do carbono, equivalente a um aumento de 0,13 %.

Assim, projetou-se que entre os anos de 2030 e 2040 o desenvolvimento dessas áreas acarretará reduções gigantescas de estoque de carbono, pela ausência de seu armazenamento nas planícies costeiras (Bezerra, 2022).

De acordo com Cintra (2004) a agricultura irrigada no Platô de Neópolis é um dos exemplos mais fortes de impacto socioeconômico da área de Tabuleiros Costeiros no Nordeste. Isto se atribui ao fato de que para sua implementação ocorreram desapropriações e obras de infraestrutura, que passaram a constituir uma problemática específica, diferente das unidades de desenvolvimento ao seu redor.

Os recursos naturais são formados por solos predominantemente do tipo Podzólico e a irrigação oferece agravantes para o processo de podzolização. Isto acarreta uma lavagem ainda mais intensa de nutrientes como ferro, alumínio, e matéria orgânica, com acúmulo em horizonte iluvial, com ou sem sílica, por meio de processos múltiplos de transformação e translocação (Embrapa, 2012).

Por definição, o caráter coeso dos solos dos Tabuleiros Costeiros é uma característica pedogenética típica de horizontes de subsuperfície de textura média, argilosa ou muito argilosa, encontrados normalmente entre 0,30 e 0,70 m e, quando secos, são duros a extremamente duros, tornando-se friáveis ou firmes quando úmidos.

O termo "coeso" caracteriza materiais de solo que, quando secos, apresentam um incremento acentuado de resistência (a ponto de restringir o preparo do solo e o desenvolvimento das culturas), e se abrandam quando são umedecidos (Jacomine, 1996 & Embrapa, 1999).

Devido à ocorrência de solos com esse comportamento em uma extensa área do território brasileiro (Jacomine, 1996; Rezende, 2000), o atributo coeso é incluído no sistema taxonômico nacional, aparecendo como característica diagnóstica da classe dos Latossolos Amarelos (Embrapa, 1999).

Segundo Giarola & Silva (2002) a gênese dos horizontes coesos é um assunto polêmico, pois está associada a vários processos, dentre eles: a perda do

plasma argiloso das camadas superficiais do solo para as camadas subjacentes, processo este denominado argiluviação; a presença de compostos orgânicos pouco polimerizados; a forte instabilidade estrutural; a presença de sílica secundária, ferro e argila dispersa nos microporos; e, o adensamento por dessecação resultante da alteração da estrutura do solo pela alternância de ciclos de umedecimento e secagem.

Dessa forma, esses solos são também fonte de recursos naturais utilizados pelas populações humanas, de tal forma que a combinação desses fatores origina conflitos diversos de usos e interesses (Vasconcelos, 2005).

Por isso, a necessidade de projetos como o zoneamento das áreas costeiras e os variados focos de ação, a exemplo do projeto de gestão integrada da orla marítima, constitui-se como essencial.

Com esse pressuposto, mapear a ocupação no território pernambucano em áreas costeiras é primordial. De acordo com Filizola (2001) as ocupações em áreas costeiras ocorrem em três faixas extensas.

Na primeira, observa-se a produção de coco-da-baía e o uso urbano, intercalado com os manguezais; a segunda, onde se figuram como usos predominantes a cana-de-açúcar, policultura (novos assentamentos rurais), zonas industriais e, alguns núcleos urbanos de relativa expressão (Cabo de Santo Agostinho, Barreiros, Ipojuca, Sirinhaém e Rio Formoso), intercalados por remanescentes de mata Atlântica; e a terceira faixa que tem como usos predominantes cana-policultura e cana-de-açúcar, intercalados, por fazendas, granjas e chácaras de recreio. No restante do segmento, por remanescentes de Mata Atlântica.

Estudos como o de Barros (2010) mostraram que a vinhaça, por exemplo, tem a capacidade de alterar positivamente as propriedades químicas possibilitando melhoria na fertilidade, pela maior concentração de macronutrientes no perfil do solo. Consequentemente, sua aplicação conteve a disponibilidade de micronutrientes, dando possibilidade a outras alternativas sustentáveis de melhoramento dos solos dessas áreas.

Já no estado da Paraíba os estudos são voltados ao mapeamento dos impactos em áreas de Tabuleiros. Estes reafirmam que o uso e cobertura do solo possuem uma predominância do antropismo, por meio de monocultivos. Porém, é possível também encontrar remanescentes de mata Atlântica, um dos mais

importantes biomas do país, distribuídos nesta área costeira (Teixeira et al., 2022).

Por proximidade, o estado do Rio Grande do Norte tem a zona costeira comportada em uma unidade ambiental protegida por lei, mais especificamente a Área de Proteção Permanente (APP), prevista no Código Florestal Brasileiro. Mesmo assim, os principais usos sobre a unidade dos Tabuleiros Costeiros são pela agricultura e ocupação urbana.

A cultura do coqueiro é frequente, ocupando grandes porções de área, que possuem grande declividade. Logo se mostram como áreas instáveis, onde não se deveria ocorrer ocupação, visto que existem riscos visíveis quanto aos movimentos de massa (Embrapa, 2016).

Segundo Brito (2005), no estado de Alagoas estudos apontam que plantações de cana-de-açúcar sobre os Tabuleiros comprometem a macroestrutura, a densidade, a condutividade hidráulica e o carbono orgânico dos horizontes superficiais do solo, havendo uma recuperação substancial somente após 18 e 25 anos de cultivo.

Além disso, foi perceptível a compactação dos horizontes minerais do solo A e AB, e aceleração do processo de adensamento pedogenético por este tipo de cultivo, através do preenchimento dos solos por argilas. Uma outra percepção foi a de que o processo de iluviação das argilas evidencia uma prospecção à formação de horizonte B textural, com o decorrer do tempo (Galindo, 2019).

De acordo com os teores de carbono orgânico encontrados nos horizontes superficiais, mostraram que a manutenção dos níveis de fertilidade nos solos dos Tabuleiros depende do enriquecimento e manutenção da matéria orgânica nesses solos. Os Argissolos nas áreas de vegetações nativas apresentam características que estão contribuindo para o maior grau de resistência das estruturas orgânicas, fazendo com que permaneçam por mais tempo no solo.

Com isso, estudos de Barros et al. (2010) propuseram que a adição de vinhaça à lavoura da cana-de-açúcar, por dez anos, é capaz de alterar positivamente as propriedades químicas do solo, proporcionando melhoria na fertilidade, pelo maior aporte de macronutrientes no seu perfil.

Portanto, as diferenças de uso se evidenciam em problemas e tendências específicas a reclamarem ações mitigadoras, coerentes aos requisitos do desenvolvimento sustentável. Por outro lado, as características edafoclimáticas devem propor o tipo de cultura apta às áreas e os usos químicos. Logo, evidencia a

inadequação de alguns sistemas projetores de contaminação do solo e da água, na produtividade agrícola e manutenção de um ecossistema social sustentável (Silva, 2018).

A ocupação dos Tabuleiros é muito dependente das precipitações pluviais, sendo que na zona mais úmida há predomínio da cana-de-açúcar e, na mais seca, a pecuária extensiva e semi-intensiva, onde as atividades agrícolas são limitadas às médias e pequenas propriedades.

Nessas condições de produção, a presença de horizontes coesos e de regimes climáticos com longos períodos de déficit hídrico interfere diretamente nos fatores físicos que afetam o desenvolvimento das plantas, como: potencial de água no solo, aeração e resistência à penetração (Tavares et al., 2008).

Uma estimativa recente do impacto global do uso e da mudança do uso da terra sugere que houve uma transferência de 133 milhões de toneladas (Tg) de carbono (C) dos solos para a atmosfera, devido à atividade antropogênica histórica (Oliveira et al., 2022). O Brasil está entre os 10 maiores emissores mundiais de dióxido de carbono (CO₂) proveniente do solo.

A grande contribuição do Brasil nas emissões de CO₂ é devida à relativamente recente mudança no uso da terra e, motivada principalmente pelo desmatamento para garantir sua posse. Assim, utilizando o pasto como forma mais econômica de "uso" da terra para obter benefícios econômicos. Esse processo teve um impacto inicial drástico no bioma mata Atlântica, que cobre 130 milhões de hectares (Mha) (Boddey et al., 2003).

Entre 1994 e 2002, 1,8 Mha da área remanescente de floresta, manejada e não manejada (menos de 10 % da área original), foram convertidos em pastagens, e esse número aumentou para 2,8 Mha no período de 2002 a 2010 (Cerqueira et al., 2021).

O cultivo da cana-de-açúcar no bioma mata Atlântica resultou em impactos negativos na porosidade, no teor de carbono e na estabilidade dos agregados do solo, bem como uma redução na sua penetração. O cultivo sucessivo de cana-de-açúcar em áreas de rebrota foi capaz de promover melhorias nos agregados estáveis à água e nos poros de aeração na camada superficial, porém esses benefícios foram perdidos durante o processo de preparo do solo para o replantio, devido à diminuição substancial dos agregados estáveis à água e à transformação de macroporos em mesoporos.

No entanto, o preparo do solo foi capaz de aliviar o seu endurecimento, incrementado ao longo dos anos de cultivo. Com base no Índice de Qualidade do Solo físico desenvolvido, constatou-se que o solo da mata Atlântica estava funcionando a 88 % de sua capacidade total. O cultivo da cana-de-açúcar reduziu o desempenho das suas funções físicas no Nordeste do Brasil.

Com isso, os riscos dados à falta de preservação da biodiversidade e, restituição por sortimento capaz de descompactar, arar e nivelar o solo e, assim, afetar os estoques de carbono em áreas de Tabuleiros estão associados à degradação da floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. O autor constatou que não se observa correlação entre biomassa e diversidade nas áreas de regeneração de floresta Atlântica.

Além disso, espécies-chave em ambientes mais avançados de sucessão ecológica apresentam maior biomassa, enquanto ambientes menos evoluídos em processos de sucessão podem ter maior diversidade, mas menor capacidade de estoque de carbono. Com base nisso, o trabalho sugeriu a hipótese de que a proteção de áreas mais evoluídas não garante a preservação da biodiversidade.

Sayer (2013) escreveram que a combinação do conhecimento sobre as relações entre fragmentos na mata Atlântica pode desempenhar um papel importante na compreensão da relação entre biodiversidade e carbono. Segundo Santos (2021), isso pode aumentar as chances de sucesso na seleção de áreas de proteção e, na implementação de pagamentos por serviços ecossistêmicos.

As avaliações relacionadas ao financiamento de ações mitigadoras voltadas para o carbono devem priorizar a proteção de remanescentes importantes, aproveitando de maneira efetiva as oportunidades disponíveis. A vegetação da mata Atlântica desempenha diversas funções ambientais fundamentais.

Estas, incluem a amenização do microclima local, a regulação do ciclo hidrológico, a preservação de encostas, a produção de oxigênio e a captura de dióxido de carbono (CO₂), a manutenção dos recursos naturais, a contribuição para a variabilidade genética e, a decomposição de resíduos (Dantas et al., 2017 & Bresinsky; 2011). Essas funções são cruciais para a sustentabilidade ecológica da região, bem como para a promoção da resiliência dos ecossistemas frente às mudanças ambientais.

A vegetação da mata Atlântica, por meio de sua complexa interação com o clima, solo, água e comunidades biológicas, desempenha um papel essencial na

manutenção dos serviços ecossistêmicos, na conservação da biodiversidade e, na proteção do meio ambiente. Portanto, é de suma importância reconhecer e valorizar o papel da vegetação da mata Atlântica para a manutenção do equilíbrio ecológico e para o bem-estar humano.

Logo, a percepção de que a mata Atlântica abriga uma rica biodiversidade e, possui o segundo maior estoque de carbono do território brasileiro, pode viabilizar a obtenção de financiamento destinado ao controle das alterações climáticas, especialmente por meio do crédito de carbono.

Diante dessa oportunidade, é necessário manter a preocupação com o seu desmatamento, principalmente ao considerar o avanço identificado nos estados do Nordeste mostrados no último relatório do Mapbiomas. Este, evidenciou um aumento de 243 % nos alertas detectados, validados e refinados, totalizando 10.687 hectares. O desmatamento totalizou 352.006 hectares, um aumento de 184 % em relação a 2019. Desta forma, ocorreu em 1.104 dos 1.793 municípios da região, representando 61,57 % das cidades.

O estado do Maranhão foi o que mais desmatou, com 167.366 hectares, seguido pela Bahia com 108.315 hectares e Piauí com 54.959 hectares. Balsas (MA), Formosa do Rio Preto (BA), e Currais (PI) foram as cidades mais impactadas, com grandes áreas desmatadas. Sergipe foi o estado com o menor desmatamento, totalizando 870 hectares.

Nessa relação, Pernambuco ocupa o 6º lugar e, requer também muita atenção quanto à cobertura e uso do solo nessa região ao longo dos anos. Portanto, um monitoramento contínuo se faz essencial para elaboração de estratégias para as áreas de fragmentação que apresentam desafios próprios.

Dessa forma, entender como está acontecendo a conservação, preservação e a promoção de mudança pelas novas gerações sobre os ecossistemas associados à mata Atlântica no território brasileiro, é de caráter emergencial para elaborar estratégias de ensino e aprendizagem efetivos capazes de construir uma sensibilização nacional em todos os níveis de educação e esfera social.

No contexto dos desafios atuais, os objetivos da Geografia são essenciais para promover a sustentabilidade ambiental e social, abordando questões como a biodiversidade e a conservação dos biomas. O monitoramento das porcentagens de cobertura vegetal em cada bioma é uma importante ferramenta para avaliar o impacto das atividades humanas e, planejar estratégias de reflorestamento e

recuperação de áreas degradadas.

No tocante às práticas agrícolas, a análise dos Neossolos Quartzarênicos revela-se relevante para compreender a influência da agricultura nas características do solo e na dinâmica ambiental. O uso de líquen como elemento de melhoramento do solo é uma proposta inovadora que pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas e no manejo sustentável.

Diante do aumento do desmatamento e da fragmentação dos ecossistemas, torna-se imprescindível a delimitação de áreas de proteção e, a implementação de leis que visem a preservação dos recursos naturais. As projeções futuras apontam para a necessidade de medidas efetivas para evitar a degradação ambiental e os impactos negativos das práticas humanas no meio ambiente.

CAPÍTULO II - EFEITOS DO DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA SOBRE OS TABULEIROS COSTEIROS: O QUE A CIÊNCIA TEM FEITO PARA MITIGAR OS IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS DESSAS ÁREAS?

Neste capítulo, a Mata Atlântica emerge como um tema central que transcende as fronteiras dos biomas estudados em geografia e se estende às áreas de conservação ambiental, particularmente nos Tabuleiros Costeiros.

Assim, através de itinerários formativos cuidadosamente planejados, os estudantes podem ser imersos na compreensão da rica biodiversidade e da importância ecológica dessa floresta tropical, ao mesmo tempo em que são desafiados a explorar os temas transversais que permeiam as questões ambientais, como a sustentabilidade, a ética e a cidadania.

A Mata Atlântica, com sua história evolutiva e sua relação íntima com as populações locais, se torna um catalisador para discutir não apenas os aspectos geográficos, mas também os valores culturais e a responsabilidade compartilhada pela preservação ambiental.

De acordo com Marques (2021), a Mata Atlântica é considerada a segunda maior floresta tropical da América do Sul. Dessa forma, pode ser entendida como resultado da dinâmica da paisagem dentre outras florestas tropicais, cuja identidade e especificidade têm sido desafiadas especialmente nos últimos 20.000 anos. O Bioma encontra-se distribuído em três países: Brasil (93 % da área total do bioma e em sua maior extensão), Paraguai (5,3 %) e a Argentina (1,7 %) (Rezende, 2022; Galindo-Leal & Câmara, 2003).

De acordo com Cunha et al. (2019) Atualmente coexistem dois limites oficiais para a floresta Atlântica brasileira. Ambos são concebidos pelo trabalho conjunto entre vários pesquisadores, na busca por uma compreensão biogeográfica que consolidasse uma estrutura de aplicabilidade em políticas públicas. O primeiro, é o Bioma Mata Atlântica; o segundo, o Domínio da Mata Atlântica, conhecido também como área de execução da lei da mata Atlântica (Cunha et al., 2019).

De acordo com Ab'Saber (2003), a estrutura da floresta Atlântica no Brasil comporta duas feições estruturais: as áreas core e as de transição. Conjuntamente, correspondem a uma ocupação de 11,74 % do território brasileiro. Marques et al (2021) descreveram que a floresta está intimamente relacionada com os complexos de Restingas e Pinheirais (Floresta de Araucária), demarcando os ecótonos.

Assim, a configuração da ecorregião da mata Atlântica é constituída por cinco tipos principais de floresta: a Ombrófila Densa, a Ombrófila Aberta, a Ombrófila Mista (Mata de Araucárias), a Semidecidual, a Floresta Estacional-Decidual e a, além de ecossistemas associados (Restingas, Manguezais, Campos de Altitude, Brejos interioranos e enclaves florestais) como ilustrado na figura 02.

Figura 02 - Ecossistemas da Mata Atlântica



Adaptado de OLSON; DINERSTEIN, 2002; WWF, 2017.

O bioma está relacionado a uma extensa cadeia de montanhas nomeadas de Planalto Atlântico, constituinte de um tipo de domínio morfoclimático conceituado como Mares de Morros, sob a formação Barreiras, área de ocorrência dos Tabuleiros Costeiros (Rezende, 2022). Essas formações apresentam uma faixa de ecótonos com os demais biomas do país, fator que permite trocas bióticas abundantes em todo espriamento.

Assim, estendem-se em transitoriedade com a Caatinga ao Norte, com o Cerrado no Centro-Oeste, e com os Planaltos das Araucárias mais ao Sul. Esse aglutinamento gera umas das maiores complexidades do ponto de vista paisagístico, produtivo e ecológico entre os domínios geomorfológicos.

Um aspecto relevante desse cenário é o aumento significativo das áreas de florestas plantadas, que registrou um crescimento de 77,9 %. Essas áreas estão substituindo, em grande medida, as florestas nativas, que sofreram uma redução de 4,3 %. Outro dado relevante é o aumento de 8,8 % em outros usos do solo,

principalmente relacionado à urbanização. Também houve um aumento de 4,4 % nas áreas mistas, representadas por mosaicos de agricultura e pastagem (ibge,2012).

Essas mudanças no uso do solo têm impactos significativos no equilíbrio ecológico, na conservação da biodiversidade e, nos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas naturais. Portanto, é fundamental considerar esses aspectos ao analisar o estado atual das áreas florestais.

Para isso, a mata Atlântica foi submetida a um objetivo nacional ambicioso. Trata-se de restaurar 12 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030 (Decreto Nacional n.º 8972, 2017).

Em adição, problemas como a fragmentação de áreas, especiação da biota e, empobrecimento dos solos são limitantes da diversidade regional. Desta forma, são perceptíveis outros pontos sensíveis para a mitigação dos impactos ambientais, como o uso de fertilizantes químicos no solo e o aquecimento global.

Logo, em busca de um entendimento complementar, foram observados também mecanismos de diversificação da biota e esses foram explicados por várias teorias ao longo das pesquisas científicas:

- (1) os refúgios do Pleistoceno, que são ambientes florestais isolados formados durante as glaciações, onde os organismos poderiam ter divergido originando as novas linhagens e, conseqüentemente, resultaram em centros de endemismo (Carnaval e Moritz, 2008);
- (2) a hipótese neotectônica, na qual a elevação das cadeias de montanhas há cerca de 5,6 Ma, especialmente a Serra do Mar na região sudeste, teria modificado o clima e criado novas condições e paisagens para a diversificação local;
- (3) as barreiras ribeirinhas, principalmente os sistemas São Francisco, Jequitinhonha, Doce, e Paranapanema, que teriam causado uma importante diferenciação de linhagens e espécies (Dantas et al., 2011);
- (4) a hipótese do gradiente ecológico, onde a gradual transição de florestas úmidas, na área central da mata Atlântica, para aquelas mais secas - biomas em torno do bioma (por exemplo, Cerrado e Caatinga), teria criado regimes seletivos diferenciais que conduzem a uma divergência de organismos entre regiões (Marques et al., 2021).

Em geral, dos 17 estados que abrigam a mata Atlântica uma maior riqueza de espécies encontra-se nas costas topograficamente complexas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, apesar de outras regiões poderem ter condições favoráveis para a diferenciação de nichos e espécies (INPE, 2019; Marques et al., 2021).

Algumas localizações são importantes para a rotação de espécies, especialmente o Rio Doce (estado do Espírito Santo), a fronteira entre São Paulo e Rio de Janeiro, e o estado da Bahia, resultando em cinco principais centros de endemismo: Pernambuco, Bahia costeira, Bahia central, Serra do Mar, Paraná/Araucária. No seu conjunto, estas regiões contribuem para fazer da mata Atlântica um bioma megadiverso (Marques et al., 2021).

Conceitualmente, a biodiversidade tem por característica dois componentes: a riqueza e a uniformidade. A riqueza trata do número de espécies presentes na comunidade, enquanto a uniformidade é uma medida de abundâncias relativas. Esses dois componentes podem ser representados por diferentes índices de diversidade, descrevendo métricas ecológicas que avaliam múltiplas espécies (Crouzeilles et al., 2019).

Em contraponto, Kidane et al. (2019) apresentam que a relação entre as condições ambientais e os padrões de biodiversidade é mal compreendido ou imatura, até os dias atuais.

No entanto, outros estudos confirmaram o pressuposto de que a biodiversidade varia com as condições ambientais (Harris et al., 2006; Mantyka-Pringle et al., 2012; Rozendaal et al., 2019), e que a altitude está intimamente relacionada com a temperatura neste processo (Huang et al., 2019) e, é a partir dessa afirmação que entendemos o conceito de biodiversidade.

Partindo dessa observação, se constatou que o bioma mata Atlântica não é homogêneo em sua extensão. Portanto, não há uma uniformidade de espécies compondo sua biodiversidade. Por isso, mesmo com sua área original reduzida a fragmentos, se apresenta como um hotspot mundial.

Vale salientar que muitos organismos foram extintos antes mesmo de sua descrição e mapeamento (Perillo et al., 2021) e, entre os principais fatores que explicam a diversidade de espécies, estão o latitudinal (Willig et al., 2003) e os gradientes elevados (Bueno et al., 2021; Janzen, 1967).

Segundo Rozendal et al. (2019) as elevadas altitudes proporcionam condições mais favoráveis para a reflorestação e, sugerem que a temperatura

variável entre 19 °C e 22 °C, em altitudes que vão de 500 a 1000 m, podem favorecer tanto a recuperação da diversidade como as características da estrutura da floresta Atlântica.

Ainda, atrelam a essa recuperação o clima tropical quente e úmido carregado de potencial para sucessão ecológica, já que podemos criar habitats diversificados para a biota e crescimento da vegetação (Kullberge & Moilanen, 2014; Suding et al., 2015), além das temperaturas mais elevadas e a disponibilidade de água, que têm sido associadas aos padrões mais rápidos e diversificados de recuperação florestal nos trópicos.

Espera-se uma grande riqueza de espécies vegetais em áreas de baixas latitudes. Com isso, a riqueza das espécies tende a aumentar com a disponibilidade de água, como resultado de uma filtragem ambiental mais fraca.

Assim, Embrapa (2022) perceberam que a restauração em áreas de vegetação secundária não registrou elevação da população biodiversa em uma escala de 20 anos de reflorestamento, tornando visível que as florestas primárias são insubstituíveis para a manutenção da biodiversidade.

Assim, foram avaliados quatro grupos de variáveis de influência (fatores que caracterizam a biodiversidade - hierarquia mais alta, grupos taxonômicos, ações de restauração e condições ambientais). A partir da observação, foram mensuradas a eficácia em comunidades de plantas vasculares, microrganismos do solo, e invertebrados. A lacuna na recuperação dependia mais do grupo taxonômico do que da característica da biodiversidade, sendo a lacuna, em geral, mais elevada para plantas vasculares do que para microrganismos do solo e invertebrados.

Este último, em particular, foi o último grupo taxonômico que atingiu níveis de recuperação próximos das florestas nativas. Os resultados apoiam o pressuposto de que as abordagens de restauração ativa e passiva devem ser vistas como estratégias complementares. Assim, as abordagens de restauro na floresta Atlântica devem ser combinadas conforme o contexto paisagístico, e as mudanças no intervalo de recuperação devem ser entendidas como individuais.

O Brasil em 2022 foi modelo na agenda da COP15 pela experiência na Lei da Biodiversidade (13.123/2015), que regulamenta a convenção sobre a diversidade biológica e reflete as preocupações do Protocolo de Nagoya, onde a liderança na implementação de ações de conservação e negociações internacionais estão

relacionadas com a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais, visando uma bioeconomia possível no cenário global.

Ainda assim, a conservação da biodiversidade no Brasil e na América do Sul enfrenta enormes desafios, como ampliar sua rede de áreas protegidas, diminuir as discrepâncias entre esforços de pesquisa e recursos destinados à conservação. Assim, vislumbram-se melhores estimativas de risco de extinção para diferentes grupos de espécies, com vistas a fomentar instrumentos de políticas públicas, como as Listas Vermelhas de espécies ameaçadas.

Segundo Norman (1988) tem sido nas florestas tropicais atlânticas primárias onde se verifica o mais elevado nível de diversidade de espécies, em contraponto às florestas secundárias de mesma estrutura arbórea. Essa constatação corrobora com a necessidade de estudos biogeográficos conjuntos à aplicabilidade de políticas públicas na conservação de espécies nativas, para além do reflorestamento em áreas de endemismo do globo (Cunha et al., 2019).

Já pesquisadores como Ab'Saber (2003) analisaram a complexidade de caracterização da fitofisionomia constituinte dessa formação de Mata Atlântica ao expor sua extensão de caráter azonal. Logo, se percebeu uma dificuldade para dar um limite ao bioma. Para isso, consideraram fatores geográficos como a morfologia e o clima no decorrer de sua extensão para, só assim, pensar seus diversos rearranjos.

A fronteira do bioma inclui, além disso, no Domínio, áreas de Sergipe, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, com exceção de pequenas partes de Minas Gerais e São Paulo que nele não estão incluídas.

Segundo a Constituição Federal, a mata Atlântica é um Patrimônio Nacional. A Área de Aplicação da Lei delimita a área do Domínio e não o Bioma, o que gera muitos problemas quanto à execução de políticas públicas para a região.

Segundo Vasconcelos (2015) a interpretação e cartografia adequadas da mata Atlântica legal é particularmente importante na vida diária, pois reforça a aplicação de políticas públicas de licenciamento, inspeção e incentivos a proteção e sustentabilidade na utilização do terreno nessas áreas (Cunha et al., 2019).

Vale salientar que a delimitação da mata Atlântica Legal e, as suas consequências práticas, ainda necessitam de cartografias detalhadas aplicadas à realidade do campo, pois existem pequenas áreas sem proteção.

Conforme Cunha et al. (2019) uma maior atenção deve ser dada à região Nordeste, pois é aqui que se verifica a maior diferença, a maior porção adicional da mata Atlântica Legal, quando comparada com o limite do Bioma. Em adição, os fragmentos no Nordeste são pequenos, severamente esgotados, isolados e não protegidos.

Segundo Oliveira-Filho et al. (2006) essas áreas têm uma grande riqueza de espécies e endemismo, para além de englobarem extremos para a distribuição de vários táxons e, ao mesmo tempo, são as regiões mais devastadas da mata Atlântica.

FRAGMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DA MATA ATLÂNTICA

Como é de conhecimento geral, a Mata Atlântica inicialmente foi estudada pelos diversos naturalistas europeus, entre eles o botânico francês Auguste de Saint-Hilaire, que em 1816 desembarcou no Brasil e, no decurso de 6 anos, recolheu 15.000 espécimes de plantas e animais.

Estes achados resultaram na publicação de 14 volumes quando voltou à França. Já Charles Darwin, ao passar com H.M.S. Beagle pelo Rio de Janeiro em 1832, registrou no seu diário de bordo a admiração pela grandiosidade da mata Atlântica.

Em um curto passar de tempo, as pesquisas de muitos naturalistas tornaram-se registros visíveis através dos pincéis de artistas como Jean Baptiste Debret, Nicolas-Antoine Taunay, e Johann Moritz Rugendas, que mostraram a paisagem da selva brasileira e a derrubada de uma dessas florestas, entre outros (Belluzzo, 1996).

Figura 3 - Paisagem na Selva Tropical Brasileira (1830) e Derrubada de uma Floresta (1835).



Fonte: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra16320/derrubada-de-uma-floresta>.

Acesso em: 14 de outubro de 2022. Verbetes da Enciclopédia. ISBN:

978-85-7979-060-7 (Johann Moritz Rugendas)

As pinturas dos naturalistas já retratavam o processo de desmatamento e ocupação dessas áreas, desde os primeiros contatos dos europeus nas terras ameríndias, documentando uma exploração secular que reduziu a mata Atlântica a 28 % (32 Mha) da sua extensão original (Rezende et al., 2018) de aproximadamente 1,6 milhões de ha, de acordo com os limites integrativos de (Muylaert et al., 2018).

Atualmente, as áreas remanescentes de floresta estão altamente fragmentadas. Essas porções isoladas aumentaram suas proporções, sobrando apenas manchas de floresta rodeadas por corredores de habitat aberto. De acordo com Cunha et al. (2019) em ambos os limites, o maior fragmento da floresta Atlântica está na região Sudeste, 43 % vs. 45 % da área total do Domínio e Bioma, seguido pela região Sul, Nordeste e Centro Oeste.

Assim, os estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e o Rio de Janeiro comportam as maiores áreas absolutas das duas delimitações. Alguns Estados estão totalmente inseridos nos dois fragmentos, como é o caso do ES, RJ, SC e PR. Segundo Marques et al. (2021) até o final dos anos 80 foram publicados outros três

artigos encontrados na WOS, mas um profícuo interesse pela mata Atlântica surgiu apenas nos anos 90, especialmente em 1993, quando mais de dez artigos foram publicados num único ano na plataforma.

Em análise no período de 1985 a 2019, 8.288 documentos foram publicados. Assim, com a evolução do conhecimento sobre a biodiversidade permitiu a elaboração de alguns limites geográficos e unidades ecológicas para uma imersão nos conhecimentos sobre os impactos socioeconômicos na biodiversidade.

A restante cobertura da Mata Atlântica é composta, principalmente, por pequenos fragmentos de floresta secundária com baixa conectividade inserida nas paisagens. De acordo com Pinto et al. (2006) a fragmentação da paisagem afeta a qualidade e a quantidade do habitat, configurando um cenário inóspito para a sobrevivência de espécies ameaçadas de extinção.

Essa condição de particularidade da Mata Atlântica no Nordeste, em especial no estado de Pernambuco, que concentra um forte endemismo, está afetada pela exaustão de degradação do bioma desde o período da colonização, onde ciclos econômicos como o do pau-brasil deixaram rastros permanentes.

Nessa perspectiva, um dos fatores mais preocupantes é a extinção regional, visto que são consequências da fragmentação em curso, que podem ser irreversíveis.

Consoante com Tabarelli (2006), uma alternativa para conservação eficiente seriam parcerias do governo estadual e do sistema de gestão da reserva da biosfera da Mata Atlântica (RBMA) com o setor sucroalcooleiro no centro de endemismo de Pernambuco. Além disso, existe a implementação de corredores de biodiversidade dentro do Pacto Murici, onde estão referenciados instrumentos importantes para a conservação da mata Atlântica no Nordeste.

As Reservas da Biosfera são o principal componente do Programa MaB (Man and the Biosphere) e formam uma rede global composta atualmente (em 2021) por 727 reservas, reconhecidas em 131 países. Estas abrangem áreas destinadas à pesquisa cooperativa, conservação do patrimônio natural e cultural, e promoção do desenvolvimento sustentável. As Reservas da Biosfera compreendem não apenas centenas de zonas núcleo, mas também extensas zonas de amortecimento que envolvem ou conectam essas zonas núcleo.

Além disso, o conceito de Reserva da Biosfera também incorpora figuras como Corredores Ecológicos, Mosaicos de Unidades de Conservação e Cinturões

Verdes que se estendem no entorno de áreas urbanas. Essas diversas formas de proteção e preservação de áreas naturais e culturais são fundamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável e, para a garantia da qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Porém, segundo Zaú (1998) a existência de corredores pode não ser a solução dos problemas advindos da fragmentação e da redução do habitat. É preciso a implantação de corredores funcionais, onde as unidades de conservação de grande porte sejam conectadas ao aumento da funcionalidade de áreas menores. De acordo com Piffer et al. (2022), a perda florestal tem consequências ecológicas importantes relacionadas de maneira direta com a biodiversidade, créditos de carbono e, conservação das bacias hidrográficas (Redo et al., 2012).

As regiões tropicais são consideradas a última fronteira agrícola (Defries & Rosenzweig, 2010), e as florestas tropicais em todo o mundo estão ameaçadas por elevadas taxas de conversão de habitats da expansão das fronteiras agrícolas e urbanas (Lewis et al., 2015).

Segundo Duden et al. (2020), a perda de habitat nos trópicos é ocasionada historicamente pela substituição da vegetação nativa pela agricultura e, partindo dessa premissa, a plantação de cana-de-açúcar segue, ao longo da história, favorecendo essa perda.

Percebe-se, assim, que a fragmentação do território ocorre simultaneamente com a perda de habitat e muitos outros nichos ecológicos. Nesse contexto, a crise provocada na biodiversidade dos biomas brasileiros até o ano de 2050 é projetada em uma perda de 1/4 das espécies de mamíferos na Amazônia (IUCN, 2019).

Além disso, projeta-se um cenário futuro até o ano de 2030 de uma produção de aproximadamente 20 bilhões de litros de etanol, ou mais. Esses dados baseiam-se no relatório 2018/2019 na perspectiva da organização para cooperação econômica e desenvolvimento (OECD-2015/2024) e, na Agência Internacional de Energia (IEA) (Duden et al., 2020). Isto exigirá uma maior área de plantação da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, o uso extensivo das terras.

Desse extenso rendimento, a Região Nordeste do Brasil possui a terceira maior área de produção da cana-de-açúcar, o equivalente a 8,6 %, ficando atrás apenas do Sudeste e do Centro-Oeste, que juntos são responsáveis pela produção de 86,2 % da produção nacional (Conab-2019/20).

Assim, são afetados pela expansão da fronteira agrícola, por meio da cana-de-açúcar, além da mata Atlântica, a Amazônia e o Cerrado (Duden et al., 2020).

A Organização das Nações Unidas (ONU) determinou que de 2021 a 2030 o mundo vivencia a década da restauração de ecossistemas. De acordo com Strassburg et al. (2020), a mata Atlântica é um dos ecossistemas com maior prioridade para a restauração no mundo.

O bioma faz parte de um grupo de ecossistemas, cuja restauração de 15 % de sua área impediria o equivalente a 60 % das extinções previstas para algumas espécies, ao mesmo tempo em que sequestraria o aproximado a 30 % da emissão de CO₂ da atmosfera, desde o início da primeira Revolução Industrial.

Com isso, emergem atenção os espaços e categorias fundiárias desconhecidas, onde os desmatamentos ainda não são mapeados. Para criar caminhos é preciso zerar o desmatamento "legal", restaurar imediatamente as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as reservas legais com a silvicultura econômica de espécies nativas.

Para isso, existe uma rede que deve ser incentivada e amplamente difundida que é composta pelo SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação, PMMA-Lei da mata Atlântica, códigos florestais e PRAs estaduais, junto aos desafios globais como o acordo de Paris e o desafio de Bonn (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012).

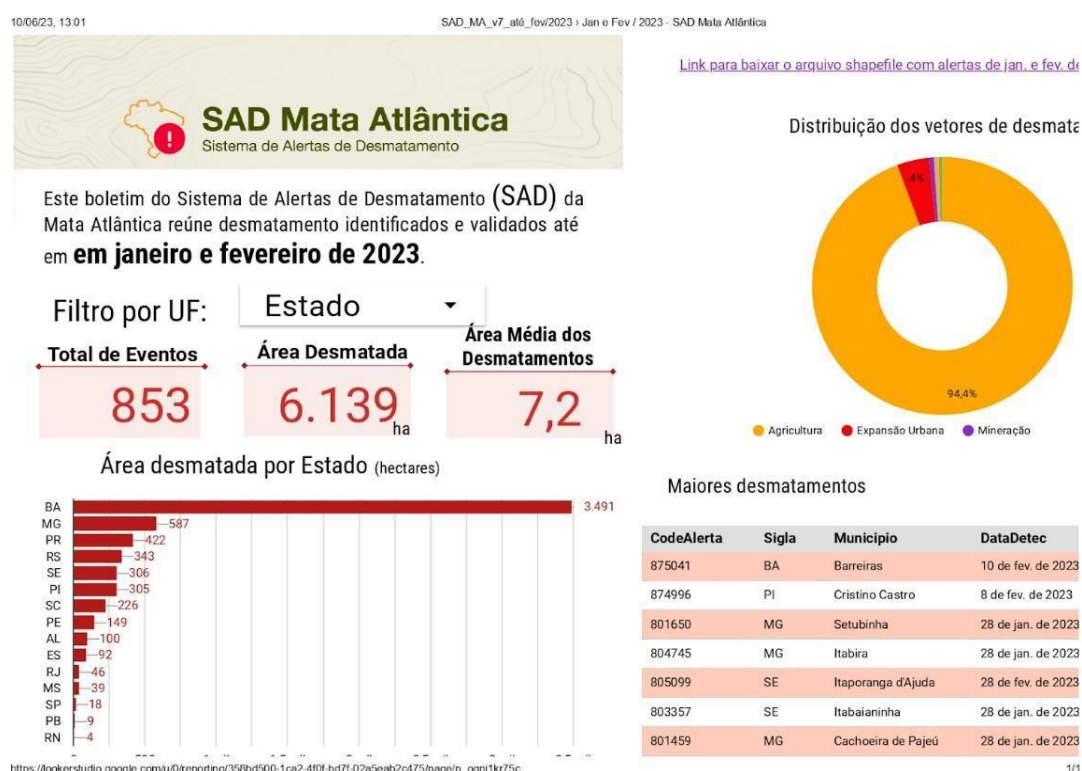
No Nordeste, os estados do Piauí e da Bahia estão entre os que mais desmataram a mata Atlântica entre os anos de 2013 e 2019. Em relação ao panorama nacional, em 2017 foi observado o maior índice de desmatamento no ranking por municípios (Map Alerta, 2020) se mantendo em contínuo aumento, segundo o SAD 2023 (figura 4).

Vale ressaltar que no Nordeste os remanescentes de floresta Atlântica são uma paisagem de exceção e, que a Bahia é um ponto de necessária atenção por possuir o maior número de remanescentes, do que os outros estados dessa região. Para isso, estão sendo executados os planos de ação com alguns tópicos essenciais como planos e políticas públicas, parques e unidades de conservação, engajamento e participação cidadã e, ações de arborização urbana com o inventário de mudas.

Segundo Piffer et al. (2022) a mata Atlântica é uma região ideal para explorar os processos de transição florestal. Embora a desflorestação ainda seja

generalizada nos trópicos (Asner et al., 2009; Defries et al., 2010; Hansen et al., 2008, 2013), diversos ambientes estão hoje a viver uma recuperação florestal significativa, sugerindo que as transições florestais estão a ocorrer em curtos períodos de tempo (Aide et al., 2013; Hansen et al., 2013; Schwartz et al., 2020; Sloan et al., 2019; Song et al., 2018).

Figura 4- Boletim de desmatamento na Mata Atlântica até Janeiro de 2023



Fonte: SAD, 2023.

O termo transição florestal denota uma mudança de desmatamento líquido para reflorestamento líquido, geralmente, mas nem sempre associado ao desenvolvimento econômico (Barbier et al., 2010; Lambin & Meyfroidt, 2010; Mather, 1992; Rudel et al., 2005, 2010).

Este processo pode ser atribuído a uma variedade de fatores, incluindo entre outros, intensificação agrícola, escassez de mão-de-obra rural ou de produtos florestais, falta de oportunidades econômicas rurais, e urbanização (Barbier et al., 2010; Rudel et al., 2005, 2020).

Portanto, remanescentes de vegetação Atlântica podem ainda ser um refúgio para espécies nativas, o que explica, em parte, os altos níveis de endemismo.

Outra importante ferramenta para avaliação, o MAPBIOMAS, ressalta que restaram o equivalente a 28 % da cobertura original, se considerados os fragmentos jovens e médios acima de meio hectare, independente do estado de conservação. Por outro lado, a literatura científica aponta que o limite de cobertura de paisagem da floresta para a conservação seja de 30 %, independente do seu estado de conservação (EMBRAPA, 2012).

Sabe-se que as manifestações de proteção ao meio ambiente no Brasil datam longos períodos. No entanto, foi somente em 1937, já com o aparato legal através do Código Florestal, Decreto 23.793, de 23 de janeiro de 1934, que se estabeleceu o primeiro parque nacional. Tratava-se do Parque Nacional do Itatiaia, localizado nos Estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais (De Pádua, 2021).

Assim, o sistema legal que regulamentou as áreas protegidas, em todos os níveis, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) só foi instituído em 2000, a partir da Lei 9.985, de 18.07.2000 (Mittermeier et al., 2005). Já o SNUC representa uma política pública de fortalecimento da capacidade de planejar e manejar apropriadamente as Unidades de Conservação (UC).

Porém, as unidades de conservação têm sido alvo de críticas por apresentar uma situação fundiária indefinida, invasões, ausência de recursos humanos e financeiros. No entanto, é de grande importância para a elaboração de estratégias em áreas fragmentadas.

No caso da mata Atlântica, o planejamento resultou na definição de três corredores, o Corredor Central (ES-BA), o Corredor da Serra do Mar (PR-SP-RJ) e o Corredor do Nordeste (AL-PE- PB) (Brito, 2006). A proposta de corredores de biodiversidade foi uma das iniciativas que influenciaram a criação e localização de UCs no Brasil (Rylands; Brandon, 2005). Assim, as Unidades de Conservação estão classificadas em duas:

A primeira de Proteção Integral e a segunda a de Uso Sustentável. As primeiras são aquelas que mantêm livres os ecossistemas das alterações causadas pela interferência humana, ou seja, não permitem a coleta e o uso, comercial ou não, dos atributos naturais.

A segunda contempla unidades de uso sustentável com o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais. No estado de Pernambuco elas estão organizadas em cinco

categorias, segundo o Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SEUC (Lei 13.787/09).

Nessas Unidades de Conservação é permitida a exploração do ambiente, porém visando a garantia da perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos. Dessa forma, é mantida a biodiversidade da mata Atlântica categorizada em 4 das 8 unidades existentes no Estado.

OS IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS E A RELEVÂNCIA DO MONITORAMENTO DAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA

De acordo com o SAD (Sistema de Alertas de Desmatamento, 2023), a mata Atlântica, bioma que abriga a maioria da população brasileira e contribui significativamente para o PIB nacional, encontra-se em uma situação de ameaça mesmo diante das proteções estabelecidas pela Lei nº 11.428. No período compreendido entre agosto e outubro de 2022, registrou-se um desmatamento de mais de 6.850 hectares todos os dias nesse período.

Embora o desmatamento persista no bioma, que continua sendo a floresta mais ameaçada e devastada do Brasil, seu padrão tem se modificado nos últimos anos. Além das perdas de matas antigas e maduras, atualmente é comum a perda de muitas pequenas áreas, inferiores a 3 hectares, principalmente em florestas jovens, o que difere do padrão tradicionalmente monitorado pelo Atlas.

Há alguns estudos e fontes que divergem sobre a porção remanescente da mata Atlântica, principalmente devido às diferenças de dados, ano-base, escala e métodos utilizados. Assim, se faz necessário lembrar da importância de monitorar o desmatamento dessas matas jovens ainda em restauração, pelo papel de conectividade exercido entre os remanescentes de matas antigas e na prestação de serviços ecossistêmicos, como a conservação dos recursos hídricos.

Segundo Donald Worster (2012), a noção de conservação ambiental surgiu com o propósito e o ritmo da preservação ambiental frente as mudanças drásticas que o ser humano fez na natureza que afetam diretamente as sociedades contemporâneas. O aumento da competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos deu origem à necessidade de organizar o uso da terra de maneira compatível com a proteção ambiental no Brasil.

Devido ao processo de urbanização das áreas costeiras no Brasil, a região de

ocorrência de mata Atlântica atualmente é a área de moradia de mais de 125 milhões de pessoas, contribui para 70 % do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e, cerca de dois terços da produção industrial do país (Rezende et al., 2018). São nessas áreas onde ocorrem fortes interferências, visto que compreendem um alto nível de endemismo diretamente impactados pela ocupação humana (Mittermeier et al., 2011; Gomes-Da-Silva E Forzza, 2021), acarretando mudanças generalizadas do uso do solo (Mittermeier et al., 2011) e, esbarrando em promessas ambientais nacionais (Crouzeilles et al., 2019) sem a devida aplicabilidade. Esse uso e ocupação do solo vêm tensionado, de forma exponencial, os diversos conjuntos florestais que caracterizam o bioma mata Atlântica.

A expansão das áreas urbanas ocorreu principalmente perto das grandes cidades e áreas metropolitanas, devido ao mercado imobiliário para o segundo agregado familiar para o lazer no campo. As áreas urbanas expandiram-se sobre pastagens, agricultura e florestas nativas (Teixeira et al., 2009).

Nesse ínterim, o meio ambiente acumulou gradualmente impactos ambientais e experimenta o mesmo destino de outras florestas tropicais do mundo, que vêm sofrendo com os monocultivos como o da cana-de-açúcar, laranja e soja.

Grandes impactos como compactação de solo e uso da água envolvem o agronegócio com as chamadas terras de pastagens de tamanho exagerado, que têm um enorme impacto na conservação da mata Atlântica brasileira. O gado causa grandes impactos em florestas ribeirinhas e, em sistemas ribeirinhos que reduzem o potencial de conectividade da paisagem.

Além disso, a prática da 'coivara', técnica de utilização do fogo para estimular a rebrota de gramíneas exóticas e matar mudas de árvores e arbustos, acaba por queimar fragmentos de floresta. Estas queimadas frequentes, em combinação com a pastagem de gado dentro de fragmentos, se transformam na degradação das florestas próximas (Ribeiro et al., 2011).

De acordo com Kohlhepp (2014), apesar da grande extensão das pastagens distribuídas tanto em pequenas como em grandes propriedades, no Brasil o foco da expansão da produção agrícola baseia-se nas grandes propriedades de monoculturas desde os primeiros ciclos econômicos. Mesmo assim, há ressalva para pequenas propriedades que são essenciais para a produção de alimentos para subsistência dos locais.

Posterior a isso, menciona-se a devastação para introdução da monocultura

açucareira, nos estados do Pernambuco e na Paraíba. Neste caso, notam-se também danos ambientais em virtude de ocupações para fins sociais como construção de moradias. Como exemplo, pode ser citado o município de Cabedelo, também localizado em área de Tabuleiros Costeiros no litoral paraibano, com alto grau de destruição e desmatamentos, com impactos que atingiram a biota da Mata Nacional da Restinga de Cabedelo, área de preservação remanescente da Mata Atlântica paraibana.

Assim, explica que as ações de desmatamento e uso intensivo das terras caracterizam outros tipos de danos ambientais, sentidos nesse ecossistema. Estes, causaram impactos acentuados tanto à cobertura vegetal subjacente a essas manchas florestais, como ao solo, em virtude da retirada de suprimento exógeno do substrato, sendo eles os elementos bióticos capazes de se decompor.

Isto se observa principalmente no Nordeste, onde as áreas desmatadas estão sobre a Formação Barreiras em ambientes de Neossolos Quartzarênicos. O desgaste do substrato ocasionado por essas formas de compressão antrópica iniciadas no período colonial mostra que a retirada da cobertura vegetal gerou danos não só ao índice de vegetação, mas também na redução de espécies nativas do bioma.

Segundo Ribeiro et al. (2011) a mecanização da colheita da cana-de-açúcar causou uma redução na conectividade entre fragmentos florestais, porque árvores isoladas, que tinham a função de servir como trampolins, foram cortadas para facilitar a colheita mecânica.

Embora haja uma perda de cobertura florestal de 1985 a 2017, em 2002 houve uma mudança de área florestal decrescente para expansão. Alguns autores sugerem que a mata Atlântica pode estar a experimentar um processo de transição florestal, devido ao elevado desenvolvimento econômico, ajustamento agrícola à maioria das áreas de produção, redução da população rural e, aumento da preocupação com a salubridade ambiental (Baptista E Rudel, 2006; Igari & Tambosi, 2016; Calaboni et al., 2018).

OS IMPACTOS DAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NOS SOLOS EM ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NOS TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE BRASILEIRO

No Nordeste do Brasil o cultivo da cana-de-açúcar ocupa áreas vastas de

Tabuleiros Costeiros, onde topografia, profundidade e textura do solo favorecem o cultivo. Todavia, várias operações mecanizadas realizadas em pouco tempo sujeitam esses solos a elevadas pressões em condições de umidade favoráveis à degradação física, aumentando o processo de compactação (Pacheco & Cantalice, 2011). São nos Tabuleiros Costeiros, resultados de um processo gradual de modificação do relevo pelo clima durante o Quaternário, onde existem os cerrados edáficos. Essas áreas apresentam solos de caráter arenoso, extremamente entalhados por vales profundos, de acordo com a dinâmica geológica de transgressão e regressão marinha, compreendendo grande número de depressões sob os baixos platôs relacionados à Formação Barreiras de origem sedimentar.

É nessas áreas onde estão situadas as maiores plantações canavieiras. Para tal, a retirada da cobertura vegetal original, descaracteriza a floresta Atlântica, o que de acordo com Pereira et al. (2020), somado à utilização de fertilizantes químicos pela agricultura, leva a uma perda de espécies/biodiversidade e fertilidade do solo, bem como contaminação dos ecossistemas.

Por sua origem sedimentar, os solos dessas regiões apresentam agravantes quanto aos manejos da agricultura, já que a erosão e a perda de nutrientes estão diretamente associadas ao sistema de cultivo, onde se eliminam os resíduos culturais, como é o caso da cana-de-açúcar, com a queima da palhada antes da colheita. Outro problema recorrente nessas áreas, segundo Izidorio et al. (2005), é o da erosão hídrica do solo por meio dos sulcos e entressulcos. Por serem mineralogicamente pobres em matéria orgânica, os diversos manejos podem intensificar a degradação desse ambiente.

Assim, o cultivo da cana-de-açúcar é de atenção global, principalmente frente ao impacto ambiental causado pela utilização de combustíveis fósseis. Isto se dá em virtude da revolução industrial e, pelo fato do álcool da cana-de-açúcar ser uma das biotecnologias mais acessíveis para a geração de energia limpa em substituição ao petróleo (Junior et al., 2011).

Dessa forma, caracteriza-se como a segunda cultura mais importante para o agronegócio brasileiro (Vitti & Mazza, 2002). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de seus principais derivados.

Assim, o açúcar equivale a mais da metade do que é comercializado no mundo e, o etanol está em crescente expansão por conta do uso do biocombustível

em veículos automotores e como alternativa energética (Rezende et al., 2015). No entanto, o setor brasileiro não possui amparo suficiente das políticas públicas, como ocorre com outras culturas, tais como as de soja, arroz e milho.

Os resíduos provenientes da produção de biocombustíveis, como o bagaço da cana, a sua cinza, a torta de filtro e o farelo de mamona, podem ser empregados na formulação de compostos orgânicos e contribuir para a obtenção de fertilizantes com maior teor de enxofre e hidrogênio e rico em silício, os quais podem atuar na redução da sorção de fósforo em solos tropicais.

A queima do bagaço da cana, que vem sendo utilizada para a produção de energia em usinas de açúcar e álcool, gera grande quantidade de cinzas no final da estação de moagem.

A região Nordeste ocupa a terceira posição em área plantada com 11,69 %; nessa região, em primeiro lugar de produção está o estado de Alagoas e, em segundo, Pernambuco que registrou uma safra de 12,8 milhões, seguido pela Paraíba (5,7 milhões de toneladas) e Bahia (4,7 milhões de toneladas).

Em função do exposto, outros problemas da área são apontados como é o caso da compactação dos solos, o que é recorrente nas áreas tropicais (Bangita, 2012). Uma das principais causas da compactação do solo é o tráfego de máquinas que alteram as suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Portanto, tem um impacto direto no rendimento das culturas, bem como manejos inadequados e, na emissão de carbono para atmosfera, crescimento das raízes, diminuição da disponibilidade de água e nutrientes para uso vegetal.

A compactação, uma das principais causas da degradação do solo oferece séria restrição ao desenvolvimento das plantas e é devida, sobretudo, ao uso intenso de máquinas e implementos agrícolas cada vez maiores e mais pesados. Camadas subsuperficiais compactadas por pressões externas de máquinas agrícolas têm maior densidade e menor porosidade do que o solo acima ou abaixo delas. Também apresentam grande variabilidade em profundidade e espessura, tanto de campo para campo e dentro do mesmo campo (Gorucu et al., 2006).

As respostas de muitas culturas agrícolas à compactação do solo são amplamente reportadas, como é a redução da biomassa microbiana do solo sob atividade de florestas regeneradas.

Segundo Oliveira-Filho (2015) um dos parâmetros mais utilizados para avaliar

a intensidade da compactação do solo é a sua resistência à penetração (RSP), relacionada aos diversos atributos do solo indicadores do grau de compactação, como textura, que influencia o comportamento do solo submetido a pressões externas.

De acordo com Oliveira-Filho (2015) a subsolagem é uma das técnicas utilizadas para romper camadas de solo agrícola que sofreram compactação e minimizar seus efeitos. O ideal é realizá-la apenas em áreas com resistência à penetração maior ou igual ao valor crítico e, se forem conhecidas a localização e a espessura da camada compactada (Silva et al., 2004).

O sistema de colheita sem queima da palhada se mostra como uma alternativa eficiente de manejo sustentável, visto que é usada para facilitar o corte manual da cana-de-açúcar. Entretanto, libera para a atmosfera grande quantidade de gases como o CO_2 , N_2O e CH_4 , cuja elevação das concentrações na atmosfera aumenta o efeito estufa, constituindo-se como um dos principais problemas ambientais atuais: o aquecimento global.

Considerando todos os compartimentos de estoque de carbono (planta, palhada e solo) e de fluxos de gases do efeito estufa, foi estabelecido um balanço do carbono em equivalente de C-CO_2 , emitido ou sequestrado pelo manejo sem queima, em comparação ao manejo tradicional com queima.

Desta forma, estudos como o de Campos (2003) evidenciam que o sistema de manejo de colheita sem a queima prévia do canavial pode atuar de maneira significativa no sequestro de carbono em áreas de Latossolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos, aumentando a eficiência do agrossistema cana-de-açúcar onde se expressa de outra maneira na atualidade.

Trabalhos como o de Vieira et al. (2020) mostraram que os teores de nutrientes no solo sob fragmento de mata Atlântica pertencem à classe média ou elevada de fertilidade, indicando a recuperação da fertilidade do solo através da ciclagem de nutrientes.

Por sua vez, os Neossolos Quartzarênicos são considerados ecologicamente frágeis, por serem de baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, além de elevada erodibilidade (Zuo et al., 2008).

Esses solos, quando antropizados, necessitam de um programa rigoroso de aporte de matéria orgânica e nutrientes, para um manejo agrícola sustentável (Carneiro et al., 2009), onde a maior parte de sua capacidade de troca catiônica

advém da fração orgânica do solo (Silva & Miziara, 2011). Vale salientar que a utilização de adubação orgânica não reduz a curto prazo a compactação do solo, avaliada por meio de resistência à penetração e densidade do solo.

Ucker et al. (2016) constataram que independentemente do uso do solo, o K^+ (potássio) apresenta rápida movimentação pelo perfil do Neossolo Quartzarênico. Em adição, comentam que a área sob lavoura de cana-de-açúcar apresenta maiores teores de matéria orgânica, pH e, conseqüentemente, maior capacidade de retenção do K^+ nas camadas superficiais do perfil, do que a área sob Cerrado.

Foi também evidenciado que nessas áreas a movimentação do K^+ pelo perfil do Neossolo Quartzarênico é influenciado pelo regime hídrico adotado; enquanto, na área sob Cerrado, não. O aumento da matéria orgânica do solo é muito importante para aumentar a sua troca catiônica (Araújo et al., 2017).

Posto que, o maior teor de matéria orgânica favoreceu o aumento de estabilidade de agregados no Latossolo Vermelho e no Neossolo Quartzarênico, expresso pelo maior teor de macroagregados e, menor teor de microagregados estáveis em água, na avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial.

Xavier et al. (2012) se dedicaram a observar os efeitos da irrigação localizada na granulometria e em atributos químicos de um Neossolo Quartzarênico. Constataram que a irrigação com microaspersores do tipo difusor e rotativo, no período de 30 meses, não promoveu alterações na granulometria do solo.

Entretanto, os resultados sugerem que a influência do manejo da irrigação sobre os atributos físicos deveria ser monitorada a longo prazo; já os atributos químicos do solo foram sensivelmente afetados pela fertirrigação.

A irrigação favorece acúmulo de Ca^{2+} , Mg^{2+} e P disponíveis nas proximidades dos microaspersores em superfície, e do Na^+ em profundidade, de acordo com a característica de mobilidade de cada elemento. O acréscimo do Na^+ em profundidade implica em um potencial risco de salinização, sugerindo que o manejo da irrigação deve considerar não somente o tipo de microaspersor, mas especialmente a qualidade da água de irrigação e, o comportamento das características físicas e químicas do solo.

De acordo com Silva (2014) a aplicação de vinhaça, independente da rebrota (soqueira) da cana, proporcionou aumentos significativos de K no solo, além de mostrar que o uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar tem potencial de

aumento da produtividade de colmos em torno de 10,5 t ha⁻¹ em solos arenosos. Neles, a vinhaça apresentou, nas camadas de até 40 cm, grande potencial de incremento de K. Para Neossolos Quartzarênicos órticos podem ser aplicados até 300 m³ ha⁻¹ de vinhaça.

Ressaltam-se alternativas que têm sido estudadas, como a utilização dos fenóis produzidos pelo metabolismo secundário dos líquens. Tais estudos mostram uma resposta à recuperação sustentável dos solos em áreas dos cerrados edáficos. Num contexto geral, os fenóis liquênicos exercem um importante papel ecológico e biológico no funcionamento do ecossistema.

De acordo com Lima et al. (2020) os metabólitos secundários atuam como aleloquímicos, ou fornecedores de energia aos microrganismos do solo. Os líquens encontrados sobre os solos dos Tabuleiros Costeiros em áreas de Neossolos Quartzarênicos foram considerados como potentes herbicidas, ou como fitoestimuladores, dependendo da classe de substância extraída do seu talo.

USO DOS LIQUENS COMO PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE SOLOS IMPACTADOS PELAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

A comunidade científica tem desenvolvido diversas abordagens para melhorar a condição dos solos, chamando atenção para novas inserções do tema na educação escolar de nível médio. A inserção dos líquens nos itinerários formativos do ensino de Geografia destaca não somente a importância dos líquens como indicadores ecológicos, mas também sua relação significativa com o solo em áreas de Tabuleiros Costeiros. O estudo desses organismos proporciona aos estudantes a oportunidade de explorar a intrincada ligação entre as características físicas e químicas do ambiente, como o pH e a concentração de poluentes, com a distribuição e diversidade de diferentes espécies de líquens. Tal abordagem permitirá que os alunos alcancem uma compreensão mais profunda das dinâmicas ambientais particulares das regiões de Tabuleiros Costeiros, além de sensibilizá-los para os impactos antrópicos sobre esses ecossistemas sensíveis.

A inclusão de atividades práticas envolvendo a coleta e análise de líquens encontra suporte nas diretrizes nacionais. Ao incorporar o estudo dos líquens nos currículos de Geografia, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver habilidades de coleta de dados, análise científica e interpretação de resultados.

Além disso, essa abordagem pode fomentar atitudes de cidadania ambiental, motivando os alunos a se engajarem na vigilância local da qualidade do ar e, a promoverem iniciativas de preservação do solo e do ambiente (Hughey et al., 2019).

Nas regiões de Tabuleiros Costeiros, a relação entre os líquens e o solo assume uma significância peculiar. A presença de líquens não apenas sinaliza a qualidade do ar, mas também reflete a saúde e as características do solo circundante. Esses organismos desempenham um papel crucial na preservação dos ecossistemas delicados dessas áreas, uma vez que contribuem para a fertilidade do solo, aprimoram sua estrutura física e reduzem a erosão.

A avaliação dos desafios enfrentados nas regiões de Tabuleiros, onde uma pluralidade de ecossistemas, compreendendo o solo e os próprios líquens, está suscetível à degradação, o que ganha importância à luz das apreensões apresentadas.

A degradação do solo nesses domínios configura uma questão de máxima significância, na medida em que influi em ramificações que ecoam por todo o ecossistema, afetando sua saúde e total integridade. A inserção do estudo dos líquens, em paralelo com a análise e preservação do solo, emerge como uma abordagem calculada para não apenas enriquecer a educação geográfica dos estudantes, mas também para aprofundar o entendimento das intrínsecas complexidades inerentes aos ecossistemas costeiros.

As investigações de Santos et al. (2014) ampliam a compreensão dessa interligação entre ecossistemas, ao realçarem que os Cerrados edáficos, reiteradamente presentes nas áreas de Tabuleiros do Nordeste e da Amazônia, evoluíram como resposta aos ciclos glaciais/interglaciais do período Quaternário.

Nesse contexto, modificações climáticas de natureza gradual conduziram a alterações no relevo e nas zonas costeiras (Dos Santos Lima et al., 2020), acentuando a estreita conexão entre processos ambientais e, à configuração dessas distintas paisagens.

Assim, a interação entre a presença de Neossolos Quartzarênicos no estado Paraíba e a espécie *Cladonia verticillaris* permite uma exploração mais profunda das relações intecossistêmicas.

As pesquisas de Ahti et al. (1993) salientam a existência de 22 espécies de líquens pertencentes à família Cladoniaceae em Tabuleiros, abrangendo estados como Paraíba, Pernambuco e Sergipe. Um número significativo dessas espécies

representa descobertas novas para a região, ou mesmo para a comunidade científica, algumas das quais circunscritas ao Nordeste brasileiro. Não obstante, é essencial ressaltar que outros estados permanecem pouco explorados, com tais formações geográficas sendo subestimadas em múltiplos aspectos.

O líquen tem sido tradicionalmente compreendido como uma associação simbiótica estável entre um fungo (micobionte) e pelo menos uma alga verde ou uma cianobactéria (fotobionte). No entanto, estudos recentes estão expandindo essa visão considerando o líquen como um ecossistema autossustentável composto não apenas pelo micobionte e pelo fotobionte, mas também por uma variedade de outros microrganismos (Spiribile et al., 2016).

Essas descobertas revelam que os líquens não são simplesmente uma associação binária entre fungos e fotobiontes, mas são comunidades microbianas complexas. Além do fungo e do fotobionte, os líquens abrigam uma diversidade de bactérias, leveduras e outros fungos. Esses microrganismos adicionais desempenham papéis importantes no funcionamento e na saúde do líquen.

Por exemplo, algumas bactérias podem fixar nitrogênio atmosférico, fornecendo nutrientes essenciais para o líquen crescer em ambientes pobres em nutrientes como os Neossolos Quartzarênicos. Outros microrganismos podem produzir compostos químicos que conferem resistência a patógenos, ou proteção contra estresses ambientais, como radiação ultravioleta. Além disso, certas interações entre os microrganismos do líquen podem influenciar sua fisiologia e adaptabilidade às condições locais.

Portanto, a visão contemporânea dos líquens é de que eles representam ecossistemas microbianos complexos, nos quais o fungo e o fotobionte são os principais protagonistas, mas outros microrganismos também desempenham papéis importantes, sendo consideradas apenas para o estudo o recorte da zona de costa e a família de *Cladoniaceae* (Pereira et al., 2022).

Elkhateeb et al. (2020) pontuaram também que os produtos resultantes do metabolismo secundário dos líquens são exclusivos e, estão concentrados comumente na medula e em menor quantidade no córtex. Além disso, esses organismos precisam de condições ambientais favoráveis para a produção desses metabólitos. Dessa forma, a temperatura, níveis de luz, meio nutriente, pH, dentre outros, são parâmetros fundamentais ao seu bom funcionamento.

É amplamente reconhecido que as substâncias presentes em líquens

possuem comprovada habilidade de formar complexos com íons do solo, resultando na formação de quelatos e, conseqüentemente, promovendo alterações químicas nesse ambiente (Nash III, 2008). Além disso, essas mesmas substâncias podem desempenhar o papel de fonte de carbono para os microrganismos presentes no solo, sendo degradadas em moléculas menores (Silva, 2018).

Conforme apontado por Pereira (1998) os líquens classificados como cladoniformes são integrantes de um hábito terrícola, isto é, têm ocorrência na superfície do solo. Dentre eles destaca-se a família *Cladoniaceae* como sendo a mais representativa.

Na figura 05 é possível observar talos de *C. verticillaris* em seu habitat natural. Muitas espécies de *Cladoniaceae* são encontradas em solos nus, bancos de rochas, e na fase de sucessão pós-fogo, como as áreas de cana-de-açúcar dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro.

Figura 05 – Talos de *Cladonia verticillaris* sobre Neossolo Quartzarênico.



Fonte: autora, 2019.

Vasconcelos (2009) concebeu e direcionou um experimento que envolveu a espécie *Cladonia verticillaris* submetida a solos provenientes de suas localidades naturais, mais especificamente solos do tipo Neossolo Quartzarênico. Essa pesquisa foi conduzida sob condições estritamente controladas de laboratório, empregando um sistema fechado. Além disso, foi empregada uma fonte externa de fosfato de potássio como parâmetro, com a finalidade de amplificar a síntese dos ácidos protocetrárico (PRO) e fumarprotocetrárico (FUM). O propósito primordial desse

inquérito se alicerçou na identificação do possível vínculo entre os compostos fenólicos e os sais intrínsecos ao solo, delineando a hipótese de que tal relação pudesse ampliar a fertilidade do solo. Paralelamente, foi almejado investigar o potencial efeito da fonte de fosfato na biossíntese de PRO e FUM.

As conclusões revelaram que distintas concentrações de soluções fosfatadas engendraram uma produção exacerbada de compostos fenólicos, os quais permearam o solo, intensificando sua capacidade de intercâmbio de cátions e, concomitantemente, aumentando seu pH.

Essa constatação reverberou de forma auspiciosa, uma vez que o solo abordado se caracteriza pela escassez de nutrientes. No contexto do sistema fechado, a adição de água ao solo desencadeou a solubilização dos sais residentes, e por ocasião da subsequente evaporação, os íons exalados puderam ser assimilados pelo líquen, corroborando a ampliação na produção dos referidos fenóis.

Posteriormente, Lima et al. (2020) ratificaram a conexão entre os líquens da família *Cladoniaceae* e os Neossolos Quartzarênicos, visto que as espécies sob avaliação denotaram a aptidão para interagir e reformular esses solos quando utilizados como substrato.

Esta abordagem foi executada por meio de experimentos em colunas, simulando a percolação de substâncias ao longo do perfil do solo (Figura 06).

Outros estudos como o de Pereira et al. (2019) mostram que os líquens da família *Cladoniaceae* interagem com os Neossolos Quartzarênicos modificando o substrato. Experimentos em coluna permitiram aprimorar a compreensão dos efeitos dos metabolitos líquênicos em Neossolos Quartzarênicos. Silva (2018) já havia conduzido um estudo sobre o efeito de talos e extratos obtidos de *C. substellata*, outra espécie da família *Cladoniaceae* presente nesse tipo de solo.

Silva (2018) também realizou experimentos em colunas pelo período de seis meses, visando uma avaliação de longo prazo. Desta forma, os resultados demonstraram que o líquen produziu seu principal composto, o ácido úsnico, em todos os tratamentos, especialmente em condições úmidas, simulando episódios de chuva, e mantendo o funcionamento celular. Por outro lado, a composição química do solo não foi significativamente afetada, exceto pelos valores de pH.

A população microbiana das amostras de solo apresentou grande variabilidade, com redução nos tratamentos nos quais foi aplicado um extrato orgânico contendo ácido úsnico, provavelmente devido às propriedades antibióticas

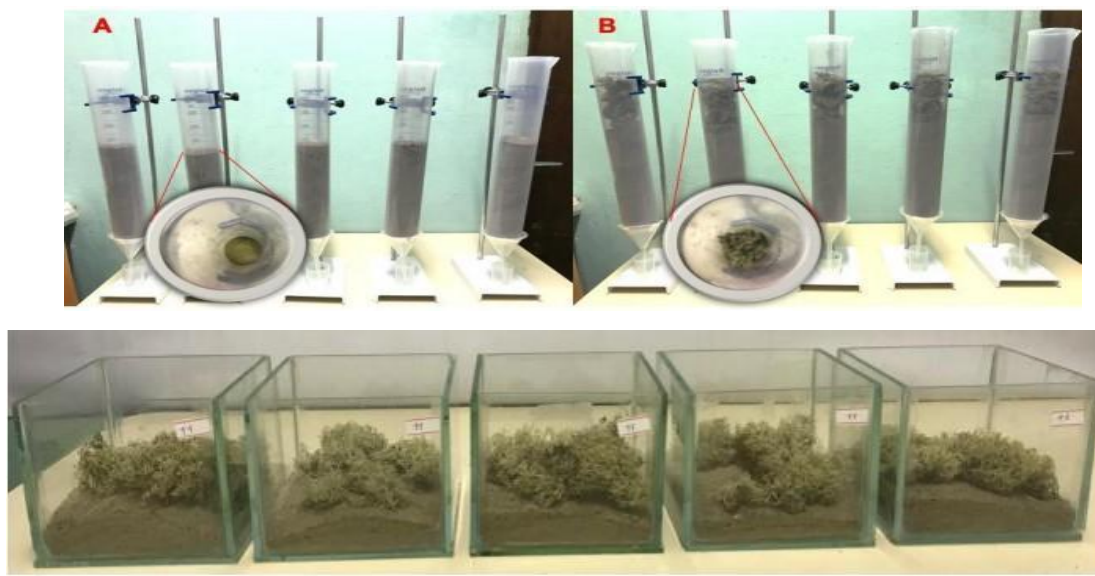
dessa substância. O autor concluiu que tanto o extrato quanto o talo de *C. substellata* são capazes de influenciar a composição química e a biota dos Neossolos Quartzarênicos, resultando em melhorias das suas propriedades.

Trabalhos como o de Silva (2018) mostraram que a degradação da paisagem natural na Mata Atlântica do Tabuleiro costeiro do Nordeste gerou impactos na biota. Os líquens são indicadores cruciais das interações bióticas e abióticas, especialmente na dinâmica do solo e ciclagem de nutrientes.

Com isso, em seu trabalho buscou analisar a interação entre as substâncias do líquen *Cladonia substellata* e Neossolos Quartzarênicos e seu substrato, usando colunas de solo para simular chuva e déficit hídrico. Avaliando teores de fenóis percolados do líquen para o solo e sua capacidade de interação com os Neossolos Quartzarênicos.

Os resultados mostraram que *C. substellata* apresentou maior percolação sob chuva. A umidade melhorou a interação com Neossolos Quartzarênicos. Esses efeitos foram observados devido à capacidade dos líquens de transferir seus metabolitos primários e secundários para as camadas do solo, o que resultou na promoção de mecanismos de recuperação e aprimoramento dos ciclos bióticos, em especial a ciclagem de nutrientes.

Figura 06 - Experimento com Neossolo Quartzarênico e interação entre o talo natural de *Cladonia substellata* com simulação de episódios de chuva e de baixa umidade.



Fonte: Pereira et al 2019

Silva (2014) constatou, por meio de análises experimentais, que a exposição à radiação exerce efeitos significativos sobre o metabolismo e a química do líquen. Especificamente, observou-se uma notável hiperprodução do FUM nos tratamentos nos quais o talo de *C. verticillaris* foi submetido à radiação, sendo essa ocorrência detectada aos 90 e 150 dias de experimento.

Além disso, foi evidenciado que a presença do líquen exerce uma influência positiva sobre os atributos do solo. Tal fenômeno foi atribuído à percolação das substâncias produzidas por *C. verticillaris*, as quais contribuíram para o aumento da população microbiana.

Ademais, essa influência se estende ao incremento nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , resultantes da complexação dos minerais de albita e o microclina. Apresenta a capacidade de melhorar a qualidade do solo, tornando-o mais fértil mediante a liberação de nutrientes.

Santos (2019) usou colunas de PVC com solo e talos liquênicos e fez simulações de chuva e seca que ocorreram ao longo de três meses. Coletas periódicas mediram pigmentos, fenóis e danos celulares no líquen, além de análises de fertilidade do solo. Sob condições estressantes (tratamento seco), o uso de *C. verticillaris* causou danos celulares. Foi observado que os fenóis do líquen foram

transferidos para o solo, possibilitando quelação. Elementos como Cálcio, Magnésio, Fósforo, Carbono Orgânico e Matéria Orgânica interagiram com substâncias líquênicas, complexando elementos químicos. Os resultados indicaram que as substâncias de *C. verticillaris* modificam concentrações de elementos químicos em solos degradados pelo cultivo da cana-de-açúcar.

Vieira (2020) investigou a variabilidade espacial dos atributos químicos e granulométricos do solo, visando estabelecer o número adequado de amostras para uma estimativa precisa da fertilidade, para áreas de mata Atlântica em áreas de regeneração.

A pesquisa investigou a variabilidade espacial dos atributos químicos e granulométricos do solo, visando estabelecer o número adequado de amostras para uma estimativa precisa da fertilidade.

Foram coletadas 60 amostras de solo provenientes de áreas homogêneas com diferentes declives e subdivididas em quatro camadas distintas (0-0,5 m, 0,05-0,10 m, 0,10-0,15 m e 0,15-0,20 m). A estratificação por profundidade demonstrou que os atributos do solo variaram de maneira significativa, refletindo a heterogeneidade das características do solo em diferentes níveis.

Com base nos resultados, foi determinado que a quantidade apropriada de amostras simples para formar uma amostra composta varia para cada camada de profundidade. Para as profundidades de 0-0,05 m, 0,05-0,10 m, 0,10-0,15 m e 0,15-0,20 m, os números ideais de amostras simples foram 13, 37, 13 e 18, respectivamente. Isso ressalta a importância de considerar a profundidade específica ao determinar a quantidade de amostras para análise.

Os resultados também revelaram que os valores das bases trocáveis, do carbono orgânico total (COT), do alumínio (Al) e da saturação por Al (m) decresceram com o aumento da profundidade do solo. Quanto à textura do solo, esta permaneceu constante, sendo classificada como Franco-argiloarenosa.

Notavelmente, os teores de nutrientes identificados no solo sob a regeneração da Mata Atlântica indicaram níveis de fertilidade médios ou elevados. Isso sugere que ocorre uma recuperação da fertilidade do solo devido ao ciclo de nutrientes promovido pelo ambiente de regeneração florestal.

Os líquens se delineiam como perspectivas promissoras para a restauração de áreas atualmente em processo de degradação, simultaneamente harmonizando-se com os aspectos interdisciplinares da educação, em conformidade

com as alterações curriculares nos itinerários formativos.

Mediante estas investigações, a ciência tem ampliado o seu repertório com o propósito de fomentar a produção sustentável, introduzindo abordagens inovadoras no que concerne à gestão e reabilitação do solo, por meio da técnica de biorremediação.

Todavia, é fundamental salientar que ainda não foram adotadas como instrumentos didáticos em nível nacional e estadual. Destarte, há a possibilidade de conceber e empregar de modo abrangente um material didático no âmbito do ensino da biogeografia em todo o país, com vistas a suprir a carência de recursos didáticos nessa área.

CAPÍTULO III - AS MUDANÇAS E AVANÇOS ENTRE A LDB, OS PCN'S, BNCC E O CURRÍCULO DE PERNAMBUCO PARA O ENSINO MÉDIO NA EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E SUA RELAÇÃO COM A MATA ATLÂNTICA E OS TABULEIROS COSTEIROS

Na busca por uma educação mais abrangente e contextualizada, surgem estratégias inovadoras que visam ampliar a compreensão dos alunos sobre temas complexos e relevantes, como os ecossistemas dos Tabuleiros Costeiros e da Mata Atlântica. Neste capítulo foram observados os documentos legais norteados pela LDB, como os PCN'S, a BNCC e o Currículo do ensino médio do Estado do Pernambuco, para mostrar que os novos itinerários formativos são possibilidades de agregar temas regionais como o estudo dos Tabuleiros Costeiros e a Mata Atlântica ao ensino médio. Dessa forma, contribuindo para o melhoramento do currículo de ensino de geografia, se propõe mapear as brechas atuais que tangenciam essas práticas.

A Educação Básica no Brasil está sendo sujeita a transformações substanciais no âmbito das políticas educacionais, especialmente nas que dizem respeito à organização do currículo após a promulgação da Constituição de 1988.

A elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases - LDB 9.394/1996, bem como a implementação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, por meio das modificações propostas pela Lei nº 13.415 de 2017, são reflexos dessas alterações na estrutura dos sistemas de ensino e nas configurações disciplinares.

A Lei 13.415/2017 determina que o currículo do Ensino Médio seja constituído pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por itinerários formativos, que devem ser elaborados considerando as necessidades e interesses locais, ou seja, sob a jurisdição das Secretarias de Educação dos estados e municípios.

Na BNCC, há algumas orientações preliminares sobre os itinerários, porém os detalhes estão mais especificamente delineados na Resolução Nº 3/2018 do Conselho Nacional de Educação. Este, aborda as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Com a implementação da BNCC, cada Secretaria Estadual de Educação (SEE) é responsável por estruturar os seus arranjos curriculares, de acordo com as particularidades regionais. Caso efetivamente posto em prática, esse envolvimento ao nível estadual pode contribuir para a adaptação didática dos

conteúdos disciplinares.

Dentro do panorama educacional brasileiro, os avanços promovidos pelas Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino de Geografia no Ensino Médio têm o propósito de fomentar aprendizagens significativas. Essa abordagem pedagógica está alicerçada em teorias de aprendizado que enfatizam a importância de levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos e o contexto geográfico ao seu redor (PCN do Ensino Médio, 2000).

Uma característica-chave dos PCNs em Geografia é a organização em torno de eixos temáticos. Estes, visam integrar conceitos e conteúdos, proporcionando uma abordagem interdisciplinar e contextualizada dos temas geográficos. Essa perspectiva procura estabelecer conexões entre diferentes aspectos do conhecimento geográfico, com o intuito de promover uma compreensão mais abrangente e profunda dos fenômenos estudados.

No que diz respeito à implementação desses conceitos, a BNCC emerge como um instrumento fundamental, promovendo uma estruturação curricular que norteia a educação no Brasil. Esta Base, em sua abordagem interdisciplinar, serve como um guia para a formulação dos currículos estaduais, como é o caso de Pernambuco, promovendo uma coerência entre os objetivos educacionais nacionais e locais.

No currículo de Pernambuco o meio ambiente é tratado como uma questão central, incentivando a consciência e a responsabilidade ambiental, bem como a busca por soluções sustentáveis para os problemas ambientais.

Ao abordar esses temas de forma integrada e articulada com os conteúdos curriculares das diversas disciplinas, a educação pernambucana busca preparar os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável.

Nesse sentido, os Temas Transversais se configuram como um elemento fundamental para a consolidação de uma educação de qualidade, que promova o pleno desenvolvimento dos estudantes em todas as suas dimensões pessoais, sociais e culturais, mas não se bastam.

O novo ensino médio propõe os Itinerários Formativos, que podem representar uma valiosa oportunidade para enriquecer o currículo de Geografia no estado de Pernambuco. Essa abordagem pode contribuir significativamente para a

promoção de uma educação mais contextualizada, abrangente e alinhada com as necessidades e interesses dos estudantes nessa área do conhecimento.

Com isso, os Itinerários Formativos permitem a ampliação das possibilidades de estudo dentro da disciplina de Geografia. Os alunos podem optar por percursos específicos que abordem temáticas mais aprofundadas, como estudos de caso sobre problemas ambientais regionais, análises de questões socioambientais, ou exploração de aspectos geográficos culturais e históricos específicos da região de Pernambuco. Também podem fomentar o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a consciência ambiental, o trabalho em equipe, o pensamento crítico e, a capacidade de resolução de problemas. Ao permitir que os estudantes escolham caminhos de aprendizagem que estejam alinhados com seus interesses e motivações, a educação em Geografia torna-se mais engajadora e promove a autonomia dos alunos em seu processo educativo.

Logo, visitas a locais de interesse geográfico e ambiental, trabalhos de campo em áreas naturais ou urbanas e, o contato direto com especialistas e profissionais da área podem proporcionar uma aprendizagem mais concreta e significativa. Ademais, ao possibilitar que os alunos se aprofundem em temáticas ambientais relevantes para a realidade de Pernambuco, os Itinerários podem contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e atuantes em questões ambientais, estimulando a participação na construção de soluções para os desafios enfrentados pelo meio ambiente no estado.

Dentro desse contexto, é de suma importância inserir o tema dos impactos ecológicos nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste e da Mata Atlântica nas aulas de Geografia, com o objetivo de conscientizar os alunos sobre a importância desses ecossistemas e da necessidade de sua preservação. No contexto do currículo de Geografia de Pernambuco, o ensino desempenha um papel de suma importância ao analisar e explorar os processos que configuram nosso mundo. Em meio à vasta gama de tópicos abarcados por essa disciplina, a compreensão dos impactos ecológicos nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil emerge como uma questão de profunda pertinência. Assim, é imperativo que essa temática seja incorporada de maneira abrangente nas salas de aula, especialmente considerando a fragmentação ambiental como um dos principais fatores contribuintes.

Os Tabuleiros Costeiros do Nordeste, devido à sua complexidade e riqueza biológica, têm sido alvo de impactos ambientais significativos nas últimas décadas. A

expansão urbana, atividades agrícolas, pecuárias, industriais e o desenvolvimento de infraestruturas exercem uma pressão antropogênica considerável, culminando na fragmentação desses ecossistemas. As consequências desse processo são severas para a biodiversidade, vegetação e serviços ecossistêmicos oferecidos por essas áreas. A subdivisão dos habitats em fragmentos menores e isolados exerce um impacto substancial nas dinâmicas ecossistêmicas e, na sobrevivência das espécies residentes.

Para a conservação da biodiversidade e, a promoção do equilíbrio dos ecossistemas, a redução do tamanho das áreas de vegetação natural e a criação de corredores ecológicos que interliguem essas áreas são fatores de importância crucial. Dessa forma, uma análise abrangente dos processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, em diferentes contextos históricos e geográficos, se torna indispensável.

Além disso, é fundamental contextualizar, analisar e avaliar de maneira crítica as interações entre as sociedades e o meio ambiente, bem como os impactos econômicos e socioambientais resultantes dessas interações.

No âmbito educacional, a inserção da problemática da fragmentação da Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste pode representar uma oportunidade para aprimorar os itinerários formativos do currículo de Geografia de Pernambuco. A introdução desse tema nas salas de aula possibilita que os estudantes aprofundem sua compreensão das causas e implicações da fragmentação, bem como das estratégias para sua mitigação e preservação. Essa abordagem não apenas enriquece o conhecimento geográfico dos alunos, mas também os capacita a explorar e discutir de forma crítica e informada questões socioambientais complexas.

Recentes estudos têm contribuído para elucidar os impactos da fragmentação da mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros e suas implicações para os ecossistemas. Essas investigações oferecem uma base sólida de informações atualizadas que podem ser incorporadas ao ensino, enriquecendo a abordagem pedagógica.

Ao abordar a fragmentação da mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros, os estudantes podem ser envolvidos em atividades práticas, como análises de imagens de satélite para identificar áreas fragmentadas e conservadas, bem como a realização de estudos de campo para avaliar a biodiversidade, a qualidade do solo e a dinâmica dos ecossistemas afetados. Além disso, discussões sobre políticas

públicas, medidas de conservação e a importância da participação comunitária podem ser promovidas, permitindo que os alunos compreendam o papel ativo que podem desempenhar na conservação desses ambientes.

Com o apoio de estratégias de ensino atualizadas, como as propostas de educadores podem engajar os alunos em análises críticas e reflexões, estimulando a formação de cidadãos conscientes e ativos na promoção da sustentabilidade. Dessa forma, a compreensão da fragmentação da Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros se transforma em uma ferramenta poderosa para equipar os estudantes com as habilidades e o conhecimento necessários para enfrentar os desafios ambientais e, contribuir para um futuro mais resiliente.

Diante do panorama corrente de debates no contexto do ensino médio, considerando as iniciativas de reformulação curricular que diminuem a ênfase nas ciências sociais e prejudicam a eficácia das demais disciplinas, o que complicaria a formulação de ações mais contextualizadas, surge a imperativa necessidade de examinar o papel da educação na sociedade e as propostas atualmente em andamento que constituem um retrocesso significativo. Assim, a problemática ambiental origina-se de um processo histórico fundamentado na exploração inadequada da natureza, daí o imperativo de abordar tal questão através de um processo educativo, notadamente por meio de empreendimentos teóricos que culminem em práticas ou pesquisas, consolidando valores que possam catalisar uma transformação cultural, ou seja, uma mudança comportamental.

Pesquisas que investigam a diversidade de espécies de líquens em diferentes tipos de solos, pode ser incorporada ao ensino de Geografia através de abordagens práticas, assim, como em projetos de educação ambiental. Os alunos podem ser incentivados a coletar amostras de líquens e solos, realizar análises comparativas e identificar as correlações entre as espécies de líquens e as características específicas dos solos, como os Neossolos Quartzarênicos. Essa abordagem prática não apenas estimula o pensamento crítico e a observação científica, mas também fomenta a compreensão da relação entre biodiversidade e os fatores geológicos que moldam o ambiente.

Paralelamente, pode ser incorporado ao ensino de Geografia para explorar as implicações mais amplas dessas interações. Os alunos podem ser desafiados a investigar como os compostos fenólicos influenciam a estrutura do solo, a disponibilidade de nutrientes e até mesmo a saúde geral do ecossistema. Isso pode

ser realizado por meio de simulações em laboratório ou estudos de campo, permitindo que os alunos compreendam a complexa teia de interações entre organismos vivos e elementos abióticos, aprimorando suas habilidades de análise crítica.

A união das descobertas de Santos et al. (2022) proporciona uma base sólida para os educadores de Geografia abordarem esses tópicos de forma integrada no ensino. Ao aplicar abordagens práticas e investigativas, os alunos não apenas compreenderão as interações entre líquens e solos, mas também desenvolverão habilidades científicas e uma apreciação mais profunda da interconexão entre os elementos geográficos e, a importância da pesquisa científica na construção do conhecimento geográfico. Assim, em busca de um currículo nacional, nasceu a BNCC e dentro dela os temas transversais. Esses temas constituem eixos estruturantes que atravessam diversas disciplinas e áreas de conhecimento, possibilitando uma abordagem integrada e contextualizada dos conteúdos curriculares.

Essas temáticas são configuradas como temas de transversalidade, ou seja, assuntos que devem ser abordados em conjunto com os conteúdos programáticos. Os temas de transversalidade abordam processos que estão sendo vivenciados intensamente pela sociedade, comunidades, famílias, alunos e educadores em seu cotidiano. Sua importância está principalmente ligada à formação cidadã dos alunos, tendo em vista que os temas mencionados possibilitam a ampliação da visão desses alunos, assim como o debate e a contextualização.

Além disso, essa abordagem proporciona a compreensão dos processos ambientais e suas relações com as atividades humanas, incentivando a adoção de práticas sustentáveis. Para a inserção desse tema na sala de aula, sugiro a utilização de diferentes estratégias pedagógicas que despertem o interesse dos alunos e promovam o aprendizado significativo. Dentre elas:

Estudos de caso: A apresentação de estudos de caso reais sobre os impactos ecológicos nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste e Mata Atlântica, com análises das consequências e das possíveis soluções, estimula a reflexão crítica dos estudantes.

Atividades de campo: Realização de saídas a campo para observação *in loco* dos ecossistemas costeiros e suas transformações, aproximando os alunos da realidade ambiental e incentivando o respeito à natureza.

Uso de recursos audiovisuais: Utilização de documentários, imagens e vídeos que evidenciem os impactos e as consequências da fragmentação dos Tabuleiros Costeiros, tornando o aprendizado mais atrativo e compreensível.

Debates e discussões: Promover debates em sala de aula sobre as questões ambientais e os dilemas enfrentados na conservação desses ecossistemas, estimulando a participação e o diálogo entre os alunos.

Elaboração de projetos: Propor a elaboração de projetos de conscientização e preservação dos Tabuleiros Costeiros, envolvendo ações que possam ser realizadas dentro e fora da escola. Com essas abordagens, o ensino de Geografia torna-se uma ferramenta eficiente para sensibilizar os alunos acerca dos impactos ecológicos nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste e, da necessidade de sua conservação. Dessa forma, contribuimos para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com a sustentabilidade ambiental, preparados para enfrentar os desafios relacionados às questões socioambientais presentes e futuras. Além dos impactos nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, é importante considerar também a fragmentação da mata Atlântica como outro aspecto crucial para a compreensão dos fenômenos ambientais na região. A mata Atlântica, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, tem sofrido um severo processo de fragmentação devido à expansão urbana, desmatamento e outras atividades humanas. A perda contínua de habitats naturais tem ameaçado a sobrevivência de espécies endêmicas e a funcionalidade dos ecossistemas remanescentes.

Nesse contexto, é relevante ressaltar o papel dos líquens como aliados no processo de melhoramento do solo e na recuperação de áreas degradadas. Os líquens são organismos compostos por uma simbiose entre fungos e algas, capazes de colonizar até mesmo ambientes adversos, como solos degradados e rochas, contribuindo para o enriquecimento do solo com nutrientes essenciais para o desenvolvimento de outras plantas. Seu uso em processos de recuperação ambiental tem se mostrado uma alternativa sustentável e eficiente para reverter os impactos causados pela ação humana na natureza.

Inserir esses temas nas aulas de Geografia proporciona uma abordagem integrada dos problemas ambientais do Nordeste, permitindo que os alunos compreendam as interações entre os diferentes ecossistemas e, os impactos resultantes da atividade humana. Ao abordar as questões da fragmentação e do uso de líquens para melhoramento do solo, os estudantes serão instigados a refletir

sobre suas próprias ações e, a buscar soluções sustentáveis para a preservação da biodiversidade e da saúde dos ecossistemas regionais.

Nesse caminho, torna-se altamente valioso o governo disponibilizar recursos para financiar a publicação dos projetos desenvolvidos diariamente nas salas de aula, focados na prática de conservação ambiental das áreas de Tabuleiros Costeiros e restauração da mata Atlântica no Nordeste. Essa iniciativa poderia ser viabilizada por meio da realização de eventos destinados aos professores do ensino básico, ao nível estadual e governamental.

Essa ação representaria um esforço adicional e uma progressão na carreira docente, estabelecendo uma qualificação contínua e comprovada em seus respectivos currículos. A busca incessante de reduzir a lacuna entre os currículos de formação das universidades e o nível secundário visa estabelecer um caminho concreto rumo a uma educação que atenda às necessidades dos objetivos de desenvolvimento sustentável desde sua base. Nesse contexto, a ênfase na pesquisa, publicação e compartilhamento de conhecimento científico entre educadores contribuiria para a consolidação de práticas pedagógicas alinhadas com as demandas ambientais e sociais. Logo, a disseminação de projetos bem-sucedidos e, baseados em evidências, poderia fomentar um ambiente de aprendizado mais engajador e eficaz, em sintonia com as metas de sustentabilidade para o país. Portanto, o financiamento governamental para essas publicações e eventos voltados aos professores demonstra-se como uma estratégia promissora para promover uma educação cada vez mais conectada com as questões ambientais e o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos no âmbito nacional e internacional.

Considerando a relevância dos Tabuleiros Costeiros e da mata Atlântica no Nordeste brasileiro e, a necessidade de promover a conscientização ambiental e ações de conservação, apresento uma proposta de integração dos estudos sobre esses ecossistemas no currículo de Geografia do estado de Pernambuco. A proposta visa fornecer uma educação mais ampla e significativa aos estudantes, capacitando-os a compreender a importância desses ambientes, os impactos ambientais e as medidas de preservação. Posto que somente apresenta um olhar, mas direcionado ao real quando fala das trilhas de inovação e sustentabilidade dentro dos percursos (formativos 5) dentro do currículo de Pernambuco para a 3ª série do médio ou ainda na optativa Meio Ambiente e sustentabilidade com um olhar

empreendedor e não com um olhar crítico, atributo essencial para as ciências geográficas brasileiras.

Já no que tange a BNCC, os temas transversais sobre meio ambiente também apresentam-se de forma generalista, compreendendo apenas direcionamentos ajustados quanto ao organizador curricular por anos letivos.

No entanto, se contradiz quando em sua fundamentação fala de um ensino personalizado que propicie um olhar de cuidado com o meio ambiente e interações com a sociedade. Outro detalhe importante é o fato de que esses temas deixaram de compor as trilhas de Ciências Humanas, localizando-se apenas a cargo das Ciências da Natureza.

Figura 07- Itinerários formativos e trilha de inovação e criatividade (percurso formativo 05) do Currículo de Pernambuco.

Inovação e Sustentabilidade 40h A formação dos professores estará descrita nos Planos de cada Curso	Compreender o conceito de inovação, suas formas, tipos, modelos e sistemas. Entender o conceito de sustentabilidade como parte da proposta de valor das organizações. Desenvolver capacidade analítica e propositiva como competências profissionais no âmbito da inovação e sustentabilidade.	(EMIFFTP10) Avaliar as relações entre a formação escolar, geral e profissional, e a construção da carreira profissional, analisando as características do estágio, do programa de aprendizagem profissional, do programa de trainee, para identificar os programas alinhados a cada objetivo profissional. (EMIFFTP11) Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos sobre o mundo do trabalho para desenvolver um projeto pessoal, profissional ou um empreendimento produtivo, estabelecendo objetivos e metas, avaliando as condições e recursos necessários para seu alcance e definindo um modelo de
--	---	---

597

		negócios. (EMIFFTP12) Empreender projetos pessoais ou produtivos, considerando o contexto local, regional, nacional e/ou global, o próprio potencial, as características dos cursos de qualificação e dos cursos técnicos, do domínio de idiomas relevantes para o mundo do trabalho, identificando as oportunidades de formação profissional existentes no mundo do trabalho e o alinhamento das oportunidades ao projeto de vida.
--	--	---

3.º ANO	1.º SEMESTRE	
PERCURSO FORMATIVO 5 GESTÃO DO CONHECIMENTO E DA INOVAÇÃO		
Unidade Curricular	C/H	Eixo Estruturante
Gestão da Informação e do Conhecimento	40 h	Investigação Científica
Inovação e Sustentabilidade	40 h	Empreendedorismo
Inovação Colaborativa	40 h	Processos Criativos
Cultura Maker	80 h	Processos Criativos
Habilidades socioemocionais e Comportamento Empreendedor	40 h	Empreendedorismo
Total	240 h	

Figura 08 - Organizador Curricular de Geografia (1º ano do Ensino Médio)

Geografia		
ORGANIZADOR CURRICULAR		
GEOGRAFIA		
1º ANO		
HABILIDADES DE ÁREA DA BNCC	HABILIDADES ESPECÍFICAS DOS COMPONENTES	OBJETOS DO CONHECIMENTO
(EM13CHS101) Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.	(EM13CHS101GE01PE) Interpretar o processo de construção do espaço geográfico através da análise de sua formação histórica e configuração atual, avaliando de forma crítica as semelhanças e disparidades constituídas entre estes espaços.	O Espaço Geográfico: a Geografia e seu objeto de estudo; construção e transformação do Espaço Geográfico.
(EM13CHS103) Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros).	(EM13CHS103GE02PE) Distinguir análises sobre o espaço por meio de conceitos geográficos fundamentais que compreendem as estruturas territoriais e regionais, subsidiando o diagnóstico das paisagens naturais e humanizadas, promovendo a reflexão e a constituição de argumentações científicas próprias da Geografia.	Conceitos Geográficos e suas relações: território; região; paisagem; lugar; natureza; sociedade.
(EM13CHS106) Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações,	(EM13CHS106GE05PE) Analisar os fatores que influenciaram na criação e no desenvolvimento cartográfico, entendendo os processos que envolvem a elaboração dos mapas e sua linguagem, relacionando a constituição do conhecimento humano e sua adaptação aos fenômenos naturais.	Cartografia: história e desenvolvimento; orientação e localização; movimentos da Terra e estações do ano; fusos horários; coordenadas geográficas; escalas e projeções cartográficas; mapas temáticos; tecnologias e cartografia.

Figura 09 - Organizador Curricular de Geografia (2º ano do Ensino Médio)

GEOGRAFIA		
2º ANO		
HABILIDADES DE ÁREA DA BNCC	HABILIDADES ESPECÍFICAS DOS COMPONENTES	OBJETOS DO CONHECIMENTO
(EM13CHS104) Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.	(EM13CHS104GE03PE) Analisar o processo de formação da diversidade étnico-racial da população mundial, através da consolidação dos lugares e do pertencimento, reconhecendo a importância do pluralismo cultural na formação de povos e nações.	A formação da diversidade cultural dos povos e nações: África; América; Ásia; Europa; Oceania.

270

(EM13CHS201) Analisar e caracterizar as dinâmicas das populações, das mercadorias e do capital nos diversos continentes, com destaque para a mobilidade e a fixação de pessoas, grupos humanos e povos, em função de eventos naturais, políticos, econômicos, sociais, religiosos e culturais, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a esses processos e às possíveis relações entre eles.	(EM13CHS105GE04PE) Avaliar as relações entre o processo de crescimento das cidades e os movimentos populacionais no campo, ponderando sobre suas origens e resultados na contemporaneidade. (EM13CHS201GE06PE) Entender os fluxos migratórios e financeiros no Brasil e no mundo, considerando sua relação com os fatores socioeconômicos, naturais e culturais, analisando o papel do Estado, dos organismos internacionais e da sociedade civil.	Transformações do espaço e da população: IDH e movimentos migratórios. Urbanização: histórico, características e relações; planejamento e desigualdade socioespacial.
(EM13CHS402) Analisar e comparar indicadores de emprego, trabalho e renda em diferentes espaços, escalas e tempos, associando-os a processos de estratificação e desigualdade socioeconômica.	(EM13CHS402GE15PE) Analisar índices sociais, fornecidos por fontes (nacionalmente e internacionalmente) reconhecidas e fidedignas, relativos à população economicamente ativa e inativa, investigando as diferenças dessas informações entre as diversas camadas da sociedade e analisando os motivos das variações dessas informações no tempo e no espaço.	Estrutura da população mundial: indicadores demográficos; pirâmide etária; desenvolvimento humano; desigualdade social.
(EM13CHS603) Analisar a formação de diferentes países, povos e nações e de suas experiências políticas e de exercício da cidadania, aplicando conceitos políticos básicos (Estado, poder, formas, sistemas e regimes de governo, soberania etc.)	(EM13CHS603GE17PE) Identificar, historicamente e geograficamente, os diferentes sistemas de governo e suas associações com o processo democrático, analisando as relações de poder e as reorganizações estruturais dos territórios, como resultado de conflitos ou de acordos pacíficos no espaço mundial.	Desenvolvimento do capitalismo e suas fases. O Pós Guerra Fria. A Nova Ordem Mundial.
(EM13CHS606) Analisar as características socioeconômicas da sociedade brasileira – com base na análise de documentos (dados, tabelas, mapas etc.) de diferentes fontes – e propor medidas para enfrentar os problemas identificados e construir uma sociedade mais próspera, justa e inclusiva, que valorize o protagonismo de seus cidadãos e promova o autoconhecimento, a autoestima, a autoconfiança e a empatia.	(EM13CHS606GE18PE) Relacionar os índices demográficos com aspectos populacionais de caráter econômico, social, político e cultural de diferentes países e regiões, identificando as disparidades entre as classes sociais, avaliando, ao mesmo tempo, medidas que promovam maior equidade e justiça social.	Estrutura da população brasileira: indicadores demográficos; pirâmide etária; desenvolvimento humano; desigualdade social.

271

Figura 10 - Organizador Curricular de Geografia (3º ano do Ensino Médio)

GEOGRAFIA		
3º ANO		
Habilidades de Área da BNCC	Habilidades específicas dos componentes	Objetos do Conhecimento
(EM13CHS202) Analisar e avaliar os impactos das tecnologias na estruturação e nas dinâmicas de grupos, povos e sociedades contemporâneas (fluxos populacionais, financeiros, de mercadorias, de informações, de valores éticos e culturais etc.), bem como suas interferências nas decisões políticas, sociais, ambientais, econômicas e culturais.	(EM13CHS202GE07PE) Avaliar as diferentes fases e avanços do meio técnico-científico-informacional, analisando sua influência no modo de vida e na organização espacial dos diferentes grupos humanos. (EM13CHS203GE08PE) Entender a constituição dos territórios urbanos e rurais, suas diferenciações e as relações de poder que se consolidam dentro destes espaços, ressaltando a apreciação de áreas, por vezes, consideradas antagônicas.	Os avanços tecnológicos e a economia mundial: Blocos Econômicos; globalização. Atividades econômicas no campo e suas relações com a cidade: agricultura; pecuária; agronegócio; questão agrária; as diferentes relações entre as áreas urbanas e rurais.
(EM13CHS205) Analisar a produção de diferentes territorialidades em suas dimensões culturais, econômicas, ambientais, políticas e sociais, no Brasil e no mundo contemporâneo, com destaque para as culturas juvenis.	(EM13CHS205GE09PE) Analisar as particularidades produtivas entre os países e seus acordos, no mundo globalizado, dando destaque a produção local, suas interligações com o mundo e a inserção dos jovens trabalhadores nesse cenário.	Economia Global: características e histórico; fontes de energia e globalização. Economias locais e mundo do trabalho na era global.
(EM13CHS302) Analisar e avaliar criticamente os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais e às atividades agropecuárias em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais – entre elas as indígenas, quilombolas e demais comunidades tradicionais –, suas práticas agroextrativistas e o compromisso com a sustentabilidade.	(EM13CHS302GE12PE) Analisar os principais problemas ambientais, decorrentes das transformações na dinâmica da natureza, realizadas pelo trabalho humano no campo.	Atividades econômicas no campo e suas relações com a cidade: agricultura; pecuária; agronegócio; questão agrária; as diferentes relações entre as áreas urbanas e rurais.
(EM13CHS303) Debater e avaliar o papel da indústria cultural e das culturas de massa no estímulo ao consumismo, seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à percepção crítica das necessidades criadas pelo consumo e à adoção de hábitos sustentáveis.	(EM13CHS303GE13PE) Entender o processo de transformação dos bens consumidos, as características das produções e o papel desses agentes transformadores na construção do consumo, considerando os princípios da responsabilidade socioambiental.	Indústrias: histórico; tipos e regionalização; desindustrialização; relações com a sociedade e com o consumo.

Visando, então um itinerário formativo personalizado ao estado Curricular de Pernambuco, seguem os objetivos de proposição:

1. Integrar os conhecimentos sobre os Tabuleiros Costeiros e a Mata Atlântica no Nordeste nas aulas de Geografia, permitindo uma visão mais abrangente e contextualizada dos temas ambientais da região.
2. Sensibilizar os estudantes sobre os impactos ecológicos causados pela fragmentação desses ecossistemas e, a necessidade de medidas de conservação e recuperação.
3. Estimular o interesse dos alunos pela temática ambiental, incentivando a participação em ações de preservação e conservação dos Tabuleiros Costeiros e da Mata Atlântica.

Estratégias Propostas:

1. Atualização Curricular: Incluir no currículo de Geografia do Ensino Médio conteúdos específicos sobre os Tabuleiros Costeiros e a Mata Atlântica, abordando suas características, biodiversidade, importância ambiental, fragilidades e ameaças.
2. Recursos Didáticos: Desenvolver materiais didáticos, como livros, apostilas e vídeos, que enfoquem os temas propostos, auxiliando os professores em suas práticas pedagógicas.
3. Formação de Professores: Promover capacitações e workshops para os professores de Geografia, proporcionando conhecimentos atualizados sobre os Tabuleiros Costeiros e a Mata Atlântica e, estratégias de ensino-aprendizagem.
4. Visitas Técnicas: Realizar visitas técnicas a áreas de conservação, unidades de conservação e projetos de recuperação ambiental, aproximando os estudantes da realidade dos ecossistemas e da importância de sua preservação.
5. Parcerias Institucionais: Estabelecer parcerias com instituições de pesquisa, órgãos governamentais e organizações não governamentais envolvidas na conservação dos Tabuleiros Costeiros e da Mata Atlântica, para promover a troca de conhecimentos e experiências.
6. Projetos de Intervenção: Propor projetos interdisciplinares envolvendo os alunos em ações de conservação e recuperação desses ambientes,

incentivando-os a serem agentes de transformação e conscientização.

7. Evento sobre Meio Ambiente: Organizar um evento anual sobre meio ambiente, onde os estudantes possam apresentar pesquisas, projetos e ações relacionadas.
8. Incentivo à Pesquisa: Estimular a realização de pesquisas científicas pelos alunos sobre temas relacionados aos Tabuleiros Costeiros e à Mata Atlântica, promovendo o desenvolvimento de habilidades de pesquisa e análise.

Um processo preocupante na construção do currículo do Novo Ensino Médio é a superficialidade que os temas voltados aos biomas ficam ainda mais breves e tangenciais. No currículo de geografia para Pernambuco, apenas no III bimestre do 1º ano Médio o estudante estudará biomas. As trilhas que apresentam uma preocupação sobre o meio ambiente são de grande preocupação devido a ação de ficar a livre opção de escolha do estudante.

A educação ambiental não deve ser uma opção e sim uma obrigatoriedade, estamos vivendo extremos ambientais no mundo e principalmente no Brasil. Negar as necessidades ou as evidências de estudos em áreas costeiras como a Mata Atlântica, os tabuleiros costeiros e o liquens dentro de sala de aula nas aulas de humanas deixando apenas como artigos obsoletos nas revistas para pares nas bases científicas de natureza não registra desenvolvimento educacional de base.

A redução da carga horária de ciências humanas é outro agravante, quando a maioria das eletivas são direcionadas para ciências da natureza. Como se deixasse as humanidades apenas para a crítica o “lugar de teoria”. Existem trabalhos em áreas ambientais dentro das ciências humanas pertinentes e urgentes. Logo, aproximar esses estudos dos secundaristas em forma de resistência ao Novo Ensino Médio será possível pela utilização de aprendizagem baseada em projetos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em amostra, a presente análise adotou uma abordagem gradual para examinar as mudanças e progressos nos documentos educacionais, desde os PCN's até a BNCC e o currículo de Pernambuco para o Ensino Médio como forma de revisão para professores que precisam de um acesso à literatura de forma concisa e crítica sobre a distância da academia para o ensino médio e como ainda há carência de materiais didáticos nesse sentido. Assim, a literatura revelou uma ausência também de estrutura curricular eficaz para a implementação prática de um ensino voltado para a preservação ambiental nas regiões de Tabuleiros Costeiros e Mata Atlântica. Diante desse cenário, este estudo emerge como um caminho propositivo, destacando a necessidade de ações curriculares concretas que abordam a conservação ambiental de maneira funcional e aplicável nas escolas como o ensino biogeográfico das áreas costeiras. O trabalho aqui apresentado abre portas para futuras iniciativas que busquem preencher essa lacuna, visando a integração efetiva das preocupações ambientais nas práticas educacionais promovendo assim uma conscientização mais abrangente e ativa sobre as complexidades desses ecossistemas específicos, como os líquens e a urgência em elaboração de materiais didáticos feito para professores que estão nessa área tão prejudicada por essas reformas.

REFERÊNCIAS

- ABELHO, M.; GRAÇA, M. A. S. Effects of eucalyptus afforestation on leaf litter dynamics and macroinvertebrate community structure of streams in Central Portugal. **Hydrobiologia**, v. 324, p. 195-204, 1996.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.
- AHTI, Teuvo; Stenroos, Soili; Xavier Filho, Lauro. **Tropical Bryology**, v. 7, p. 55-70, 1993.
- AIDE, T. Mitchell. Identifying hotspots of deforestation and reforestation in Colombia (2001–2010): implications for protected areas. **Ecosphere**, v. 4, n. 11, p. 1-21, 2013.
- ALENCAR, David Johnson Pinheiro et al. Dinâmica da vegetação de solos podzólicos em uma área protegida da mata atlântica. **CIÊNCIAS AGRÁRIAS: O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL-VOLUME 1**, v. 1, n. 1, p. 138-152, 2021.
- ALHEIROS, M.M. et al. (1998). **Sistemas Depositionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental**. XXXV Congresso brasileiro de Geologia, V.2, p. 743-760, Belém – Pará.
- AMORIM, Vanessa da Silva Santos et al. Os benefícios ambientais do plantio de eucalipto: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e318101119604-e318101119604, 2021.
- DE OLIVEIRA, Barbemile de Araújo et al. Espacialidade dos atributos químicos do solo em área de cultivo de bananeira no oeste da Bahia. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 177-188, 2021.
- ARAUJO FILHO, J.C.; CARVALHO, A.; SILVA, F.B.R. e. **Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil**. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. Anais Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p.123-142.
- ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.
- ASNER, G. P., et al. (2009). A contemporary assessment of change in humid tropical forests. **Conservation Biology**, 23, 1386– 1395. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01333>.
- SINGH, Balbir; GILKES, R. J. Weathering of spodumene to smectite in a lateritic environment. **Clays and Clay Minerals**, v. 41, p. 624-630, 1993.
- BANGITA, Boase; RAO, BK Rajashekhar. Impacts of compaction relief treatments on soil physical properties and performance of sugarcane (*Saccharum* spp.) under zonal tillage system. **Geoderma**, v. 189, p. 351-356, 2012.

BAPTISTA, Sandra R.; RUDEL, Thomas K. A re-emerging Atlantic forest? Urbanization, industrialization and the forest transition in Santa Catarina, southern Brazil. **Environmental Conservation**, v. 33, n. 3, p. 195-202, 2006.

EMBRAPA, **Características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros**. In: **REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS**, Cruz das Almas, 1996. Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros; anais. Aracaju: EMBRAPA, CPATC; EMBRAPA, CNPMF; EAUFBFA; IGUFBA, 1996. p.13-24.

JACOMINE, P. K. T. **Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil**. In: Workshop coesão em solos dos Tabuleiros Costeiros. 2001. p. 19-46.

JANZEN, Daniel H. Why mountain passes are higher in the tropics. **The American Naturalist**, v. 101, n. 919, p. 233-249, 1967.

JÚNIOR, José Frutuoso et al. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, 2011.

KIDANE, Moges et al. The impact of land use and land cover (LULC) dynamics on soil erosion and sediment yield in Ethiopia. **Heliyon**, v. 5, n. 12, 2019.

KOHLHEPP, GERD et al. **Colonização agrária no Norte do Paraná: processos geoeconômicos e sociogeográficos de desenvolvimento de uma zona subtropical do Brasil sob a influência da plantação de café**. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2014., p. 383-386, 2014.

KULLBERG, Peter; MOILANEN, Atte. How do recent spatial biodiversity analyses support the convention on biological diversity in the expansion of the global conservation area network?. **Natureza & Conservacao**, v. 12, n. 1, p. 3-10, 2014.

KUDLAVICZ, Mieceslau; DE ALMEIDA, Rosemeire Aparecida. A Reforma Agrária Cercada. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

LAMBIN, Eric F.; MEYFROIDT, Patrick. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. **Land use policy**, v. 27, n. 2, p. 108-118, 2010.

LEWIS, S. L., Edwards, D. P., & Galbraith, D. (2015). Increasing human dominance of tropical forests. **Science**, 349, 827– 831. <https://doi.org/10.1126/science.aaa9932>

PIRATELLI, Augusto; ANDRADE, Viviane A.; LIMA FILHO, Mauri. Aves de fragmentos florestais em área de cultivo de cana-de-açúcar no sudeste do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 95, p. 217-222, 2005.

MABESOONE, J. M.; SILVA, A. Campos E.; BEURLIN, K. Pernambuco, Paraíba e Rio Grande Do Norte. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 2, 1972.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, n. 4, p. 476, 1988.

MAGALHÃES, Dilze Maria Argôlo; LUZ, E. D. M. N.; OLIVEIRA, Marcos Vinícius. *Ophioceras leptosporum* na Mata Atlântica do Sul da Bahia: novo registro para América do Sul. **Agrotrópica (Brasil)**, v. 26, n. 1, p. 79-82, 2014.

MANTYKA-PRINGLE, Chrystal S.; MARTIN, Tara G.; RHODES, Jonathan R. Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 18, n. 4, p. 1239-1252, 2012.

MARQUES, Marcia CM; GRELLE, Carlos EV. The Atlantic Forest. **History, Biodiversity, Threats and Opportunities of the Mega-diverse Forest**. Springer International Publishing, 2021.

MATHER, Alexander S. The forest transition. **Area**, p. 367-379, 1992.

MELLO, M. R. et al. **Organic geochemical characterisation of depositional palaeoenvironments of source rocks and oils in Brazilian marginal basins**. In: **Organic Geochemistry in Petroleum Exploration**. Pergamon, 1988. p. 31-45.

MELO, J. S. **Ensino de geografia nos anos iniciais: panorama, desafios e possibilidades**. 2023. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

MITTERMEIER, Russell A. et al. Global biodiversity conservation: **the critical role of hotspots**. In: **Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 3-22.

MITTERMEIER, Russel A. et al. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 14-21, 2005.

MITTERMEIER, Russell A. et al. **Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots**. In: **Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 3-22.

Ministério do Meio Ambiente (**MMA**). Conselho Nacional do Meio Ambiente. (CONAMA, 2023)

Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética: **MME/EPE**. 2014.

MOLEDO, Júlio Cesar et al. Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. **Geociências**, v. 35, n. 4, p. 512-530, 2016.

MORAES REGO, L.F. (1930) A Geologia do Petróleo no Estado de São Paulo. **Boletim Serviço Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro**, 46, 110p.

MOREAU, Ana Maria Souza dos Santos et al. Caracterização de solos de duas toposseqüências em Tabuleiros Costeiros do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 1007-1019, 2006.

MOTTA, J.F.M. (1991) **Avaliação do potencial geológico para argilas plásticas para cerâmica branca no Estado de São Paulo**. Rio Claro, SP. 177p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP).

MOTA, R. V.; LAJOLO, Franco Maria; CORDENUNSI, B. R. Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa spp.*) durante o amadurecimento. **Food Science and Technology**, v. 17, p. 94-97, 1997.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins. Barreiras: série, grupo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 06, p. 1055-1061, 2014.

MUYLAERT, R. L. et al. Uma nota sobre os limites territoriais da mata Atlântica. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 03, p. 302–311, 11 set. 2018.

NORMAN, Myers. Biodiversity hotspots revisited. **BioScience**, v. 53, n. 10, p. 916-917, 2003.

MYERS, N. The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. **Environmentalist** 10, 243–256 (1990). <https://doi.org/10.1007/BF02239720>.

MYERS, N.. Biodiversity hotspots revisited. **BioScience**, v. 53, n. 10, p. 916-917, 2003.

NASH, I.I.T.H. 2008. **Lichen Biology**. Cambridge: Cambridge University Press. 2ªed.496p.

NUNES, Fabio Carvalho. **Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo** / Fabio Carvalho Nunes e Enio Fraga da Silva. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : **EMBRAPA Solos**, 2011. 31 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 194).

OLIVEIRA-FILHO, Ary T. **Um sistema de classificação fisionômico-ecológico da vegetação neotropical: segunda aproximação**. Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos, v. 2, p. 385-411, 2015.

PEREIRA, Israel Marinho et al. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, v. 57, p. 103-126, 2006.

PACHECO, Edson Patto; CANTALICE, José Ramon Barros. Compressibilidade, resistência a penetração e intervalo hídrico ótimo de um Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 403-415, 2011.

PEREIRA, E. C. **Produção de metabólitos por espécies de Cladoniaceae (líquen), a partir de imobilização celular**. 1998. 240f. 1998. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Botânica)—Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PEREIRA, Eugênia C. et al. Interaction of Cladoniaceae lichens with Quartzarenic Neosols in Northeastern Brazil: a mini review. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 06, p. 2302-2312, 2019.

LIMA, Deyvson Natanael et al. Bioremediation of salinized soils by the lichen *Cladonia substellata* fomented by a nitrogen source and gamma radiation. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 49, p. 78-93, 2020.

PÁDUA ANDRADE, João Carlos et al. A produção de cacau como meio de geração de renda e de recuperação ambiental da mata atlântica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e25110413820-e25110413820, 2021.

PERILLO, L.N., et al, 2021. Disentangling the effects of latitudinal and elevational gradients on bee, wasp, and ant diversity in an ancient neotropical mountain range. **J. Biogeogr.** 48, 1564–1578. <https://doi.org/10.1111/jbi.14095>

PIFFER, P. R., et al. (2022). Ephemeral forest regeneration limits carbon sequestration potential in the Brazilian Atlantic Forest. **Global Change Biology**, 28, 630– 643. <https://doi.org/10.1111/gcb.15944>

PINTO, Luiz Paulo et al. **Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. Biologia da conservação: essências.** São Carlos: RiMa, p. 91-118, 2006. Policy, 27, 98– 107. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.02.001>

PRINCE, STEPHEN D.; et al.; **Projeto Mata Atlântica Salvador. Diagnóstico da Vegetação do Bioma Mata Atlântica na cidade de Salvador/ Ministério Público do Estado da Bahia. Fundação José Silveira.** Ed. rev. e ampliada. - Salvador: [s.n], 20 13.360 p.

RAND, Helmo M.; MABESOONE, J. M. Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 38, n. 3-4, p. 163-183, 1982.

REDO, D. J. et al. (2012) Asymmetric forest transition driven by the interaction of socioeconomic development and environmental heterogeneity in Central America. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 109, 8839– 8844. <https://doi.org/10.1073/pnas.1201664109>.

Relatório anual 2020. **Projeto aprendendo com a Mata Atlântica.** Itu/SP março de 2020.

Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020 - São Paulo, Brasil - **MapBiomas**, 2021 - 93 páginas <http://alerta.mapbiomas.org> RELATÓRIO ANUAL DO DESMATAMENTO NO BRASIL 2020 JUNHO.

REZENDE NASCIMENTO, Paulo Sérgio; DO NASCIMENTO FILHO, José Carlos Benício. Combinação linear ponderada na determinação da capacidade de armazenamento de água subterrânea. **Revista Internacional de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 6-25, 2022.

REZENDE, Camila Linhares et al. Atlantic Forest spontaneous regeneration at landscape scale. **Biodiversity and conservation**, v. 24, p. 2255-2272, 2015.

REZENDE, C. L., Scarano, F. R., Assad, E. D., Joly, C., Metzger, J., Strassburg, B., Tabarelli, M., Fonseca, G. A., & Mittermeier, R. (2018). From hotspot to hopespot: An

opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 16, 208– 214. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>

REZENDE, J. de O. **Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo**. Salvador: SEAGRI-SPA, 2000.

RIBEIRO, Gustavo Lins. Ambientalismo e desenvolvimento sustentado. Nova ideologia/utopia do desenvolvimento. **Revista de antropologia**, p. 59-101, 1991.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. livro.1998.

RIBEIRO, et al. (2011) **The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot**. In: **Zachos F., Habel J. (eds) Biodiversity Hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_21

RYLANDS, Anthony B.; BRANDON, Katrina. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

RODRIGUES, Rulian Pessoa et al. **Qualidade física de solos sob pastagens submetidas a reflorestamentos em épocas distintas**: Pinheiral-RJ. 2021.

ROMANELLI, JOAO P.; MELI, PAULA; NAVES, RAFAELA P.; ALVES, MARCELO C.; RODRIGUES, RICARDO R.. Reliability of evidence-review methods in restoration ecology. **Conservation Biology**, v. 35, n. 1, DEC 2020. (13/50718-5, 19/08533-4, 18/18416-2)

ROSA, M. R., et al. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, 7. 2021.

ROZENDAAL, Danaë MA et al. Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. **Science advances**, v. 5, n. 3, p. eaau3114, 2019.

RUDEL, Thomas K. et al. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 1, p. 23-31, 2005.

RUDEL, Thomas K. et al. Whither the forest transition? Climate change, policy responses, and redistributed forests in the twenty-first century. **Ambio**, v. 49, p. 74-84, 2020.

SANTOS, L. **Interação do talo liquênico de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. no processo de biorremediação de solo sob cultivo da cana-de-açúcar**. v.55, 22 ed.UFPE/CB-2019-236.

SCHWARTZ, Suzana et al. Estratégias para o trabalho com textos na universidade. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e790986209-e790986209, 2020.

SCOLFORO, José Roberto et al. Diversidade, equabilidade e similaridade no domínio da caatinga. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Decidual-Florística, Estrutura, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Manejo Florestal**, p. 118-133, 2008.

SILVA, Adriana Aparecida; MIZIARA, Fausto. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 399-407, 2011.

SILVA, A. K. O. **Biorremediação de solos salinizados procedentes de áreas em processo de desertificação mediante uso do líquen *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr.** Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.

SILVA, J. B. S. 2018. **Interação e dinâmica de substâncias produzidas por *Cladonia substellata* (líquen) com Neossolos Quartzarênicos de Tabuleiros Costeiros do Nordeste.** Dissertação de mestrado em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

SANTOS, Linaldo Severino dos et al. Variação da cobertura vegetal com ênfase na identificação de mancha de cerrado em um perfil topográfico do semiárido pernambucano-Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 317-327, 2022.

SONG, X. P., et al (2018). Global land change from 1982 to 2016. **Nature**, 560, 639–643. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0411-9>

SOUZA, SLOAN, S. (2016). Tropical forest gain and interactions amongst agents of forest change. **Forests**, 7, 1– 23. <https://doi.org/10.3390/f7030055>

SPRIBILLE T. et al. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. **Science**. 2016 Jul 29;353(6298):488-92. doi: 10.1126/science.aaf8287. Epub 2016 Jul 21. PMID: 27445309; PMCID: PMC5793994.

STRASSBURG, B.B.N., Iribarrem, A., Beyer, H.L. et al. Global priority areas for ecosystem restoration. **Nature** 586, 724–729 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2784-9>

SUDING, Katharine et al. Committing to ecological restoration. **Science**, v. 348, n. 6235, p. 638-640, 2015.

TABARELLI, Marcelo; MELO, M. D. V. C.; LIRA, O. C. **A Mata Atlântica do Nordeste.** Rio de Janeiro: MMA, 2006.

TABARELLI, MARCELO et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

TEAGO, Gilson Barbosa et al. Impacto do cultivo misto nas propriedades das madeiras de acácia e eucalipto no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e151943012-e151943012, 2020.

TEIXEIRA, Wenceslau Gerales et al. **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2009., 2009.

TEIXEIRA, Niel Nascimento; DOS SANTOS, Zorai de Santana; JÚNIOR, Dionísio Costa Cruz. Remanescentes de Mata Atlântica da APP Barragem de Morrinhos em Poções–Bahia. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 5, p. e14912541674-e14912541674, 2023

TOPAN, João Gabriel de Oliveira. **Caracterização tectono-estratigráfica da sub-bacia Olinda, bacia Paraíba e embasamento adjacente, NE do Brasil**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

UCKER, Fernando Ernesto et al. Movimentação vertical do íon potássio em Neossolos Quartzarênicos sob cultivo com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1548-1556, 2016.

VASCONCELOS, T. L. 2009. **Influência do fósforo na produção de substâncias transformadoras do solo sob *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 74 p.

VASCONCELOS, T. L.; et al 2013. A natural mechanism of safety developed to prevent ammonium toxicity in the lichen *Cladonia verticillaris*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 98:310-316 pp., 2013.

SAYER, Jeffrey et al. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 110, n. 21, p. 8349-8356, 2013.

VIEIRA, P. S. et al. Amostragem de solo sob mata Atlântica em regeneração para fins de fertilidade. **Revista Geama**, v. 6, n. 1, p. 5–11, 29 abr. 2020.

VITTI, Godofredo Cesar; MAZZA, Jairo Antonio. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agrônomicas**, n. 97, p. 1-16, 2002.

WALTON, G. H. Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein in canola (*Brassica napus*) seed. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, n. 3, p. 339-348, 2000.

WILLIG, Michael R.; KAUFMAN, Dawn M.; STEVENS, Richard D. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 34, n. 1, p. 273-309, 2003.

WORSTER, William Thomas. The evolving definition of the refugee in contemporary international law. **Berkeley J. Int'l L.**, v. 30, p. 94, 2012.

XAVIER, Alexandre Teixeira et al. **Variações morfométricas de *Coprophanaeus saphirinus* (Coleoptera: Scarabaeinae) em áreas da Mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais**. 2012.

ZAÚ, André Scarambone. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e ambiente**, v. 5, n. 1, p. 160-170, 1998.

ZOU, Qi-Hong et al. An improved approach to detection of amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF) for resting-state fMRI: fractional ALFF. **Journal of neuroscience methods**, v. 172, n. 1, p. 137-141, 2008.