

Leitura da paisagem verde:

Espacialização da cobertura vegetal em remanescentes da Mata Atlântica, Natal-RN

SESSÃO TEMÁTICA: TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA PAISAGEM

Emmanuelle Séfora Cabral Silva

Professora Doutora do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Facex
(UNIFACEX)

seforasilva@yahoo.com

Ruth Maria da Costa Ataíde

Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo (DARQ/UFRN) e do Programa de
Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
(PPGAU/UFRN)

maria.ataide@ufrn.br

RESUMO

As transformações que o homem imprime no espaço natural têm gerado impactos que alteram a configuração da paisagem e interferem profundamente nas relações e dinâmicas ecológicas. A acelerada expansão das cidades e a consequente degradação dos espaços naturais intensificaram as preocupações associadas aos aspectos ecológicos desde o início dos anos de 1970. Essas questões foram posteriormente aprofundadas por estudos da ecologia da paisagem, sobretudo diante das mudanças climáticas e dos eventos extremos observados em escala global. Este artigo apresenta a estratégia de espacialização e mapeamento da cobertura vegetal aplicada a quatro unidades ambientais da Zona de Proteção Ambiental de Natal, instituída no macrozoneamento do Plano Diretor do município. O método, desenvolvido e aplicado em uma pesquisa de doutorado, teve como objetivo compreender a estrutura da paisagem a partir da distribuição da cobertura vegetal nesses espaços livres. A análise foi realizada a partir da espacialização da extensão territorial vegetada e do processamento dos dados tratados no QGIS, com base em imagens de satélite do Google Earth. Os resultados permitiram estimar a superfície vegetada e diferenciar sua distribuição, classificação e porte, dados que podem subsidiar diagnósticos mais precisos, orientar decisões sobre o manejo e fortalecer estratégias de preservação e conservação ambiental efetivas.

PALAVRAS-CHAVE: Paisagem verde; Remanescentes naturais; Mapeamento QGIS.

ABSTRACT

The transformations imposed by humans on the natural environment have generated impacts that alter landscape configuration and deeply interfere with ecological relationships and dynamics. The accelerated expansion of cities and the consequent degradation of natural spaces have intensified concerns related to ecological aspects since the early 1970s. These issues were subsequently deepened by studies in landscape ecology, particularly in light of climate change and the extreme events observed on a global scale. This article presents a strategy for the spatialization and mapping of vegetation cover applied to four environmental units within the Environmental Protection Zone of Natal, established under the macro-zoning of the Municipal Master Plan. The method, developed and applied as part of a doctoral research project, aimed to understand landscape structure based on the distribution of vegetation cover within these open spaces. The analysis was conducted through the spatialization of vegetated territorial extent and the processing of data in QGIS, based on satellite imagery from Google Earth. The results made it possible to estimate the vegetated surface and to differentiate its distribution, classification, and vertical structure, providing data that

may support more accurate diagnoses, inform management decisions, and strengthen effective strategies for environmental preservation and conservation.

KEYWORDS: Green landscape; Natural remnants; QGIS mapping.

1 INTRODUÇÃO

A configuração espacial das cidades é definida por espaços modificados, adaptados às necessidades da vida humana, cada vez mais artificializados. Entre essas modificações, a supressão da cobertura vegetal, a impermeabilização do solo, as mudanças dos cursos d'água e as alterações decorrentes de ações de terraplenagem são apenas algumas das transformações que o homem imprime sobre o espaço natural e que impactam a paisagem, além de interferir profundamente nas relações e dinâmicas ecológicas.

Os problemas ambientais decorrentes dessas ações têm sido pauta de debates nas conferências internacionais promovidas pela Organização das Nações Unidas (ONU), com mais ênfase desde início dos anos de 1970. O marco foi a 1ª Conferência Internacional sobre Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo, no ano de 1972. Entretanto, a rápida expansão das cidades e a acelerada tendência de degradação dos espaços naturais já sinalizavam as preocupações associadas aos aspectos ecológicos, expressas nos trabalhos de Carl Troll (1950) e Ian McHarg (1969). Posteriormente, outros estudos ganharam destaque como as pesquisas de Richard T. T. Forman e Michel Godron (1981, 1986), e Jianguo Wu (2017), assim como vários outros autores. As pesquisas no campo da ecologia da paisagem têm sido novamente evidenciadas, diante dos impactos das mudanças climáticas nos territórios, observadas em diferentes partes do mundo.

Esse desequilíbrio é resultado de inúmeros fatores, os quais acumulados ao longo dos anos, continuam a comprometer a qualidade ambiental do espaço que ocupamos e conhecemos até hoje. A mudanças acontecem continuamente, pois os ciclos naturais são dinâmicos, mas a velocidade e intensidade das ações antrópicas têm alcançado níveis elevados e imensuráveis (Ricklefs e Relyea, 2016), o que torna urgente a necessidade de se repensar os impactos negativos gerados sobre o meio natural e as consequências para o futuro próximo.

Jurandy Ross destaca que os homens “exigem cada vez mais recursos naturais para suprir as necessidades básicas e as necessidades criadas pelo incentivo ao consumo” (Ross, 1992, p. 18), o que provoca alterações profundas no modo como os recursos naturais são utilizados e o curto tempo para sua recomposição. Dessa forma, a pesquisa elenca a vegetação como protagonista na definição de estratégias de preservação e conservação dos espaços naturais, pois considera-a como elemento primordial na cadeia trófica e na composição da paisagem natural. Destaca-se ainda que as plantas constituem um atributo visível, mensurável e amplamente estudado pela ciência (Myers *et al.*, 2000), sendo também interpretadas como parâmetro de qualidade do meio em que vivemos.

Este artigo objetiva apresentar a estratégia de espacialização e mapeamento da cobertura vegetal, aplicada à um recorte da Zona de Proteção Ambiental (ZPA) de Natal. O método adotado foi desenvolvido e aplicado na pesquisa de tese da primeira autora (Silva, 2025), utilizado para compreender a estrutura da paisagem em quatro unidades ambientais do território, a partir da distribuição da cobertura vegetal desses espaços livres. Para isso, foram utilizadas imagens de satélite como base para a vetorização das extensões vegetadas, diferenciação da distribuição, classificação e porte, diante das feições geradas

no *software* QGIS (QGIS, 2021). Após o mapeamento da extensão territorial de cada unidade, os dados foram sistematizados para as análises de leitura da paisagem.

O trabalho está organizado em três partes, além das considerações finais. A primeira parte evidencia as mudanças e impactos sobre a ausência de espaços vegetados associados ao espaço urbano; a segunda aborda a composição dos remanescentes naturais e sua relevância ecológica; e a última parte, destaca o papel da cobertura vegetal e como ela pode ser utilizada para mensurar a qualidade desses espaços livres. As considerações finais ressaltam algumas reflexões sobre a relevância desses espaços livres vegetados e a necessidade de monitoramento dos problemas ambientais contemporâneos, incluindo os eventos decorrentes das mudanças climáticas.

2 MUDANÇAS ESPACIAIS E EFEITOS AMBIENTAIS

A expansão do tecido urbano e as alterações provocadas no espaço para adaptá-lo às necessidades da vida humana nas cidades têm distanciado o homem da relação com a natureza, aproximando-o de espaços cada vez mais artificializados. Para Milton Santos, o espaço é impregnado por “um sistema de objetos cada vez mais artificiais, povoados por um sistema de ações igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos, ao lugar e a seus habitantes” (Santos, 1994, p. 44), estabelecendo-se uma relação baseada na negação da natureza natural e modificando os principais habitats sobre a biosfera selvagem (McGregor e Cowdy, 2023).

O ser humano é considerado “o maior predador da natureza, e consequentemente, o ser animal que mais se julga capaz de alterar e controlar os ambientes naturais” (Ross, 1992, p. 17), ao consumir e degradar os recursos disponíveis em ritmo superior à capacidade de regeneração natural. Inserida nesse amplo e complexo sistema vivo, a espécie humana tem marcado seu domínio sobre a natureza, provocando impactos cada vez mais extensos e profundos em todos os continentes. Entre esses impactos, o modo de vida urbano impõe transformações associadas à constante supressão da cobertura vegetal, à impermeabilização do solo, às alterações no curso dos corpos d’água e à adoção de sistemas intensivos de produção de alimentos. Como consequência, observa-se a ampliação da geração de esgoto, do descarte indevido de resíduos e da contaminação do solo, entre outros fatores que contribuem para o declínio da biodiversidade.

Nesse contexto, considerando que a zona costeira brasileira reúne as grandes e médias concentrações urbanas, em relação ao interior brasileiro (IBGE, 2023), o bioma Mata Atlântica destaca-se entre os mais afetados pela ação antrópica. Embora apresente “uma biodiversidade superior à da Floresta Amazônica no que toca à variedade de espécies vegetais” (Moraes, 2007, p. 100), a Mata Atlântica foi intensamente transformada ao longo das últimas décadas e ainda “encontra-se sob risco de degradação iminente, diretamente proporcional à pressão da ocupação antrópica desordenada” (Freire *et al.*, 2002, p. 10). Dotado de atributos biofísicos diversos, esse bioma concentra ecossistemas naturais fundamentais para a reprodução e alimentação de espécies terrestres e aquáticas.

Essenciais às dinâmicas ecológicas, esses ambientes também influenciam a escolha de destinos turísticos, fator que tem impulsionado processos de ocupação e adensamento urbano que avança sobre os espaços naturais. Como resultado, intensificam-se a supressão da cobertura vegetal, a fragmentação dos ecossistemas, a desconexão entre os remanescentes, a limitação da dispersão de espécies e a retração dos espaços livres vegetados. Segundo dados do MapBiom (2022), no Brasil restam apenas 24,3% da

extensão original do bioma Mata Atlântica e desse percentual, estima-se que 26,0% seja de vegetação secundária¹. Reduzido e fragmentado, esse bioma tende a ficar ainda menor diante da ausência de planos de ação que priorizem a preservação e conservação desses espaços livres.

Ampliar áreas vegetadas contribui para o equilíbrio das relações ecológicas, favorecendo a biodiversidade animal e vegetal. Contudo, tal medida não deve ser adotada de forma isolada, é necessária uma abordagem integrada e sistêmica. Promover a conectividade entre os remanescentes vegetados mostra-se imprescindível para a manutenção, a regeneração e a recomposição das condições ambientais locais (Galender, 2005). Os espaços livres, nesse contexto, são essenciais para o equilíbrio ambiental no meio urbano sob diversos aspectos (Queiroga e Benfatti, 2007; Tardin, 2008), além de desempenharem papel fundamental na qualidade ecológica e como territórios de suporte à vida de inúmeros organismos (Odum e Sarmiento, 1998).

3 RELEVÂNCIA ECOLÓGICA DOS REMANESCENTES NATURAIS

As florestas tropicais sustentam elevada biodiversidade em razão da ampla variabilidade de habitats que abrigam. Essa heterogeneidade ambiental é decorrente de diferentes condições de luz, pressão, temperatura, concentração de oxigênio, umidade e salinidade, bem como de diferentes recursos alimentares e da presença de predadores (Ricklefs e Relyea, 2016). Nesse contexto, as plantas desempenham papel fundamental na composição desses habitats e, conseqüentemente, na manutenção da elevada diversidade de espécies. Em contrapartida, a supressão da cobertura vegetal decorrente da ação antrópica transforma instantaneamente os espaços naturais em remanescentes de diferentes tamanhos, formas e distribuição, frequentemente desconectados entre si.

A alteração dessa configuração, antes contínua, provoca a fragmentação dos ecossistemas naturais (Faaborg *et al.*, 1993) e produz uma paisagem espacialmente heterogênea (Forman, 1995; Wu, 2008), criada para atender as necessidades humanas (Santos, 1994). Assim como a supressão, outras ações diretas como a poluição dos corpos d'água, a mudança do curso dos rios, o cultivo de monoculturas e a destruição por queimadas, também fragmentam fisicamente os ecossistemas e afetam as dinâmicas ecológicas, reduzindo qualidades paisagísticas relevantes (Macedo e Pellegrino, 1996).

Nesse processo, os fragmentos que se mantêm próximos à condição primária ficam separados por diferentes tipos de cobertura do solo. Especificamente na zona costeira, onde a densidade populacional é mais elevada, o bioma Mata Atlântica está mais suscetível a alterações profundas e permanentes, apresentando-se “como as áreas mais significativas de transformação ambiental e paisagística do litoral brasileiro” (Macedo e Pellegrino, 1996, p. 156).

Os estudos da ecologia da paisagem consideram “[...] o arranjo espacial dos habitats em diferentes escalas, e examina como eles influenciam os indivíduos, as populações, as comunidades e os ecossistemas” (Ricklefs e Relyea, 2016, p. 685). Em composições de significativa heterogeneidade de habitats, as plantas fotossintetizantes representam a

¹ A vegetação secundária é definida pela Resolução do CONAMA nº 417 como “vegetação resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer espécies remanescentes da vegetação primária” (Brasil, 2009, Art. 2º).

camada biótica dos organismos autotróficos que contém clorofila, as quais são responsáveis pela conversão da luz solar em energia. Esses organismos transformam substâncias inorgânicas simples em substâncias orgânicas complexas (Odum e Barret, 2013), essenciais para praticamente todas as formas de vida animal. Além disso, são bastante conhecidas pela ciência (Myers *et al.*, 2000) e fundamentais para subsidiar estudos integrados e aprimorar os instrumentos legais (Lang e Blaschke, 2009) que estabelecem as definições para uso e ocupação do solo.

As plantas desempenham papel fundamental para o equilíbrio ecológico, não só como fonte de alimento e abrigo para outros organismos, mas também estão associadas às condições ambientais, atuando na amenização da sensação térmica, filtragem do ar, permeabilidade e fixação do solo, dentre tantos outros fatores que repercutem também sobre a qualidade da vida humana (Mascaró e Mascaró, 2002). Essas interações ampliam a necessidade do cuidado sobre as formações vegetais, sobretudo àquelas que compõem as paisagens primárias (Silva, 2025).

4 COBERTURA VEGETAL COMO ATRIBUTO BIOFÍSICO MENSURÁVEL

As preocupações com a preservação e a conservação de espaços livres naturais não são recentes. Contudo, nos últimos anos, têm sido enfatizadas diante dos recorrentes e violentos eventos climáticos extremos que comprometem produções agrícolas, geram deslizamentos de terra, provocam inundações e destruições de florestas por dissipação de queimadas, entre outros impactos. A proposta de mapeamento da cobertura vegetal de espaços livres baseia-se na ideia de compreender as condições ambientais em fragmentos naturais, inseridos no tecido urbano, como recurso para reforçar a visibilidade dos atributos biofísicos e fortalecer os princípios de preservação e conservação previstos para territórios legalmente protegidos e outros que possam ser instituídos com tal.

Entre os atributos biofísicos, a cobertura vegetal foi adotada como parâmetro fundamental por ser entendida como elemento essencial à sobrevivência de inúmeras outras espécies. Estima-se que as plantas representem entre 9 e 10% dos organismos vivos atualmente conhecidos (Mora *et al.*, 2011; Royal Botanic Gardens, 2023). Entretanto, “em 2020, apenas 28% de todas as espécies de plantas conhecidas tinham sido registradas como tendo algum tipo de avaliação de conservação e, em 2022, apenas 18% das espécies de plantas conhecidas tinham avaliações na Lista Vermelha da IUCN”² (Royal Botanic Gardens, 2023, p. 81), revelando a grandiosidade da biota, o quanto ainda tem-se a conhecer e a urgência sobre estratégias que minimizem os riscos de extinção. Os estudos pressupõem maior biodiversidade nas regiões dos trópicos, porém muitas espécies ainda não são conhecidas pela ciência e talvez nem cheguem a ser, diante das alterações provocadas pelos eventos extremos.

A vegetação é um dos quatro elementos básicos da paisagem, associada ao suporte físico, à estrutura de drenagem e ao tecido urbano (Freire *et al.*, 2002). Evidenciá-la como atributo mensurável para a qualidade dos ecossistemas naturais, passível de caracterização e monitoramento, destaca a necessidade de tê-la como elemento chave para ações e

² A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) é uma organização que apoia ações de conservação e proteção da natureza, visando o uso dos recursos naturais equitativo e sustentável. É a maior e mais diversa rede ambiental que utiliza ferramentas e conhecimentos científicos para salvar espécies ameaçadas de extinção em todo o mundo.

regramentos que visam a preservação e conservação do meio ambiente. Não apenas como um recurso estético, mas como componente vivo e essencial à cadeia trófica, em um arranjo amplo e complexo, associada às funções ecossistêmicas indispensáveis à vida. Esse entendimento reforça a importância da flora para o equilíbrio ecológico e reafirma o papel das plantas como fonte de alimento, abrigo e base para a reprodução de diversas espécies, assim como recurso que viabiliza a sobrevivência humana e o contexto da composição da paisagem (Dramstad, Olson e Forman, 1996; Lang e Blaschke, 2009; Odum e Barret, 2013).

A leitura da paisagem apresentada neste artigo foi desenvolvida para uma pesquisa de tese (Silva, 2025), na qual o método foi aplicado em quatro das dez unidades ambientais que compõem a ZPA em Natal (Figura 1). Para caracterização desses espaços livres e compreensão da estrutura da paisagem foram utilizadas imagens de satélite georreferenciadas do *Google Earth*, no sistema de coordenadas UTM³ SIRGAS2000 para a zona 25S, com resolução espacial de 2,0 m.

Figura 1: ZPA em Natal e as quatro unidades ambientais pesquisadas.



Fonte: Silva (2025).

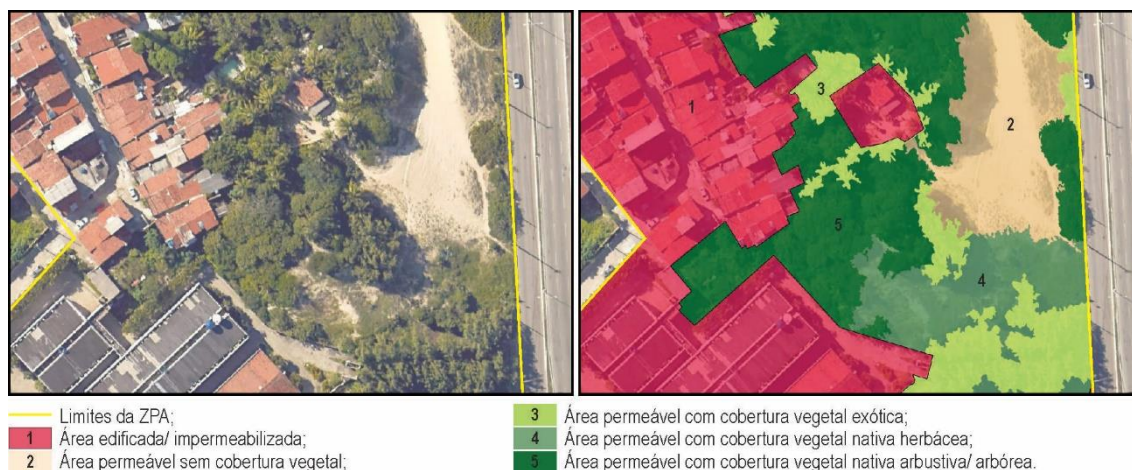
A relevância da compreensão do atributo correspondente à cobertura vegetal vai além da sua presença quantitativa nesses espaços. Particularmente, essas unidades resguardam ecossistemas de recifes, praia, restinga, mangue, dunas, mata atlântica e tabuleiro

³ Sistema de coordenadas que se baseia na projeção cartográfica global. A sigla refere-se a Universal Transverse Mercator que reduz as distorções oriundas da curvatura do globo e permite o uso de imagens de satélite no formato plano.

costeiro com parcela significativa de cobertura vegetal nativa (Silva, 2025). Espaços livres com expressiva extensão vegetada são determinantes no equilíbrio ecológico e ampliam suas funções ambientais quando conectados a outros espaços verdes, possibilitando a movimentação de espécies e, conseqüentemente, a dispersão e variabilidade genética das populações (Odum e Barret, 2013; Ricklefs, 2003; Ricklefs e Relyea, 2016).

Na aplicação do método, a cobertura do solo foi identificada em cada unidade ambiental a partir do olhar da primeira autora e diferenciada em feições, utilizando-se o *software* QGIS 3.22.9 (QGIS, 2021), um Sistema de Informações Geográficas (SIG). O reconhecimento da cobertura vegetal permitiu estimar a superfície vegetada, bem como sua distribuição, classificação e porte, diferenciando as composições nativas e exóticas, além dos estratos vegetais herbáceo e arbustivo/ arbóreo. Cada polígono foi identificado conforme a presença e caracterização da cobertura vegetal. Foram diferenciadas as áreas ocupadas por edificações, áreas sem qualquer cobertura do solo e áreas cobertas por vegetação, esta última classificada em vegetação exótica e nativa, categorizada em estrato herbáceo e arbustivo/arbóreo (Silva, 2025) (Figura 2).

Figura 2: Recorte do mapeamento com a imagem de satélite e as feições produzidas no QGIS.



Fonte: Silva (2025).

Essa classificação foi fundamentada no entendimento de que espécies exóticas também podem desencadear desequilíbrios ecológicos. Portanto, compreender se a estrutura da paisagem natural é constituída por uma cobertura vegetal nativa de maior porte, capaz de proporcionar condições ambientais mais estáveis, pode reforçar as diretrizes de preservação e conservação dos ecossistemas naturais. O mapeamento do recorte espacial foi feito entre 2021 e 2025⁴, validado por meio de visitas *in loco* e de registros fotográficos aéreos obtidos com a utilização de um drone. A ZPA 7 (Figura 3A) e a ZPA 10 (Figura 3B) são unidades menores em extensão e com acesso livre ao interior. Na ZPA 2 (Figura 3C) e na ZPA 6 (Figura 3D), além de serem mais extensas, o acesso é restrito e controlado. Nestas últimas, as fotografias aéreas auxiliaram sobretudo nas porções do território mais internas e de difícil acesso.

⁴ Período de desenvolvimento da pesquisa de tese da primeira autora. O mapeamento foi iniciado na unidade reconhecida como ZPA 10 e em sequência foram tratadas a ZPA 7, a ZPA 2 e a ZPA 6. O drone foi um recurso adicional e fundamental no último ano da pesquisa.

Figura 3: Extensão da cobertura vegetal nativa em cada uma das quatro unidades analisadas.



Fonte: Produzido pela primeira autora, 2025.

A leitura revela duas unidades mais suscetíveis às ações antrópicas, com percentuais de cobertura vegetal inferiores a 50%, com 49,60% na ZPA 7 e 42,80% na ZPA 10. Nessas duas unidades, a extensão coberta por espécies nativas arbustivas e arbóreas são proporcionalmente menores, com 17,58% e 22,61% respectivamente, marcadas pela

presença de espécies exóticas. Em contrapartida, as unidades correspondentes às unidades da ZPA 2 e ZPA 6 apresentam uma extensão de vegetação nativa mais expressiva, que correspondem a 95,36% e 83,28%, com percentuais de espécies nativas arbustivas e arbóreas estimados em 83,25% e 70,76%, respectivamente. Estas unidades inserem-se em contextos históricos distintos: a primeira é uma Unidade de Conservação Estadual (Rio Grande do Norte, 1979) e a segunda está sob tutela da Força Aérea Brasileira, vinculada ao Centro de Lançamento Barreira do Inferno, delimitada pelo Plano Diretor como uma Área Especial Militar (Natal, 2022). Além disso, são frações com controle de acesso público, o que contribui para a ocorrência de ações antrópicas menos impactantes.

O Plano Diretor de Natal em vigor estabelece que a conexão dos espaços livres vegetados é uma das diretrizes aplicadas para a promoção de “interligações entre os espaços livres e áreas verdes de relevância ambiental, integrando-os por meio de vias verdes, corredores e trampolins ecológicos com vegetação composta por espécies nativas da flora regional” (Natal, 2022, Art. 138). Entretanto, esta diretriz não se reflete efetivamente como estratégia de proteção desses espaços. Outros estudos identificaram que as definições para a proteção ambiental de frações do território, instituídas pelo município como ambientalmente protegidas, apresentam inconsistências no texto da lei e fragilidade quanto à ausência de compatibilização com os estudos ambientais realizados (Silva e Ataíde, 2024). Embora formalizadas com “intensões protetivas” essas unidades ambientais estão constantemente suscetíveis “às pressões decorrentes das ocupações, as quais alteram o equilíbrio ecológico e a conformação das paisagens naturais típicas da franja litorânea” (Silva e Ataíde, 2025, p. 14).

Recorrentemente fragmentados, dispersos e desconectados, os ecossistemas naturais resistem à ocupação e às modificações que o homem provoca no meio ambiente. Seja para a expansão do tecido urbano, para a produção agrícola, para a extração de fontes de combustível ou para a geração de energia, as interferências antrópicas têm provocado alterações significativas nos ciclos naturais, com repercussões associadas à intensificação de eventos climáticos extremos. Nesse sentido, arranjos espaciais reduzidos, fragmentados e descontínuos configuram uma estrutura vulnerável, passível a alterações intensas que afetam as relações ecológicas e as dinâmicas dos ciclos naturais, influenciando na qualidade dos habitats e na movimentação das espécies.

Composições vegetais robustas tendem a apresentar condições mais estáveis e a ampliação de espaços livres vegetados pode constituir uma estratégia relevante para desacelerar as mudanças extremas que estamos vivenciando. Contudo, compreende-se que espaços livres reservados à proteção ambiental requerem estudos sistemáticos e monitoramento contínuo para fortalecer as relações ecológicas que favoreçam a estabilidade, conforme a configuração de cada ecossistema que envolve.

A presença de espécies nativas constitui a base dos recursos essenciais para a manutenção dos ciclos de vida, sendo as condições dos ecossistemas naturais fator igualmente determinante nesse conjunto. O estudo da estrutura da paisagem, fundamentado na cobertura vegetal nativa, subsidia dados e estratégias capazes de viabilizar espaços livres vegetados de maior qualidade, em consonância com os ecossistemas correspondentes e com o devido grau de conectividade. Camilo Mora *et al.* destacam que “elevadas taxas de perda de biodiversidade representam um incentivo urgente para aumentarmos nosso conhecimento sobre as espécies remanescentes da Terra” (Mora *et al.*, 2011, p. 5), sendo o conhecimento científico a base para promover condições ambientais que favoreçam a variabilidade genética, a estabilidade dos ecossistemas e melhores condições de vida para espécies animais e vegetais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A supressão vegetal e a crescente tendência de retração dos espaços livres vegetados geram impactos não só na paisagem observada através da visão, mas também na paisagem percebida através dos outros sentidos. O canto dos pássaros, o perfume das flores, a brisa suave e a sombra frondosa de uma árvore que ameniza a sensação térmica em um dia intenso de calor tornam-se mais escassos no meio urbano. Nesse contexto, a presença de espaços livres com atributos que contribuam para melhores condições socioambientais nas cidades deve ser compreendida como um sistema de fatores interdependentes e articulados. Trata-se de um conjunto biodiverso, essencial à manutenção do equilíbrio ecossistêmico.

A composição e configuração dos ecossistemas naturais expressam núcleos de resistência às interferências humanas, as quais têm sido cada vez mais intensas com uma ocupação que avança sobre espaços protegidos que ainda reservam características ambientais originais. Em Natal, aproximadamente 36,69% da extensão territorial do município é instituída como ZPA (Silva, 2025). Entretanto, apesar do município atribuir parte do território à proteção ambiental desde o Plano Diretor de 1994 (Natal, 1994), e reafirmá-lo nos planos subsequentes, tem-se verificado uma desarticulação nos regimentos sancionados a partir de 2022 que comprometem a efetivação dos objetivos de preservação e conservação ambientais. As legislações que disciplinam o uso e ocupação do solo, desde o macrozoneamento até às prescrições urbanísticas que incidem, desconsideram as especificidades dos atributos biofísicos e o papel ecológico da vegetação. Mesmo diante de frações territoriais instituídas como ZPA, as definições tornam-se insuficientes para estabelecer uma proteção ambiental efetiva, visto as fragilidades e inconsistências identificadas nos regimentos mais recentes (Silva, 2025).

Com uma significativa parcela do território sob proteção e abrigando ecossistemas naturais relevantes ao equilíbrio ecológico, as dez frações delimitadas como ZPA tem sido alvo de supressão vegetal, ocupações irregulares, descarte de lixo e outras formas de degradação ambiental. As consequências extrapolam a escala local provocando alterações paisagísticas perceptíveis, com a frequência de chuvas intensas, a saturação da infraestrutura urbana, o avanço do nível do mar, a erosão costeira, dentre outras.

Apesar das dificuldades normativas, o mapeamento viabilizado pelo uso de ferramentas digitais e imagens de satélite auxilia na leitura da estrutura da paisagem natural, além de subsidiar uma base de dados robusta para monitoramento e preservação desses espaços livres a médio e longo prazo. Em uma realidade urbana onde as mudanças são constantes e cada vez mais aceleradas, a atenção às condições dos espaços naturais torna-se imprescindível. A espacialização georreferenciada permite a obtenção e análise de dados que podem auxiliar diagnósticos mais precisos, orientar decisões técnicas sobre o manejo e fortalecer estratégias de preservação e conservação ambiental mais efetivas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa durante o desenvolvimento da pesquisa de tese da primeira autora, bem como ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGAU/UFRN), pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 417, de 23 de novembro de 2009**, 2009. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=598>.
- DRAMSTAD, W. E.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. **Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land Use Planning**. Washington: 1996.
- FAABORG, J. *et al.* Habitat Fragmentation the Temperate Zone : Perspective for Managers. **Status and management of neotropical migratory birds**, p. 331–338, 1993.
- FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics The ecology of landscapes and regions**. 1995.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. Patches and Structural Components Ecology for a Landscape Ecology. **BioScience**, v. 31, n. 10, p. 733–740, 1981.
- _____. **Landscape Ecology**. 1986.
- FREIRE, O. D. DA S. *et al.* **PROJETO ORLA: fundamentos para gestão integrada**. Brasília, 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/arquivos/planejamento/arquivos-e-imagens/secretarias/arquivo/spu/publicacoes/081021_pub_projorla_fundamentos.pdf>.
- GALENDER, F. C. A idéia de sistema de espaços livres públicos na ação de paisagistas pioneiros na América Latina. **Paisagens em Debate**, n. May, p. 1–8, 2005.
- IBGE, I. B. DE G. E E. Censo demográfico 2022: População e domicílios. **Ministério do Planejamento e Orçamento**, p. 75, 2023.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- MACEDO, S. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Do éden à cidade - transformação da paisagem litorânea brasileira. *In*: **Turismo: Espaço, Paisagem e Cultura**. 1ª ed. São Paulo: p. 156–160. 1996.
- MAPBIOMAS. Destaques do mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil de 1985 a 2021 - Mata Atlântica. 2022.
- MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação Urbana**. 1ª ed. Porto Alegre: FINEP, UFRGS, 2002.
- MCGREGOR, A.; COWDY, M. Biourbanism | cities as nature: A resilience model for Anthromes. **Science Talks**, v. 7, n. March, p. 100238, 2023.
- MCHARG, I. L. **Design With Nature**. Nova York: 1969.
- MORA, C. *et al.* How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? **PLoS Biology**, v. 9, n. 8, p. 1–8, 2011.
- MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro**. 2ª ed. São Paulo: 2007.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. February, p. 853–858, 2000.
- NATAL. **Plano Diretor do Município de Natal - Lei Complementar nº 7/1994**. Natal, 1994.

____. **Lei Complementar nº 208, de 07 de março de 2022**, 2022. Disponível em: <https://natal.rn.gov.br/storage/app/media/DOM/anexos/dom_20220308_extra_2072cbe c38c85d8665a08f520ebbf138.pdf>.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 1ª ed. São Paulo: 2013.

ODUM, E. P.; SARMIENTO, F. O. **Ecologia: El puente entre ciencia y sociedad**. México: Mac Graw-Hill Interamericana, 1998.

QGIS, E. DE D. **QGIS Geographic Information System**, 2021. Disponível em: <<https://www.qgis.org>>.

QUEIROGA, E. F.; BENFATTI, D. M. Sistemas de espaços livre urbanos: construindo um referencial teórico. **Paisagem e Ambiente**, n. 24, p. 81–87, 31 dez. 2007.

RICKLEFS, R. E. **Economia da Natureza**. 5ª ed. Rio de Janeiro: 2003.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A Economia da Natureza**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 7.538, de 19 de janeiro de 1979**, 1979. Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/4143_20200204_155236.pdf>.

ROSS, J. L. S. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 17–29, 1992.

ROYAL BOTANIC GARDENS, K. State of the World's Plants and Fungi 2023. 2023.

SANTOS, M. Globalização e meio técnico-científico informacional. **Técnica Espaço Tempo**, p. 94, 1994.

SILVA, E. S. C. **ARQUIPÉLAGOS VERDES URBANOS: Estrutura da paisagem natural na perspectiva da cobertura vegetal em espaços livres protegidos da zona costeira, Natal/RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2025.

SILVA, E. S. C.; ATAÍDE, R. M. DA C. Paisagem natural sob distintas leituras: Remanescentes costeiros em Natal - RN e estratégias de proteção ambiental. **Anais do 7º Congresso de Internacional de Arquitetura da Paisagem**, p. 1–15, 2024.

____. Espaços naturais protegidos em evidência: Procedimentos para a compreensão da estrutura da paisagem de Natal (RN). **Paisagem e Ambiente**, p. 16, 2025.

TARDIN, R. **Espaços livres: sistema e projeto territorial**. Rio de Janeiro: 2008.

TROLL, C. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. **Studium Generale**, v. 3, p. 163–181, 1950.

WU, J. Landscape Ecology. **Encyclopedia of Ecology, Five-Volume Set**, p. 2103–2108, 2008.

____. Thirty years of Landscape Ecology (1987–2017): retrospects and prospects. **Landscape Ecology**, v. 32, n. 12, p. 2225–2239, 2017.