

URB BIO

URBANIZAÇÃO E BIODIVERSIDADE:
Caracterizando a paisagem da Bacia
Hidrográfica do Rio Jaguaribe

Isabelle Montenegro Silva



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Trabalho de Conclusão de Curso II

URBANIZAÇÃO E BIODIVERSIDADE:

Caracterizando a paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe

Monografia de graduação apresentada ao Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Bacharela em Arquitetura e Urbanismo.

Aluna: Isabelle Montenegro Silva
Orientadora: Prof.^a. Dra Paula Dieb Martins

João Pessoa, 2024.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586u Silva, Isabelle Montenegro.

Urbanização e biodiversidade: Caracterizando a paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe / Isabelle Montenegro Silva. - João Pessoa, 2024.
129 f. : il.

Orientação: Paula Dieb Martins.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. João Pessoa. 2. Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. 3. Biodiversidade. 4. Ecologia da Paisagem.
I. Martins, Paula Dieb. II. Título.

UFPB/CT

CDU 72:711(043.2)

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

À Deus, ao qual apontam todas as verdades que eu poderia buscar, por ser um contínuo alicerce nos pesares e fonte de toda a alegria em minha vida.

Aos meus pais, Maria da Conceição e José Reginaldo, por todas as renúncias e pelo imenso esforço para me proporcionar as melhores condições de educação. Agradeço especialmente à minha mãe, pelo cuidado e pela dedicação diária, sempre ao meu lado, oferecendo amor, paciência e encorajamento nos momentos mais difíceis. A senhora é, sem dúvida, meu maior exemplo.

À minha querida irmã, Vitória Montenegro, que sempre acreditou em mim e incentivou minhas capacidades, mesmo quando eu mesma duvidava. Obrigada por trazer alegria aos meus dias e por estar ao meu lado nos momentos em que mais precisei.

Ao meu namorado, Vitor Andrade, pelo suporte e carinho constantes ao longo da minha jornada na graduação. Agradeço por me alegrar em tantos momentos e por ser compreensivo nos dias em que não consegui estar presente como gostaria. Muito obrigada pela ajuda com as imagens deste trabalho e por me incentivar a cada dia.

À minha família, por serem uma fonte de motivação para eu seguir em frente e por me permitirem dar o orgulho da conquista de uma graduação, além de serem meus grandes apoiadores.

Aos amigos que fiz ao longo do curso, especialmente, Sofia Medeiros, Maria Eduarda Negromonte, Luana Santos e Gisele Agatha, que estiveram ao meu lado nos momentos mais desafiadores e também nas grandes conquistas da graduação. Agradeço imensamente por encherem meus dias na UFPB de alegria, pelas inúmeras chamadas de vídeo que realizamos para concluir trabalhos durante a pandemia e por tornarem os fardos mais leves. Não consigo imaginar ter terminado o curso sem vocês ao meu lado.

Aos professores, cujos ensinamentos e experiências moldaram minha visão e atuação como futura arquiteta e urbanista. Em especial, agradeço à Paula Dieb, pela orientação atenta e dedicada ao meu trabalho, por ter aceitado acompanhar seu desenvolvimento e por ser uma grande inspiração profissional para mim.

Aos membros da banca Anneliese Heyden e Luciana Passos, cujas contribuições dadas durante a qualificação foram fundamentais para a evolução e refinamento do trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, estiveram presentes ao longo dessa caminhada – cujos nomes são inúmeros – oferecendo apoio, orientação ou palavras de incentivo. Sou profundamente grata por cada gesto, que me ajudou a chegar até aqui.

RESUMO

A crescente urbanização e as mudanças climáticas experimentadas por todo o globo têm apontado a necessidade de agir com urgência para reduzir a vulnerabilidade socioambiental nas áreas urbanas, em especial, no que diz respeito à conservação da biodiversidade. A biodiversidade e o bem-estar humano estão intrinsecamente ligados, não sendo possível – e tampouco lógico – distanciar a avaliação de fatores sociais e demográficos a questões de cunho ambiental e preservacionista no planejamento de nossas cidades. João Pessoa é uma das capitais brasileiras que sofreu intensas modificações em sua paisagem por conta da urbanização, o que levou à perda de significativas áreas verdes, sendo ora reduzidas, ora fragmentadas ou subjugadas a interesses privados. Consciente das questões apresentadas, o trabalho se propôs a fomentar a investigação da ocupação urbana juntamente à biodiversidade e à organização das áreas verdes, e perguntou-se: Como a configuração de uma paisagem interfere na sua biodiversidade? A fim de responder ao questionamento, foi escolhido o recorte territorial da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, uma área da cidade sujeita a intensos impactos de uso e ocupação do solo, que também preserva importantes remanescentes florestais. Diante dessa escolha, o trabalho teve como objetivo principal caracterizar a estrutura de sua paisagem, identificando consequências de seu padrão na biodiversidade existente e fomentando a dialética entre meio ambiente e urbanização. Para tanto, o estudo se embasou nas premissas e conceitos introduzidos pela disciplina da Ecologia da Paisagem e sua metodologia geral se estruturou em três grandes etapas de desenvolvimento: a revisão de literatura, a caracterização da área de estudo e o diagnóstico da paisagem.

Palavras-chave: João Pessoa; Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe; Biodiversidade; Ecologia da Paisagem

ABSTRACT

The growing urbanization and climate change experienced across the globe have highlighted the urgent need to act in order to reduce socio-environmental vulnerability in urban areas, particularly concerning biodiversity conservation. Biodiversity and human well-being are intrinsically linked, making it neither possible—nor logical—to separate the evaluation of social and demographic factors from environmental and preservation issues in the planning of our cities. João Pessoa is one of the Brazilian capitals that has undergone intense modifications in its landscape due to urbanization, leading to the loss of significant green areas, which have either been reduced, fragmented, or subordinated to private interests. Aware of these issues, this work aimed to foster the investigation of urban occupation alongside biodiversity and the organization of green areas, raising the following question: How does the configuration of a landscape affect its biodiversity? To answer this question, the territorial scope of the Jaguaribe River Basin was chosen, an area of the city subject to intense impacts from land use and occupation, which also preserves important forest remnants. In light of this choice, the main objective of the work was to characterize the structure of its landscape, identifying the consequences of its pattern on the existing biodiversity and promoting a dialogue between the environment and urbanization. To achieve this, the study was based on the premises and concepts introduced by the discipline of Landscape Ecology, and its general methodology was structured into three main development stages: literature review, characterization of the study area, and landscape diagnosis.

Keywords: João Pessoa; Jaguaribe River Basin; Biodiversity; Landscape Ecology

SUMÁRIO

Introdução	1
Capítulo 1: A intersecção entre paisagem e biodiversidade	5
1.1 O que é paisagem?	7
1.2 O papel da biodiversidade	15
1.3 Estratégias para o planejar sustentável	21
1.4 A Ecologia da Paisagem	26
Capítulo 2: O caso da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe	34
2.1 Perspectiva geográfica	37
2.2 Perspectiva histórica	39
2.3 Perspectiva sociodemográfica	46
2.4 Perspectiva ambiental	61
2.5 Perspectiva legal	71
Capítulo 3: Estudo das métricas da paisagem	82
3.1 A estrutura da paisagem	84
3.2 Avaliação da fragmentação	89
3.3 O efeito de borda	96
3.4 A conectividade	101
Considerações finais	108
Referências	115

INTRODUÇÃO

Dentre as características que se pode atribuir às capitais brasileiras, a expansão urbana desordenada é, decerto, compartilhada pela maioria. Segundo o Censo de 2022 (Governo Federal, 2023), mais de 61% da população brasileira reside em aglomerações urbanas. Porém, sabe-se que esse processo de conversão dos espaços naturais em áreas antrópicas causa impactos no meio biofísico – por vezes, irreversíveis –, alterando a dinâmica e biodiversidade locais, sendo frequentemente associada à perda de áreas verdes.

A cidade de João Pessoa (PB) segue o cenário descrito. Com a supressão de grandes áreas verdes e fragmentação de remanescentes florestais, apenas 21% de sua área subsiste coberta por vegetação natural (Serviço Florestal Brasileiro, 2019). Quanto a isso, Pellegrino (2000) sinaliza o atual desafio da dissociação entre cidade e natureza, de modo a serem percebidos como mundos separados espacial e funcionalmente. Alega-se que a permanência em espaços intensamente processados distancia a compreensão da paisagem original, de seus ecossistemas e recursos, nutrindo limites entre o ambiente construído e a paisagem inalterada.

Nesse contexto, o recorte espacial escolhido para a realização do trabalho corresponde a uma porção da cidade de João Pessoa que sofre intensas mudanças em sua paisagem desde a década de 1960: a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. A escolha se deu por conta da área representar um marco da expansão urbana da cidade na direção sudeste (Negrão, 2012), cuja ocupação se deu de forma heterogênea, resultando em desafios tanto de ordem social quanto ambiental nos dias de hoje. Além disso, seus limites abrangem um dos mais importantes remanescentes florestais da cidade, a Mata do Buraquinho, que é responsável pela atenuação climática e a promoção de diversos serviços ecossistêmicos.

Somado a isso, por alcançar áreas densamente ocupadas da cidade, a bacia é submetida a uma grande carga de impactos advindos do uso e ocupação da terra, que geram riscos tanto para a população, quanto para o ambiente natural. Toscano (2000 *apud* Dieb e Martins, 2017) estima que entre os anos de 1944 e 1974, foi retirado o equivalente a 44,72% de sua cobertura vegetal original, e entre 1974 e 1998, mais 15,30%. Tal realidade denuncia a urbanização alheia aos efeitos ambientais e suscita o questionamento: como a configuração dessa paisagem interfere na sua biodiversidade?

O fato é que, nos espaços urbanos, os problemas ambientais geralmente atingem maior amplitude, notando-se a poluição do ar e de recursos hídricos, a homogeneização e perda da biodiversidade, a degradação do solo e do subsolo (Lombardo, 1985, *apud* Londe e Mendes,

2014; Mckinney, 2002). A fim de atenuar esses desequilíbrios, foi desenvolvida uma nova abordagem para pensar a paisagem urbana – a disciplina da Ecologia da Paisagem –, a qual propõe a maior interdependência entre os sistemas naturais e construídos, em que as áreas verdes são fontes primordiais de manutenção das capacidades biofísicas do território e de promoção de qualidade de vida.

Diante disso, o trabalho se utilizou das premissas, conceitos e metodologias introduzidas pelo estudo dessa disciplina, que defende o planejamento sistêmico da paisagem – biocêntrico, e não mais antropocêntrico –, no qual o papel do “planejador” é uma atribuição coletiva, envolvendo o esforço interdisciplinar entre diferentes agentes – englobando arquitetos e urbanistas, biólogos, geógrafos, ecólogos, entre outros (Sandre, 2017).

Nesse sentido, o objeto de estudo deste trabalho se dá na relação entre a urbanização e a biodiversidade sob o olhar da Ecologia da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, tendo como objetivo geral caracterizar a sua estrutura, identificando consequências dos padrões da paisagem na biodiversidade existente e fomentando a dialética entre meio ambiente e urbanização. Para tanto, foi preciso alcançar os seguintes objetivos específicos:

- a. Entender a relação da Ecologia da Paisagem com a urbanização e a biodiversidade;
- b. Realizar caracterização socioespacial e ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe para entender o perfil de ocupação na Bacia atualmente;
- c. Avaliar os elementos e métricas da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, produzindo um diagnóstico sobre como a configuração atual da paisagem afeta na conservação da biodiversidade.

A relevância do trabalho se dá pelo atual cenário de debates sobre as mudanças climáticas e a crise ambiental associadas à biodiversidade por todo o globo. A mais recente Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP28), realizada em 2023, abordou o papel da biodiversidade e dos ecossistemas na contenção dos efeitos climáticos negativos e reforçou a urgência pela reversão da perda de vegetação nativa e do desmatamento até 2030 (Instituto Internacional para Sustentabilidade, 2023). Somado a isso, desde a COP15 da Biodiversidade, realizada em 2022, o Brasil participa do acordo do Marco Global da Biodiversidade, tendo como objetivo a proteção de 30% de todos os ecossistemas do planeta até 2030, reduzindo as suas tendências de degradação (SOS Mata Atlântica, 2023). No entanto, a pouca proteção destinada

ao bioma da Mata Atlântica no Brasil continua sendo uma ameaça ao cumprimento da meta pelo país, que carece de maiores incentivos na preservação de sua biodiversidade.

Consciente dessas problemáticas, o trabalho propõe fomentar a investigação da ocupação urbana juntamente à biodiversidade e à organização das áreas verdes, servindo como base para o planejamento e para intervenções futuras na área abordada. Sua importância se estabelece pela carência de estudos similares no campo da Arquitetura e do Urbanismo, que, advogando pela dialética entre a urbanização e o meio ambiente, se aproximem da compreensão dos efeitos práticos das decisões sobre a biodiversidade. Não se pretendeu, entretanto, esgotar todas as questões relacionadas à temática, pois entende-se ser fundamental as contribuições de profissionais de outras áreas supracitadas para dar continuidade à pesquisa e compor um diagnóstico mais sólido sobre a paisagem.

As ações necessárias para a elaboração do trabalho foram divididas em 3 etapas, que estão listadas a seguir:

1. A primeira etapa consistiu na revisão da literatura que embasou a teoria para a análise e conhecimento do tema do trabalho. A pesquisa envolveu a compreensão de conceitos essenciais, incluindo os conhecimentos sobre a paisagem e suas características, a importância da biodiversidade e os meios para o planejamento sustentável. Também foi realizada a pesquisa sobre a disciplina da Ecologia da Paisagem, seus conceitos, principais premissas e suas implicações no estudo da paisagem. Essa etapa teórica envolveu a análise de artigos, livros, materiais acadêmicos relacionados ao tema e registros de eventos oficiais em prol do meio ambiente.
2. A segunda etapa compreendeu a caracterização da área de estudo. Ela envolveu a consulta bibliográfica tanto de livros e artigos acadêmicos quanto de documentos oficiais. A exemplo, destacam-se os relatórios, leis e decretos do município relacionados à legislação ambiental e ao Plano Direto. Ademais, foi realizada a consulta aos dados sociodemográficos disponibilizados pelo Censo de 2010, por bairro, os quais forneceram informações sobre a disponibilidade de infraestrutura e a desigualdade na bacia. Além disso, foram realizadas visitas in loco para registro fotográfico das condições atuais das áreas tratadas.
3. A terceira etapa diz respeito ao diagnóstico da paisagem, e englobou a revisão, aplicação e análise das métricas de paisagem introduzidas pela Ecologia da Paisagem. Foram mapeadas as áreas verdes existentes no recorte e utilizadas ferramentas de geoprocessamento dos fragmentos de vegetação. A partir disso, considerando os dados

coletados, realizou-se o diagnóstico e a análise com base na literatura revisada. Por fim, o produto final foi uma discussão sobre a análise do estudo de caso.

A partir dessas ações, estruturou-se o trabalho em três capítulos, além desta introdução. O **Capítulo I** abarca a fundamentação teórica deste trabalho, iniciando com a discussão sobre o conceito de paisagem. Ademais, a biodiversidade é introduzida no atual cenário de urbanização e sua importância é destacada. Por fim, são apresentadas estratégias para o planejamento sustentável e a introdução à disciplina da Ecologia da Paisagem, que cria o diálogo entre os pontos abordados anteriormente.

O **Capítulo II** consiste em uma aproximação e caracterização da área do estudo, a Bacia do Rio Jaguaribe. Através de artigos e trabalhos acadêmicos, realizou-se a delimitação do recorte, um breve histórico de ocupação e desenvolvimento de sua paisagem ao longo dos anos. Além disso, com base nos documentos do programa João Pessoa Sustentável, nos relatórios do Novo Plano Diretor do Município e em dados do IBGE, foram investigadas as condições de vida da população e mapeadas as desigualdades sociais e ambientais existentes. Tratou-se ainda de analisar a atuação da legislação ambiental sobre o território e seu reflexo na conservação das áreas verdes.

O **Capítulo III** trata sobre as métricas da paisagem. Sob a ótica da Ecologia da Paisagem, foi realizado um diagnóstico da área em estudo, permitindo o entendimento da estrutura da paisagem e sua contribuição para a biodiversidade local, em reflexão à bibliografia utilizada.

CAPÍTULO I

A intersecção
entre paisagem e
biodiversidade



Nesse capítulo foi realizada uma revisão da bibliografia sobre os conceitos e premissas que auxiliaram no desenvolvimento de todo o trabalho. A partir da pesquisa em livros, artigos, documentos acadêmicos e conteúdos disponibilizados por eventos oficiais, foi possível reunir uma série de conhecimentos complementares entre si, reunidos em 4 subitens por afinidade temática.

O primeiro subitem intitulado de “**O que é paisagem?**” trata da definição e conceito de paisagem, considerando tanto os aspectos subjetivos quanto os objetivos de sua composição. Discutiu-se o papel da arquitetura paisagística no diálogo entre a natureza e o homem, a relação intrínseca entre a qualidade ambiental e a qualidade de vida das pessoas, e a importância das áreas verdes na manutenção dessa qualidade.

O segundo subitem, “**O papel da biodiversidade**”, traz reflexões sobre o cenário global de mitigação dos impactos sobre o meio ambiente; enfatiza a interdependência entre a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano; e, além disso, discorre sobre a urbanização desordenada como um desafio e ameaça à conservação da biodiversidade e busca pela sustentabilidade.

No terceiro subitem chamado “**Estratégias para o planejar sustentável**”, trata-se sobre as variadas ferramentas desenvolvidas no intuito de auxiliar o planejamento sustentável. São abordadas as premissas do Urbanismo Sustentável, a utilização de infraestrutura verde, a promoção de áreas verdes conectadas e a introdução da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Ademais, reflete-se a importância da consideração da biodiversidade como fator imprescindível ao planejamento e a transformação do papel do planejador ao agregar novas áreas de conhecimento.

O quarto subitem, “**A Ecologia da Paisagem**”, discorre sobre o desenvolvimento da disciplina e apresenta alguns de seus conceitos-chave. Reflete-se sobre o surgimento de uma nova ética da paisagem, a associação entre as necessidades humanas e a capacidade dos ecossistemas e sobre os processos que modificam a estrutura da paisagem e seus impactos na biodiversidade.

I.1 O QUE É PAISAGEM?

A noção de paisagem desempenha um papel fundamental na compreensão de sua intrincada natureza. Esta noção não é, no entanto, universal – nem no presente nem o foi no passado –. Desde a modernidade, seu conceito é repercutido sob diferentes conjunções de definições, motivadas por diferentes contextos culturais e interesses disciplinares, que percorreram variados ramos do conhecimento, englobando desde pintores e literários, a geógrafos e arquitetos.

Pode-se dizer então, como atestado por Jean-Marc Besse (*apud* Lima, Ragonha e Schenk, 2023), em sua reflexão sobre os múltiplos sentidos e significados da paisagem em nossa sociedade, que existe uma polissemia referente ao termo, sendo indiscutível a sua transversalidade a muitas áreas de conhecimento diferentes. Cada qual se utilizando da paisagem enquanto objeto de estudo, de suporte, de inspiração ou até de existência (Freire, 2018).

No esforço de examinar o conceito de paisagem ao longo do tempo, Ilana Kiyotani (2014) resgata a evolução do termo e aponta para momentos em que a percepção da definição de paisagem sofreu mudanças mais marcantes. A partir de sua reflexão, foram sintetizados neste trabalho três episódios principais. O primeiro trata da apreciação da paisagem e seu entendimento sob a definição de “natureza contemplativa”, correspondendo, desde o início da Modernidade até por volta do século XVIII, como sinônimo de pintura e exibição de cenas na natureza a fim de atender a valores estéticos.

Nesse sentido, a paisagem é inicialmente apropriada pelos domínios artísticos, sempre acompanhada de um distanciamento físico ao observador, sendo aquilo que se observa ao longe, mas não onde se está de fato. Além disso, era atribuída na sua percepção uma fonte de identidade própria do autor/observador, estabelecida a partir de suas próprias reflexões do que é belo e de como se relaciona com a paisagem registrada.

O segundo momento de entendimento sobre a paisagem marca a tentativa de aproximação do conceito ao método de estudo científico. Este período se dá na transição entre a ciência clássica e a ciência moderna. Antes havia ênfase nos valores pessoais de percepção e subjetivismo artístico, que acabavam por compor uma espécie de senso comum da visão sobre a paisagem. Agora, entretanto, o conhecimento moderno proclama a imparcialidade científica e racional, distanciando-se dos subjetivismos e do senso comum.

Desse modo, a definição de paisagem altera-se de mera observação e constatação estética para uma construção racional inserida no contexto de algumas ciências pioneiras. A esse

respeito, Salgueiro (2001, apud Kiytonai, 2014) relata sobre a inserção da paisagem dentro do ramo da Geografia, e aponta para a sucessão de duas metodologias de definição da paisagem que se sucedem nessa linha do tempo: uma primeira baseada no estudo da fisionomia, voltada para trabalhos descritivos, e outra que passa a relacionar os aspectos físicos e naturais aos humanos, traduzindo-se em uma abordagem mais humanística:

Os estudos da paisagem, inicialmente muito focados na descrição das formas físicas da superfície terrestre, foram progressivamente incorporando os dados da transformação humana do ambiente no tempo, com a individualização das paisagens culturais face às paisagens naturais, sem nunca perder de vista as interligações mútuas (Salgueiro,2001, p.41 *apud* Kiyotani, 2014, p. 33).

Kiyotani (2014) contextualiza esse momento na transição entre a ciência moderna e a ciência pós-moderna, que corresponde ao terceiro momento de mudança na concepção da paisagem, relacionando-se a uma ruptura epistemológica, recuperando as considerações de percepções subjetivas humanas. Assim, a paisagem passa a ser entendida como o resultado de uma interação homem-meio, integrando o papel do homem como construtor e transformador da mesma, ao passo que ele a estuda e observa.

Essa mudança de ponto de vista contribuiu para o questionamento de que não há como entender a paisagem meramente pela observação de seus elementos físicos, mas é imprescindível considerar os aspectos de percepção e sentidos do observador, “afinal não há como avaliar ou descrever uma paisagem sem vê-la por dentro” (Kiyotani, 2014, p. 25).

Outro aspecto levantado sobre a discussão, é o que aponta Michael Collot (1990 *apud* Kiyotani, 2014), no qual ele diz que, na contemporaneidade, o observador não é mais inerte, mas o seu “eu” subjetivo é parte constituinte da leitura da paisagem, à medida que ela própria detém significado.

Essa relação permite entender que a leitura da paisagem passa a abarcar objetividades e subjetividades, sendo os aspectos objetivos expressos por meio de sua fisionomia e dinâmicas naturais (relevo, hidrografia, vegetação, ciclos naturais); e seus aspectos subjetivos explicitados por significados, apropriações, contextos culturais e percepções (Lima, Ragonha, e Schenk, 2023). Dito isto, a paisagem é então, mais que uma extensão territorial contemplada pelo olhar, ou um conjunto de elementos naturais e não naturais, ela é fruto de uma construção social, mantendo relação intrínseca com a passagem do tempo e a sucessão de eventos humanos que a modificaram e que a imbuíram de significado.

Sob essa ótica, há de se considerar que a avaliação da paisagem é submetida ao olhar de seus diferentes observadores. A esse fato o trabalho sinaliza a existência de um “filtro”, inerente a qualquer apropriação das ciências que extrapole atribuições unicamente objetivas. Esse filtro é delineado pelas diversidade de formação, metodologias, concepções próprias e pontos de vista do pesquisador que tenta traduzir a paisagem para sua linguagem própria. Por isso também, entende-se que a cultura é um fator de grande relevância na alteração e significação de uma paisagem, haja vista que representa um momento de impressão digital humana no território e no tempo. Sendo assim, “a paisagem começa a ser entendida por completo à medida que reflete e é reflexo das várias relações sociais e homem-meio existentes” (Kiyotani, 2014, p. 38).

Nesse sentido, a Carta da Paisagem das Américas (2018), ao estabelecer a paisagem como um bem e de direito universal, defende a conexão intrínseca entre a percepção da paisagem e os aspectos culturais, no que ela vai definir o termo como:

Recorte de um território apreendido pela experiência sensível e inteligível da percepção, individual e coletiva, que se revela em um *continuum* de sistemas vivos, naturais e culturais interdependentes, como uma totalidade sintética, no espaço e no tempo (Carta da Paisagem das Américas, 2018, p. 9).

A partir das considerações feitas sobre o desenvolvimento da noção de paisagem, o trabalho estabelece uma breve definição que há de ser considerada nas explorações ao longo da pesquisa de que a paisagem corresponde ao espaço produzido pela inter-relação entre a natureza e o homem, que inclui atributos físicos e culturais – objetivos e subjetivos –, observados a partir de uma determinada escala e recorte no tempo.

Diante disso, compreende-se que o processo de desenvolvimento urbano tem uma potencialidade intrínseca de modificar a paisagem, o que reforça a importância de direcionar as ações humanas em harmonia com os processos naturais. Isso exige uma abordagem proativa no planejamento da paisagem, tratando-a como um elemento central e não apenas como resultado das dinâmicas temporais.

Assim, a arquitetura da paisagem, utilizando a paisagem como fundamento de sua existência e objeto de pesquisa, desenvolve suas atribuições associando o homem à natureza na compreensão de seus diferentes domínios, sejam físicos, sociais ou estéticos.

Freire (2018) atribui a esse campo disciplinar e de atuação profissional a ação refletida e de perspectiva integrada sobre a compatibilização de fundamentos ecológicos, interesses econômicos, de intuítos sociais e culturais, de considerações estéticas e, naturalmente, de princípios éticos, traduzindo-se, no que ela própria referência, como a construção de “[...]”

paisagens biologicamente equilibradas, ecologicamente estáveis, socialmente vividas e belas” (Teles, 1992, p. 10, *apud* Freire, 2018).

No seu modo de atuar, a arquitetura da paisagem parece estar sempre no limiar de conflitos. Pellegrino (2000) constata essa afirmação expressando que essa ciência se estabeleceria tal qual uma ponte entre “a cidade e o campo”, “o interior e o exterior” e o “social e o natural”, promovendo a dialética entre os processos naturais e sociais no espaço.

Essa característica poderia explicar por que o paisagismo foi uma das alternativas modernas na tentativa de construção de congruências entre a natureza e o desenvolvimento, voltando-se a estratégias para ocupações mais salubres e otimizadas da vida no espaço público.

No âmbito desse pensamento, Lima, Ragonha e Schenk (2023) admitem a ocorrência de uma cisão que contribuiu para que as intervenções na paisagem passassem a buscar controlar os impactos dos processos naturais pela supressão da natureza no espaço urbano. Esse controle se daria sob a ênfase na chamada infraestrutura cinza, que correspondem às obras de engenharia que levam à impermeabilização do solo e estratégias para a drenagem artificial do mesmo. Assim, a natureza torna-se invisível, e as técnicas artificiais fornecem soluções provisórias para sua contenção, de maneira a suscitar a dicotomia entre o homem e a natureza:

A natureza, em suas manifestações como a chuva e alagamentos urbanos, por exemplo, é muitas vezes percebida pela população como empecilho, um problema a ser resolvido. O que não se apresenta é a enchente como fruto do processo de urbanização e impermeabilização excessiva do território original. A invisibilização dos processos naturais que dão suporte à vida, como a drenagem através de bocas de lobo e galerias, engendra a dissolução de vínculos entre população e natureza (Lima, Ragonha e Schenk, 2023).

Quanto a isso, Pellegrino (2000) sinaliza o atual desafio da dissociação entre cidade e natureza, de modo a serem percebidas como mundos separados espacial e funcionalmente. Acredita-se que a permanência em espaços intensamente processados distancia a compreensão da paisagem original, de seus ecossistemas e recursos, nutrindo limites entre o ambiente construído e a paisagem inalterada.

Esse distanciamento é também influenciado pela construção de um corpo legal para o resguardo da natureza centrado numa abordagem ambientalista, que minimiza a complexidade da paisagem à noção de meio ambiente, desconsiderando sua relação com o homem, seus significados e percepções. Desse modo, os dispositivos legais estabelecem áreas de restrição ambiental dentro das cidades, porém, muitas dessas não se incorporam ao processo de planejamento urbano. Como resultado, acabam não sendo respeitadas ou não dialogam com o

cotidiano da população, e até se configuram de tal modo fragmentadas que não corroboram com o sentido de definição de uso do espaço, prejudicando sua associação a valores preservacionistas (Pellegrino, 2000).

Outro ponto a ser destacado é que “proteger “ilhas” de natureza em uma paisagem altamente transformada não é um enfoque sustentável” (Pellegrino, 2000), tendo em vista que não corresponde à realidade de interdependência separar onde termina a natureza e onde se inicia a cidade. As questões como a poluição do ar, os serviços ecossistêmicos, o ciclo hidrológico e a poluição de cursos hídricos superam os limites dos territórios ambientalmente protegidos; é preciso considerar esses efeitos.

Vale ressaltar que os serviços ecossistêmicos correspondem a benefícios, de ordem social e ecológica, que as pessoas obtêm da natureza para garantir suas necessidades. Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio, pode-se afirmar que:

[...] incluem serviços de provisão, como alimentos, água, madeira e fibras; serviços de regulação, como regulação do clima, enchentes, doenças, resíduos e qualidade da água; serviços culturais, como recreação, apreciação estética e realização espiritual; e serviços de suporte, como formação do solo, fotossíntese e ciclagem de nutrientes. (Millennium Ecosystem Assessment, 2005, p. 1).

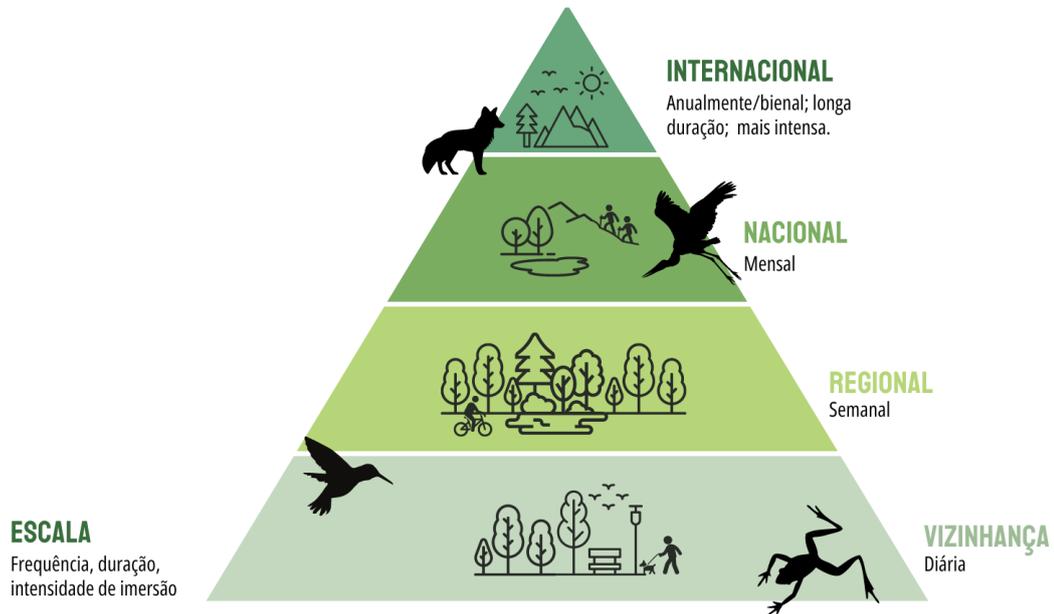
Assim, o papel do planejador se dá em desenvolver diretrizes que considerem a correspondência entre a qualidade ambiental da paisagem e a qualidade de vida das pessoas. Como afirma Pellegrino (2000, p. 162):

O planejador deve encontrar uma forma de permitir que a paisagem venha a participar para o autorreconhecimento de seus usuários, e destes, para com o meio ambiente com o qual interagem, incorporando diretrizes ambientalmente desejáveis para a melhoria da habitabilidade da cidade, sua sustentabilidade e da significação de sua imagem.

Existe um conceito idealizado por Tanya Deckla-Cobb que procura demonstrar quais seriam as quantidades de natureza e os tipos de exposições e experiências naturais necessárias para promover uma vida saudável (Beatley 2012). O modelo da “Pirâmide da Natureza” surge como uma analogia à pirâmide nutricional - embora não advogue o mesmo grau de certeza científica de uma dieta nutricional-, ela desafia a pensar sobre decisões importantes no

planejamento das cidades, refletindo sobre quais oportunidades de natureza se disponibiliza à vida cotidiana e quais decisões sobre a paisagem podem tornar uma melhor qualidade de vida possível. A representação gráfica desse conceito foi realizada por Beatley (2012), servindo como base para a **Figura 01**.

Figura 01. A Pirâmide da Natureza.



Fonte: Modificado pela autora (2024) a partir de Beatley (2012).

Cada camada da pirâmide relaciona oportunidades e experiências na natureza à frequência com a qual fazem parte de nossas vidas. Na base encontram-se as experiências que devem constituir a maior parte de nosso cotidiano, disponíveis à escala do bairro, como momentos episódicos ao observar os pássaros, caminhar por um parque ou ouvir os sons da natureza; no meio da pirâmide localizam-se as atividades que ocorrem com menos frequência que a diária e geralmente necessitam de um deslocamento maior; e no topo localizam-se experiências na natureza mais enriquecedoras e imersivas, mas que ocorrem com ainda menor frequência.

É possível destacar duas principais reflexões acerca dessa associação, a primeira se refere a imaginar a vida em ambientes urbanos cada vez mais associada ao contato com a natureza e como oportunizar essas experiências à população e a segunda trata de entender que a proximidade com a natureza estabelece, de forma similar à uma dieta saudável, benefícios à saúde.

Esses efeitos positivos na saúde são abordados por Londe e Mendes (2014), no estudo que diz que a depender da configuração do ambiente é possível desencadear estímulos sensoriais que levam à ativação de processos fisiológicos herdados da evolução genética humana, a exemplo de respostas no sistema imunológico.

Dessa maneira, em virtude do aprofundamento dos problemas ambientais globais associados à degradação ambiental urbana, o conceito de qualidade de vida vinculou-se ao conceito de qualidade ambiental, fruto do desenvolvimento de uma maior consciência ecológica (Guimarães, 1984, *apud* Londe e Mendes, 2014, p. 268).

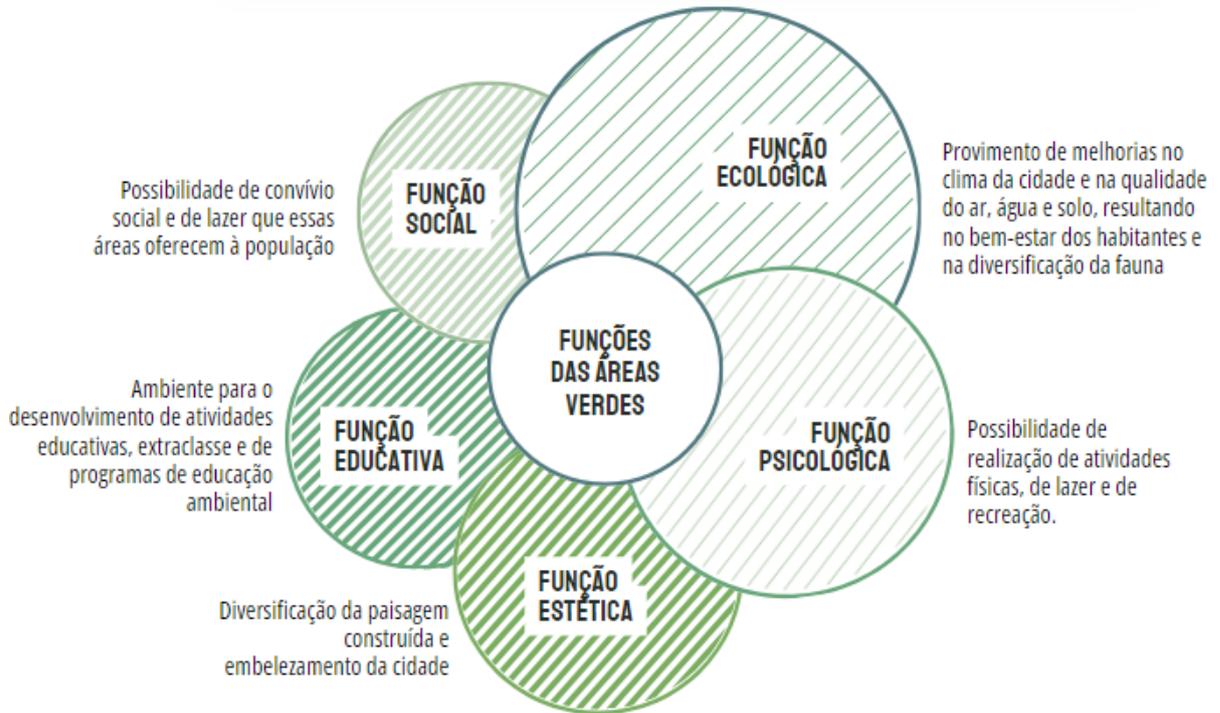
Comumente definido como o grau de bem-estar determinado pelas necessidades básicas da população, o conceito de qualidade de vida se relaciona à presença da natureza na medida em que esta é responsável por diversos efeitos positivos para a saúde da população e para o ambiente físico na qual essa vive. Nesse sentido, as qualidades naturais da paisagem podem ser reconhecidas a partir do conjunto das áreas verdes existentes e sua disposição na malha urbana, como é atestado por Nucci (2008), ao tratar sobre a importância da vegetação no planejamento:

É a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termo qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, deve ser cuidadosamente considerada na avaliação da qualidade ambiental (Nucci, 2008, p. 24).

A esse respeito, atesta-se que o verde urbano tem assumido cada vez mais destaque, visto que, no que se refere à biodiversidade, quanto maior é sua riqueza, maiores são as oportunidades para descobertas nos campos da alimentação, da medicina, do desenvolvimento econômico, e de serem encontradas respostas adaptativas às alterações ambientais (Nascimento, 2018).

Dentro de diferentes contextos urbanos, as áreas verdes assumem diferentes papéis segundo o uso a que são destinadas. Vieira (2004, *apud* Londe e Mendes, 2014) agrupa essas atribuições em 5 funções principais: função social, função estética, função ecológica, função educativa e a função psicológica (**Figura 02**).

Figura 02. Funções das Áreas Verdes



Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir de Vieira (2004, *apud* Londe e Mendes, 2014).

A integração das áreas verdes dentro do planejamento urbano é essencial para a garantia do cumprimento dessas funções, haja vista que corresponde a um dos fatores mais eficazes na redução dos efeitos negativos da urbanização. Esses espaços propiciam respiração ao tecido edificado e ajudam na sua legibilidade, preservam as qualidades biofísicas do território e de seus processos naturais, e ainda sustentam a vida e a riqueza de inumeráveis espécimes de fauna e flora, preservando a biodiversidade. Assim, a complexidade de interações, funções, usos e benefícios advindos das áreas verdes demanda que sua gestão seja vista de modo cada vez mais integrado, a partir de abordagens multidisciplinares.

Em detrimento dos diferentes domínios com os quais interagem, a definição de "áreas verdes" por vezes é intrincada, ora confundindo-se com espaço verde, ou verde urbano, ora estabelecendo-se sem uma delimitação clara. Essa falta de consenso dificulta a comparação entre dados e a contribuição a pesquisas já realizadas, suscitando problemas para a disseminação do conhecimento a nível de ensino, planejamento e gestão dessas áreas (Guzzo, 1999, *apud* Londe e Mendes, 2014)

Não cabendo ao escopo do trabalho discutir as diferentes apropriações do termo, optou-se pela aproximação conceitual à definição mais frequentemente observada nos trabalhos acadêmicos do campo da Arquitetura e Urbanismo. Essa definição coloca as áreas verdes como integrantes do sistema de espaços livres, sendo “um tipo especial de espaço livre onde há predominância de áreas plantadas e que deve cumprir três funções (estética, ecológica e lazer); vegetação e solo permeável (sem lajes) devem ocupar, pelo menos, 70% da área; deve ser pública e de utilização sem regras rígidas” (Cavalheiro et al, 1999, *apud* Nucci, 2008, p. 120).

Ainda que essa conceituação seja recorrente, ela não possibilita alguns estudos, como este que relaciona as áreas verdes e a biodiversidade, visto que a ocorrência da biodiversidade independe do caráter público ou privado da área verde, de atingir-se 70% da área ocupada pela vegetação ou de cumprir (ao mesmo tempo) as diferentes funções atribuídas às mesmas – ecológica, psicológica, social, estética e educativa.

Sendo assim, apontando para a questão abordada pelo trabalho, propõe-se a definição das áreas verdes como áreas integrantes do sistema de espaços livres da cidade, dotadas de vegetação abundante, cumprindo pelo menos uma das funções estabelecidas por Vieira (2004), capazes de serem identificadas sob a forma de manchas ou corredores. Esclarece-se que, apesar da arborização urbana, pontual e dispersa observada ao longo de muitos trechos de cidades poder ter impacto na biodiversidade, ela assume uma dimensão muito pequena e pouco significativa em detrimento dos agrupamentos vegetais mais expressivos, não sendo, portanto, considerada para os fins de mapeamento.

Diante do exposto, Nascimento (2018, p. 6) indica que o “[...] primeiro passo para uma gestão mais eficiente dos ambientes urbanos reside na compreensão mais completa da interação entre a paisagem e os fatores locais que afetam a biodiversidade urbana”, sendo essencial discutir como a constituição das paisagens urbanas – na promoção das áreas verdes – interage com essa biodiversidade.

I.2 O PAPEL DA BIODIVERSIDADE

A biodiversidade é um fator essencial para a sobrevivência humana, visto que, em média 40% da economia mundial e 80% das necessidades da população dependem do acesso a recursos biológicos (Nascimento, 2018). Apesar disso, a expansão urbana vivenciada por muitos países intensifica e direciona os distúrbios ambientais aos novos centros antropizados, tendendo a reduzir a riqueza da biodiversidade encontrada nesses locais. Sendo assim, muitas iniciativas

globais surgiram no intuito de lidar com as consequências desses impactos humanos sobre o ambiente natural e de agir em prol de sua conservação.

À luz dessas questões, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – popularmente chamada “ECO-92” – marcou a transposição das discussões sobre o ambiente urbano a nível internacional para a observação de princípios locais de desenvolvimento sustentável (Pacheco, 2018). Esse evento, até então o maior encontro de líderes mundiais, reuniu países desenvolvidos e em desenvolvimento no ânimo de evitar o agravamento de seus cenários encontrados. Dentre esses, 150 países assinaram o acordo da Convenção sobre Diversidade Biológica, que correspondeu ao primeiro acordo global sobre conservação e sustentabilidade de uso da diversidade biológica – ou biodiversidade. (CBD – Sustaining life on Earth, 2000).

Entre os objetivos principais estavam a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade de seus componentes, sendo responsável por reconhecer que a conservação da biodiversidade deve ser uma preocupação comum à toda humanidade, visto sua intrínseca relação com o processo de desenvolvimento.

Nessa conjuntura, em 2005, é estruturada a Avaliação Ecológica do Milênio (do inglês *Millennium Ecosystem Assessment*), tendo como ênfase lidar com as consequências das alterações dos ecossistemas sobre o bem-estar humano, e estabelecer bases científicas para promover a sua conservação e uso sustentável. Uma das premissas da avaliação foi o entendimento de que a biodiversidade e o bem-estar humano estão intrinsecamente relacionados e, conseqüentemente, as mudanças nas condições humanas provocam – tanto direta como indiretamente – mudanças na biodiversidade, nos ecossistemas e nos serviços que esses ecossistemas ofertam (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), o que pode ser observado na **Figura 03**.

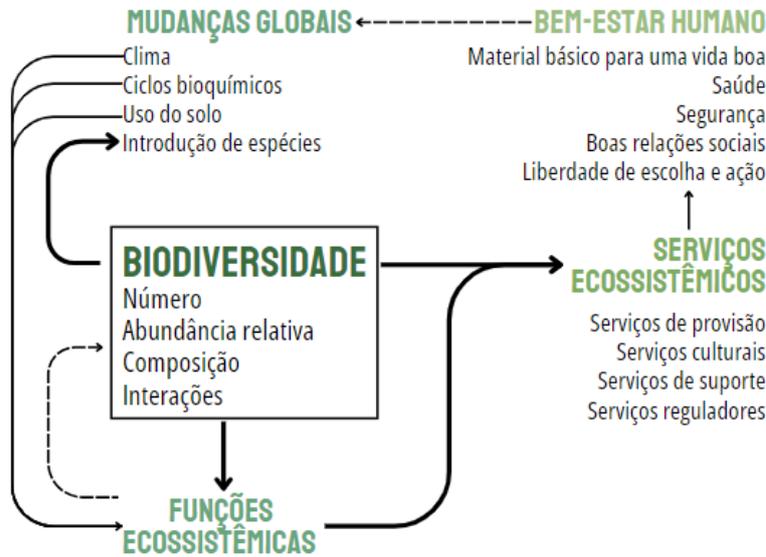


Figura 03. Interação entre a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano

Fonte: Modificado e traduzido pela autora a partir da Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Na sua síntese sobre biodiversidade, a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005, p. 18) estabelece quatro pontos principais que norteiam seu entendimento:

1. Biodiversidade é a variabilidade entre organismos vivos de todas as fontes, incluindo terrestres, marinhos, e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isso inclui a diversidade dentro das espécies, entre espécies, e de ecossistemas.
2. Biodiversidade constitui a base de uma gama de serviços ecossistêmicos que contribuem criticamente para o bem-estar humano.
3. Biodiversidade é importante tanto nos ecossistemas geridos pelo homem como nos ecossistemas naturais.
4. Decisões tomadas pelos humanos que influenciam a biodiversidade, afetam o seu próprio bem-estar e dos outros.

Esses pontos retomam a relação entre a qualidade ambiental e a qualidade de vida tratada no tópico anterior, apontando para a biodiversidade como fator de grande importância a ser considerado no planejamento urbano. Além disso, a avaliação também reconhece interações entre os serviços ecossistêmicos – aqueles advindos da presença da natureza – e os elementos que constituem o bem-estar humano, dividindo-os em categorias de acordo com a intensidade de interação entre eles (Figura 04):

Figura 04. Relação entre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano



Fonte: Modificado e traduzido pela autora a partir da Millennium Ecosystem Assessment (2005).

O diagrama apresentado explicita o valor da biodiversidade para além da provisão de bens materiais ou meios de subsistência, incluindo também outros aspectos de caráter subjetivo integrantes da paisagem, como a segurança, a resiliência, as relações sociais, a saúde e as liberdades de escolha (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Apesar disso, muitos desses benefícios continuam a ser desconsiderados no planejamento, tendo em vista a falta de visibilidade da temática frente a aspectos econômicos e utilitaristas. Assim, as causas da perda de biodiversidade e das mudanças nos serviços ecossistêmicos encontram-se ou estagnadas, ou sem evidência de declínio ao longo do tempo ou estão aumentando em intensidade (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

Um estudo constante na avaliação do milênio estruturou um quadro com os principais impulsionadores da perda de biodiversidade registrados nos diferentes biomas globais (Figura 05). A partir dele, chama-se atenção ao cenário do bioma denominado como “Floresta Tropical”, correspondente à “Mata Atlântica” no território brasileiro. Nele constata-se que as causas mais agravantes da perda de biodiversidade se referem à sua exploração em excesso e às mudanças no habitat, tendo a última a previsão de crescimento rápido em seu impacto.

Essas duas formas de prejuízo à biodiversidade por muito estão associadas à urbanização e à conversão das áreas verdes em ambientes antropizados, visto que “[...] o verde na cidade proporciona os habitats adequados a uma série de espécies de fauna e flora [...]” (Pacheco, 2018, p. 14). Diante disso, em seu artigo sobre “Urbanização, biodiversidade e conservação”, Mckinney (2002) destaca que:

Entre as muitas atividades humanas que causam perda de habitat (Czech et al. 2000), o desenvolvimento urbano produz algumas das maiores taxas de extinção locais e frequentemente elimina a grande maioria das espécies nativas. (Mckinney, 2002, p. 883)

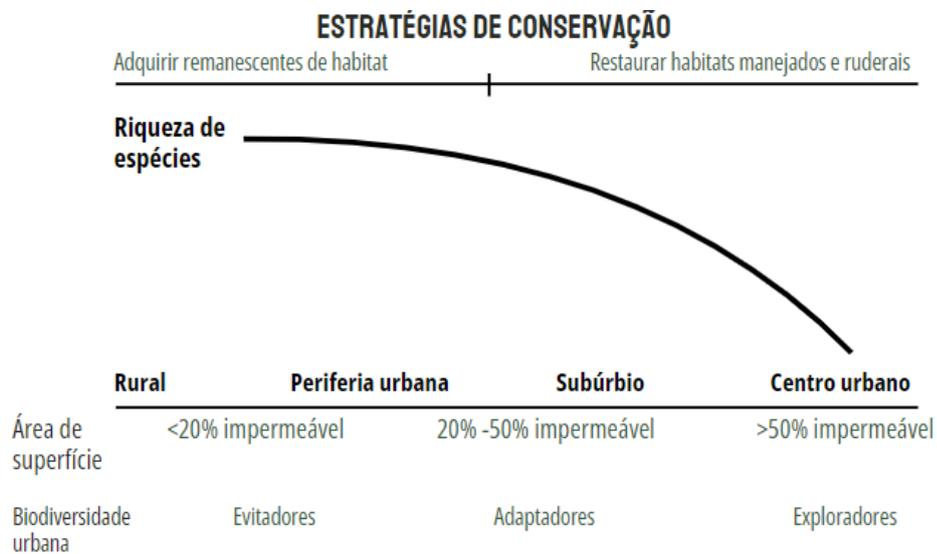
Figura 05. Principais fatores para a perda de biodiversidade no bioma de Floresta e suas tendências. Nota-se que a mudança no habitat é a principal causa de perda de biodiversidade na “Floresta Tropical”, com tendência a crescimento vertiginoso.



Fonte: Modificado e traduzido pela autora a partir da Millennium Ecosystem Assessment (2005).

No âmbito do exposto, existe um diagrama que explicita como a diversidade sofre mudanças ao longo do distanciamento entre o ambiente rural e o urbano – um mais naturalizado que o outro- (Figura 06). Esse diagrama é o “Gradiente Urbano-rural” e demonstra, de forma simplificada, que o aumento da fragmentação dos habitats naturais pelos distúrbios humanos, em direção aos centros urbanos, reduzem a riqueza da biodiversidade (Mckinney, 2002).

Figura 06. Gradiente Urbano Rural. Nota-se a redução na riqueza de espécies à medida em que aproxima-se do núcleo urbano.



Fonte: Modificado e traduzido pela autora a partir de Mckinney (2002).

Ele leva em conta diferentes aspectos, relacionando a porcentagem de impermeabilização do solo e sua mudança de uso às características das espécies e a riqueza com que são

encontradas. O fato é que a principal causa apontada pelo autor para a redução na riqueza de espécies se dá pela perda de vegetação. Aponta-se que mais de 80% das áreas urbanas centrais são cobertas de pavimento e construções, enquanto que as áreas verdes remanescentes estão sob os efeitos dos distúrbios humanos, tais como a erosão, a poluição, a invasão e o cultivo de espécies não nativas (Mckinney, 2002).

Acerca disso, Mckinney (2002) acredita que uma das maneiras de mitigar tais efeitos seja pela preservação dos remanescentes naturais e a restauração de habitats, observando-as como estratégias mais eficazes e economicamente viáveis no longo prazo. Porém, apesar de conhecer-se essa necessidade latente, a difusão dessas práticas e conhecimentos atrelados ao planejamento urbano ainda é limitada em alguns países.

Com o objetivo de investigar a produção desse conhecimento, Munõz e Freitas (2017) realizaram uma revisão de publicações feitas sobre a importância da promoção de serviços ecossistêmicos nas áreas urbanas. Nessa pesquisa eles indicaram que a maior parte dos artigos analisados entre 2005 e 2017 tiveram origem nos Estados Unidos, na Alemanha e no Reino Unido. A necessidade de discutir os problemas ambientais urbanos, como produto da industrialização, resultou no pioneirismo desses países em debater as problemáticas associadas à pouca disponibilidade de áreas verdes e à maior demanda por recursos naturais. Esse debate logo se associou ao ideal de promoção de qualidade de vida, gerando incentivos na sedimentação da inter-relação entre o meio urbano e a conservação de seus recursos e áreas naturais.

Tal cenário, porém, é muito distinto quando se comparam as realidades dos países desenvolvidos e dos países em desenvolvimento. O crescimento das cidades destes últimos se deu, muitas vezes, de maneira irregular, sem que o poder público fosse capaz de assistir à demanda por infraestrutura, ou por vezes agindo de modo negligente a essa realidade (Barbosa, 2008 *apud* Munõz e Freitas, 2017).

Esse tipo de expansão urbana, atrelada ao modelo de planejamento rodoviarista – que prioriza a mobilidade centrada no automóvel – acarretou no atual estado de muitas cidades com tecido urbano espraiado, reféns de grandes problemas ambientais, como também da violência, da poluição, da favelização, entre outros fatores, exemplificando o que hoje compõe grande parte da América Latina.

O que se deseja destacar é que, tendo em vista problemas sociais tão latentes, como a promoção de serviços básicos de habitação e saneamento, as considerações sobre biodiversidade e os serviços ecossistêmicos não compõem a agenda prioritária dos tomadores de decisões, sendo minimizada a visibilidade às questões ambientais.

Somado a isso, a falta de conhecimento técnico da temática, a insuficiência de recursos financeiros e humanos criam limitações nas ponderações sobre a biodiversidade, o que é muito prejudicial, considerando que ela é responsável pela base da promoção da qualidade de vida, tanto direta quanto indiretamente. Assim, destaca-se o que é apontado por Munõz e Freitas:

A abordagem do desenvolvimento urbano associado à conservação ambiental e seus serviços ecossistêmicos na América Latina é um desafio recente para as administrações municipais, já que por muito tempo a política urbana permaneceu restrita à construção de unidades habitacionais, escolas, postos de saúde, viadutos e pontes, deixando de lado a questão ambiental (Munõz e Freitas, 2017, p. 100).

Diante desse desafio, existe um esforço global em desenvolver estratégias capazes de integrar a maior consciência ecológica ao planejamento urbano, respeitando a relação intrínseca entre biodiversidade e urbanidade. Esse movimento pode ser entendido como a busca pela sustentabilidade (Pacheco, 2018), que tem como um dos pontos chave a concepção de que tudo deve ser visto de modo interligado, exigindo a simbiose entre as diferentes áreas de conhecimento na busca pela solução dos problemas urbanos.

I.3 ESTRATÉGIAS PARA O PLANEJAR SUSTENTÁVEL

Desde as intensas discussões do início do milênio, emergiram estratégias para associar a biodiversidade ao desenvolvimento urbano. O estabelecimento de uma sólida base de dados passou a ser reconhecido como uma ferramenta fundamental para a avaliação dos contextos locais, oferecendo um método eficaz para fundamentar as decisões de planejamento

Sendo assim, foram criados diversos indicadores que consideram as variadas áreas do conhecimento com as quais a paisagem interage. Nesse contexto, Wijngaarden (2001, *apud* Pacheco, 2018) apresenta esses indicadores como ferramentas que ajudam a medir o progresso das ações na concretização dos objetivos de sustentabilidade, fomentando a compreensão da temática entre os tomadores de decisão e o público geral.

A sustentabilidade no âmbito do desenvolvimento, segundo o Relatório Brundtland, de 1987, pode ser entendida como a capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (Torresi, Pardini e Ferreira, 2010).

Em se tratando dos indicadores de biodiversidade, eles são ferramentas rápidas para transmitir mensagens e tendências importantes sobre o estado da biodiversidade, e a avaliam tanto qualitativa quanto quantitativamente, em diferentes níveis (Nascimento, 2018).

Sabendo-se que a biodiversidade urbana tem sido cada vez mais valorizada como um componente crucial para a qualidade de vida nas cidades, um exemplo notável dessa valorização é o Índice de Biodiversidade Urbana. Ele foi desenvolvido através de contribuições e revisões críticas de centenas de profissionais e especialistas globais e lançado por Singapura em 2008, na oitava Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Este índice abrange uma ampla gama de serviços prestados pela biodiversidade e o ecossistema às pessoas, simplificando as ferramentas de medição, avaliação e aconselhamento para integrar os resultados ao planejamento urbano.

Ele propõe uma abordagem integrada para a gestão ambiental, dividindo a avaliação da cidade em três categorias-chave: biodiversidade nativa na cidade, serviços ecossistêmicos oferecidos pela biodiversidade e governança e manejo da biodiversidade (Chan et al, 2021). Essa perspectiva permite a compreensão prática da relação discutida no tópico sobre biodiversidade, segundo a qual os impactos na biodiversidade afetam os serviços ecossistêmicos, demandando soluções no âmbito do planejamento.

Outro aspecto interessante é o encaminhamento das ações após a avaliação, o que demonstra a eficácia de considerar esses índices como ferramentas para orientar o planejamento urbano de forma mais consciente e sustentável. Apesar de ser um índice bastante completo, ele não será investigado no trabalho devido à complexidade de variáveis necessárias para obter a avaliação da cidade em estudo, englobando tanto quantificações em números atualizados de espécies de fauna e flora quanto questões ligadas à governança, como a capacidade institucional de lidar com essas problemáticas e o orçamento disponível.

Além do Índice de Biodiversidade Urbana, vários métodos de avaliação da biodiversidade na paisagem foram desenvolvidos para extrair informações dos diferentes campos de conhecimento que a contemplam. Essa apropriação multifacetada permite que as contribuições de diferentes conhecimentos se unam em busca de respostas que harmonizem os elementos naturais aos humanos, em prol de espaços mais sustentáveis e resilientes.

Um exemplo global dessa prática foi o estabelecimento das Metas de Aichi durante a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), no Japão. Incluídos dentro de um plano estratégico para proteção da biodiversidade, 193 países - incluindo o Brasil - e a União Europeia, se comprometeram a trabalhar juntos para implementar as 20 metas a serem alcançadas até 2020 (OECD, 2014). Essas metas foram sintetizadas em 5

objetivos estratégicos gerais, que sustentavam a visão do novo plano baseado em “Viver em harmonia com a natureza” (CBD, 2018):

- **Objetivo estratégico A:** Abordar as causas subjacentes à perda de biodiversidade através da integração da biodiversidade no governo e na sociedade
- **Objetivo estratégico B:** Reduzir as pressões diretas sobre a biodiversidade e promover a utilização sustentável
- **Objetivo estratégico C:** Melhorar o estado da biodiversidade, salvaguardando os ecossistemas, as espécies e a diversidade genética
- **Objetivo estratégico D:** Aumentar os benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para todos
- **Objetivo estratégico E:** Melhorar a implementação através do planejamento participativo, gestão do conhecimento e capacitação

Os objetivos e metas delineados neste plano abrangem tanto objetivos de nível global quanto um quadro flexível para a definição de metas a nível nacional ou regional. Dessa forma, os países são incentivados a estabelecer suas metas com base em suas prioridades e necessidades, ao mesmo tempo em que consideram suas contribuições para o alcance dos objetivos globais. Diante desse contexto, fica evidente a importância da avaliação das condições existentes para nortear o planejamento e, em relação aos objetivos gerais estabelecidos pelo plano, observa-se como a biodiversidade possui papel fundamental no direcionamento em prol de um desenvolvimento harmônico, sobre o qual ele ambiciona:

Até 2050, a biodiversidade será valorizada, conservada, restaurada e utilizada com sabedoria, mantendo os serviços ecossistêmicos, sustentando um planeta saudável e proporcionando benefícios essenciais para todas as pessoas (CBD, 2018).

Uma estratégia para implementar esse desenvolvimento harmônico é tomar como base a sustentabilidade. Em contextos urbanos, Munöz e Freitas conceituam que a sustentabilidade se dá pela relação entre os recursos naturais e os níveis de bem-estar próprios da vida urbana (Munöz e Freitas, 2017, p. 4). Assim, uma ferramenta apropriada ao desenvolvimento nesse contexto seria a prática do planejamento sustentável – ou urbanismo sustentável.

Farr (2013) explica que o conceito se construiu com base nos princípios de três movimentos: do crescimento urbano inteligente, do Novo Urbanismo e das edificações

sustentáveis. Desse modo, o urbanismo sustentável tentaria entrelaçar as principais contribuições desses movimentos em uma filosofia de desenho urbano, criando ambientes sustentáveis ao levar em conta o estilo de vida, a compacidade, a biofilia e a qualidade de desempenho de edificações e da infraestrutura construída.

O autor destaca o impacto que as mudanças de uso do solo têm na preservação da natureza, especialmente considerando a conservação da biodiversidade. Ele ressalta que os diferentes tipos, extensões e distribuições de usos do solo em áreas verdes podem afetar a viabilidade dos habitats e a sustentação dos processos naturais. Isso implica na necessidade de políticas que promovam a existência de áreas verdes interconectadas dentro da malha urbana, visando otimizar a conectividade entre habitats e fornecer condições para a manutenção da diversidade (Farr, 2013).

Nesse esforço, um recurso do planejamento sustentável utilizado para a minimização dos impactos antrópicos sobre as áreas verdes é a opção pela infraestrutura verde em detrimento da infraestrutura cinza.

A Infraestrutura verde, segundo Benedict e McMahon (2006) corresponde a uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços livres, que conservam valores e funções do ecossistema natural, sustentando serviços ecossistêmicos e a biodiversidade. A infraestrutura verde difere das abordagens convencionais de preservação, pois olha a conservação em conjunto com o desenvolvimento urbano e o planejamento de infraestruturas, como relatado pelos autores, ela atua como um conceito e um processo:

Como conceito, o planejamento e o gerenciamento de uma rede de infraestrutura verde pode guiar a criação de um sistema conectado de espaços abertos que apoiam a conservação e os valores recreativos ao ar livre e outros valores humanos, conectando existentes e futuros recursos de áreas verdes, e “preenchendo” lacunas. Como processo, a abordagem proporciona um mecanismo em que diversos interesses se unem para a identificação de áreas para proteção prioritária (Benedict e McMahon, 2006, p. 3).

Assim como Farr, os autores alertam para as consequências da degradação de áreas naturais causadas pelo desenvolvimento não planejado. Dentre os efeitos, inclui-se o aumento nas taxas de deterioração dos ecossistemas, a redução da disponibilidade de recursos, a perda de qualidade estética e a redução das áreas verdes a manchas pequenas e isoladas.

Esse último fenômeno, por sua vez, tem como consequência a perda de diversidade biológica e, em determinadas circunstâncias, pode afetar diretamente a sobrevivência das espécies. Entende-se, portanto, que o planejamento sustentável não olha tanto para as áreas

verdes como fragmentos isolados, quanto como unidades conectadas, sendo imprescindível considerá-las no desenho urbano.

Pellegrino (2000), em seu artigo “Pode-se planejar a paisagem”, estabelece uma linha do tempo ao longo da qual o planejamento buscou alcançar um balanço sustentável entre a acomodação da proteção dos recursos naturais às necessidades sociais. Ele identifica que, pela primeira vez, a escala da bacia hidrográfica fora utilizada como unidade de planejamento territorial e paisagístico, promovendo uma visão integrada da paisagem (Pellegrino, 2000).

Lima e Nery (2017) constatam que a opção pela Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento partiu, inicialmente, do debate sobre a gestão de recursos hídricos baseada nesse tipo de recorte territorial, que foi impulsionado pela reunião preparatória à Rio-92. No Brasil, a implementação da chamada “Lei das Águas”, de 1997, representou o marco nacional de emprego da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento.

A respeito disso, é pertinente responder a dois questionamentos breves: o que constitui uma Bacia Hidrográfica? E o que é a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento? Em relação à primeira questão, Carvalho (2014) diz que:

As bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica-geomorfológica e as condições climáticas (Carvalho, 2014, p. 27).

Barbosa, Paula e Monte-Mór (1997) explicitam o caráter multifuncional da bacia, atestando que:

[...] uma “bacia” característica seria a sobreposição de sistemas naturais e sociais. O sistema natural estaria definido nas bases aquáticas e terrestres (fauna, flora, recursos aquáticos e minerais). O sistema social determinará como essas bases serão utilizadas (Barbosa, Paula e Monte-Mór, 1997, p. 258).

Além disso, Lima e Nery (2017) afirmam que o planejamento da bacia não pode ser feito a partir do estudo isolado de cada um de seus componentes, mas que, tanto a estrutura, quanto o funcionamento e a organização desse território interagem e se organizam num sistema complexo e multinível.

Como resposta ao segundo questionamento, a concepção da bacia como unidade de planejamento é uma ferramenta que possibilita a conexão entre a organização espacial dos grupos sociais e os aspectos físicos do ambiente. Souza (2013, *apud* Carvalho, 2020, p. 146), alega que a justificativa da eleição da bacia hidrográfica como unidade de ordenamento do

território corresponde, justamente, a esse papel como unidade sistêmica e de escala adequada ao planejamento.

Somado a isso, Tucci (1993, *apud* Carvalho, 2020) indica que o estudo a nível da bacia hidrográfica permite a observação detalhada dos processos que nela ocorrem, sendo possível entender os fenômenos existentes e representá-los, motivando a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de planejamento, estudo e atividade ambiental.

Diante das considerações feitas, é possível tecer a conexão de que, sendo o estudo da paisagem uma realidade transdisciplinar, do mesmo modo são as estratégias e metodologias criadas para planejá-la. As soluções como o desenvolvimento de indicadores, o estabelecimento de metas e diretrizes, o planejamento sustentável, a implantação de infraestrutura verde e o reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade de planejamento são exemplos de ferramentas orientadas ao ato de planejar a paisagem.

Essa realidade mostra que o papel do planejador, aos poucos, deixa de ser uma atribuição individual de um profissional orientado a certo ramo do conhecimento, e passa a requisitar uma rede de profissionais que, no intuito de planejar cidades mais sustentáveis e preservar as riquezas da biodiversidade, somam contribuições de seus conhecimentos e expertises.

A respeito dessa nova maneira de compreender a paisagem e o planejamento, desenvolveu-se a disciplina chamada “Ecologia da Paisagem”. Essa disciplina tem como abordagem a observação sistêmica da paisagem na busca por traduzir os princípios ecológicos para a escala prática dos planejadores (Pellegrino, 2000). Utilizando-se de suas premissas é possível analisar as informações sobre um determinado recorte territorial, em prol de interpretá-las e orientar as proposições para o planejamento adequado a diferentes contextos.

I.4 A ECOLOGIA DA PAISAGEM

O termo “Ecologia da Paisagem” foi introduzido pela primeira vez em 1939, pelo biogeógrafo Carl Troll, baseado numa abordagem geográfica, caracterizada por três pontos fundamentais: a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, o estudo da paisagem modificada pelo homem (paisagem cultural) e a análise espacial em grande escala (Metzger, 2001). Ao longo do tempo, com a apropriação de diferentes campos do conhecimento no esforço de discutir a paisagem, novas abordagens da disciplina foram desenvolvidas. Metzger (2001) sistematiza a discussão em duas principais linhas de pensamento: uma geográfica – baseada nas proposições de Troll sobre planejamento e gestão das paisagens culturais – e outra ecológica, dando ênfase às paisagens naturais e aplicação de conceitos da ecologia para a

conservação da biodiversidade. A questão é que, manter a segregação de abordagens reforça a dicotomia entre a “cidade e a natureza”, sendo necessário um estudo abrangente e transdisciplinar capaz de lidar com a paisagem como um todo, segundo o que o próprio Metzger atesta:

O homem está na origem dos problemas ambientais, mas é parte também das soluções. Resolver o problema da perda da biodiversidade excluindo o homem da paisagem é apenas um paliativo, e não uma solução (Metzger, 2001, p.7).

No Brasil, existiu um momento que levou à criação de um novo conhecimento acerca das relações da paisagem e das leis da natureza. Retomando ao século XX, destacam-se as contribuições das obras de Burle Marx, com a utilização de vegetação nativa da caatinga nas praças em Recife, já em 1934; o projeto colaborativo com o botânico Henrique de Mello no Parque Araxá (1943) e o Parque Zoobotânico em Brasília (1961). Essas obras se deram com o intuito de realçar o significado ecológico e artístico da vegetação, a partir da associação do contexto das espécies e seus ambientes naturais (Pellegrino, 2000).

Iniciativas como essa deram espaço para uma nova visão sobre a intervenção humana na paisagem, ampliando-se os conhecimentos sobre a flora, a fauna e o ambiente, resultando em uma nova ética de atuação na paisagem. Essa ética se baseia na compreensão da necessidade de um planejamento ecológico da paisagem capaz de compatibilizar as intervenções humanas às capacidades dos ecossistemas, com o objetivo de manter os processos naturais que neles ocorrem.

Nesse âmbito, a disciplina da Ecologia da Paisagem, a partir do desenvolvimento de conceitos e metodologias de pesquisa, busca responder como a configuração (fragmentação, isolamento e conectividade) e a composição da paisagem (riqueza, abundância, fluxo e distribuição de espécies) interferem na manutenção de sua biodiversidade, a fim de embasar as estratégias para um planejamento sustentável – **Figura 07**- (Sandre, 2017).

Figura 07. Diagrama sobre a relação entre a biodiversidade e a configuração e composição da paisagem.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Sandre (2017).

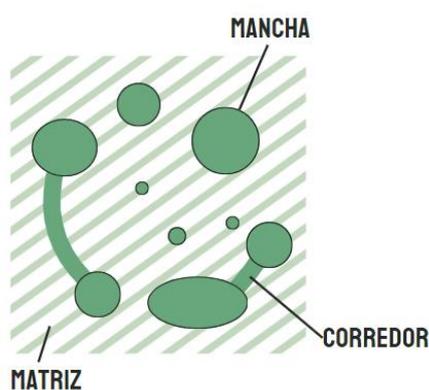
Forman e Godron (1986) destacam 3 princípios utilizados pela disciplina para caracterizar as paisagens, sendo eles: a estrutura, a função e a mudança. A estrutura corresponde ao padrão

espacial ou o arranjo dos elementos na paisagem, tratando-se dos tamanhos, formas, números, tipos e configurações dos ecossistemas. A função corresponde ao movimento, a exemplo das interações entre os elementos espaciais, como fluxos de energia, materiais e espécies. Por fim, o princípio da mudança corresponde à identificação da alteração, tanto na estrutura quanto na função, do mosaico paisagístico observada ao longo do tempo (Sandre, 2017; Pellegrino, 2000).

O fato permanente, e considerado pela Ecologia da Paisagem, é a identificação do padrão da paisagem a partir de modelos que caracterizam sua estrutura e entendem como ela afeta a biodiversidade. Sendo assim, optou-se pela utilização do modelo de padrão estrutural da paisagem “matriz-mancha-corredor” (Figura 08), apresentado por Forman e Godron, em 1986.

Segundo esse modelo, a matriz corresponderia à maior área em termos funcionais do recorte, composta por espaços “não-habitat”; os corredores se dariam de forma linear, conectando fluxos entre as manchas ou compondo barreiras; e as manchas corresponderiam a áreas homogêneas de ecossistema espalhadas dentro da matriz, configurando-se segundo sua forma, tamanho, distribuição espacial e conectividade (Sandre, 2017).

Figura 08. Representação do modelo “matriz-mancha-corredor”.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Sandre (2017) e Forman e Godron (1986).

A partir dessa divisão é possível identificar que a variedade de “mosaicos” paisagísticos encontrados no mundo são resultantes da combinação entre esses mesmos elementos (Pellegrino, 2000).

Nesse contexto, Munõz e Freitas (2017) advogam que o primeiro passo para a gestão sustentável deve incluir o conhecimento das complexidades ecológicas que englobam os processos de conservação e manutenção das áreas verdes urbanas, gerando planos que observem a estrutura da paisagem. Diante disso, a previsão e a avaliação dos impactos atuais na estrutura da paisagem permitem a adoção de políticas sobre o uso e ocupação do solo, assegurando a estabilidade dos processos ambientais envolvidos.

A composição de uma paisagem, como a observamos atualmente, é resultado da sucessão de eventos e processos ao longo do tempo, que alteraram a sua estrutura, e conseqüentemente, suas funções. Esses processos espaciais apresentam variadas implicações humanas e ecológicas, como a afetação da biodiversidade e a efetivação de ciclos naturais.

A exemplo desses processos espaciais, tem-se a fragmentação. Ela se dá devido a transformações na estrutura da paisagem e é um desafio que impacta diretamente na sua conectividade.

Esse fenômeno está diretamente ligado à diminuição e à fragmentação dos remanescentes florestais e da vegetação nativa, especialmente nas áreas urbanas. A fragmentação pode ter impactos significativos na biodiversidade, com a perda de habitat, a separação de populações de espécies e a maior vulnerabilidade a distúrbios ambientais (Sandre 2017; Mckinney, 2002).

Tem-se que a fragmentação é uma das maiores ameaças à biodiversidade em ambientes urbanos, visto que afeta significativamente a estrutura e a conectividade da paisagem para diferentes espécies (Vergnes et al, 2012 *apud* Nascimento, 2018).

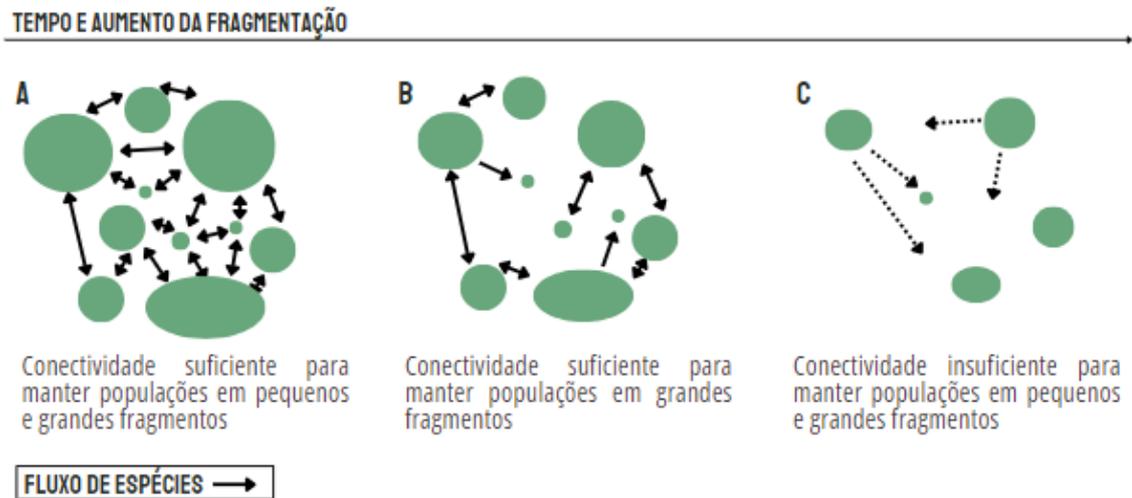
Nossack et al (2011, *apud* Bueno, 2013) caracterizam a fragmentação florestal de origem antrópica como o aumento do isolamento dos fragmentos - áreas verdes -, diminuição em seus tamanhos e ampliação da suscetibilidade a distúrbios externos. A falta de conectividade na paisagem, resultante dessa fragmentação, gera um grande risco ao meio ambiente, tendo em vista seu papel fundamental na determinação da possibilidade de troca de genes e indivíduos entre populações de fauna e flora (Herreta et al 2017 *apud* Nascimento, 2018). Essa realidade prejudica o funcionamento das populações e a persistência de espécies em tais ambientes.

Somado a isso, Sandre (2017) destaca a relação de dependência de muitas espécies à fragmentação e perda de habitat. Ela indica que a redução da perda de habitat deveria ser uma prioridade para os planejadores que optam pela conservação da biodiversidade, especialmente considerando as diferentes necessidades e tolerâncias das espécies em relação a mudanças no seu habitat. A autora também amplia a discussão ao tratar dos estudos de Gibbs (1998, *apud* Sandre, 2017), nos quais ele determina que cada espécie requer um tamanho de habitat mínimo para a realização de suas funções vitais. Assim, havendo o descontrole da fragmentação e perda de habitat, ainda que existam manchas de áreas verdes dentro da matriz urbana, elas poderão se estabelecer com tamanhos ou distâncias insuficientes para a sobrevivência de muitas espécies, corroborando para a redução de suas populações e até mesmo para a extinção local desses indivíduos (Figura 09).

Esse cenário é abordado no conceito de metapopulação, introduzido por Levins (1970). A metapopulação corresponde a pequenos grupos de populações que se extinguem e deixam

habitats vazios que serão recolonizados localmente. Essa recolonização pode ajudar a salvar populações menores do risco de extinção, mantendo a estabilidade da metapopulação geral. Isso só é possível se houver oportunidades do fluxo entre os indivíduos, visto que o isolamento, tamanho e a forma dos fragmentos de habitat influenciam significativamente nas taxas de colonização e extinção (Carrière et al., 2011).

Figura 09. Representação da interação entre a fragmentação, a conectividade e o fluxo de espécies nos fragmentos. Nota-se que quanto menores e mais distantes os fragmentos de áreas verdes, menos possibilidades de habitat e de fluxo entre as populações.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Sandre (2017).

Sendo a matriz um ambiente urbano, ela pode, muitas vezes, criar barreiras de interlocução entre as populações de animais e acabar comprometendo a conectividade da paisagem em diferentes níveis.

Mckinney (2002), trata em seu artigo “Urbanização, Biodiversidade e Conservação” sobre como existem conjuntos de espécies que vão reunir diferentes características ecológicas em resposta à expansão urbana. Ele atesta que existem 3 categorias de espécies que se relacionam ao grau de dependência de recursos antrópicos para existirem, sendo eles: os exploradores urbanos (*urban exploiters*), dependem majoritariamente de subsídios humanos, como parasitas obrigatórios; os adaptadores urbanos (*urban adapters*), que utilizam de modo facultativo dos recursos humanos, porém com ampla parcela de recursos naturais; e os “evitadores” urbanos (*urban avoiders*), que se utilizam unicamente dos recursos naturais (Mckinney, 2002, p. 887). Ou seja, além da observação da configuração da paisagem, nota-se que é preciso todo um esforço em tornar viável o diálogo do planejamento com as realidades funcionais da biodiversidade existente na região de estudo.

Uma consequência direta da fragmentação é a alteração no seu grau de conectividade. A conectividade de uma paisagem deve ser avaliada para além da constatação do atributo físico das distâncias entre as manchas de habitat, devendo incluir também as particularidades das espécies envolvidas (Sandre, 2017). No entanto, o estudo da paisagem orientada para espécies é desafiador pela dificuldade de estudar todas as espécies envolvidas sob um recorte de planeamento, atestando a necessidade do esforço de uma equipe multidisciplinar.

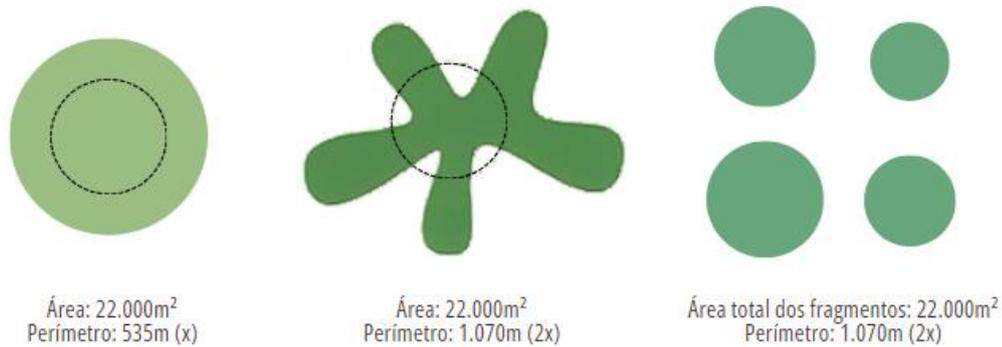
Nesse sentido, Metzger e Décamps (1997) atestam a existência de dois tipos de conectividade, a estrutural e a funcional. A primeira se basearia no arranjo físico da paisagem, isto significa, passível de ser avaliada através dos atributos físicos dos fragmentos de áreas verdes, como avaliar a distância e a presença de manchas no entorno. A segunda diz respeito à permeabilidade da matriz, ou seja, corresponde à capacidade da espécie de cruzar a matriz urbanizada entre os fragmentos de área verde (Méztger e Décamps, 1997 *apud* Bueno, 2013). A avaliação de ambas requer conhecimentos científicos advindos de campos distintos, o que corresponde a iniciativa da disciplina da Ecologia da Paisagem.

Para além da mudança na conectividade da paisagem, um outro efeito resultante da fragmentação das áreas verdes é o efeito de borda. Entendido como uma dinâmica natural que se relaciona ao formato do fragmento, esse efeito é intensificado devido a, geralmente, existir um grande contraste entre as bordas das áreas verdes e a matriz urbana do entorno. Nesse sentido, Murcia (1995, *apud* Bueno, 2013) indica que:

A borda da mata é um micro-habitat de transição entre o fragmento e a matriz, cuja criação provoca alterações microclimáticas, tais como aumento da luminosidade e da temperatura e redução da umidade (Murcia, 1995).

O efeito de borda causa alterações bióticas, como o aumento da radiação solar e da temperatura, o risco de erosão, assoreamento e a redução da resistência dos ventos- e abióticas, como a mudança na estrutura e dinâmica da comunidade vegetal, da diversidade e abundância de espécies (Sandre, 2017, p. 50). Quanto maior o perímetro de borda de uma mancha, maior a influência dos fatores externos sobre o fragmento e menor a área habitat núcleo, pois ela estará mais exposta a tais adversidades (**Figura 10**).

Figura 10. Esquema da relação perímetro sobre área. Nota-se que quanto mais irregulares os fragmentos, maior a relação e maior o efeito de borda, ainda que os fragmentos mantenham a mesma área. Em se tratando da fragmentação, o mesmo ocorre, ao comparar o primeiro cenário ao último, mesmo que exibam formas perfeitamente circulares, o efeito de borda é maior no último por possuir maior perímetro total.



Fonte: Modificado pela autora a partir de Sandre (2017).

Apesar de conhecidos os efeitos negativos do aumento das bordas, os impactos variam a depender das diferentes espécies existentes na mancha. Por vezes a espécie pode se extinguir devido à falta de habitat núcleo e a maior vulnerabilidade a interações negativas com outras espécies – pelos processos de predação, parasitismo ou competição –.

Além disso, considerando os diferentes tipos de entorno encontrados num ambiente urbano, os fragmentos ficam mais suscetíveis à invasão de animais domésticos – principalmente cães, gatos e galinhas –, levando a alteração das dinâmicas do ecossistema (Boitani e Ciucci, 1995 *apud* Bueno, 2013).

Wiens et al. (*apud* Gurrutxaga, 2004) apresentam que o grau de contraste entre o fragmento e a matriz adjacente (ou entorno) é um fator significativo para as mudanças ecológicas advindas desse efeito:

O efeito de borda diminui à medida que a distância para o interior do fragmento aumenta, embora de maneira diferente em cada caso. A importância das alterações ecológicas causadas pelo efeito de borda sobre os fragmentos é modulada pelo caráter mais ou menos abrupto do ecótono, o qual depende, em grande medida, do grau de contraste entre o habitat fragmentado e os ambientes que o cercam. Dependendo do grau de contraste estrutural e das condições de naturalidade, distinguem-se as transições entre habitats de 'borda dura' e 'borda suave' (Wiens et al, *apud* Gurrutxaga, 2004, p. 40).

Dessa forma, parte das espécies mais sensíveis a alterações no habitat acabam restringindo-se aos núcleos mais preservados, quando estes ainda existem.

Em vista disso, no desafio de diagnosticar a paisagem, é essencial adotar métricas multidisciplinares, que abranjam aspectos físicos, estruturais, biológicos e funcionais. O diálogo entre urbanistas e biólogos – além de profissionais de outras áreas do conhecimento – é fundamental para o planejamento sustentável baseado na Ecologia da Paisagem, visto que a simples comprovação de dados estruturais sem considerar seus atributos funcionais não oferece soluções adequadas para os desafios urbanos contemporâneos.

É importante salientar que a formação de arquitetos e urbanistas geralmente se concentra no estudo da configuração da paisagem através da linguagem gráfica e da análise espacial de problemas. Contudo, apesar de existirem expertises para cada ramo do conhecimento, o diagnóstico físico não deve ser entendido como um elemento estático, esgotado, ou individual, mas relacionado diretamente aos processos ecológicos. É possível – e necessário – transpor a descrição formalista da paisagem, haja vista que ela é fruto de uma construção dinâmica no tempo.

Assim, considerando a disciplina como um guia para a análise do estado atual da paisagem do recorte selecionado, o trabalho utiliza métodos que facilitam essa investigação, porém sem a pretensão de alcançar uma representação exata e a totalidade de seus processos ecológicos devido à limitações próprias do que tangem à Arquitetura e o Urbanismo. Defende-se a necessidade de um estudo enriquecido pelas contribuições de pesquisas de outros campos relacionados, visando à colaboração na construção desse entendimento e no alcance de um planejamento sustentável da paisagem.

Sendo assim, em seguida, apresenta-se o estudo sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, representando a aplicação dos conceitos introduzidos no trabalho sob a forma de um diagnóstico da paisagem. Esse estudo de caso busca compreender a configuração da paisagem e seus impactos estruturais sobre a biodiversidade, além de questionar o papel do planejador na proposição de territórios refletidos no que se refere às suas esferas natural e social.

CAPÍTULO II

O caso da Bacia
Hidrográfica do
Rio Jaguaribe



O capítulo busca entender e caracterizar o território da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. Para tanto, o recorte de estudo foi analisado por meio de cinco subitens, correspondendo a análises sob as perspectivas geográfica, histórica, sociodemográfica, ambiental e legal.

O primeiro subitem, correspondente à “**Perspectiva geográfica**”, identifica as condições gerais do território e caracteriza seus atributos físico-ambientais, como o clima, a composição de bacias hidrográficas e a vegetação.

O segundo subitem, sobre a “**Perspectiva histórica**”, resgata o processo de ocupação urbana ao longo da bacia, em conjunto com a expansão urbana da cidade de João Pessoa. Para tanto, foram utilizados artigos e trabalhos acadêmicos que forneceram informações importantes para o entendimento da evolução do território. O mapeamento das áreas verdes de 1989 se deu a partir da interpretação das ortocartas de 1989 presentes no *website* Filipeia, e o mapeamento atual se deu pela interpretação de uma imagem de satélite gerada pelo Google (2024), ambos foram desenvolvidos por meio do *software* QGis (versão 3.28). A compreensão das mudanças de ocupação e uso do solo possibilitou a identificação de padrões e tendências que influenciaram a configuração atual do território.

No terceiro subitem, “**Perspectiva sociodemográfica**”, buscou-se entender as dinâmicas urbanas atuais da bacia. A partir da consulta a dados do IBGE e de relatórios para o novo Plano Diretor da cidade, foi possível mapear a distribuição da população, o acesso a infraestruturas básicas, a distribuição de renda e a presença de comunidades urbanas. A partir da síntese dos mapas temáticos foi possível setorizar a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe em três agrupamentos paisagísticos, que compartilham características semelhantes de uso, ocupação e condições de vida, sendo esses os setores do Alto Curso, do Médio Curso e do Baixo Curso do Rio Jaguaribe.

O quarto subitem, nomeado “**Perspectiva ambiental**”, caracterizou-se a biodiversidade existente na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, tratando de exemplares de fauna e flora encontrados na região a partir de documentações acadêmicas. Nesse sentido, entendeu-se que a proteção dos recursos naturais requer, antes, o entendimento daquilo que eles abrangem, sendo uma etapa essencial na busca pela conservação e preservação dos mesmos.

O quinto subitem, “**Perspectiva legal**”, investiga como a legislação ambiental atua sobre o território em estudo. Foram utilizadas as informações contidas em leis e decretos para mapear as condições e as áreas de abrangência das medidas preservacionistas. Também foram avaliadas as mudanças entre o Plano Diretor de 2008 – e subsequente atualizações- e o Plano Diretor Vigente (PMJP, 2024), observadas as dinâmicas de associação entre urbanização e preservação

e como isso é refletido na atual ocupação do território. Também foi possível observar atuais modificações nas áreas de preservação ambiental por meio da captação de imagens aéreas do recorte através das fotografias realizadas por drone.

A reflexão em torno de todas as perspectivas apresentadas permite a compreensão da paisagem da bacia através da união entre seus atributos objetivos e subjetivos, com o intuito de embasar a avaliação posterior de suas métricas e, conseqüentemente, de sua estrutura.

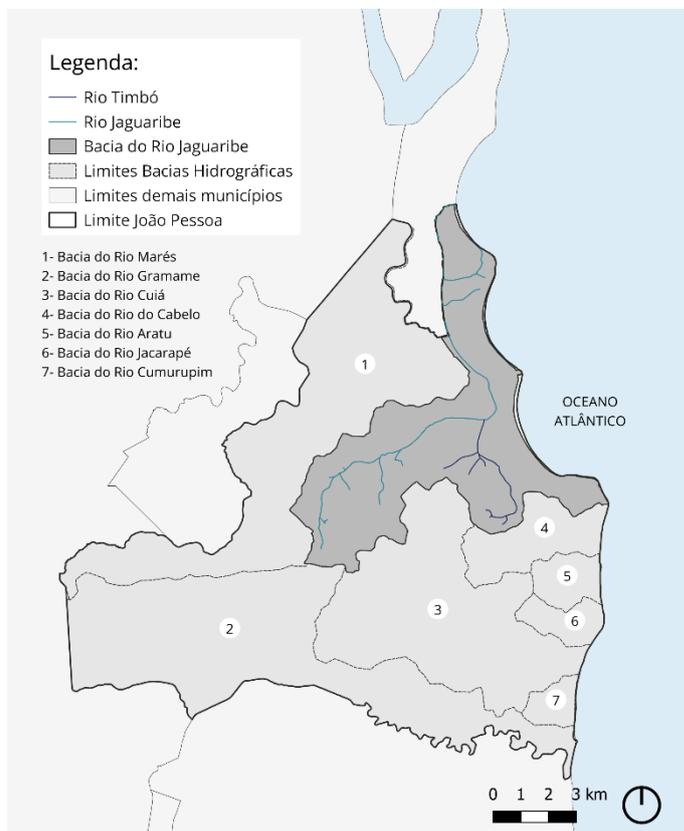
2.1 PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

À luz do referencial teórico precedente, elegeu-se o território da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe como recorte ideal para aplicar o conhecimento do planejamento da paisagem, no anseio de compreender como a sua configuração afeta a biodiversidade.

Isso se justifica pelo atestado por Pellegrino (2000, p. 173), segundo o qual “quase todos os recursos naturais e as atividades humanas numa paisagem dependem dos rios e sistema de drenagem das águas superficiais existentes” e, somando-se à compreensão da bacia como unidade de planejamento, faz-se pertinente que o estudo se volte a investigar essa região.

A bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe localiza-se na cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba – na região Nordeste do Brasil. Em relação às suas coordenadas, está situada a 07°05'00” de latitude Sul e 34°50'00” de longitude Oeste (Sales, 2018), o que caracteriza a classificação de seu clima por Köppen como tropical úmido, com temperaturas médias em torno de 25°, baixa amplitude térmica (3°) e elevada umidade relativa do ar (80%), efeitos da proximidade com o mar (P2B – Relatório do Diagnostico Técnico, 2021)

A bacia abrange desde a região central da cidade até a porção norte e nordeste, limitando-se a leste pelo Oceano Atlântico, a oeste pela bacia do rio Marés, ao norte pelas bacias do município de Cabedelo e ao sul pela bacia do rio Cuiá e bacia do rio do Cabelo (**Mapa 01**).



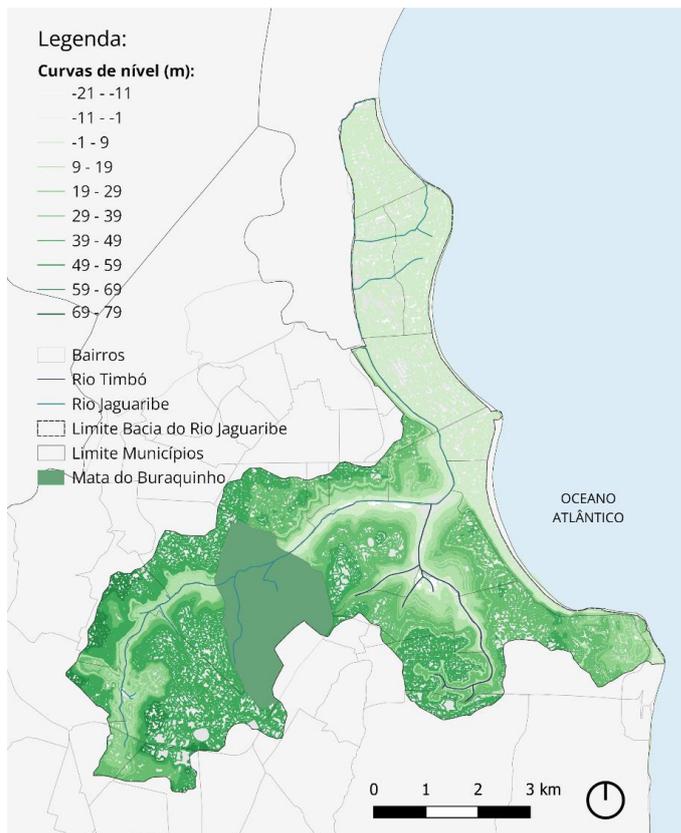
Mapa 01. Localização das bacias hidrográficas no município de João Pessoa, com destaque para a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da base cartográfica da PMJP.

Em se tratando de seu leito, ela se dá ao longo do vale do rio Jaguaribe, curso hídrico que corta a cidade por cerca de 21km até desaguar em sua foz, entre os municípios de Cabedelo e João Pessoa (Sales, 2018; Alves, Farias e Araújo, 2009). Esse rio recebe as águas advindas de um único afluente, o rio Timbó e, como consequência de sua

localização urbana, é abastecido pelas águas pluviais de mais de 10 bairros da cidade, sendo responsável pela drenagem de uma área de aproximadamente 4.824,52 ha (P2B – Relatório do Diagnostico Técnico, 2021).

De acordo com Barbosa (2015), a cidade de João Pessoa possui uma topografia predominantemente plana, com variação de cotas entre 0 a 20m na porção litorânea, e de 30 a 80m na região do extremo oeste, o que influencia diretamente na sua pouca declividade, caracterizando-se como um território suave ondulado, típico de relevos tabulares (P2B – Relatório do Diagnostico Técnico, 2021). Assim, o rio Jaguaribe é considerado como majoritariamente de planície, e esculpe o relevo à medida que se aproxima do mar (Mapa 02). Apesar da pouca inclinação diminuir a sua força de trabalho, ele segue na condução das águas confinadas entre a planície imposta pelo mar e a falésia até sua foz.



Mapa 02. Curvas de nível na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do *website* Filipeia.

Os rios sempre foram essenciais para a conexão entre os seres vivos, pois, além de garantir um recurso vital, impactam diretamente na manutenção dos ciclos da natureza. Sabe-se também que a vegetação ao longo de um rio atende a importantes funções ecológicas, diante do que Pellegrino (2000) exemplifica a minimização das enchentes, o efeito esponja e altas taxas de evapotranspiração; o controle do assoreamento por retenção de sedimentos; servir como fonte de matéria orgânica para peixes e demais organismos fluviais; e habitats para muitas espécies locais.

Considerada como uma bacia hidrográfica totalmente intraurbana, ou seja, envolta pela matriz antropizada da cidade, ela possuiu papel significativo no direcionamento da expansão urbana ao longo dos anos, servindo como importante recurso para o abastecimento de água e a promoção de qualidade ambiental pela preservação de áreas verdes no seu entorno.

Um importante representante de vegetação natural que permanece na bacia é a Mata do Buraquinho. Essa área verde é considerada o maior remanescente de Mata Atlântica em área urbana do país, e, segundo Barbosa (1996 *apud* Souza, Silva, Andrade et al 2019, p. 207), sua preservação teria sido incentivada devido à necessidade de proteção do açude formado pelo represamento de parte do rio Jaguaribe. Tal característica, entretanto, não minimizou as alterações decorrentes das ações antrópicas sobre a bacia e a região apresenta porções de acentuada descaracterização dos seus atributos naturais.

Observa-se que, apesar de sua importância na formação da cidade, os impactos da urbanização sobre esse ecossistema resultaram em muitos trechos de seu leito exibindo níveis de estagnação e negligência ambiental, podendo acarretar mudanças irreversíveis em seu estado.

O desafio da conservação confronta diretamente o histórico do crescimento urbano, fator que, somado às diferenças socioeconômicas e à falta de conscientização ambiental, contribuem para a deterioração do meio ambiente, resultando em um cenário preocupante de degradação ambiental e na urgência pela tomada de ações de planejamento sustentável.

A partir disso, compreendendo a paisagem como o espaço produzido pela relação entre o homem e a natureza ao longo do tempo, faz-se necessário entender como a apropriação da bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe se deu ao longo dos anos, em busca de identificar as mudanças e problemáticas advindas dessa ocupação sobre a manutenção de suas qualidades biofísicas.

2.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA

A constituição da paisagem da bacia como hoje se encontra reflete e é reflexo das várias relações sociais e homem-meio existentes, apresentando-se como uma expressão materializada desses processos. A ocupação da região ao longo do tempo se deu na medida em que o tecido urbano de João Pessoa se expandiu ao longo do século XX. Diante disso, o entendimento da ocupação da bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe não pode ocorrer desacompanhado da compreensão do processo histórico de expansão da cidade de João Pessoa como um todo.

Dieb e Martins (2017) afirmam que após a abolição da escravatura e a proclamação da república – fim do século XIX– houve um rápido crescimento da população urbana no país. A tendência de aumento da urbanização resultou na alteração das características naturais dos espaços pela incorporação das novas aglomerações humanas (Egito, 2005). Nesse contexto, sabe-se que esse processo de ocupação do território para a formação dos espaços urbanos pode

ser orientado por diferentes motivações: seja por determinação política ou econômica, pelo crescimento espontâneo, ou ainda como consequência de restrições no sítio, de ordem natural ou político-administrativa. Essas determinações podem ora impulsionar, ora restringir a ocupação, direcionando-a conforme necessário.

João Pessoa foi fundada às margens do rio Sanhauá em 1585 e até meados do século XIX a cidade apresentava uma malha urbana densa, porém concentrada principalmente em torno de seu núcleo original, no bairro do Centro. Durante esse período, a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe ainda era ocupada por sítios e propriedades rurais responsáveis por fornecer alimentos para o abastecimento da cidade, o que evidencia o caráter rural que predominava na região. Atribui-se a esse fato um dos motivos pelos quais o rio permaneceu protegido do avanço do ambiente urbano e de seus impactos por um longo período.

Contudo, com a crescente urbanização e o esgotamento das infraestruturas disponíveis, surgiu a urgência pela implementação de políticas modernizantes para a cidade em crescimento. Desse modo, a partir do início do século XX, são observadas transformações mais incisivas no tecido urbano da cidade, contemplando grandes obras como o saneamento e a urbanização da Lagoa¹ e a construção do eixo viário da Avenida Epitácio Pessoa ² em direção à orla marítima. Essas melhorias tinham como objetivo desvencilhar-se do caráter colonial em prol de uma imagem urbana e modernizada.

Sob essas condições, devido à necessidade de prover a nova “moderna” João Pessoa com abastecimento de água de qualidade, destacou-se a capacidade de abastecimento do vale do rio Jaguaribe. Este curso hídrico assumiu um importante papel de suporte à vida urbana, graças à qualidade e disponibilidade de suas águas, e de sua localização propícia ao núcleo urbanizado em expansão (Dieb e Martins, 2017). Após a conclusão das obras na Lagoa e sua conversão ao título de Parque Solón de Lucena (1927), desencadeou-se uma revolução na paisagem urbana da cidade, cada vez mais modificada.

Negrão (2012) caracteriza esse período, determinado entre os anos 1910 e 1950, como de acelerado processo de urbanização, durante o qual se estabeleceram vetores de crescimento

¹ O saneamento da área da Lagoa permitiu o traçado, o parcelamento e a expansão da área central da cidade e as linhas gerais para a expansão, tanto na direção leste quanto na direção sul da cidade. [...] A implantação do Parque transformou a mataria primitiva da Lagoa em algo merecedor de admiração, de referência espacial e de sustentação à expansão da mancha urbana da cidade (Augusto, 2004, p. 148).

² O percurso da Avenida Epitácio Pessoa, como uma linha de força de expansão, expressou questões urbanas importantes da cidade de João Pessoa, atraindo, assim, projetos urbanísticos e parâmetros da modernidade (Augusto, 2004, p. 194).

que direcionaram a ampliação dos limites da cidade, a princípio nas direções leste e sudoeste. A ocupação da orla marítima demandou alterações no ambiente natural que desencadeou graves problemas no Rio Jaguaribe e em seu ecossistema, evidenciando-se a perda de áreas verdes:

A abertura da estrada de Tambaú e a implantação de uma linha de trem a vapor, seguramente, deram origem a vários deles: o abate de grandes áreas de mata nativa e trechos de manguezal, assim como a realização de cortes e aterros, para suavizar o encontro abrupto do planalto com a planície costeira e viabilizar a conexão entre eles (Coutinho, 2004, p. 51-64).

A cidade começaria a crescer para outras direções somente na década de 1960, influenciada pela política desenvolvimentista do Governo Federal. Foi proposta a implantação de um anel rodoviário à sudeste da existente mancha urbana, o que significou um avanço territorial para além da barreira física do vale do Rio Jaguaribe. Esse fato influenciou uma sequência de outras obras federais que promoveram mudanças significativas no tecido da cidade e evidenciaram a possibilidade de ocupação dos territórios à sudeste (Negrão, 2012).

A superação da bacia do Rio Jaguaribe como uma barreira de natureza físico-territorial representou um marco da expansão urbana e o início da ocupação de sua margem direita. Conforme atestado por Dieb e Martins (2017), essa aproximação iminente da cidade tornou inevitável a repercussão de seus efeitos sobre a qualidade ambiental da bacia, dando luz a problemas que incluem a contaminação das águas por lançamento de águas servidas e esgoto, a desestabilização do solo e a significativa perda de vegetação.

As autoras englobam a ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe subsequente a esse período em quatro momentos marcantes principais:

- **Primeiro momento:** Marcada pela implantação do Distrito Industrial e ocupação da região do alto curso do rio Jaguaribe pela constituição de um eixo comercial e de serviços, entre 1961 e 1966;
- **Segundo momento:** Construção do campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e implantação de três conjuntos habitacionais (Castelo Branco I, II e III, nos anos de 1969, 1970 e 1974, respectivamente), na região do médio curso do rio Jaguaribe. O uso habitacional assumiria o padrão de ocupação da margem direita a partir desse momento;
- **Terceiro momento:** Ocupações associadas a construção de trechos da BR 230. O primeiro trecho recebeu a implantação de grandes equipamentos urbanos de lazer e de

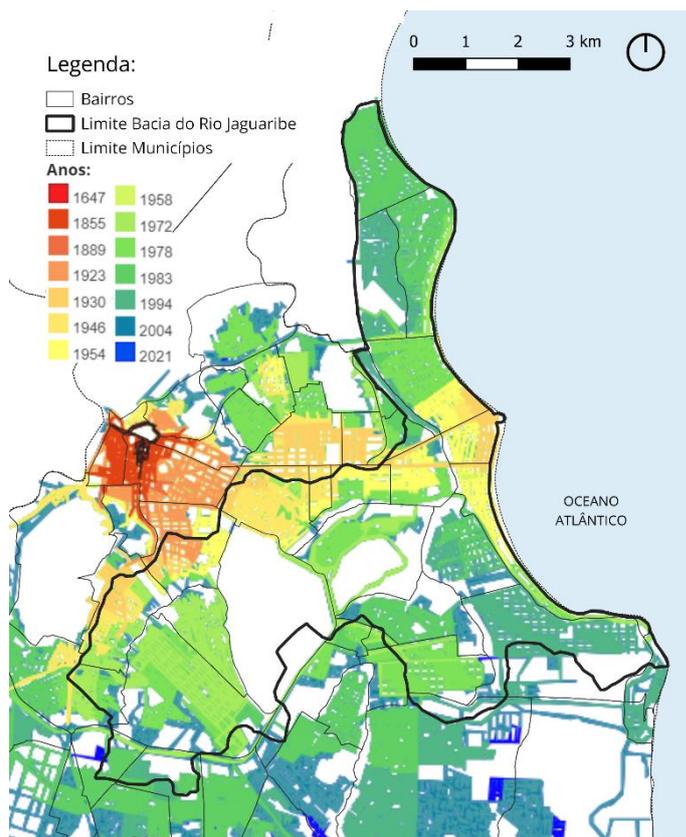
serviços - como o estádio de futebol (1975), a central de abastecimento da cidade (CEASA), no início da década de 1970, as sedes das empresas estatais de fornecimento de energia (SAELPA) e de telecomunicações (TELPA), no fim da década de 1970. O segundo trecho recebeu o parcelamento de lotes no extremo norte da planície costeira para o estabelecimento de casas de veraneio. Inicialmente com ocupação esparsa, ela tornou-se definitiva em meados dos anos 1990, em decorrência das melhorias de infraestrutura;

- **Quarto momento:** A ocupação se deu pela consolidação dos bairros litorâneos da cidade (Manaíra, Cabo Branco e Tambaú) na década de 1970, e aqueles próximos ao campus universitário (Altiplano, Bancários, Anatolia e Jardim Cidade Universitária) na década seguinte.

A mudança observada na distribuição da população na cidade se alinha ao contexto descrito por Panerai (2006 *apud* Negrão, 2012). Segundo ele, durante o século XX, ocorreu uma inversão na importância entre o centro histórico e a periferia urbana, com esta última passando a abrigar a maior parte da população, tanto em termos de área quanto em proporção. Tal fato foi impulsionado pela promulgação do Estatuto da Terra, em 1964, que, segundo Melo et al (2001, p. 90, *apud* Dieb e Martins, 2017), contribuiu para a aceleração do êxodo rural e a migração em direção à capital em busca de melhores condições de vida.

Entretanto, em contraposição à imagem “modernizante” de João Pessoa, boa parte da população advinda do campo não encontrou condições de estabelecimento, seja pela falta de habitação disponível, seja pela dificultosa absorção do mercado de trabalho. Assim, muitos submeteram-se à vulnerabilidade financeira e à permanência em áreas periféricas da cidade ou em ocupações informais, por vezes ocupando áreas de risco, terrenos em condições precárias ou à margem dos rios.

De tal forma, inúmeros assentamentos espontâneos se estabeleceram na bacia, influenciados pelas comodidades que podiam ser encontradas, como a facilidade à aquisição de água de qualidade e a possibilidade do cultivo de subsistência, mas sobretudo pela invisibilidade de certas áreas de risco e de preservação à conviência das autoridades. A expansão da ocupação territorial na bacia pode ser vista no **Mapa 03**.



Mapa 03. Expansão da ocupação territorial na cidade até 2021, com destaque para a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do *website* Filipeia.

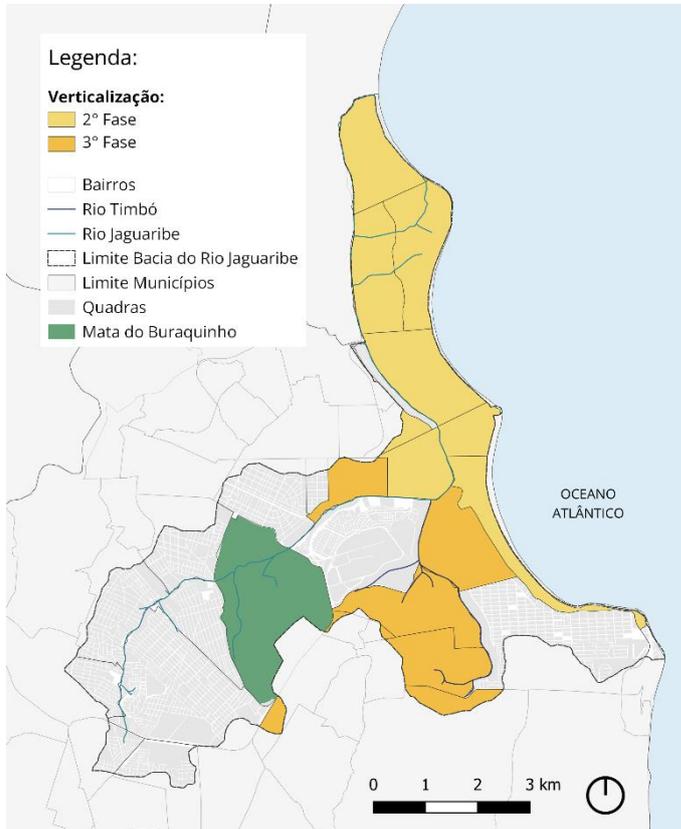
É importante tratar como essa apropriação do ecossistema fluvial – seja pelas ocupações precárias, seja pelas obras de infraestrutura cinza – gerou, e continua a gerar, efeitos negativos no meio ambiente, tornando-o suscetível à degradação. Guerra e Marçal (2006, *apud* Sales, 2018) afirmam que a principal dificuldade desses problemas ambientais não

reside na identificação dos modos pelos quais o homem modifica os sistemas fluviais, mas sim em identificar rios que ainda permaneçam em seu estado natural. E tal realidade é comum à maior parte das bacias hidrográficas por todo o país (Sales, 2018, p. 9)

Outro importante modelo de ocupação que se desenvolveu ao longo da bacia foi a verticalização. Com o passar do tempo, o espaço urbano passou a assumir a condição de mercadoria, diante da qual o valor de uso se sobressai em relação ao de troca, que acaba sendo explorado pela especulação imobiliária e pela verticalização. Andrade (2017) aponta para o fenômeno como a mercantilização do espaço, segundo a qual “a adoção do modelo verticalizado potencializa o adensamento populacional na medida em que multiplica a área útil a ser edificada nos terrenos [...]” (Andrade, 2017, np).

Em João Pessoa, o processo se deu em três fases principais: a primeira, desde o fim da década de 1950 à meados de 1970, com a introdução de edifícios altos como parte das estratégias modernizantes para a cidade; a segunda, datando do fim da década de 1970 a 2005, com a consolidação de habitações verticalizadas acima de 10 pavimentos para as classes média e alta, principalmente nos bairros da orla; e a terceira, a partir de 2005, com o marco na regulamentação da outorga onerosa na cidade, período marcado pelo fortalecimento o mercado imobiliário, aumento do gabarito dos edifícios e a expansão para novos bairros (Andrade, 2017).

É possível notar no **Mapa 04** que o território da bacia participou mais expressivamente da verticalização na 2ª e 3ª fases, embora na 1ª fase já pudesse ser registrado alguns edifícios nos bairros litorâneos, os poucos exemplares não sobressaíram ao mapeamento.



Mapa 04. Fases da verticalização na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

Fonte: Modificado pela autora (2024) a partir de Andrade (2017).

A verticalização provocou uma grande reestruturação morfológica, paisagística e socioespacial, tanto na cidade, quanto na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. A multiplicação dos pavimentos incorreu na necessidade de áreas de terrenos cada vez maiores, tendo como consequência a conversão de muitos espaços livres e áreas verdes em áreas de lazer exclusivas. Além disso, o modelo levou ao adensamento

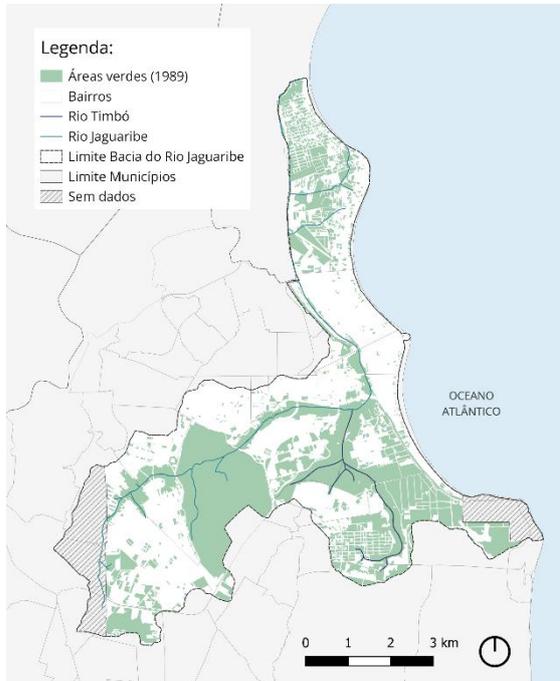
excessivo e à alta demanda por infraestrutura urbana em muitos bairros, levantando o questionamento sobre o papel dos agentes na produção de um espaço urbano equilibrado e sustentável.

Atualmente, a bacia é cenário de diversos problemas ambientais e conflitos de interesse, abrangendo desde áreas nobres da cidade à comunidades urbanas em situação de precariedade. Destacam-se, dentre os principais problemas advindos da ocupação da bacia, a vulnerabilidade dessas comunidades, o risco de deslizamentos e inundações, além da perda significativa de sua área verde.

Toscano (2000 *apud* Dieb e Martins, 2017) estima que entre os anos de 1944 e 1974, foi retirado o equivalente a 44,72% de sua cobertura vegetal original, e entre 1974 e 1998, mais 15,30%. Na comparação realizada entre as áreas verdes existentes em 1989 e atualmente, percebe-se que uma grande parcela da cobertura vegetal foi perdida, correspondendo a atual a uma região aproximadamente 30% menor (**Mapas 05 e 06**). Essas áreas verdes correspondem às áreas de solo permeável da cidade, e sua remoção resulta não apenas na redução da

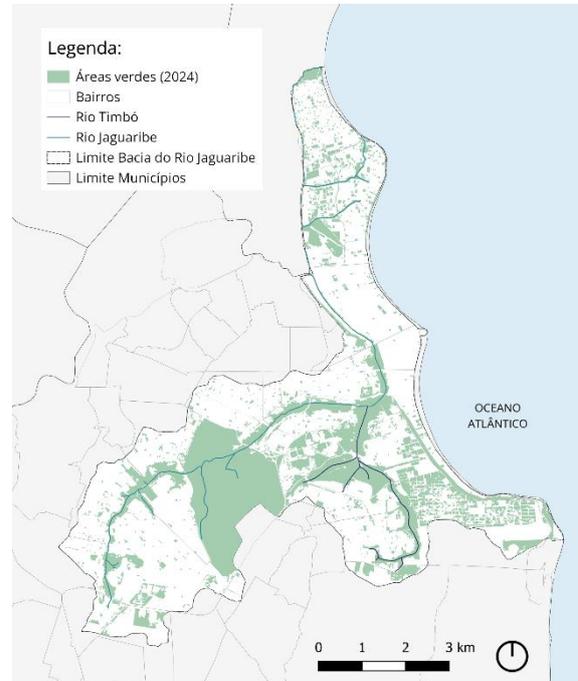
biodiversidade e no aumento das temperaturas urbanas, mas também na maior incidência de enchentes e escoamento superficial, o que acarreta erosão. Além disso, prejudica a qualidade do ar e diminui as oportunidades de lazer e bem-estar para a população.

Mapa 05. Áreas Verdes (1989)



Fonte: Elaborado pela autora a partir das ortofotocartas de 1989 (Filipeia, 2024).

Mapa 06. Áreas Verdes (2024)



Fonte: Elaborado pela autora a partir de base do Google Earth (2024).

Sendo assim, a compreensão da multiplicidade de interações entre a sociedade e a paisagem decorre, muitas vezes, de “[...] relações relevantes não passíveis de representação gráfica (ou quantificáveis), como aquelas definidoras do caráter dinâmico e histórico da paisagem” (Pellegrino, 2000, p. 166).

Por fim, entende-se que o histórico de eventos que sucederam a ocupação ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe foram os conformadores do retrato de sua paisagem como hoje a identificamos. Na produção do meio urbano, não é possível desvincular o “homem”, que produz o espaço, da atividade econômica e, portanto, da realidade social.

2.3 PERSPECTIVA SOCIODEMOGRÁFICA

A fim de compreender como as dinâmicas de ocupação se refletem no território atual da bacia é necessário realizar um breve diagnóstico sobre o que nela existe, ou seja, responder à pergunta: quem modifica e participa da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe?

Iniciando sob uma ótica geral, o município de João Pessoa integra um cenário de conurbação urbana, mantendo com as cidades de Bayeux, Cabedelo, Conde, Lucena, e Santa Rita, fortes relações sociais, econômicas, ambientais e urbanas (P2B – Relatório do Diagnóstico Técnico, 2021). Essa vinculação de seus territórios é o que compõe a chamada microrregião de João Pessoa (Mapa 07).

Nesse contexto, apesar de existirem similaridades no crescimento e desenvolvimento urbano dos municípios integrantes, a cidade de João Pessoa concentra o maior contingente populacional com notável expansão de sua mancha urbana ao longo dos anos. Em 2022, ela atingira a população de 833.932 habitantes, o que constitui 71% da população residente na microrregião e demonstra um aumento de mais de 110mil do dado registrado em 2010 (IBGE, 2023).



Mapa 07. Microrregião de João Pessoa.

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da base cartográfica do IBGE (2023).

Uma parte desse aumento populacional pode ser atribuída ao investimento do município no setor do turismo, uma vez que sua localização litorânea favorece a concentração dessa atividade. Outro fator que contribuiu para a maior notoriedade da cidade como destino foi o Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR), que impulsionou a demanda por propriedades, contribuindo para a expansão do

mercado imobiliário, especialmente na área litorânea de João Pessoa (Medeiros, 2023). De

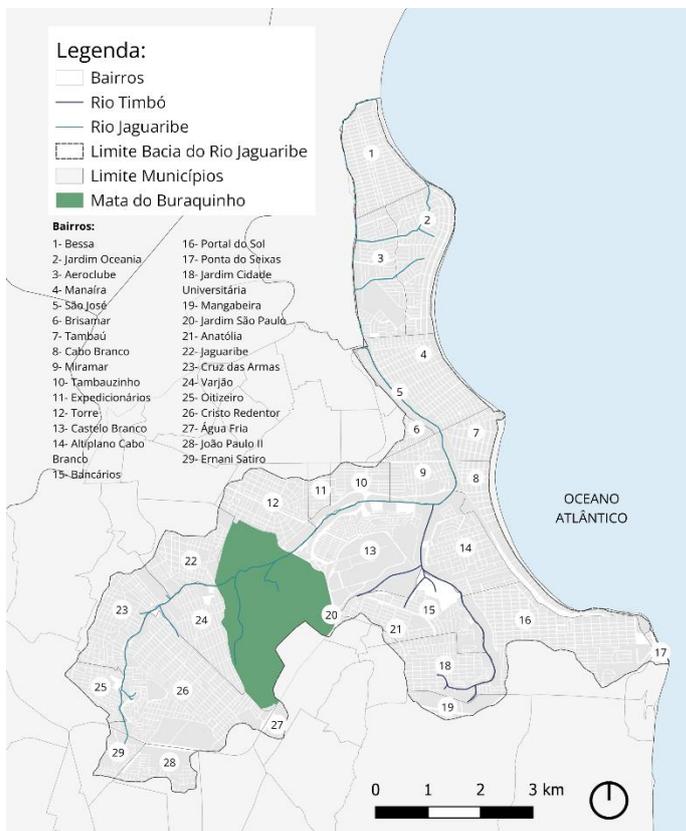
acordo com o relatório do Plano João Pessoa Sustentável (2014), a capital já concentrou 70% dos gastos turísticos realizados no Estado.

Apesar desse e de outros incentivos demandarem um contínuo processo de urbanização e expansão da cidade, o crescimento populacional requer cada vez mais investimentos nos sistemas de infraestrutura, que começam a apresentar-se como desafios para a administração pública e para o planejamento sustentável.

Diante desse contexto, a cidade de João Pessoa apresenta um padrão urbanístico variado, caracterizado por altos níveis de desigualdade urbana, infraestrutura inadequada e grande vulnerabilidade a eventos climáticos, devido à ausência de mecanismos e processos de atenuação. Essa situação é comum em grande parte da região da bacia.

Ao caracterizar a população que reside na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, depara-se com um cenário complexo. A região abrange diversas classes sociais e exibe variações significativas nas tendências de ocupação e crescimento demográfico.

Dentro de seus limites estão inseridos 29 bairros da cidade (**Mapa 08**), dentre os quais 11 o estão totalmente, sendo esses os bairros do Bessa, Jardim Oceania, Aeroclub, Manaíra, São José, Tambaú, Cabo Branco, Castelo Branco, Altiplano Cabo Branco e Varjão.



Mapa 08. Localização dos bairros na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da base cartográfica da PMJP (2024).

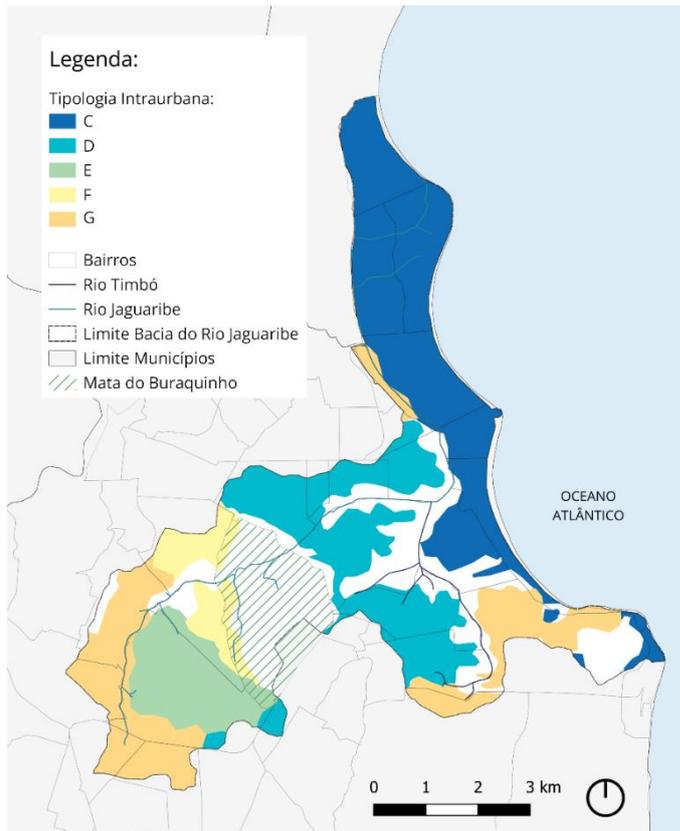
Adotando os resultados do estudo sobre Tipologia Intraurbana: Espaços de diferenciação socioeconômica nas Concentrações Urbanas do Brasil, realizado pelo IBGE (2017), pode-se entender a distribuição das condições de vida nesse território (**Mapa 09**). A pesquisa classifica (de A a K) as condições de vida nas concentrações urbanas das

idades consideradas, refletindo perfis populacionais distintos quanto a quesitos de acesso às condições de moradia, aos níveis educacionais, acesso a bens, dentre outros.

Na bacia, as áreas com as melhores condições de vida, tipo C, são encontradas no litoral, com destaque para os bairros de Manaíra e Bessa. O tipo C é classificado como possuindo boas condições de vida, ainda com avaliação inferior aos tipos A e B em relação a temas como: presença de computadores com acesso à Internet, nível de instrução e rendimento.

As áreas mais antigas e tradicionais da bacia também preservam boas condições de vida, com o tipo D, a exemplo dos Bairro dos Estados, Expedicionários e Bancários. O tipo E, engloba grande parte do bairro do Cristo Redentor e o tipo F, é presente em bairros como Varjão e Jaguaribe.

As manchas de menor condição de vida registradas na bacia, tipo G, se localizam na periferia das áreas de boas condições de vida, a exemplo dos bairros João Paulo II, Ernani Sátiro, Oitizeiro, Cruz das Armas, São José, Portal do Sol e parte do bairro de Mangabeira.



Mapa 09. Tipologia intraurbana da Concentração Urbana de João Pessoa, com recorte na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do IBGE (2017).

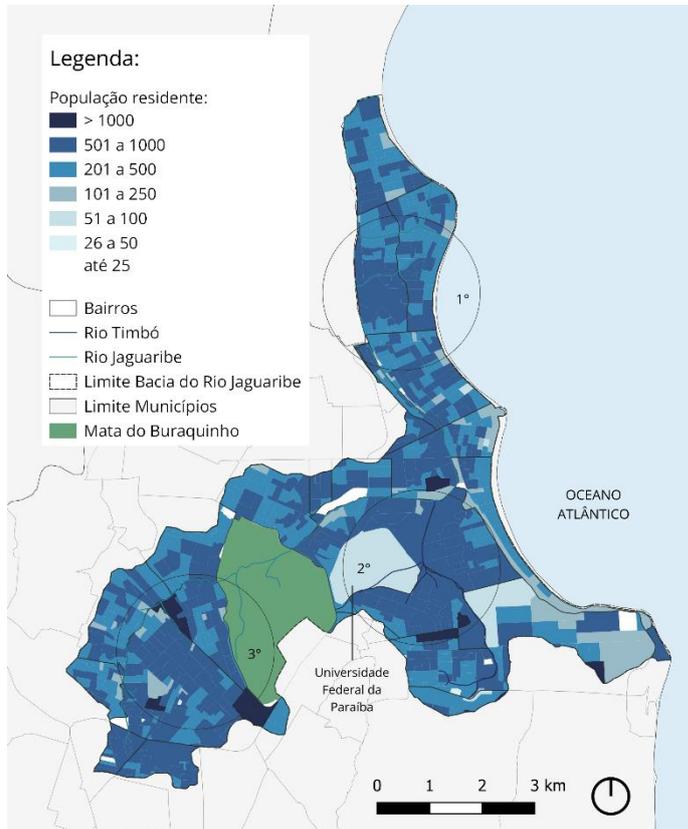
De acordo com os dados do último censo de 2022 (IBGE, 2023) a população residente da bacia se distribui de modo numericamente homogêneo ao longo de toda sua extensão (**Mapa 10**).

No entanto, através da amostragem por setores censitários é possível observar algumas expressões de ocupação mais distintas, a exemplo

de três focos que concentram os maiores números de população residente: o primeiro irradiando próximo ao bairro Aeroclub, o segundo englobando porções dos bairros Castelo Branco, Altiplano Cabo Branco e Jardim Cidade Universitária e o terceiro na zona sudoeste da bacia, integrando parte dos bairros do Cristo Redentor e do Varjão.

Em relação às áreas com menor população residente, destacam-se os setores que integram grandes equipamentos, como a área ocupada pelo Campus I da Universidade Federal da Paraíba, no bairro do Castelo Branco, e algumas áreas distribuídas pelo bairro Portal do Sol, onde existem grandes equipamentos de serviço, lazer e institucional, além de condomínios

residenciais privativos.



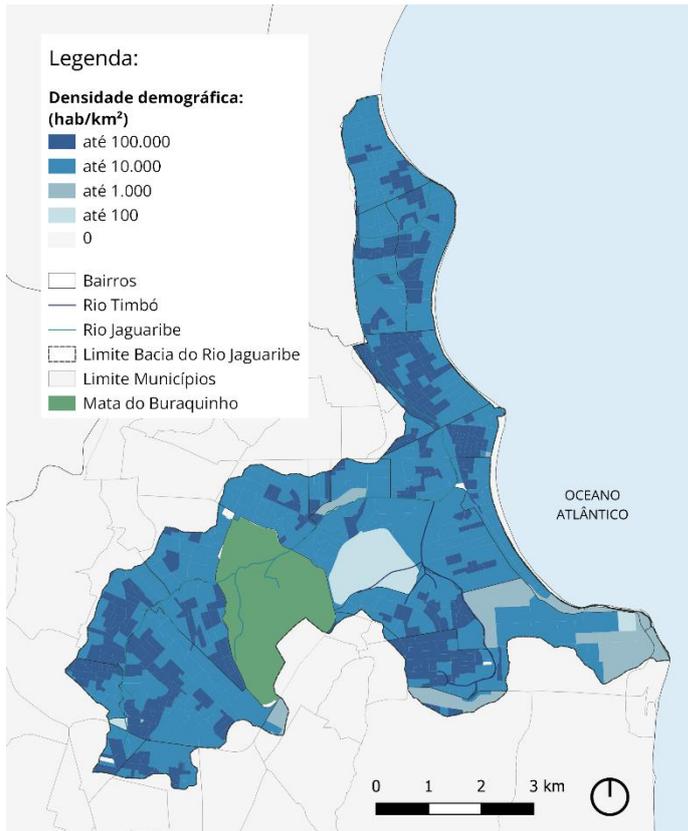
Mapa 10. População residente por setores censitários na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da base cartográfica do IBGE (2023).

Esse quadro também é refletido nos dados sobre a densidade demográfica, que indicam a quantidade de habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2023). Apesar de, à primeira vista, existir uma homogeneidade na densidade populacional, há uma grande desigualdade no acesso a serviços e infraestrutura entre os

diversos setores (Mapa 11). Em especial, chama-se a atenção para os bairros São José e Manaíra, que dividem fronteiras e possuem dados de densidade demográfica muito próximos, respectivamente 11.558 hab/km² e 10.457 hab/km² (Dado elaborado pela autora a partir do IBGE, 2023).

Contudo, há um contraste marcante entre os dois bairros. Manaíra reúne equipamentos urbanos atrativos, apresenta um alto grau de verticalização e é habitado majoritariamente por uma população de renda elevada. Em contraste, o bairro São José se estabelece de modo precário às margens do Rio Jaguaribe, com uma população de baixa renda sujeita aos efeitos da segregação socioespacial (Sales, 2014).



Mapa 11. Densidade demográfica por setores censitários na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

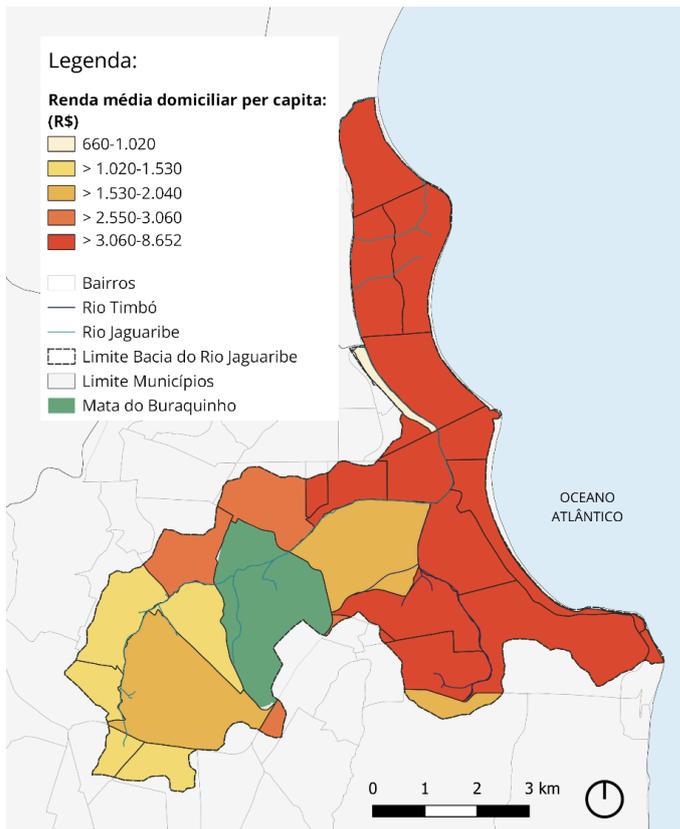
Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da base cartográfica do IBGE (2023).

Os cenários de desigualdade somam-se gradualmente à medida que se analisa a realidade da ocupação na bacia por meio dos mapas temáticos apresentados a seguir. Esses mapas materializam o padrão de distribuição das realidades dentro da Bacia do Rio Jaguaribe e ajudam a entender a relação que mantém com a paisagem.

Os mapeamentos sobre renda são uma importante ferramenta para o entendimento da distribuição da pobreza e a desigualdade socioeconômica do território. Observa-se nos **Mapas 12** e **13** a concentração de bairros com melhores condições de rendimento na porção litorânea e a conjunção de bairros de

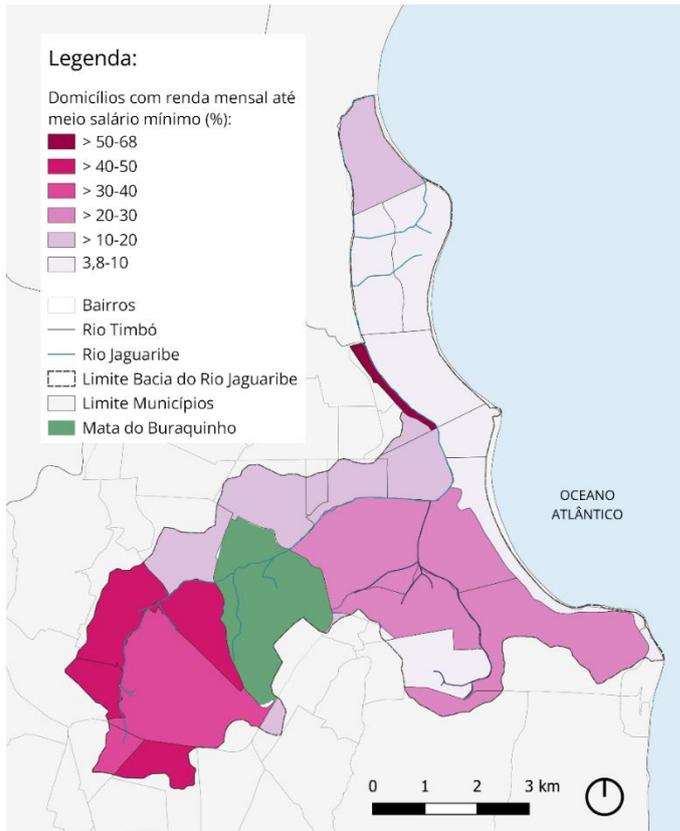
menor renda nas porções sudeste e sudoeste da bacia.

O cenário do bairro São José se destaca pela alta proporção de domicílios com renda mensal de até meio salário mínimo e a menor renda média registrada dentre os bairros da bacia. Isso demonstra a vulnerabilidade de sua população e explicita o contraste existente com os bairros vizinhos de média e alta classe.



Mapa 12. Renda média domiciliar por bairro na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (2010).

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do P2B (2021).



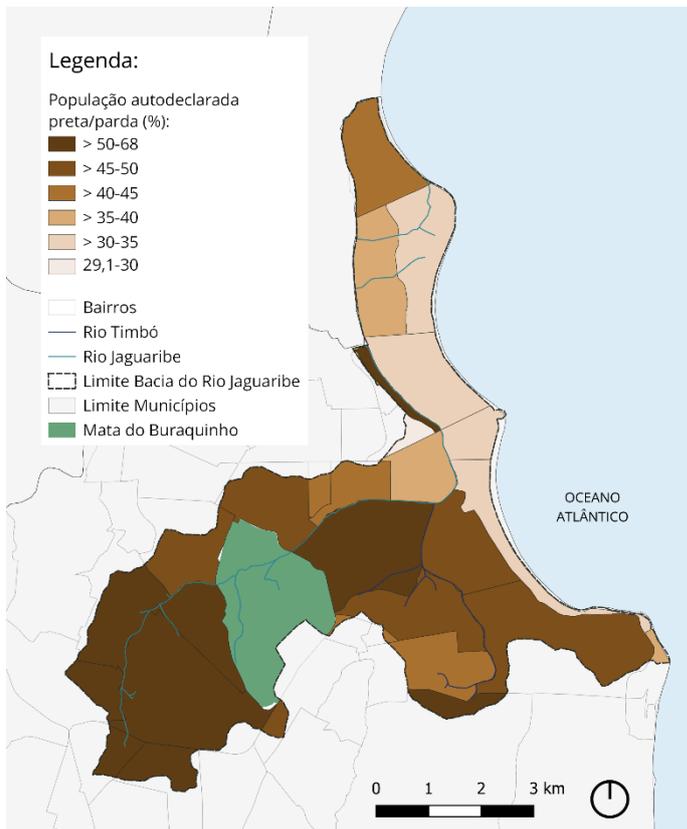
Mapa 13. Domicílios com renda mensal até meio salário mínimo por bairro na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (2010).

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do P2B (2021).

Outro cenário importante é o de distribuição da população pela auto declaração de cor, pois ele auxilia no entendimento sobre a composição demográfica e a segregação racial na bacia, além de ajudar a visualizar a disposição geográfica dos diferentes grupos existentes.

A partir do **Mapa 14**, é possível conceber um diagnóstico superficial

que demonstra como a distribuição dessa população se deu concentrada e sobreposta às áreas de maior pobreza e vulnerabilidade de renda, encontrando nos bairros à sudeste e sudoeste – além do São José– as maiores porcentagens de população autodeclarada preta ou parda.



Segundo Lima (2012), na realidade brasileira, ainda que o potencial analítico da variável raça deva ser medido segundo o contexto investigado, o fenômeno da desigualdade racial aparece como um motor da segregação.

Mapa 14. População autodeclarada preta/parda por bairro na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (2010).

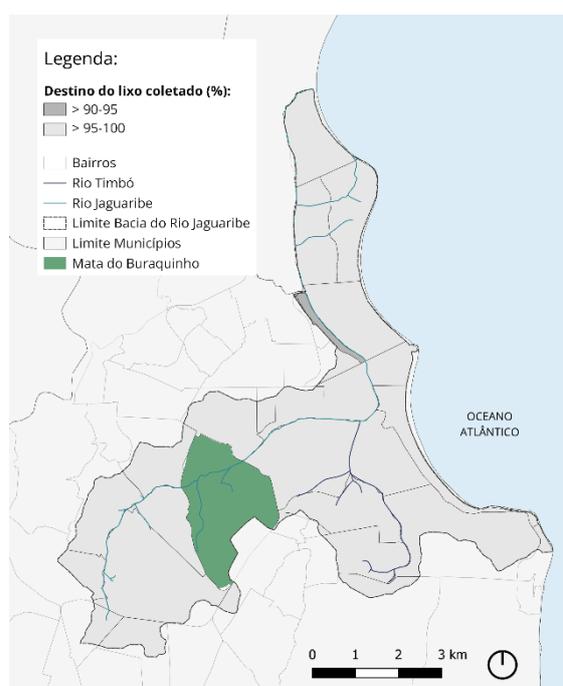
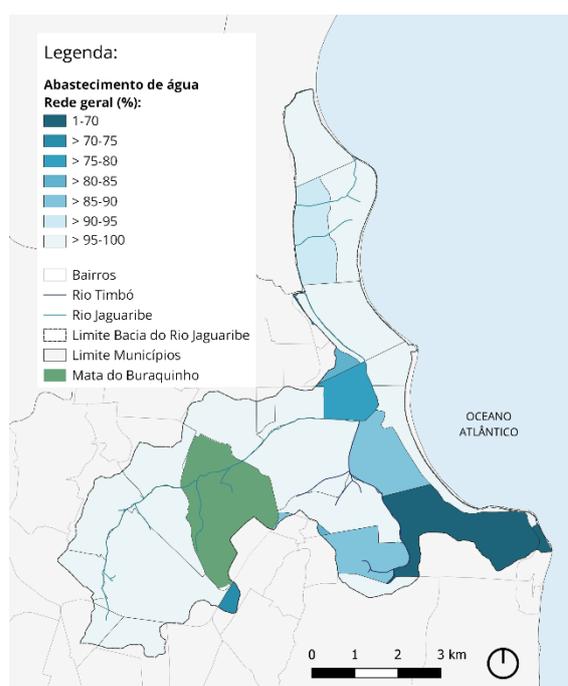
Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do P2B (2021).

Avaliando os aspectos de infraestrutura, iniciando pelo abastecimento de água, nota-se que a maior parte dos bairros possuía abastecimento de água por rede geral à mais de 95% dos domicílios, compreendendo 19 bairros da bacia (Mapa 15). Os bairros com as menores porcentagens de abastecimento são Portal do Sol e Ponta do Seixas, onde apenas 70% ou menos tinham acesso ao serviço, sendo as principais alternativas o abastecimento por poços ou nascentes.

Quanto ao sistema de coleta de lixo, praticamente toda a extensão da bacia apresenta altos índices de domicílios atendidos, com mais de 95% cobertos pelo serviço (Mapa 16). A única exceção é observada no bairro São José, onde entre 90% e 95% dos domicílios têm coleta de lixo.

Mapa 15. Abastecimento de água por bairro na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (2010).

Mapa 16. Destino do lixo por bairro na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (2010).



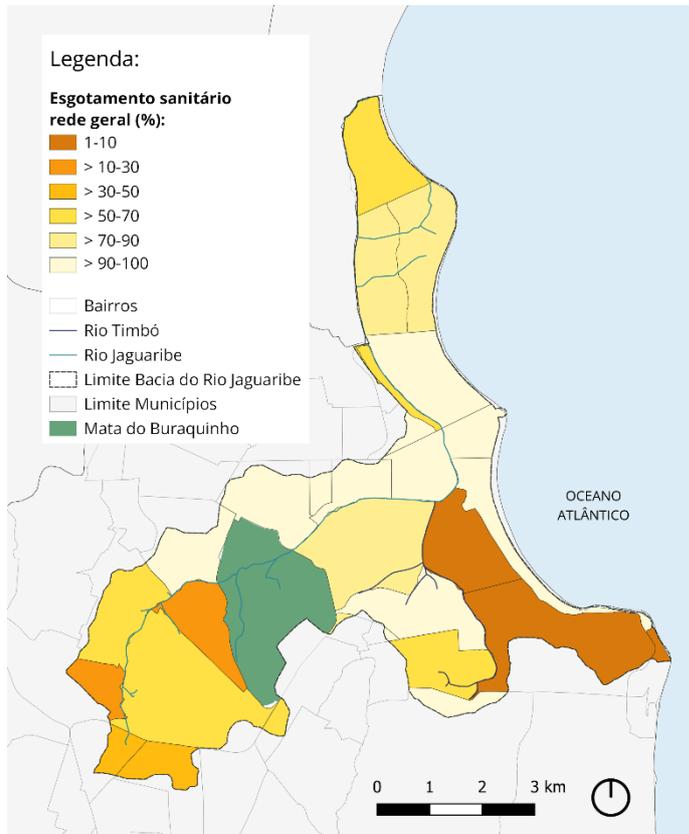
Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do P2B (2021).

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do P2B (2021).

Em relação ao esgotamento sanitário, em 2010, apenas 12 bairros apresentavam mais de 90% dos domicílios conectados à rede geral de esgoto (Mapa 17). Por outro lado, os bairros Portal do Sol, Ponta do Seixas e Altiplano Cabo Branco apresentavam baixo índice de atendimento nesse serviço, com disponibilidade para menos de 10% dos domicílios existentes.

Diante da falta de acesso ao esgotamento sanitário, muitos domicílios recorrem ao uso de fossas rudimentares ou ao lançamento de águas servidas e esgoto in natura nos cursos fluviais.

Isso resulta na contaminação dos corpos d'água, além de representar um risco de contaminação do solo e das águas subterrâneas.



Mapa 17. Esgotamento sanitário por bairro na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (2010).

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir do P2B (2021).

Esse quadro é realidade em muitos pontos da cidade, em especial no caso das favelas - ou comunidades urbanas-, onde é comum o despejo de águas servidas no curso do rio Jaguaribe (Queiroz, 2009).

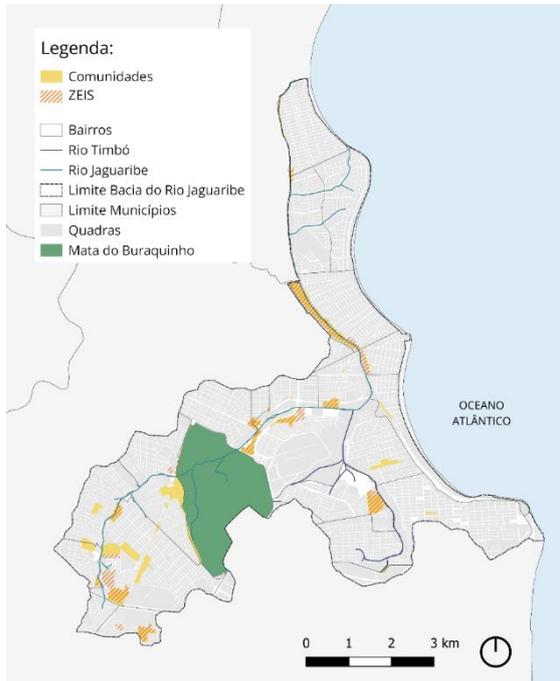
De acordo com os dados da PMJP (2024), existem 32 comunidades urbanas alocadas no território da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, muitas das quais estão inseridas em Zonas

Especiais de Interesse Social, incluídas no novo Plano Diretor da cidade (2024) (**Mapa 18**).

Essas comunidades são caracterizadas pela ocupação irregular e pela precariedade na oferta de serviços públicos essenciais. Predominantemente situadas em áreas periféricas, elas sofrem com condições insalubres em terrenos que apresentam riscos à permanência humana. Segundo o IBGE (2010), os principais locais ocupados por essas comunidades em João Pessoa - à margem do plano legal- incluem encostas, faixas de domínio de rodovias e ferrovias, colinas, unidades de conservação, margens de córregos, rios e lagos, entre outros.

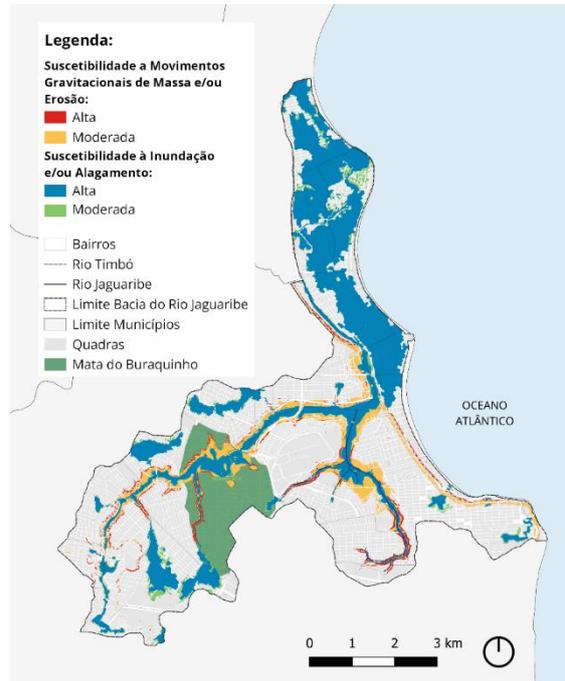
Durante a implementação do Plano Diretor de 2024, foram estabelecidas áreas de restrição adicional, compondo as Zonas Especiais de Restrições Adicionais, nas quais o interesse de preservação das características ambientais impôs restrições adicionais ao uso e à ocupação do solo. Em se tratando dos interesses ambientais e paisagísticos, o mapeamento dessas áreas na bacia expôs a gravidade dos riscos aos quais estão sujeitas as populações que as ocupam. As áreas são sujeitas à dinâmica natural e à influência da ação antrópica dos ecossistemas que ocupam, estando expostas a níveis moderados e altos de suscetibilidade erosiva, movimentos de massa, e inundações ou alagamentos (**Mapa 19**).

Mapa 18. Comunidades urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da PMJP (2024).

Mapa 19. Áreas de restrição adicional na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir da PMJP (2024).

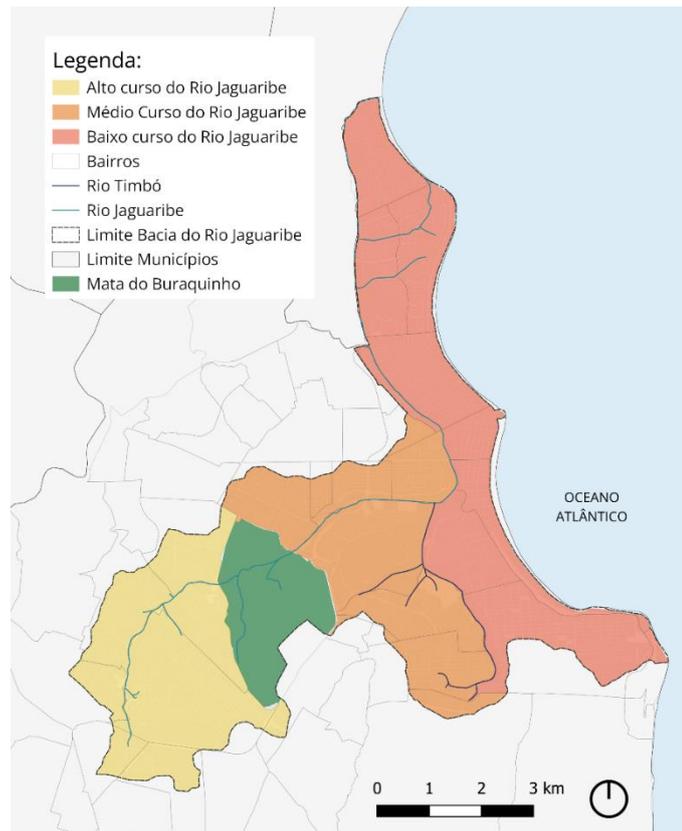
Segundo Queiroz (2009, p. 24), o fato dessas comunidades geralmente se situarem em zonas onde há restrição de ocupação por construções, dificulta a realização de obras de infraestrutura, que muitas vezes não ocorrem pela falta de recursos, mas também pela impossibilidade legal de serem contempladas.

Percebe-se que esses assentamentos são um desafio ao planejamento urbano, visto que geram diversos impactos sociais e ambientais. Socialmente, comprometem as condições de saúde e segurança dessa população. Ambientalmente, intensificam a poluição dos recursos hídricos, promovem a erosão, e dificultam a preservação das áreas verdes. Esse cenário demanda a urgência em prol do desenvolvimento de ações que garantam o direito à cidadania e dignidade a essa parcela da população.

Diante do panorama abordado, a investigação da paisagem da bacia revela uma combinação de problemas e potencialidades, resultantes tanto de suas características naturais, quanto das transformações advindas das relações socioeconômicas. Através do diagnóstico e síntese dos mapas temáticos elaborados foi possível dividir a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe em três setores, que compartilham características semelhantes de uso, ocupação e condições de vida. A setorização se deu em conformidade ao curso do principal representante

da bacia, o Rio Jaguaribe, e baseou-se tanto na divisão sugerida por Queiroz (2009), quanto pelas informações disponíveis no Atlas Municipal da prefeitura de João Pessoa (PMJP, 2024). Assim, foram caracterizados os setores do Alto Curso, do Médio Curso e do Baixo Curso do Rio Jaguaribe, de acordo com a divisão constada no **Mapa 20**.

Mapa 20. Setores identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

- **Alto Curso do Rio Jaguaribe**

O setor do Alto Curso do Rio Jaguaribe é composto pelos bairros Água Fria, Cristo Redentor, Cruz das Armas, Ernani Sátiro, Jaguaribe, João Paulo II, Oitizeiro e Varjão. Eles compartilham características predominantes de habitação popular e uso residencial unifamiliar de baixa e média renda, marcados pela estrutura urbana herdada dos conjuntos habitacionais de padrão popular implementados na região (**Figura 11**).

No tocante ao macrozoneamento definido pelo Plano Diretor de 2024, o setor é composto por parte da Macrozona de Proteção Ambiental (MAP) e pela Macrozona Adensável 2 (MAD-2). Esta última, segundo a Lei Complementar nº 164 de 2024, “[...]compreende as áreas em que a

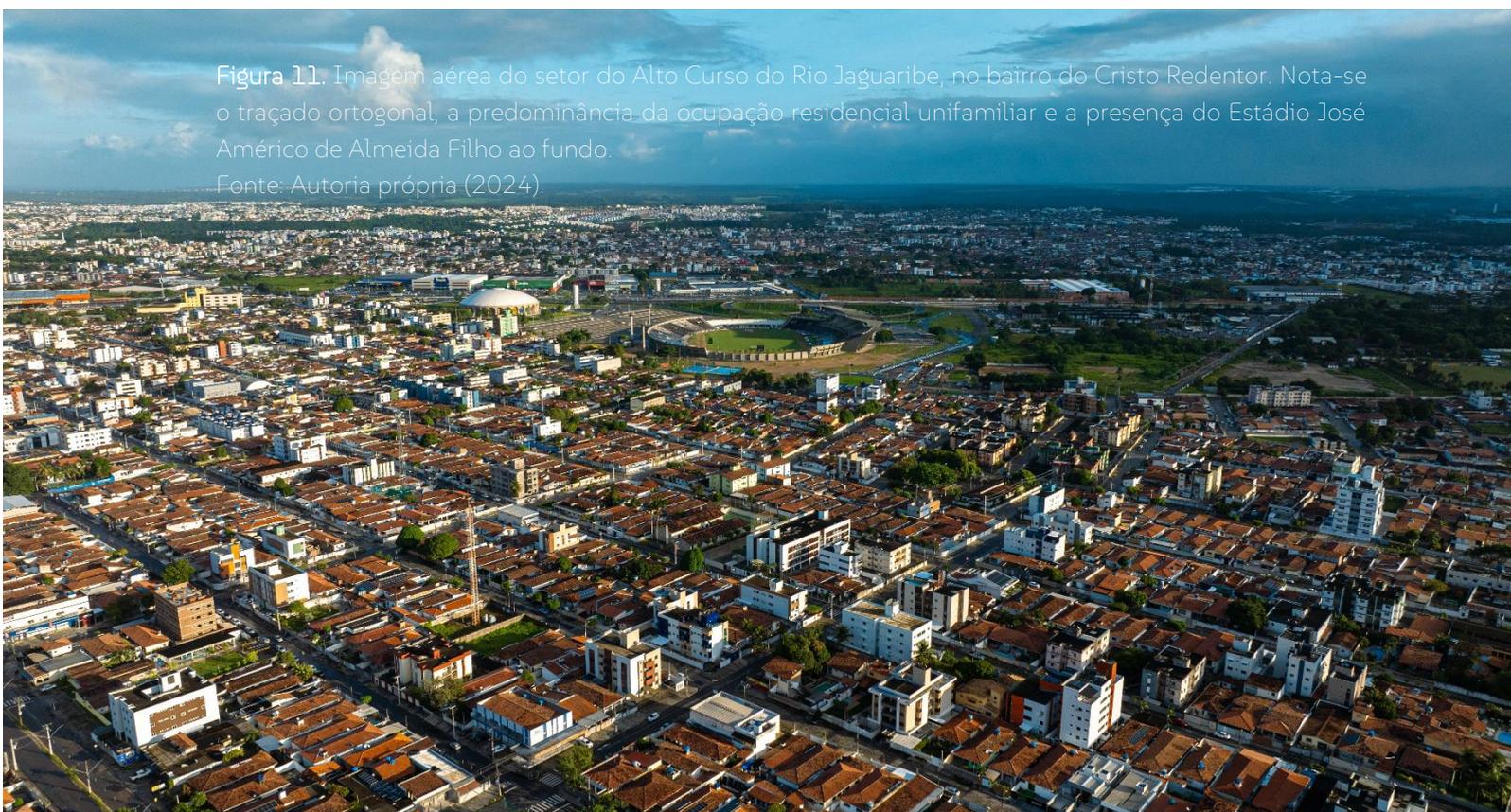
disponibilidade de infraestrutura básica e a capacidade de suporte ambiental permitem uma intensificação moderada do uso e da ocupação do solo”. Em relação ao zoneamento, esse setor engloba as seguintes zonas: as Zonas de Comércio e Serviço 2, 4 e 7 (respectivamente ZCS-2, ZCS-4 e ZCS-7), a Zona Habitacional 2 (ZH-2) e a Zona Especial de Proteção Ambiental 2 (ZEPA-2). Para realizar uma construção nessas zonas, a taxa permeável mínima varia de 5% a 10% (com exceção da ZEPA-1, que exige 40%), o que demonstra uma significativa impermeabilização do solo. De acordo com Bezerra (2015), esse processo afeta a morfologia urbana, intensificando o escoamento superficial das águas pluviais e contribuindo para a formação de ilhas de calor, que, por sua vez, aumentam a precipitação e agravam os problemas de enchentes e alagamentos.

A respeito da vitalidade do setor, os comércios e serviços estão geralmente concentrados em avenidas principais ou próximos a rodovias, apresentando uma dinâmica econômica moderada. Também existem grandes equipamentos e infraestruturas públicas, a exemplo de hospitais, estádios e centros recreativos, e, em alguns casos, há a presença de indústrias ou depósitos.

Além disso, de acordo com um levantamento da equipe de pesquisa TCSS, realizado em 2007 (*apud* Queiroz, 2009) esse setor englobava 50% das comunidades de toda a bacia, as quais são carentes de infraestrutura e serviços básicos, e se tornam suscetíveis a problemáticas envolvendo a falta de saneamento, pavimentação e os riscos a inundação pelo rio Jaguaribe.

Figura 11. Imagem aérea do setor do Alto Curso do Rio Jaguaribe, no bairro do Cristo Redentor. Nota-se o traçado ortogonal, a predominância da ocupação residencial unifamiliar e a presença do Estádio José Américo de Almeida Filho ao fundo.

Fonte: Autoria própria (2024).



- **Médio Curso do Rio Jaguaribe**

Os bairros do médio curso são: Anatólia, Bancários, Castelo Branco, Expedicionários, Jardim Cidade Universitária, Jardim São Paulo, Mangabeira, Miramar, Tambauzinho, Torre. Eles apresentam uma predominância de uso residencial, com uma mescla entre ocupação horizontal e um crescente processo de verticalização, especialmente próximo às avenidas principais. Muitos deles estão em transição entre as residências unifamiliares para edificações de múltiplos andares, reflexo de sua dinâmica imobiliária em transição e evolução.

Esse setor abrange 3 macrozonas da cidade: a Macrozona Adensável 1 (MAD-1), a Macrozona Adensável 2 (MAD-2) e a Macrozona de Proteção Ambiental (MAP). A Macrozona Adensável 1, segundo a Lei Complementar nº 164 de 2024:

[...] compreende as porções territoriais urbanizadas de maiores densidade e dinâmica urbana do município, nas quais a disponibilidade de infraestrutura básica e a capacidade de suporte ambiental permitem a intensificação do uso e ocupação do solo [...] constituindo-se como áreas urbanas com capacidade de acomodar maior densidade populacional, com previsão de maior diversificação de usos e atividades e de alto potencial construtivo.

A respeito do zoneamento municipal, o setor inclui as Zonas de Comércio e Serviço 3, 4 e 6 (respectivamente ZCS-3, ZCS-4 e ZCS-6), a Zona Habitacional 1 (ZH-1) e a Zona Especial de Proteção Ambiental 2 (ZEPA-2). Ademais, a sua infraestrutura urbana inclui grandes equipamentos públicos, como centros recreativos e institucionais educacionais, além de uma concentração significativa de comércio e serviço nos corredores de maior fluxo, que caracterizam sua grande diversidade funcional.

As desigualdades sociais são também observadas nesse setor, uma vez que alguns bairros apresentam carências significativas em serviços básicos e infraestrutura urbana, enquanto outros proporcionam uma qualidade de vida superior à população. Além disso, um aspecto notável deste setor é a presença de áreas verdes, que incluem a proximidade com a Mata do Buraquinho, a zona de proteção ao longo do curso do rio Jaguaribe e as áreas de mata preservada dentro do Campus I da Universidade Federal da Paraíba (**Figuras 12 e 13**).

Figura 12 e 13. Imagem aérea do setor do Médio Curso do Rio Jaguaribe, no bairro do Castelo Branco. Nota-se a presença de grandes áreas verdes e a apropriação irregular às margens do rio Jaguaribe

Fonte: Autoria própria (2024).



- Baixo Curso do Rio Jaguaribe

O setor do Baixo Curso engloba os bairros do Aeroclub, Altiplano Cabo Branco, Bessa, Brisamar, Jardim Oceania, Manaíra, Ponta do Seixas, Portal do Sol, São José, Tambaú. Esses

bairros são predominantemente residenciais, com significativa presença de verticalização ou áreas ainda em processo. Os bairros litorâneos, como Manaíra, Tambaú e Cabo Branco, possuem forte apelo ao turismo e a marcante presença de atividades econômicas formais bem consolidadas.

Os bairros Portal do Sol e Altiplano Cabo Branco apresentam tendências à implantação de condomínios residenciais, o primeiro de forma horizontal e o segundo com edificações em múltiplos pavimentos.

A população que habita esse setor é composta predominantemente por pessoas de renda média ou alta, com exceção de algumas áreas marcadas por extremo contraste, como as comunidades urbanas nos bairros São José e Altiplano Cabo Branco, que apresentam características de ocupações espontâneas e carecem de serviços básicos (Figura 14).

Por ser o maior setor da bacia, ele vai abranger diferentes modos de uso e ocupação do solo, sendo composto por 4 macrozonas e duas áreas com restrições especiais, sendo essas: as Macrozonas Adensáveis 1, 2 e 3 (respectivamente MAD-1, MAD-2 e MAD-3), a Macrozona de Proteção Ambiental, as Bordas de Tabuleiros e a Área de Influência da Praia (500m).

No tocante ao zoneamento, o setor do Baixo Curso vai ser composto por 8 zonas diferentes: as Zonas de Comércio e Serviço 3, 4 e 7 (respectivamente ZCS-3, ZCS-4 e ZCS-7), as Zonas Habitacionais 1, 3 e 4 (ZH-1, ZH-3 e ZH-4), e as Zonas Especiais de Proteção Ambiental 1 e 2 (ZEPA-1 e ZEPA-2). Com exceção às zonas de proteção ambiental, a taxa de área permeável mínima nesse setor varia de 5% a 15%, o que demonstra altos índices de impermeabilização. Embora as ZEPAS concentrem porcentagens mais elevadas de área permeável, elas muitas vezes não são suficientes para absorver o escoamento superficial proveniente das demais zonas, agravando os problemas de inundações e alagamentos nessa área da cidade.

Por representar uma área marcada pela verticalização e alta densidade demográfica (Figura 15), o setor tende a prejudicar mais o meio ambiente devido à maior impermeabilização do solo, à redução de áreas verdes e à pressão sobre os recursos naturais. A concentração de edifícios e infraestrutura densa intensifica a demanda por serviços, energia e água, gerando maior poluição e contribuindo para a degradação dos ecossistemas locais, refletindo negativamente na qualidade ambiental da bacia, como descrito a seguir:

A ocupação do espaço aéreo, devido à verticalização da cidade, de forma desorganizada, também gera problemas relacionados com a qualidade ambiental. "(...) a verticalização aumenta a superfície de absorção do calor (...) também aumenta a superfície impermeabilizada fazendo com que a água escoe mais rapidamente diminuindo a umidade do ar, a evaporação, a transpiração, o

que faz sobrar energia para o aquecimento (...) com a verticalização o tráfego aumenta e com isso a poluição também aumenta. O aumento de gases e poeiras na atmosfera provoca o efeito estufa (...) com a verticalização surge o sombreamento (...) isso causa contrastes térmicos entre a parte sombreada e a ensolarada (...) (Douglas, 1983 *apud* Nucci, 1999 np).

Figura 14. Imagem aérea do setor do Baixo Curso do Rio Jaguaribe, onde se observa o contraste entre a ocupação verticalizada do bairro de Manaíra, à esquerda, e a ocupação irregular às margens do rio Jaguaribe, no bairro São José, na porção central da imagem.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 15. Imagem aérea do setor do Médio Curso do Rio Jaguaribe, no bairro do Altiplano Cabo Branco.



Fonte: Autoria própria (2024).

2.4 PERSPECTIVA AMBIENTAL

O município de João Pessoa localiza-se nos domínios do Bioma Mata Atlântica (Araújo e Moreira, 2020), caracterizado por uma alta concentração de espécies endêmicas, muitas das quais estão ameaçadas de extinção.

O atual estado do bioma é um dos fatores pelos quais ele ocupa o 4º lugar na lista de biomas classificados como "*Hotspots*", ou seja, áreas prioritárias para a conservação por conta de sua riqueza em biodiversidade e acelerado processo de degradação. A avaliação da Mata Atlântica como *Hotspot* foi atribuída por Myers et al (2000, *apud* Medeiros, 2010) e se baseia nos dados apresentados no Quadro 01.

Quadro 01. Dados da biodiversidade e estado de conservação da Mata Atlântica.

HOTSPOT MATA ATLÂNTICA	DADOS
Extensão original de vegetação nativa (km ²)	1.227.600 km ²
Vegetação original remanescente (km ²); (% da área original)	91.930 km ² (7,5%)
Área protegida (km ²); (%d do remanescente)	33.084 km ² (35,9%)
Espécies de plantas	20.000
Plantas endêmicas (% do total de plantas, 300.000)	8.000 (2,7%)
Plantas endêmicas (% do total de espécies do <i>Hotspot</i>)	40%
Espécies de vertebrados	1.361
Vertebrados endêmicos (% do total global de vertebrados, 27.298)	567 (2,1%)
Vertebrados endêmicos (% do total de espécies <i>Hotspot</i>)	42%

Fonte: Modificado pela autora a partir de Medeiros, 2020.

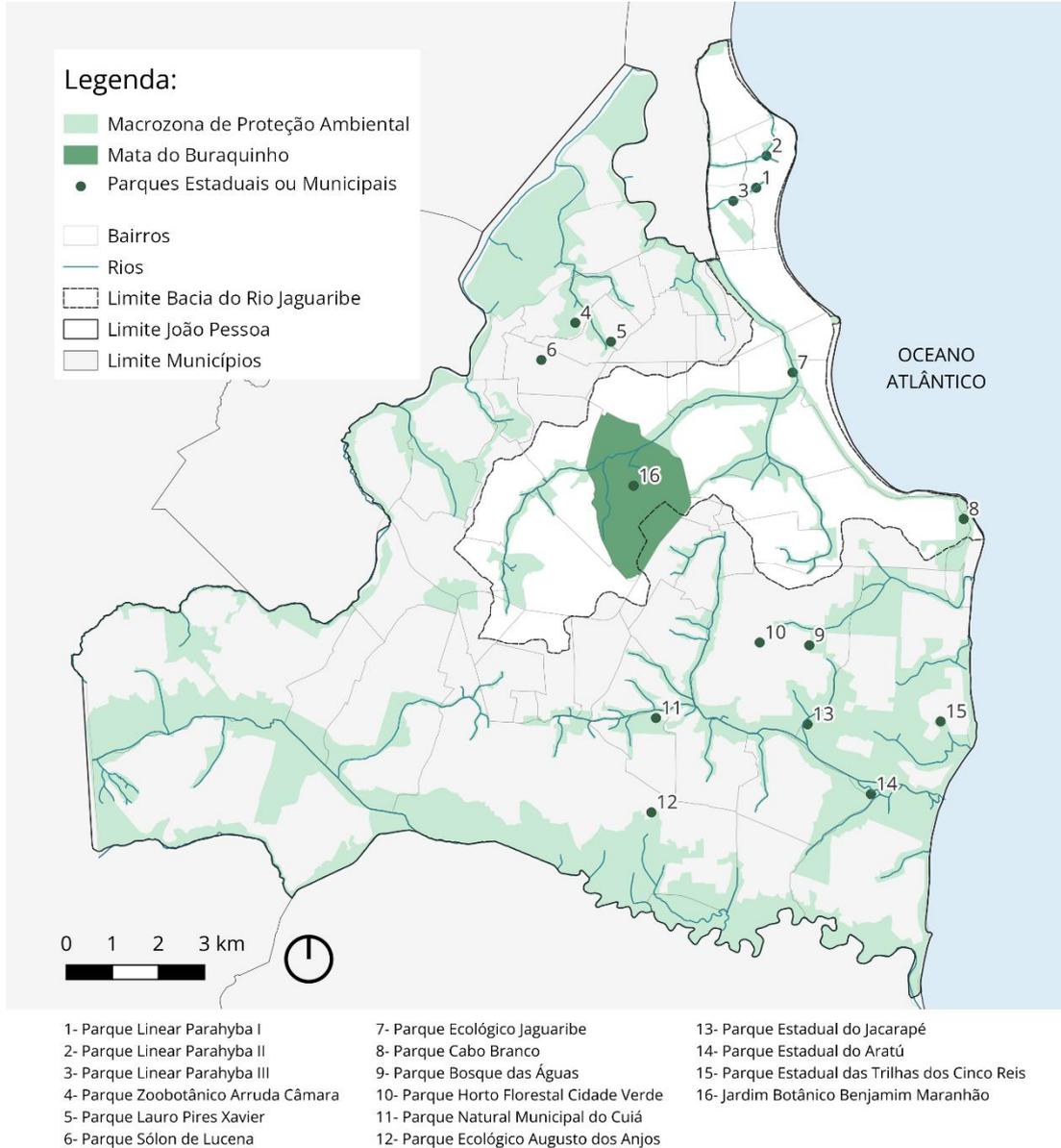
Em relação à vegetação, segundo a SOS Mata Atlântica (2024), apenas 24% do bioma original da Mata Atlântica continua a existir no país, sendo apenas 12,4% representados por florestas maduras e bem preservadas.

João Pessoa, diferentemente de outras capitais, assumiu por muitos anos o título de 2º cidade mais verde do planeta, consolidando assim sua imagem de "Cidade Verde". A presença do verde, mais que uma preocupação ambiental *a priori*, passou a ser utilizada como estratégia pela mídia turística e governamental, visando atrair investimentos turísticos e imobiliários (Silva, 2013).

Os atributos naturais tornaram-se, dessa forma, elementos de valorização da terra e alguns foram integrados à vida urbana sob a forma de parques estaduais e municipais. Vale ressaltar que João Pessoa também foi a primeira cidade brasileira a criar um Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, em 2010 (publicado em 2012), com o objetivo

de estabelecer um planejamento estratégico para conservar os remanescentes de floresta e a biodiversidade de espécies existentes (Mapa 21).

Mapa 21. O Verde em João Pessoa. Observa-se a Macrozona de Proteção Ambiental demarcada pelo novo Plano Diretor (PMJP, 2024) e a marcação de Parques Estaduais ou Municipais realizada com base em Batista (2019).



Fonte: Autoria própria (2024).

Ao observar a cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, nota-se que ela abriga importantes áreas verdes e de preservação em João Pessoa, incluindo a Mata do Buraquinho, a única Unidade de Conservação da cidade. Além disso, essa bacia concentra seis dos parques criados no município como parte de uma estratégia de preservação ambiental. Esse

aspecto é ainda mais notável quando se considera o elevado grau de urbanização a que essa região está submetida, destacando a importância dessas áreas para a conservação ecológica em meio à expansão urbana

A flora na bacia é composta por diferentes formações vegetais, podendo ser identificadas a floresta ombrófila das terras baixas, as formações arbustivo-arbóreas de crescimento secundário -nas extensões dos tabuleiros-, os campos de várzea e os manguezais (Melo, 2001).

Carvalho (1985 *apud* Borges, 2008) categoriza a cobertura vegetal de maneira diferente, distinguindo entre formação vegetal pioneira, campos e matas de restinga, manguezais, mata úmida e espécies do cerrado.

Apesar da difícil unificação dos termos usados para categorizá-las, que ora classificam em graus diferentes de especificidade, observa-se em comum que fatores como o clima e a composição do solo são apontados como os principais responsáveis por influenciar a diversidade dos aspectos fitofisionômicos dessas formações vegetais. Além disso, é possível observar que o porte vegetal tende a aumentar gradualmente à medida que se afasta da praia, devido ao aumento na quantidade de matéria orgânica disponível no solo (Queiroz, 2009; Borges, 2008).

Desde meados dos anos 2000, já era possível constatar que todas as formações encontradas na bacia haviam sido fortemente alteradas pela expansão urbana, com exceção da área de Floresta Ombrófila das Terras Baixas – representada pela Mata do Buraquinho –, que contava com maior proteção legal (Melo, 2001).

A partir desse contexto, seguindo a categorização das formações vegetais proposta por Melo (2001) e observada na síntese de suas características realizada por Queiroz (2009), fundamentada em outras fontes, foi realizada uma aproximação à vegetação existente

A Floresta Ombrófila das Terras Baixas, pode ser representada em grande parte pela Mata do Buraquinho. Ela se caracteriza por ser um remanescente das florestas fluviais costeiras, com composição florística bastante diversificada, abrangendo, além de espécies típicas desse bioma, espécies da flora amazônica e do cerrado (Queiroz, 2009). Segundo o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMJP, 2012), ela apresenta bom estado de conservação, podendo servir em conjunto com alguns outros esparsos, como “fontes de colonização” ou “bancos de sementes”, de modo a fornecer insumos vegetais capazes de serem usados na restauração ambiental da biodiversidade local.

A Mata do Buraquinho desempenha um papel importante na preservação da biodiversidade e na provisão de serviços ecossistêmicos para a cidade. Por se localizar na

transição entre o alto e médio curso do Rio Jaguaribe, ela também é capaz de proteger parte do curso do rio, atuando como um filtro para as águas frequentemente poluídas que advêm do alto curso (Queiroz, 2009).

O Jardim Botânico Benjamin Maranhão está localizado dentro dos limites da mata, oferecendo à população uma alternativa de lazer gratuita, aliada às atividades de conscientização ambiental (**Figura 16**). Ele atua como uma unidade orgânica diretivo-executiva dentro da estrutura organizacional da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA, 2003 *apud* Oliveira e Melo, 2009).

A instituição, criada no ano 2000, pelo Decreto nº 21.264, permite a participação da população em trilhas e eventos ecológicos, funciona como um centro para pesquisas científicas, e também abriga um viveiro de espécies ameaçadas que fornece mudas para projetos em parceria com outras instituições (Brito e Vanzella, 2018; A União, 2023).



Figura 16. Vegetação arbórea no Jardim Botânico Benjamin Maranhão.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Sobre as formações nas extensões de tabuleiros (**Figura 17**), sabe-se que ela é geralmente expressada por herbáceas lenhosas arbustivas e arbóreas de pequeno porte, bastante densas e dispersas. Como um ecótono, é uma vegetação de transição que vai reunir espécies típicas da Mata Atlântica e outras formações arbustivas e arbóreas litorâneas (Melo, 2001). Acerca desse tipo de vegetação, Melo (2001) vai acrescentar a existência de:

[...]capoeiras de idades diversas e em todos os estágios da evolução. Ao lado delas, várias espécies de frutíferas ocupam sítios e granjas sobretudo a leste e a sudeste da bacia do Jaguaribe. Acrescentam-se as culturas de subsistência ainda existentes nas terras do vale e as pastagens que substituíram grande parte dos campos de várzea (Melo, 2001, p. 60).

Os **campos de várzea** correspondem a comunidades vegetais, em sua maioria, herbáceas, ligadas a condições particulares do biótopo: lama e água (**Figura 18**). Segundo Melo (2001):

Essas formações vegetais ocorrem nas planícies aluviais do Jaguaribe e do mencionados e locais onde ocorre acúmulo de águas Timbó (depressões úmidas ou alagadas, periferia dos rios durante a estação chuvosa). As comunidades são representadas por hidrófitas e higrófitas (Melo, 2001, p. 61).

Figura 17. Vegetação típica dos tabuleiros.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 18. Vegetação de várzea.



Fonte: Autoria própria, 2024.

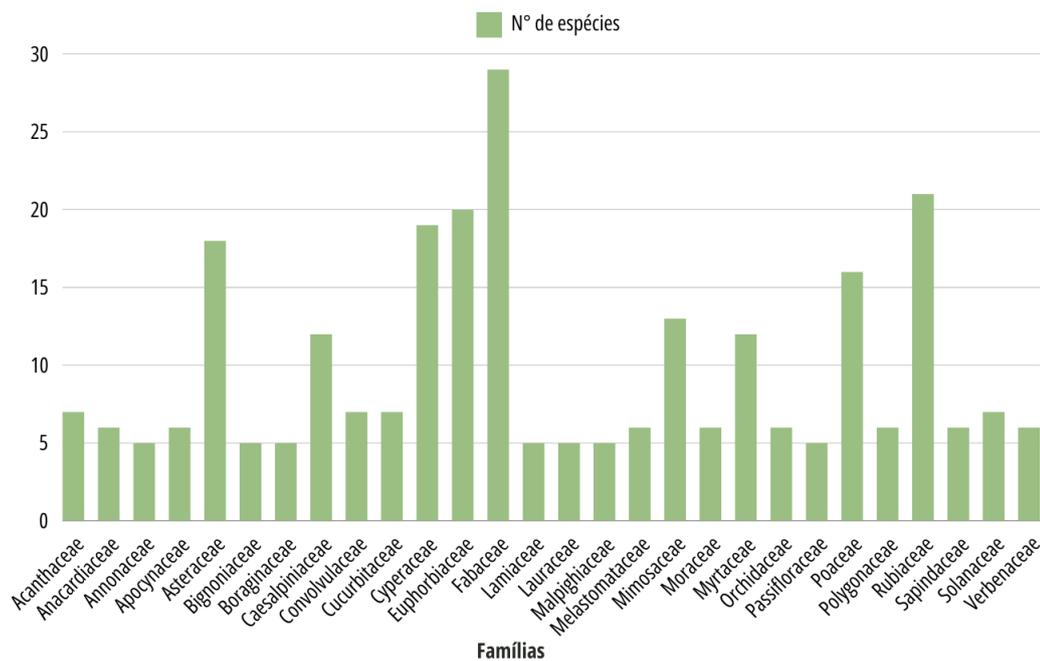
A respeito dos **manguezais**, eles podem ser encontrados nas proximidades do baixo curso do Rio Jaguaribe, próximo às áreas de estuário do Rio Paraíba. Eles são caracterizados por serem uma zona de transição entre os ambientes marinhos e terrestres, apresentando solo rico em água e sal, e pobre em oxigênio (Araújo, 2018 *apud* P2B, 2021). Uma das características marcantes desses ambientes são as raízes aéreas das vegetações que permite a sustentação das árvores no solo lodoso (Araújo, 2018).

Apesar de serem ecossistemas protegidos pela Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, os manguezais em João Pessoa se encontram em estado crítico de conservação, devido, principalmente, à poluição por esgoto e resíduos sólidos (P2B, 2021).

Antes da ocupação dos Bairros de Tambaú e Manaíra, os mangues acompanhavam todo o baixo curso do Jaguaribe juntamente com o Timbó e formavam uma única faixa de manguezal. Hoje sua montante no baixo curso está totalmente desviada após as comunidades do São José e Chatuba, através de um canal, restando em quantidade inexpressiva até as proximidades da Avenida Beira Rio, na região da baixada litorânea (Queiroz, 2009, p. 76).

Acerca das famílias botânicas mais representativas da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, em uma compilação de dados realizada em 2007, foram observadas 271 espécies, pertencentes a 28 famílias diferentes (Gráfico 01) (Neto, 2004; Amazonas, 2006; EMLUR/PMJP, 2006 *apud* Queiroz, 2009). Esses dados sobre a flora ainda são um dos poucos disponíveis que analisam exclusivamente o recorte em estudo.

Gráfico 01. Famílias botânicas mais representativas da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe em 2007.



Fonte: Adaptado de Queiroz (2009).

Outro dado a ser destacado é o disponível pelo Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMJP, 2012), que abrange todo o município, mas tem maior representatividade nos levantamentos florestais do alto e médio curso do rio Jaguaribe, nas áreas de influência da Mata do Buraquinho, no vale do Timbó e na reserva florestal do Campus I da Universidade Federal da Paraíba. Nele, foram levantados 581 táxons vegetais, e dentre as espécies registradas, 3 se encontram ameaçadas de extinção: *Chrysobalanus icaco* (Guajiru); *Bowdichia virgilioides* Kunth, *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Amazonas, 2006; Barbosa, 1996, Barbosa et al, 2006; Neto, 2004 *apud* PMJP, 2012).

Diante das transformações que a cidade sofreu ao longo dos anos, é essencial que os dados sobre a composição florística sejam atualizados, mesmo existindo instrumentos legais de proteção às áreas verdes mais consolidadas.

Figueiredo et al. (2017 *apud* Araújo e Moreira, 2020) indicam que, apesar do título de Unidade de Conservação, como o atribuído à Mata do Buraquinho em 2014 (Paraíba, 2014), os remanescentes florestais localizados em áreas urbanas ainda estão sujeitos a significativos impactos ambientais, especialmente devido a agentes de degradação e ações antrópicas, o que muitas vezes inclui a própria população (Figuras 19 e 20).

Figura 19. Incêndio se alastra para dentro da Mata do Buraquinho.



Fonte: Walter Papparazzo/G1, 2016.

Figura 20. Margem desmatada e lixo depositado na Mata do Buraquinho.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Outro fator que impacta na perda e modificação da vegetação original é a inserção de espécies exóticas na arborização urbana da cidade, e mesmo nas áreas de remanescentes florestais.

Segundo relatado pela SEMAM ao Jornal da Paraíba (2014), as árvores de espécies invasoras compunham cerca de 37% da arborização urbana de João Pessoa naquele ano. Destacam-se as espécies de *ficus*, castanhola e leucina (Figura 21). As plantas foram utilizadas em parte significativa da arborização da cidade, a exemplo do plantio de árvores de castanhola entre as praias do Bessa e Cabo Branco na década de 1980, e acabaram se espalhando por meio da dispersão de aves e até mesmo a partir da ação da própria população, ao optar pelas espécies para o sombreamento das calçadas (Vida urbana, 2014).



Figura 21. Castanholas usadas na arborização de praça no bairro do Castelo Branco.

Fonte: Autoria própria, 2024.

As castanholas causam desequilíbrio na flora nativa e prejudicam os hábitos naturais da fauna, visto que cada espécie é dependente da outra. O sombreamento que advém de suas copas em ambientes nos quais não é nativa dificulta o surgimento de novas espécies locais e a sobrevivência até mesmo de plantas rasteiras, que são fundamentais para a manutenção da

microflora na área da praia, por exemplo. Além disso, elas são responsáveis por outros problemas urbanos:

A castanhola (*T. catappa*), por exemplo, possui folhas grandes, que se desprendem das árvores, sujando as calçadas e ruas, além de causar entupimento da rede pluvial. [...] *Ficus benjamina*, apesar do seu caráter paisagístico, é relacionada a inúmeros conflitos com fiação, construções, calçadas, meio-fio, iluminação e sinalização (PARRY et al., 2012; SILVA et al., 2016). Rocha et al. (2004) destacam que esta espécie, apesar de estar verde durante todo o ano e de ser propícia à topiaria, é prejudicial à estrutura viária, sendo associada a danos ao calçamento, encanamentos e conflitos com as redes aéreas (Gomes, Barbosa e Quirino, 2019, p. 357).

Anderson Fontes, chefe da Divisão de Arborização e Reflorestamento da SEMAM, indicou que a Prefeitura Municipal de João Pessoa já não utiliza mais essas espécies em arborização de canteiros e parques, e, em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), realiza a substituição por árvores nativas (Vida urbana, 2014).

Em se tratando da fauna, o seu estado atual no município é conhecido de maneira insuficiente, necessitando de uma atualização no seu “status” de conservação, tendo em vista a grande perda de habitat ocorrida pelo desmatamento na cidade ao longo dos anos (PMJP, 2012). O Plano Municipal de Recuperação da Mata Atlântica (2012) levantou 275 táxons da fauna de vertebrados na cidade, dentre as quais 12 táxons são ameaçados de extinção, conforme consta no **Quadro 02**.

Quadro 02. Exemplos de fauna de João Pessoa.

Nome popular	Espécie
Rã-pimenta	<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>
Surucucu	<i>Lachesis muta rhabeata</i>
Cágado-de-barbicha	<i>Phrynos cf. geoffroanus</i>
Jucupemba	<i>Penelope superciliaris alagoensis</i>
Apuim-de-cauda-amarela	<i>Touit surdus</i>
Picapauzinho-de-Pernambuco	<i>Picumnus exilis pernambucensis</i>
Chupa-dente	<i>Conopophaga lineata cearae</i>
Saíra-pintor	<i>Tangara fastuosa</i>
Preguiça-comum	<i>Bradypus variegatus</i>
Lontra-neotropical	<i>Lontra longicaudis Olfers</i>
Gato-do-mato-pequeno	<i>Leopardus tigrinus</i>
Peixe-boi-marinho	<i>Trichechus manatus</i>
Caxingueiê	<i>Sciurus aestuans</i>

Fonte: Modificado pela autora a partir do Relatório do Diagnóstico Técnico (2021).

Em relação à bacia, Queiroz (2009) apresenta dados compilados em 2007 que indicam a presença de 66 táxons de vertebrados na região, dentre os quais 36 aves, 12 mamíferos, 8 répteis, 8 peixes e 2 anfíbios.

O fragmento de área verde que apresenta a maior variedade de espécies de fauna na bacia é a Mata do Buraquinho. Considerada Refúgio de Vida Silvestre pelo decreto nº 35.195, de 23 de Julho de 2014, ela tem como objetivos garantir a conservação das populações de flora e fauna ameaçadas de extinção e garantir a conservação das condições naturais do meio ambiente que asseguram a existência da reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Nesse sentido, Almeida (2020) realizou um estudo da fauna na região da mata, a fim de obter resultados mais atuais sobre as espécies existentes e servir como embasamento para a elaboração do seu plano de manejo. Ele se volta à investigação da avifauna, defendendo que as aves são importantes indicadores ecológicos para a avaliação da qualidade ambiental devido à

sua capacidade de ocupar diversos ecossistemas, inclusive aqueles resultantes de alterações antrópicas (Oren, 2001; Terborgh et al., 1990 *apud* Almeida, 2020).

Nessa pesquisa foram registradas 113 espécies, representadas por 34 famílias, dentre as quais 6 espécies estão ameaçadas em diferentes categorias: quatro como vulneráveis, uma ameaçada e uma criticamente ameaçada. Essas espécies ameaçadas são dependentes da floresta e apresentam média e alta sensibilidade aos distúrbios ambientais, como o desmatamento e a perda de habitat, o que mostra como impacto das ações humanas surtem efeitos na biodiversidade.

Como a RVS Mata do Buraquinho está inserida em uma área urbanizada, constatou-se que aproximadamente 25% das espécies são bioindicadoras de alterações de habitat, incluindo as aves consideradas urbanas ou de comportamento sintrópico;

Os impactos ambientais negativos constatados que afetam diretamente ou indiretamente a avifauna da RVS Mata do Buraquinho, tais como coleta e corte seletivo de plantas, poluição hídrica, pesca, caça (em “espera” e com armadilha “ratoeira”), queimadas, poluição sonora e (re)introdução de espécies da fauna nativa, alguns desses impactos provavelmente se dão por ausência e/ou ineficiência de fiscalização efetiva na UC e outros por ausência de plano de manejo da unidade de conservação, um instrumento fundamental, a qual ainda não dispõe de tal instrumento de gestão. Entretanto, a implementação da educação ambiental que envolva as comunidades do entorno da unidade de conservação representa um instrumento de inclusão social de extrema relevância para a conservação dessa área protegida (Almeida, 2020, p.65).

Outro fator que ameaça a biodiversidade da fauna na bacia é a exposição à matriz urbanizada, principalmente em relação aos perigos enfrentados pelos animais ao migrar entre fragmentos pelas estradas e vias urbanas. Acerca disso, Medeiros (2010) mostra que:

O atropelamento de animais silvestres é um grande problema no Brasil e no mundo. Segundo a Polícia Rodoviária Federal (PRF), 3.570 animais foram atropelados em todo o Brasil no ano de 2007. Esses números certamente estão bem abaixo da realidade, visto que a maioria das pessoas não reporta os incidentes à Polícia Rodoviária. Para o biólogo Gilson Santana, os atropelamentos nas estradas seriam a segunda maior causa de morte de animais silvestres no Brasil, perdendo apenas para a redução de habitat devido a queimadas e desmatamentos (Medeiros, 2010, p. 13).

Ela usa como exemplo de pesquisa o grupo das preguiças. Esses animais, por terem baixa taxa de reprodução, vida sedentária e alimentação folhívora, são bastante sensíveis ao

desmatamento e, por isso, possuem alto risco de extinção. São comuns os avistamentos de preguiças nos entornos da Mata do Buraquinho e do Campus I da Universidade Federal da Paraíba, tentando cruzar as vias e ocasionando trânsito e risco à sua própria vida (Figura 22).

Figura 22. Preguiça sendo resgatada de via ao tentar atravessá-la.



Fonte: Walter Papparazzo/G1, 2016.

Em Pernambuco, as preguiças já não se encontram presentes nos fragmentos de 7,32 a 40,03 ha (Gadelha; Melo; Mendes e Pontes, 2009 *apud* Medeiros, 2010), o que serve como alerta para a situação de João Pessoa.

Situações como essa evidenciam a importância de discutir estratégias mitigadoras para os impactos que o planejamento urbano pode causar nos processos ecológicos. Para isso, destaca-se a importância de um esforço multidisciplinar na constante atualização dos dados sobre biodiversidade, não apenas como uma ação reativa, mas principalmente para antecipar cenários. Essa abordagem vai possibilitar a adoção de medidas preventivas, inclusive no que se refere ao planejamento urbano e uso e ocupação do solo, assegurando que as necessidades ecológicas e ambientais sejam atendidas, e a biodiversidade, preservada.

2.5 PERSPECTIVA LEGAL

A legislação ambiental é um instrumento importante em prol da preservação do meio ambiente aliada ao planejamento urbano. Ela assume grande influência na preservação da

biodiversidade a partir do momento em que é responsável por definir códigos de posturas e práticas de usos das áreas verdes, avaliando, restringindo e mitigando danos ambientais.

O Plano Diretor corresponde ao instrumento básico na política de desenvolvimento e expansão urbana, sendo responsável, segundo o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001), pelo estabelecimento de diretrizes e normas sobre política urbana, visando o ordenamento da cidade e a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização. Dessa forma, busca o cumprimento da função social da propriedade urbana e o atendimento às necessidades dos cidadãos no que tange à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas.

No caso de João Pessoa, o Plano Diretor mais antigo data de 1992, com revisão e adaptação ao Estatuto da Cidade em 2009, pelo Decreto nº 6.499, que consolidou a Lei Complementar nº 54 – datada de 23 de dezembro de 2008 (Chaves, 2023).

Sabendo que o Estatuto da Cidade estabelece a necessidade de revisão plurianual do plano diretor a cada dez anos, o município passa atualmente pelo processo de renovação do Plano Diretor Municipal de João Pessoa (PDMJP), iniciado desde 2021 divulgando minutas, leis e decretos sobre o novo ordenamento da cidade.

De acordo com a Lei Complementar nº 164 (João Pessoa, 2024), que aprovou a revisão do Plano Diretor Municipal de João Pessoa, o novo plano tem como objetivo a promoção de qualidade de vida e do ambiente urbano através da preservação, conservação, manutenção e recuperação dos recursos naturais. Além disso, são reafirmados os compromissos para com o desenvolvimento urbano sustentável e a manutenção do equilíbrio ecológico.

Segundo o art. 10 da mesma lei, o conceito de meio ambiente “[...] abrange tanto o ambiente natural, que é bem de uso comum do povo, quanto o antrópico, e devem ser, necessariamente, protegidos pelo Poder Público e pela coletividade”. Essa definição promete uma atualização da definição de “meio ambiente urbano” usada no Código de Meio Ambiente de João Pessoa (Lei Complementar nº 29, de 10 de julho de 2002), que o definia como:

[...]sistema ecológico transformado para adequar-se como habitat humano, caracterizando-se pelo artificialismo do meio ambiente, por seu conteúdo socioeconômico e cultural, característico das trocas e inter-relações que nele se verificam.

A mudança parece superar a visão dissociada entre "cidade" e "natureza" tratada no trabalho anteriormente, considerando ambos como atores de uma mesma paisagem, ao menos sob o ponto de vista teórico-legal.

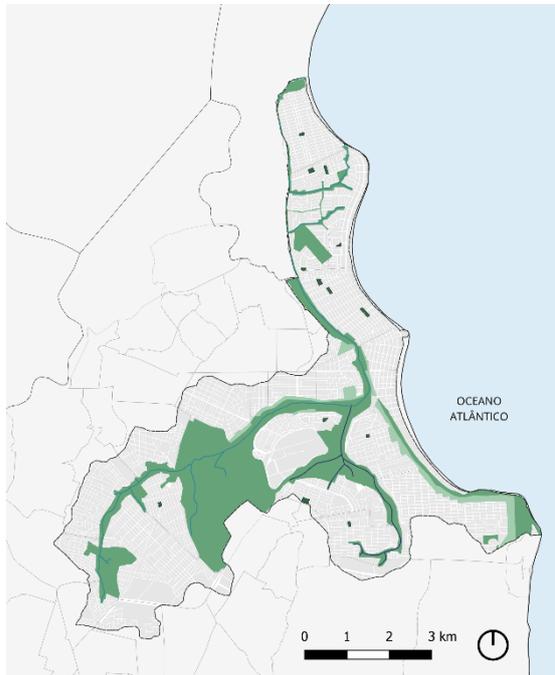
Ademais, ele passa a dividir o município em cinco Macrozonas, que delimitam territórios segundo características de uso e ocupação condicionadas por restrições ambientais, locacionais e funcionais. As macrozonas IV e V, respectivamente Macrozona de Baixa Densidade – MBD- e Macrozona de Proteção Ambiental – MPA- abrangem as:

[...] áreas com características originais dos ecossistemas, as áreas consideradas estratégicas para a garantia da preservação e conservação dos recursos e reservas naturais ou de transição a essas áreas, e as áreas de abrangências das bacias de interesse de constituição de mananciais metropolitanos futuros (Lei Complementar nº 164, 2024, p. 26).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, as áreas verdes protegidas legalmente integram a MPA, e são definidas sob o objetivo primordial de proteção e conservação de aspectos ambientais e paisagísticos característicos de seu sistema natural, juntamente do controle e manejo do solo, do abastecimento público de água, e da regulamentação e do controle da qualidade ambiental. Para tanto, admite o emprego de medidas restritivas de uso e ocupação do solo.

É possível observar, através da comparação do Macrozoneamento de 2012 ao Mapa das Áreas de Restrição Ambiental de 2024, que foi desenvolvida uma categorização mais detalhada das áreas verdes no plano atual, contando com a discriminação dos Parques Municipais e Estaduais e as Unidades de Conservação (**Mapas 22 e 23**). Em se tratando da área englobada, a mudança do recorte se deu majoritariamente pela supressão do Setor de Amenização Ambiental, que não existe no atual. Por fim, as praças que possuem mais de 5.000m² configuram-se como zonas especiais de preservação em ambos os planos e são grandes responsáveis pela manutenção do verde na malha intraurbana.

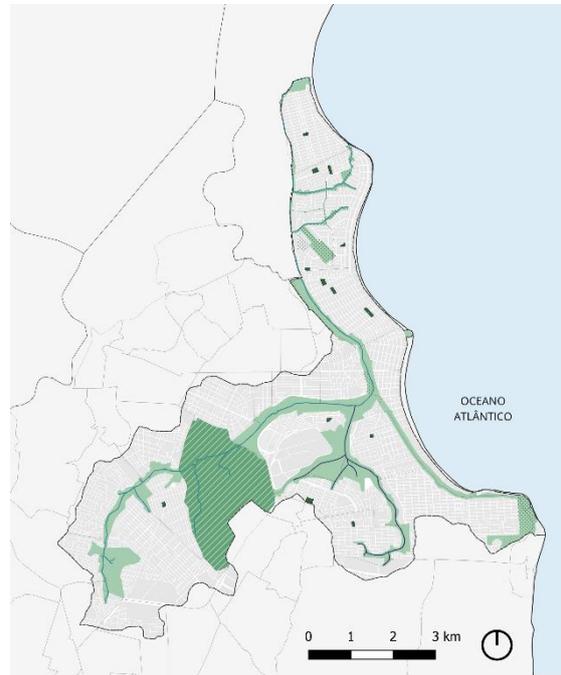
Mapa 22. Macrozoneamento de João Pessoa (2012), destacando-se as zonas de preservação ambiental.



Legenda:

- Zona de Preservação Ambiental
- Setor de Amenização Ambiental
- Praças (+5.000m²)
- Área de Preservação Ambiental
- Bairros
- Rio Timbó
- Rio Jaguaribe
- Limite Bacia do Rio Jaguaribe
- Limite Municípios
- Quadras

Mapa 23. Mapa das Áreas de Restrições Ambientais de João Pessoa (2024), destacando-se as zonas de preservação de áreas verdes.



Legenda:

- Macrozona de Proteção Ambiental
- Mata do Buraquinho
- Praças (+5.000m²)
- Unidades de Conservação
- Bairros
- Rio Timbó
- Rio Jaguaribe
- Limite Bacia do Rio Jaguaribe
- Limite Municípios
- Quadras

Fonte: Elaborado pela autora a partir do Mapa de Macrozoneamento (PMJP, 2024).

Fonte: Elaborado pela autora a partir do Mapa das Áreas de Restrições Ambientais (PMJP, 2024).

O zoneamento urbano municipal é outra ferramenta presente no Plano Diretor responsável por orientar o crescimento e ordenar o desenvolvimento sustentável da cidade. A partir da publicação da Lei Complementar nº 166 (João Pessoa, 2024), as áreas verdes localizadas na Macrozona de Proteção Ambiental (MPA) integram as zonas III e VIII descritas na lei, respectivamente Zonas Especiais de Proteção Ambiental (ZEPA) e Setor Especial de Áreas Verdes (SEAV). Segundo o Zoneamento Municipal de João Pessoa de 2024:

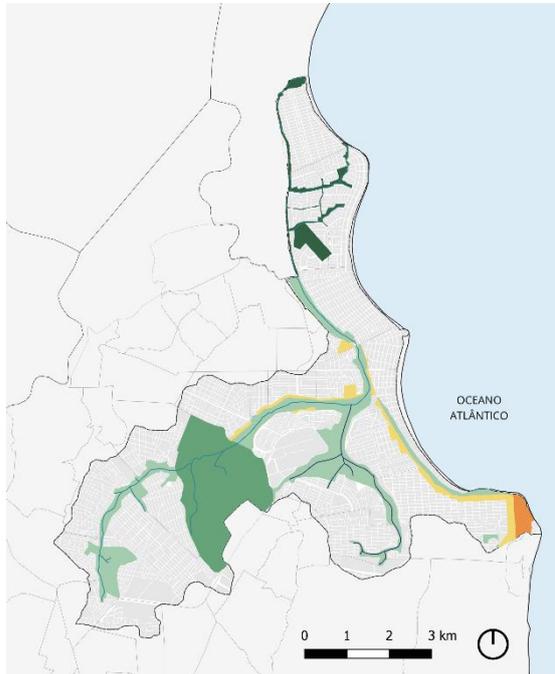
As Zonas Especiais de Proteção Ambiental (ZEPA) correspondem às áreas protegidas por legislação federal, estadual ou municipal, área de interesse de proteção da paisagem e áreas de proteção ambiental, com restrição à ocupação e ao parcelamento do solo urbano a depender das fragilidades físico-ambientais, sendo de especial interesse para a proteção da paisagem e a preservação do ambiente natural, da fauna e da flora nativas (Lei Complementar nº 166/2024).

As Zonas Especiais de Proteção Ambiental são divididas em subseções, sendo essas e o Setor Especial de Áreas Verdes definidos como (Lei Complementar nº 166/2024):

- **Zona Especial de Proteção Ambiental I (ZEPA-1):**
Corresponde às áreas de falésias, às reservas florestais, os manguezais, as restingas, os maceiós, estuários e outras áreas preservadas definidas por legislação federal;
- **Zona Especial de Proteção Ambiental II (ZEPA-2):**
Incide em áreas ambientalmente frágeis, planícies de inundação, áreas de falésias, bordas de tabuleiros, vales dos rios, nascentes, estuários, córregos, lagoas, disciplinadas por legislações ambientais específicas;
Áreas que servem de contenção, amortecimento e transição entre áreas mais consolidadas;
Áreas ambientalmente frágeis que precisem ser resguardadas.
- **Zona Especial de Proteção Ambiental III (ZEPA-3):**
Incide em porção da orla do Cabo Branco e da falésia situada no Altiplano Cabo Branco, com as restrições de uso e ocupação da orla marítima e das condições ambientais, em loteamento consolidado e com usos predominantes de hotelaria e restaurantes, com potencial paisagístico e turístico.
- **Setor Especial de Áreas Verdes (SEAV):**
É preponderante ao zoneamento municipal, sobrepõe-se às áreas localizadas na ZEPA-2, e tem o objetivo de garantir de forma concomitante e integrada o desenvolvimento, a utilização destas áreas, a preservação ambiental e a recuperação de áreas degradadas em parceria com a iniciativa privada.

Ao comparar o novo zoneamento ambiental ao anterior vigente, cuja última atualização de mapeamento data de 2012, observa-se uma modificação na definição das áreas de proteção ambiental (Mapas 24 e 25).

Mapa 24. Zoneamento de João Pessoa (2012), destacando-se as zonas de preservação ambiental.

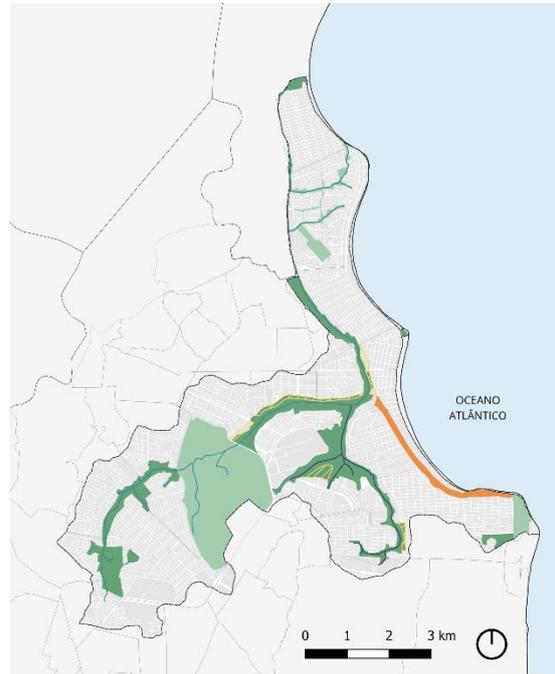


Legenda:

 ZEP 2	 Rio Timbó
 ZEP 3	 Rio Jaguaribe
 ZEP 4	 Limite Bacia do Rio Jaguaribe
 Setor de Amenização Ambiental	 Limite Municípios
 Parque Cabo Branco	 Quadras
 Bairros	

Fonte: Elaborado pela autora a partir do Mapa de Zoneamento de João Pessoa de 2012 (PMJP, 2024).

Mapa 25. Zoneamento de João Pessoa (2024), destacando-se as zonas de preservação ambiental.



Legenda:

 ZEPA 1	 Rio Timbó
 ZEPA 2	 Rio Jaguaribe
 ZEPA 3	 Limite Bacia do Rio Jaguaribe
 Setor Especial de Áreas Verdes	 Limite Municípios
 Bairros	 Quadras

Fonte: Elaborado pela autora a partir do Mapa de Zoneamento de João Pessoa de 2024 (PMJP, 2024).

Além da nomenclatura das zonas, a mudança mais significativa que pode ser observada é a alteração do recorte do Setor de Amenização Ambiental – presente no mapeamento de 2012 –, sendo ora reduzido, ora convertido para o Setor Especial de Áreas Verdes, cujos limites se sobrepõem majoritariamente à Zona Especial de Proteção Ambiental 2. Ao todo, mais de 70.000m² de áreas de preservação ambiental legal passaram a integrar outras zonas em 2024.

Outro ponto de destaque é a maior transparência na caracterização das diferentes ZEPA's propostas no novo plano, especialmente no que tange à indicação dos requisitos legais exigidos para o uso e ocupação desses territórios. Percebe-se, também, a abertura à influência do setor imobiliário no Setor Especial de Áreas Verdes, com a integração da iniciativa privada no objetivo de aliar o desenvolvimento e utilização das áreas à sua preservação. Esse cenário, pode, por um lado, potencializar a disponibilidade de recursos financeiros e tecnológicos em prol da implementação de projetos de preservação, ou por outro, sobrepôr os interesses do setor

imobiliário às necessidades de conservação, aumentando a pressão sobre os recursos naturais, sendo necessárias políticas aliadas ao desenvolvimento sustentável.

De acordo com a revisão do Plano Diretor (2024), as reservas florestais integrantes da bacia são a Mata do Buraquinho, o Parque da Cidade, o Parque Linear Parahyba e o Parque Cabo Branco. A Mata do Buraquinho se destaca como a única Unidade de Conservação (UC) presente no recorte, sendo um dos mais importantes remanescentes florestais da cidade, a quem presta variados serviços ecossistêmicos (Figura 23).

Figura 23. Imagem aérea da Mata do Buraquinho. Nota-se o recorte ocasionado pelas rodovias na divisão das áreas verdes



Foto: Autoria própria, 2024.

Em 2014, devido à sua tamanha biodiversidade, foi reconhecida como Refúgio de Vida Silvestre, pelo Decreto nº 35.195/2014, com o objetivo de “proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória” (Paraíba, 2014).

Todavia, segundo o Relatório de Unidades de Conservação (SOS Mata Atlântica, 2023), a unidade não conta com Plano de Manejo ou Conselho Gestor. Seja pela falta de profissionais capacitados, ou pela carência de infraestrutura, esse cenário é um desafio para a preservação da biodiversidade, visto que a implementação das UC's não pode ser dissociada da aplicação de instrumentos de gestão, monitoramento e da avaliação da efetividade da conservação.

Nesse sentido, a ação do instrumento legislativo frequentemente perde força e se mostra insuficiente na prática das diretrizes ambientais, tanto por deficiências na administração pública quanto pela consideração de fatores externos nas esferas de formulação de políticas públicas e no controle dos investimentos.

A realidade é que esse processo de transformação e elaboração de estratégias para as áreas verdes é extremamente complexo e envolve um conflito de interesses de diversas partes, seja do governo que possui posição privilegiada para iniciar, lidar e aprovar as transformações de áreas verdes nas cidades, seja dos interesses dos proprietários e grupos imobiliários, que dominam os debates com a prefeitura, as vezes contam com a participação de juizes e dos promotores – se os processos de desapropriação são judicializados –, e além é claro da comunidade e dos movimentos que lutam pela ampliação e manutenção dos parques e controlam a atuação dos governantes (Sandre, 2017, p. 160).

Nesse cenário, entende-se que a ocupação de áreas com restrições ambientais só é aprovada se forem cumpridas as regulamentações específicas exigidas para o licenciamento ambiental. Esse fato é um dos motivos que explica a escassa presença de UC's em muitos municípios brasileiros, que optam pelo estabelecimento de áreas de proteção ambiental (APA's) que imponham restrições mais brandas quanto ao uso da terra (SOS Mata Atlântica, 2023), permitindo sua apropriação e rentabilidade em detrimento da conservação de suas características naturais

Nesse aspecto, existem duas obras de grande porte sendo realizadas pelo Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (DER-PB) localizadas na Zona Especial de Proteção Ambiental II (ZEPA-2), dentro do recorte da bacia. A Ponte das Três Ruas (**Figura 24**) e a Ponte Altiplano prometem trazer melhorias para a mobilidade urbana e ligar, respectivamente, o bairro do Castelo Branco aos Bancários e o Castelo Branco ao Altiplano.

Ainda que a intervenção construtiva na ZEPA-2 se justifique pela anuência da Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM), como pede o procedimento legal, a implementação de um sistema viário pode torná-la suscetível ao estímulo da expansão urbana e comprometer sua preservação.

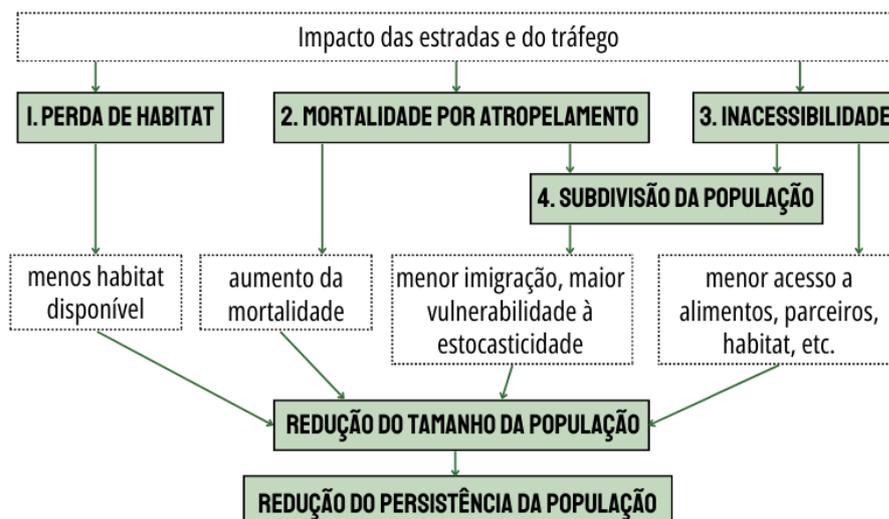
Figura 24. Imagem aérea da Ponte Castelo Branco-Bancários.



Foto: Autoria própria, 2024.

Ao passo que as obras facilitam o acesso a serviços e bens públicos, por outro lado contribuem para a fragmentação da mata, refletindo nas dinâmicas das populações de fauna a partir das novas condicionantes de ruído, habitat e poluição (Figura 25).

Figura 25. Impacto negativo das estradas e do tráfego.



Fonte: Modificado a partir de Sandre (2017).

Somado a isso, vale destacar o desenvolvimento do Complexo Beira Rio, que se trata de uma iniciativa do programa João Pessoa Sustentável com o objetivo de desenvolver Projetos de

Infraestrutura e Habitação para 8 comunidades em vulnerabilidade na cidade (Plano João Pessoa Sustentável, 2024). O projeto deu início à construção de três conjuntos habitacionais localizados no vale do Rio Jaguaribe, na ZEPA-2 e no SEAV, onde os terrenos integram áreas de remanescente florestal e propensos à inundação natural (Figuras 26 e 27) (RAAS,2023).

Figuras 26 e 27. Imagem aérea da construção do Complexo Beira Rio. Nota-se a proximidade ao leito do Rio Jaguaribe



Foto: Autoria própria, 2024

Segundo os Relatórios de Avaliação Ambiental e Social (RAAS, 2023), disponibilizados acerca dos terrenos, todos indicaram que a remoção da vegetação natural pode influenciar no

escoamento superficial das águas e em processos erosivos, ainda que determinem o prazo para essas suscetibilidades até o fim das obras. Apesar disso, sabe-se que:

O desmatamento de terrenos com alta declividade também impacta na estabilidade do solo, modificando hidrológicamente a bacia hidrográfica com a impermeabilização do solo e aumento da velocidade de escoamento da água para o seu curso principal, contribuindo para o agravamento das inundações (Guedes, 2005; Lima & Pellegrino, 2015; *apud* Sandre, 2017, p 132).

Nesse contexto, observa-se a dificuldade da tradução de algumas iniciativas de preservação do âmbito legal para a sua aplicação prática, destacando a importância de um planejamento sistemático que direcione o projeto de proteção ambiental a longo prazo e aproxime os cidadãos dos interesses de preservação e conservação dessas áreas através de um planejamento participativo. Esse modo de planejamento fomenta uma maior consciência ecológica ao envolver a comunidade no processo de decisão sobre o uso do território, especialmente em áreas de preservação. Quando a população participa ativamente, ela se torna mais informada e sensibilizada sobre a importância de conservar os recursos naturais e as vantagens de um desenvolvimento sustentável. Esse engajamento promove um senso de responsabilidade coletiva, tornando mais fáceis a implementação e o respeito às medidas de proteção ambiental a longo prazo.

CAPÍTULO III

Estudo das
métricas da
paisagem



Este capítulo buscou analisar as métricas da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. Para a realização desse estudo foram gerados 4 subtemas que trazem diferentes dados sobre a configuração da paisagem, sendo eles: **a estrutura da paisagem, a avaliação da fragmentação, o efeito de borda e a conectividade.**

As métricas segundo as quais os fragmentos foram avaliados integram o campo de estudo da disciplina da Ecologia da Paisagem, que se utiliza da descrição e interpretação dos padrões da paisagem no objetivo de relacionar sua estrutura ao funcionamento ecológico e a preservação da biodiversidade. Essas métricas correspondem a um conjunto de índices e valores quantitativos que auxiliam na medição e avaliação das características da paisagem.

No objetivo de simplificar a organização das informações, a metodologia específica utilizada para a obtenção dos dados das referentes métricas encontra-se juntamente ao subtema à qual se relaciona, sendo a metodologia aqui apresentada comum a todas as investigações.

Dessa maneira, o mapeamento das áreas verdes atuais que serviu como base para a análise das métricas foi criado por meio da interpretação e vetorização de uma imagem de satélite do Google no *software* Qgis (versão 3.28.15), datada de 2024, na qual foi possível identificar os fragmentos de áreas verdes que se distribuem pelo território.

A partir da avaliação crítica dos resultados foi possível determinar o estado atual da paisagem da bacia e entender os impactos do atual quadro de urbanização e a biodiversidade da área.

3.1.A ESTRUTURA DA PAISAGEM

A estrutura da paisagem, juntamente com a função e a mudança, integram os princípios sobre os quais a Ecologia da Paisagem embasa suas investigações. Ela corresponde ao padrão espacial da paisagem, e é composta por três elementos universais: as manchas, os corredores e a matriz (Dramstad, Olson, Forman, 1996).

Esses elementos fazem parte do modelo "matriz-mancha-corredor" (*patch-corridor-matrix model*), criado por Forman e Godron, em 1986, para a caracterização do padrão das paisagens. A partir desse modelo e de suas premissas, sabe-se que mudar o padrão da paisagem pela adição de elementos altera seu funcionamento, da mesma forma que a remoção ou o rearranjo dos elementos existentes pode provocar mudanças ainda mais significativas. Nesse sentido, esses elementos se constituem como ferramentas essenciais à disposição dos planejadores para pensarem em um urbanismo sustentável de acordo com o uso e ocupação do solo.

Diante disso, como metodologia para avaliar a estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, optou-se pela utilização do modelo descrito, com o objetivo de agrupar os fragmentos de áreas verdes em correspondência aos elementos da paisagem.

Como abordado no subitem "A Ecologia da Paisagem", do Capítulo 1, a matriz corresponde ao uso dominante e mais conectado na paisagem, a mancha se trata de uma área não linear, a exemplo dos fragmentos, e o corredor corresponde a um elemento alongado e linear que, geralmente, conecta outros fragmentos (Figura 28).

Figura 28. Modelo matriz-mancha-corredor observado em fotografias da bacia.

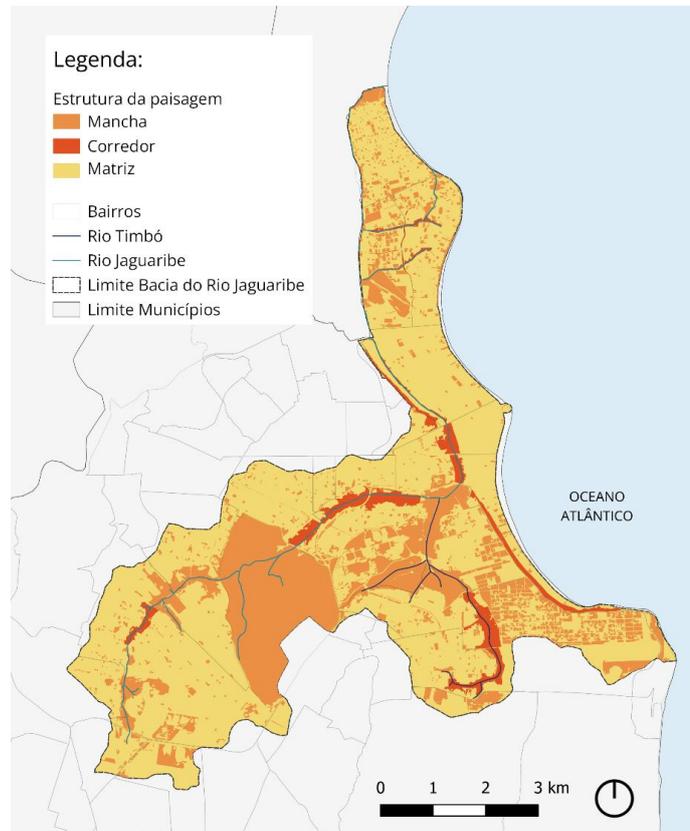


Fonte: Autoria própria (2024).

Ao observar o Mapa 26, vê-se que a estrutura da paisagem varia nos seus diferentes setores. No setor do Alto Curso (à sudoeste), observa-se uma forte influência da matriz urbana, com a permanência de poucas manchas de áreas verdes nas regiões de ocupação mais densa,

onde o tecido urbano é mais consolidado. As áreas verdes mais expressivas são representadas por algumas manchas maiores e um corredor ecológico concentrados ao longo do curso do rio, integrando a zona especial de proteção ambiental (ZEPA-2). No entanto, apesar dessa delimitação legal, o crescimento urbano impõe uma pressão crescente sobre o uso do solo, resultando em uma ocupação gradual por habitações que se aproximam cada vez mais do rio.

Mapa 26. Estrutura da paisagem



Fonte: Autoria própria.

Em relação ao setor do Médio Curso (ao centro), ele reúne as áreas verdes de tamanhos mais significativos da bacia. Essas áreas protegidas englobam manchas e corredores integrantes da ZEPA-2 e a própria mancha da Mata do Buraquinho. Para além da delimitação legal, as manchas encontradas têm seus tamanhos reduzidos e sua disposição bastante irregular e escassa. Além disso, o verde ainda sustentado nesse setor é ameaçado pelas ocupações desordenadas das margens do rio e pela poluição.

Somado a isso, no setor do Baixo Curso pode-se observar a transformação da estrutura da paisagem em estágios diferentes. Nos bairros de Manaíra, Cabo Branco e Tambaú, cuja ocupação é mais antiga, há uma escassez significativa de áreas verdes intraurbanas, resultado da intensa

urbanização ao longo dos anos. No tocante aos corredores de vegetação, apesar de acompanharem o rio, eles sofrem com a poluição das águas e as inundações recorrentes devido à alteração no seu curso natural e ao assoreamento. Nas porções norte e sudeste do setor, observa-se uma maior concentração de áreas verdes, embora sejam pequenas e fragmentadas. Muitas delas ainda existem devido à ocupação mais tardia dos bairros onde se localizam, mas estão ameaçadas de desaparecer pela futura ocupação e construção nos lotes vazios.

Por meio do mapeamento das áreas verdes da bacia, foi possível interpretar, classificar e quantificar os elementos que compõem sua paisagem. Para tanto, calculou-se o valor da área total da paisagem e dos seus elementos individualmente, e foram criadas e utilizadas duas métricas: a Porcentagem do Total de Áreas Verdes (PTV) e a Porcentagem do Total da Paisagem (PTP) (Quadro 03). A primeira indica a relação entre os elementos que compõem as áreas verdes (manchas e corredores) e evidenciam sua abrangência na região vegetada, e a segunda demonstra a contribuição desses elementos na estruturação da paisagem como um todo, englobando a matriz, as manchas e os corredores.

Quadro 03. Métricas da Ecologia da Paisagem para Área na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

GRUPO	MÉTRICAS	ACRÔNIMO (UNIDADE)
Área	Área	A (ha)
	Porcentagem do Total de Áreas Verdes	PTV (%)
	Porcentagem do Total da Paisagem	PTP (%)

Fonte: Autoria própria.

Tabela 01. Resultados das métricas para Área.

GRUPO	PAISAGEM	ÁREAS VERDES	MÉTRICAS	ELEMENTOS DA PAISAGEM		
				MATRIZ	MANCHA	CORREDOR
Área	4.628,39 ha	1.579,57 ha	A (ha)	3.048,83	1.357,12	222,44
			PTV (%)	65,87	29,32	4,81
			PTP (%)	-	85,92	14,08

Fonte: Autoria própria.

Por conta das áreas verdes estarem inseridas na malha intraurbana, a matriz que cobre a maior parte do território corresponde às áreas urbanizadas e aos espaços modificados por atividades humanas. Por sua vez, mais de 34% do recorte é ocupado por áreas verdes, compreendendo a uma área de 1.579,57 ha, da qual, cerca de 86% correspondem a manchas e apenas 14% foram identificados como corredores (Tabela 01).

Nota-se, através do Mapa 26, que as manchas se distribuem de modo heterogêneo, sendo encontradas majoritariamente na porção sul, sudeste e no extremo norte da bacia. A maior

mancha identificada corresponde à Mata do Buraquinho, cujas dimensões evidenciam sua importância ante as demais, de menor porte.

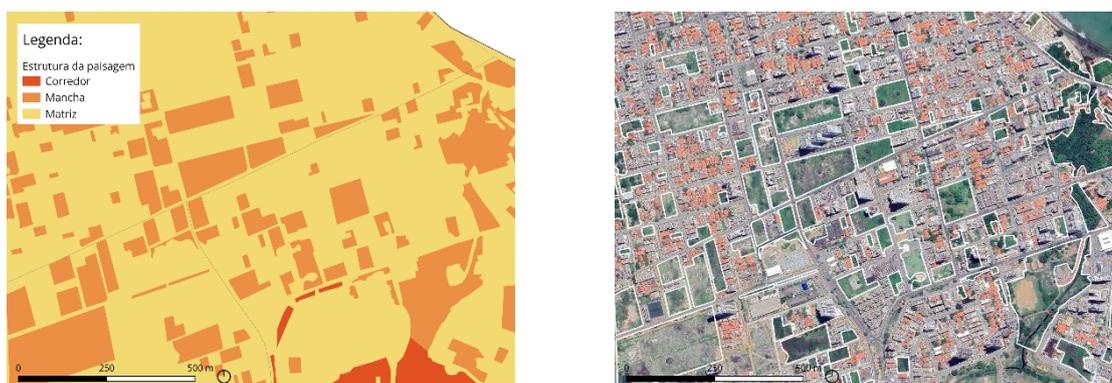
Os fragmentos menores são mais comuns no território. Essa categoria se caracteriza pelo alto grau de dispersão ao longo da malha urbana, estando presente nas áreas mais intensamente urbanizadas da cidade, geralmente em loteamentos ainda desocupados, onde a ocorrência de grandes áreas verdes é escassa. A posição desses fragmentos “ilhados” na matriz afeta significativamente na diminuição da sua contribuição para a preservação da biodiversidade, tendo em vista a maior suscetibilidade aos efeitos externos sobre suas características naturais do interior (Figura 29).

Mesmo assim, eles são capazes de exercer uma importante função conectora na paisagem ao constituir pontos de passagem quando situados entre manchas maiores de habitat. As espécies beneficiadas por essa configuração de fragmentos de habitat são aquelas capazes de se deslocar através da matriz e de espaços mais ou menos degradados pela ocupação humana. Um exemplo disso são as aves, que estabelecem rotas voando distâncias menores entre áreas verdes de maior extensão. Nesse tipo de estrutura os fragmentos se comportam de maneira semelhante a um corredor, porém fragmentado, estabelecendo uma cadeia descontínua de elementos na paisagem (San Vicente, 2004).

Bennet denomina esses fragmentos como “*stepping stones*”, e os descreve como:

Um ou mais fragmentos de habitat separados no espaço intermediário entre isolados ecológicos, que fornecem recursos e refúgio para ajudar os animais a se moverem pela paisagem (Bennet, 1999, p. 10).

Figura 29. *Stepping stones*

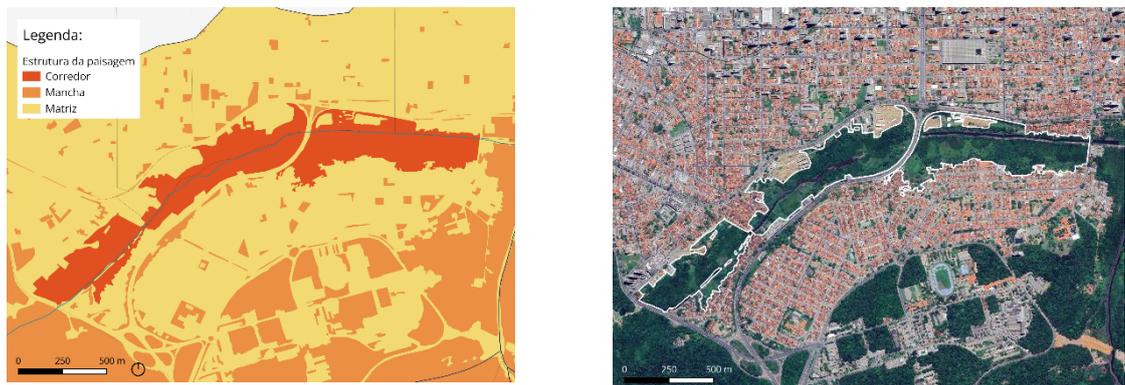


Fonte: Autoria própria.

Em relação aos corredores, a maioria se dá acompanhando o curso dos rios Jaguaribe e Timbó, seguindo os contornos topográficos naturais da bacia e coincidindo com as zonas especiais de proteção ambiental definidas na legislação urbana do município. Essas formações de vegetação que se associam ao cursos d'água compõem as matas ciliares, responsáveis por desempenhar importantes funções ecológicas, a exemplo da estabilização das encostas dos rios, a disponibilização de alimento e habitat e a facilitação do deslocamento da fauna (Barbosa, Chagas e Pereira, 2017).

É possível observar que a topografia desempenha um papel crucial na formação desses corredores, visto que, além dos vales de rios, outros se situam nas bordas de tabuleiros, sugerindo uma divisão entre bairros. Isso ocorre tanto no perímetro do bairro São José quanto na separação entre os bairros Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco e Portal do Sol. Também são observados no território os corredores ecológicos planejados, como o Parque Linear Parahyba, na porção norte da bacia. Na **Figura 30**, é possível observar o trecho de corredor do Médio Curso do Rio Jaguaribe, em uma área de encosta. Nela, é possível identificar o avanço da ocupação urbana sobre esse remanescente florestal, que pouco a pouco apropria-se da região do vale do rio Jaguaribe e representa uma ameaça à sua preservação.

Figura 30. Corredor ao longo do Médio Curso do Rio Jaguaribe.



Fonte: Autoria própria.

A partir da análise da estrutura e dos elementos da paisagem, concluiu-se que ela é, majoritariamente, fragmentada. Embora existam algumas manchas significativas de áreas verdes, estas não se distribuem de maneira uniforme, estando concentradas principalmente na porção central do recorte. Os "*stepping stones*" ocupam áreas expressivas do território e os corredores ecológicos são insuficientes para conectar áreas verdes ao longo dos limites do

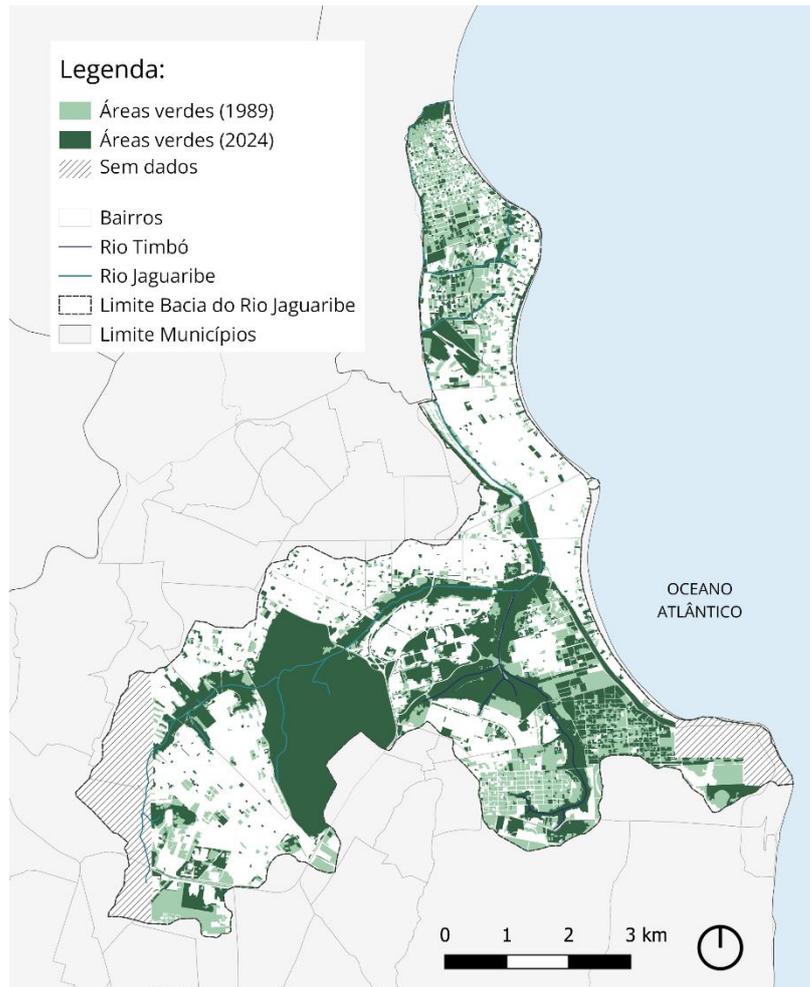
recorte. Essa configuração apresenta um desafio para a conectividade da paisagem e a conservação da biodiversidade na região.

3.2 AVALIAÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO

A fragmentação pode ser definida como o processo durante o qual uma grande extensão de habitat se transforma em vários fragmentos menores, de área total menor, isolados uns dos outros por uma matriz de característica distinta (Wilcove, 1986 *apud* Fahrig, 2003). Esse processo implica em 4 efeitos no padrão da paisagem: a redução na quantidade de habitat, o aumento no número de manchas, a diminuição no tamanho das manchas de habitat e o aumento no grau de isolamento.

Nesse cenário, para avaliar a fragmentação na paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, foi utilizada a seguinte metodologia: o mapeamento e a análise comparada entre as áreas verdes existentes em 1989, identificadas em ortofotocartas de 1989 disponíveis no *website* Filipeia, e as áreas verdes existentes em 2024, verificadas a partir de uma imagem de satélite gerada pelo Google. Para tanto, a ferramenta utilizada foi o *software* QGis (versão 3.28.15). Cumpre ressaltar que, devido à indisponibilidade de alguns dados das ortofotocartas, a região “sem dados” presente no mapeamento de 1989 foi igualmente desconsiderada no mapa de 2024, de modo a preservar a fidelidade da comparação (**Mapa 27**).

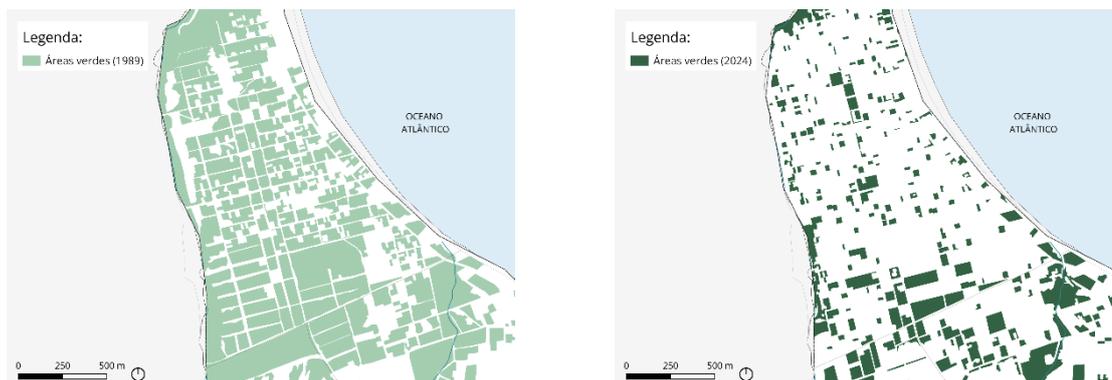
Mapa 27. Comparativo de Áreas verdes entre 1989 e 2024.



Fonte: Autoria própria.

Como é possível observar no **Mapa 27**, a cobertura de área verde encontrada em 2024 é bem menor que a registrada no ano de 1989, correspondendo a uma região cerca de 30% menor. As áreas de mais significativa fragmentação podem ser observadas no setor do Baixo Curso, englobando tanto a porção norte quanto a porção sul e sudeste da bacia, nas quais se observa a conversão de manchas maiores em *stepping stones* de tamanhos reduzidos e afastados entre si (**Figuras 31 e 32**).

Figura 31. Comparativo entre as áreas verdes à norte do setor do Baixo Curso da bacia entre 1989 e 2024.



Fonte: Autoria própria.

Figura 32. Comparativo entre as áreas verdes à sudeste do setor do Baixo Curso da bacia entre 1989 e 2024.



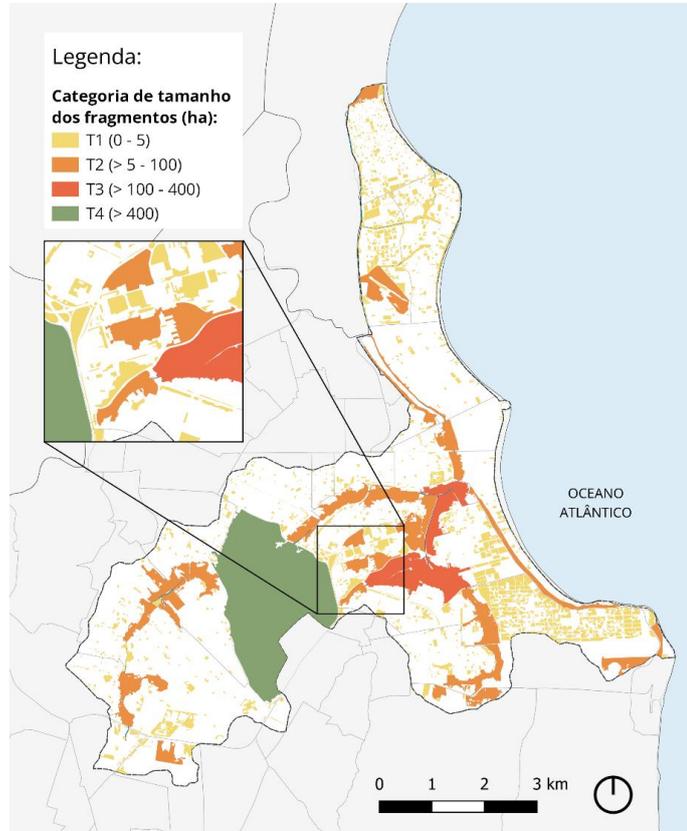
Fonte: Autoria própria.

No setor do Médio Curso, apesar de existir uma maior quantidade de áreas verdes sob preservação legal, pode-se observar a deterioração gradativa das áreas verdes nas bordas dos fragmentos maiores, que acabaram sendo ocupadas de maneira irregular e desordenada, especialmente aquelas próximas ao vale dos rios Jaguaribe e Timbó. No setor do Alto Curso, a fragmentação se deu sobretudo pela ocupação de lotes que encontravam-se vazios em 1989 – mas dotados de vegetação – e pela desintegração de áreas verdes de maior extensão pela consolidação da expansão urbana.

Tendo em vista as disparidades entre as áreas dos fragmentos, buscou-se trazer uma melhor legibilidade para a leitura dos dados da configuração atual a partir do agrupamento de acordo com os tamanhos de suas áreas (ha). Assim, baseado no estudo realizado por Mendes et al (2022), os fragmentos foram divididos em 4 classes denominadas T1 (0 – 5 ha), T2 (> 5 – 100

ha), T3 (> 100 – 400 ha) e T4 (>400 ha). Essas classes consideraram intervalos de tamanhos de acordo com a amostra dos fragmentos obtidos, agrupando aqueles cujos valores fossem aproximados de modo a destacar expressões de áreas verdes distintas no território (**Mapa 28**).

Mapa 28. Classes de tamanho dos fragmentos.



Fonte: Autoria própria.

Para a avaliação desses fragmentos foram utilizadas métricas da Ecologia da Paisagem determinadas através da extensão Vector-based Landscape Analysis Tools 2.0 (V-Late 2.0), do *software* ArcGis (versão 10.8) e do *software* QGis (versão 3.28.15). A análise das métricas agrupadas em Área e Densidade – que englobam a Área da Classe (AC), o Tamanho Médio dos Fragmentos (TMF) e o Número dos Fragmentos (NF) – foi realizada conforme a proposição de McGarigal e Marks (1995) (**Quadro 04**). A métrica da Área da Classe (AC) engloba a soma de todos os fragmentos de áreas verdes pertencentes àquela classe, ou seja, demonstra quanto ela é representativa na composição da paisagem. A métrica do Tamanho Médio dos Fragmentos (TMF) representa qual o valor médio de tamanho dos fragmentos daquela classe e a métrica do Número de Fragmentos (NF) indica a quantidade de áreas verdes – fragmentos- que integram a classe.

Quadro 04. Métricas da Ecologia da Paisagem para Área e Densidade

GRUPO	MÉTRICAS	ACRÔNIMO (UNIDADE)
Área e Densidade	Área da Classe	AC (ha)
	Tamanho Médio dos Fragmentos	TMF (ha)
	Número de Fragmentos	NF (sem unidade)

Fonte: Modificado de McGarigal e Marks (1995). Sendo AC correspondente à CA (*Class Area*); TMF à MPS (*Mean Patch Size*) e NF à NP (*Number of Patches*).

Tabela 02. Resultados das métricas para Área e Densidade

GRUPO	MÉTRICAS	CATEGORIAS DE TAMANHOS (HA)			
		T1 (0-5)	T2 (>5-100)	T3 (>100-400)	T4 (>400)
Área e Densidade	AC(ha)	458,69	461,57	137,9	465,57
	TMF (ha)	1,69	15,38	137,9	465,57
	NF (sem unidade)	1340	30	1	1

Fonte: Autoria própria.

A análise permitiu verificar que as áreas verdes estão distribuídas em 1372 fragmentos (Tabela 02). Em relação à métrica AC (Área da Classe), as classes T1, T2 e T4 abrangem áreas de hectares muito semelhantes, apesar de representarem, respectivamente, 97%; 2,1% e 0,07% do número total de fragmentos (NF). Isso sugere uma grande diferenciação quanto à configuração espacial das classes, visto que mesmo que a área da classe seja a mesma, a configuração espacial e o grau de fragmentação têm implicações diferentes para a ecologia e para a gestão dessas áreas verdes.

A área ocupada pela classe T1 corresponde a uma porção de áreas verdes altamente fragmentada, nas quais os fragmentos são pequenos e distribuídos por uma vasta área, sendo separados por vias e outras formas de uso do solo. Essa configuração afeta negativamente a biodiversidade e os processos ecológicos em seus interiores. Ela se encontra, majoritariamente, nas áreas urbanas mais adensadas, como os bairros do Alto Curso e aqueles do Baixo Curso cuja ocupação é mais antiga, ou em áreas de expansão urbana em consolidação, a exemplo dos bairros do Bessa, Jardim Oceania e Portal do Sol.

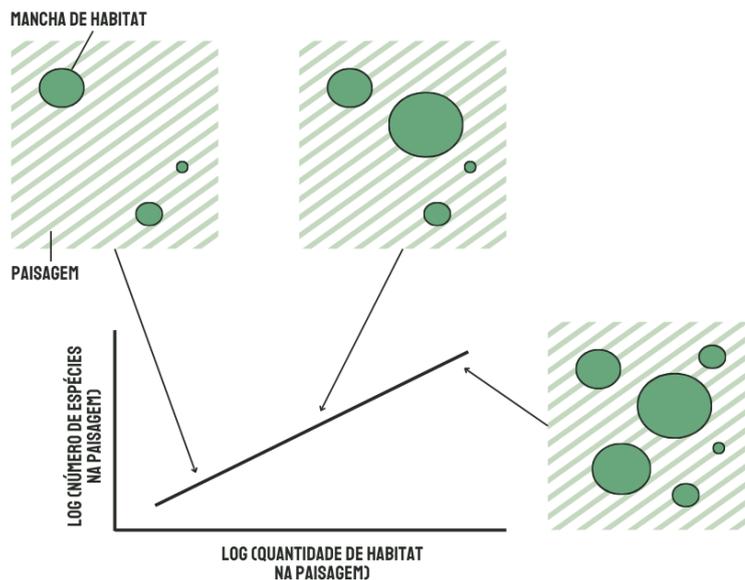
A região ocupada pela classe T2, com fragmentos maiores e mais contínuos, é geralmente mais favorável à biodiversidade. Esses fragmentos se encontram em zonas especiais de preservação ambiental, acompanhando os contornos e a topografia dos vales dos rios Jaguaribe e Timbó. Contudo, a expansão urbana para o interior de suas bordas é a principal ameaça à integridade dessas áreas de conservação. Em relação à classe T3, tem-se que ela também está

presente em áreas de preservação, porém, em uma região menos degradada que a T2, o que resulta no seu fragmento mais consolidado. Já a classe T4 corresponde a um bloco único de área verde, composto pela Mata do Buraquinho.

A respeito do tamanho médio dos fragmentos (TMF), percebe-se que todas as classes possuem tamanhos mais próximos aos limites inferiores de sua respectiva classe, destacando-se a menor média de 1,69ha para a classe mais fragmentada, a T1.

Para avaliar os efeitos da configuração dos fragmentos na biodiversidade, entretanto, não é possível analisar apenas o tamanho dos fragmentos individualmente, visto que a quantidade total de habitat em uma área é considerado um fator ainda mais crucial (Fahrig, 2013 *apud* Sandre, 2017, p. 46). A teoria de Fahrig (2013) indica que o número total de espécies em um determinado tipo de habitat dentro de uma paisagem aumenta com o aumento da quantidade total desse habitat, independentemente do tamanho dos fragmentos de habitat individuais (Figura 33).

Figura 33. Relação entre a quantidade de habitat e o número de espécies.



Fonte: Modificado e traduzido pela autora a partir de Fahrig (2013).

Esse raciocínio, à princípio, poderia levar ao erro de considerar que uma paisagem com uma única área verde de 100m² apresentaria a mesma biodiversidade de espécies que uma paisagem com 100 fragmentos de áreas verdes de 1m², o que não é verdade. Nesse sentido, ressalta-se a importância de considerar, juntamente ao tamanho dos fragmentos e a quantidade

de habitat, as suas bordas e a conectividade entre eles, que serão abordados nos subitens seguintes.

A partir da análise realizada no subitem “Estrutura da Paisagem”, soube-se que a diminuição do tamanho dos fragmentos na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe se deu associada ao distanciamento e à perda parcial/total de áreas verdes adjacentes, levando a um quadro de comprometimento na riqueza de biodiversidade local pela consequente diminuição na quantidade de habitat disponível no entorno.

O avanço urbano sobre as áreas verdes provoca diversas alterações nas dinâmicas dos fragmentos de habitat. A impermeabilização do solo impede a infiltração da água, comprometendo a recarga dos aquíferos e reduzindo a disponibilidade de água superficial para a fauna. A verticalização das construções gera sombreamento, altera a circulação dos ventos e cria barreiras para a migração de espécies aéreas (Figura 34). Além disso, o ruído e a presença de rodovias diminuem as chances de travessia dos animais, inibindo seu fluxo entre manchas de habitat mais distantes e prejudicando a conectividade ecológica necessária à biodiversidade

Figura 34. A persistência de uma área verde em meio à urbanização no setor do Baixo Curso.

Fonte: Autoria própria (2024).



Ademais, vale ressaltar que na avaliação dos efeitos da fragmentação também deve-se considerar as especificidades de cada espécie envolvida, haja vista que existem espécies

incapazes de transitarem pela matriz, enquanto outras não sofrem tanto com os efeitos da urbanização e são mais adaptáveis (Mckinney, 2002).

3.3 O EFEITO DE BORDA

Outro elemento determinante em relação aos fragmentos de área verde diz respeito à sua forma. Soto (2013) indica que essa característica estrutural influencia diretamente na extensão do perímetro e na quantidade de bordas do fragmento, refletindo na configuração (dimensão/forma) do habitat núcleo, ou seja, na área central do fragmento. O efeito sofrido nas bordas dos fragmentos pelo contato direto com a matriz é denominado “Efeito de Borda” e, como abordado anteriormente no subitem “A Ecologia da Paisagem”, ele vai variar diretamente associado à forma dos fragmentos, pois onde há maior perímetro, existem mais bordas.

Para a realização da análise não foram consideradas as nuances e os diferentes graus de contraste que as bordas podem manter com a matriz (ecótono), devido à complexidade e ao tempo exigido para possibilitar esse desenvolvimento mais aprofundado, sendo reforçado como ponto para continuidade nos estudos.

A avaliação desses fragmentos foi realizada por meio das métricas da Ecologia da Paisagem determinadas através da extensão Vector-based Landscape Analysis Tools 2.0 (V-Late 2.0) no *software* ArcMap (versão 10.8) e do *software* Qgis (versão 3.28.15).

A métrica relacionada à borda engloba a Borda Total (BT), a que se relaciona à forma corresponde ao Índice de Forma Médio (IFM), e aquelas relacionadas à área central englobam o Número de Áreas Centrais (NAC), o Total de Áreas Centrais (TAC) e o Índice do Total de Áreas Centrais (ITAC) (Quadro 05). As análises foram realizadas segundo McGarigal e Marks (1995).

Quadro 05. Métricas da Ecologia da Paisagem para Borda, Forma e Área Central.

GRUPO	MÉTRICAS	ACRÔNIMO (UNIDADE)
Borda	Borda Total	BT (m)
Forma	Índice de Forma Médio	IFM (s/dimensão)
Área Central	Número de Áreas Centrais	NAC (s/unidade)
	Total de Áreas Centrais	TAC (ha)
	Índice do Total de Áreas Centrais	ITAC (%)

Fonte: Elaborado a partir de McGarigal e Marks (1995). Sendo BT correspondente à TE (*Total Edge*); IFM à MPI (*Mean Patch Index*), NAC à NCA (*Number of Central Areas*), TAC à TCA (*Total Central Area*) e ITAC à TCAI (*Total Central Area Index*).

A Borda Total diz respeito à soma das bordas de todos os fragmentos pertencentes à classe em análise medida em metros e o Índice de Forma Médio avalia a regularidade dos fragmentos analisados, atribuindo o valor 1 aos fragmentos com formato mais regular, semelhante a um círculo. À medida que os fragmentos se tornam mais irregulares, seus valores se afastam de 1. Por fim, calcula-se uma média dos valores dos fragmentos para cada classe, proporcionando uma visão geral da forma dos fragmentos dentro de cada categoria. O resultado dessas duas métricas pode ser visto na **Tabela 03**.

Tabela 03. Resultados das métricas para Borda e Forma.

GRUPO	MÉTRICAS	CATEGORIAS DE TAMANHOS (HA)			
		T1 (0-5)	T2 (>5-100)	T3 (>100-400)	T4 (>400)
Borda	BT (m)	382.056,04	110.360,61	17.253,81	12.546,66
Forma	IFM (s/dimensão)	1,588	2,657	4,144	1,64

Fonte: Autoria própria.

Em relação à BT, os fragmentos das classes T1 e T2 apresentaram os maiores valores, enquanto os fragmentos das classes T3 e T4 apresentaram os menores valores (Tabela 03). Isso se reflete pela maior fragmentação das classes T1 e T2 e, conseqüentemente, um maior número de fragmentos, visto que a divisão de áreas verdes em fragmentos menores leva à criação de novas bordas.

De acordo com Haddah et al. (2015) e Rezende et al (2028, *apud* Mendes et al., 2022), quanto maior a quantidade de borda, maior a exposição aos ventos e às diferenças microclimáticas, tornando o fragmento suscetível aos impactos das intervenções antrópicas, tanto de natureza física quanto biológica.

Outra métrica analisada foi o Índice de Forma Médio (IFM). Ele é responsável por avaliar os fragmentos em relação à sua forma mais compacta e regular possível, apresentando menos bordas. Quando são utilizados mapeamentos em vetor, essa forma é representada pelo círculo (McGarigal e Marks, 1995). Quanto mais próximo o índice estiver do valor 1, mais o fragmento se assemelha a um círculo, tornando-se menos suscetível ao efeito de borda.

Os resultados das métricas indicam que os valores do Índice de Forma Médio (IFM) são maiores nos fragmentos das classes T2 e T3 e menores nos fragmentos das classes T1 e T4, o que indica que estes apresentam formas mais regulares que aqueles.

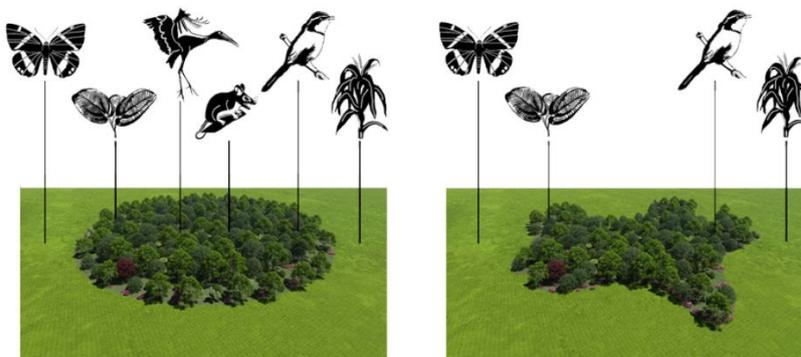
Observa-se que, embora os fragmentos da classe T1 possuam o melhor Índice de Forma Médio (IFM), com um valor de 1,588, ainda apresentam um valor muito elevado de Borda Total (BT), totalizando 382.056,04m. Isso indica que, apesar da forma mais regular desses fragmentos,

a fragmentação continua sendo um fator significativo de ameaça à preservação da biodiversidade, pois amplifica os efeitos negativos das bordas. Como resultado, há uma maior probabilidade de espécies saírem de seu habitat e entrarem na matriz. Esse aumento do tempo gasto na matriz pode elevar a taxa de mortalidade dos animais menos adaptados e reduzir sua taxa reprodutiva, contribuindo para a redução da população de algumas espécies (Fahrig, 2003).

Outra forma de avaliar o efeito de borda é analisar as áreas de núcleo (ou áreas centrais). Para tanto, é importante estabelecer que as espécies de fauna e flora vão sofrer em diferentes magnitudes os efeitos das bordas, o que depende da adaptação da espécie a alterações de habitat e da disponibilidade de habitat núcleo. Fahrig (2003) afirma que a diminuição no tamanho de um fragmento pode chegar a um limiar em que será pequeno demais para sustentar uma população, confinando uma espécie em manchas pequenas e desconectadas, reduzindo o número de indivíduos e sua probabilidade de persistência.

O tamanho mínimo necessário para a sobrevivência de uma espécie é denominado por Gibbs (1998 *apud* Sandre, 2017) como tamanho de habitat mínimo. Nesse sentido, se não existe a área mínima necessária para a reprodução das espécies, ou se os recursos do qual necessitam são reduzidos, os indivíduos correm o risco de serem extinguidos nesse determinado fragmento (Figura 35).

Figura 35. Esquema ilustrado sobre o efeito de borda em diferentes espécies. Nota-se que, com a diminuição do núcleo central, algumas espécies diminuem em abundância.



Fonte: Sandre, 2017.

A partir disso, destaca-se a importância do estudo dos requisitos específicos de habitat das espécies endêmicas e, sobretudo, em relação àquelas em maior risco de extinção, visando preservar os fragmentos e áreas críticas de modo a garantir que tenham espaço suficiente para manter suas populações e biodiversidade conservadas.

Nesse anseio, foram analisados os fragmentos da bacia considerando a abrangência dos efeitos de borda para 3 distâncias diferentes (Figura 36) e analisou-se as áreas núcleo resultantes (Mapa 29).

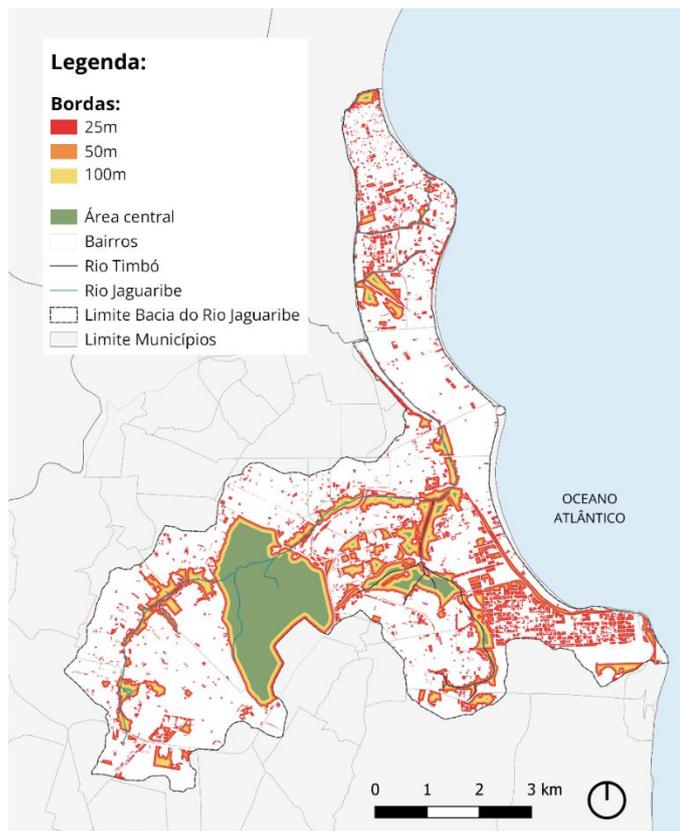
Figura 36. Distâncias escolhidas para avaliação do efeito de borda.



Fonte: Autoria própria.

As distâncias de 25 m e 50 m foram escolhidas por serem consideradas aproximadamente os limites de abrangência dos efeitos de borda, respectivamente, sobre as variáveis abióticas - temperatura do ar, incidência luminosa e umidade do solo - e sobre aves e plantas (Múrcia, 1995 *apud* Sandre, 2017). A distância de 100 m foi eleita para que pudesse ser realizada a comparação com o estudo estabelecido por Haddad et al (2015 *apud* Mendes et al., 2022), segundo o qual mais de 40% dos remanescentes florestais da Mata Atlântica apresentariam área central a menos de 100 m de uma borda.

Mapa 29. Efeito de Borda na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.



Fonte: Autoria própria.

As métricas eleitas para essa análise foram realizadas segundo as classes de fragmentos, relacionadas à Área Central, sendo elas: o Número de Áreas Centrais (NAC), o Total de Área Central (TAC) e Índice do Total de Área Central (ITAC). O NAC estabelece o número de fragmentos que continua a subsistir para além da área sob o efeito de borda, o TAC indica a soma das áreas dos fragmentos que não sofre o efeito de borda e o ITAC demonstra quanto dos fragmentos não é atingido pelo efeito de borda em relação à área total da classe.

A análise se deu a partir do *software* Qgis (versão 3.28.15) e os resultados foram interpretados segundo McGarigal e Marks (1995) e Mendes et al (2022) (Tabela 04).

Tabela 04. Resultados das métricas para Área Central.

DISTÂNCIA DE BORDA (m)	T1 (0-5 ha)		
	NAC (s/unidade)	TAC (ha)	ITAC (%)
25	223	46,82	10,2
50	29	5,6	1,2
100	0	0	0
DISTÂNCIA DE BORDA (m)	T2 (>5-100 ha)		
	NAC (s/unidade)	TAC (ha)	ITAC (%)
25	30	235,62	51
50	28	109,5	23
100	0	8,59	1,8
DISTÂNCIA DE BORDA (m)	T3 (>100-400 ha)		
	NAC (s/unidade)	TAC (ha)	ITAC (%)
25	1	98,34	71
50	1	67,11	48
100	1	25,56	25
DISTÂNCIA DE BORDA (m)	T4 (>400 ha)		
	NAC (s/unidade)	TAC (ha)	ITAC (%)
25	1	429,37	92
50	1	402,52	86
100	1	351,58	75

Fonte: Autoria própria.

Em geral, o aumento da borda levou a uma redução nas áreas centrais de todas as classes. Apesar do tamanho das áreas centrais ser diretamente relacionado ao tamanho total do fragmento, fragmentos de tamanhos similares podem sofrer em diferentes graus os efeitos de borda devido ao seu formato ser mais ou menos irregular.

Avaliando os resultados, verifica-se que, para um efeito de borda de 100m, as classes T2, T3 e T4 mantiveram suas áreas centrais, embora esse total de área represente apenas 1,8% para os fragmentos da classe T2. O fragmento pertencente à classe T4 foi aquele que manteve as

melhores condições de sua área central para as variadas distâncias do efeito de borda, chegando a apresentar 75% de sua área livre dos efeitos na abrangência máxima considerada (100m).

Quanto à classe T1, que possui 1340 fragmentos totais, apenas 223 fragmentos permanecem com área central para a menor distância do efeito de borda considerada (25 metros). Isso demonstra que apenas 10,2% da área da classe não está sob efeito das bordas para essa abrangência. O cenário piora com o aumento das distâncias de abrangência: a 50 metros, restam 29 áreas núcleo, e a 100 metros, todos os fragmentos estão sob efeito das bordas, não restando áreas centrais.

A relação entre as classes T1 e T4 é interessante quando comparada à métrica do Índice de Forma Médio (**Tabela 04**), no qual ambos atingiram resultados semelhantes e considerados bons, com 1,58 e 1,64, respectivamente. À primeira vista, isso indicaria que ambos possuem fragmentos com formas protegidas do efeito de borda. No entanto, devido à intensa fragmentação e à diminuição das áreas dos fragmentos na classe T1, os efeitos de borda atingem quase toda a sua extensão, dificultando a permanência de espécies que necessitam de habitat núcleo.

Por fim, é importante considerar que os cenários encontrados nas classes T1, T2 e T3 são mais alarmantes do que aquele apontado por Haddad et al. (2015, *apud* Mendes et al. 2022). Nesse sentido, observa-se que mais de 70% dos fragmentos apresentam área interna a menos de 100 metros da borda, o que pode reduzir a biodiversidade nessas áreas em até 75%, o que aponta para o cenário crítico a que estão sujeitos.

3.4 A CONECTIVIDADE

Um dos aspectos mais importantes da paisagem a ser avaliado é a conectividade. Como o ambiente urbano cria barreiras de interação entre as áreas verdes, as alterações nos padrões da paisagem — resultantes principalmente da fragmentação e da diminuição das áreas verdes — levam a uma mudança direta no seu grau de conectividade.

O ponto essencial a ser considerado é que, em uma paisagem majoritariamente ocupada pela matriz urbana, as espécies de fauna e flora necessitam de uma conectividade entre as áreas verdes que permita o movimento dos indivíduos e a obtenção de recursos para sustentar seus ciclos de vida. Essa conexão oportuniza o fluxo entre as espécies e contribui para a estabilidade das populações (Carrière et al., 2011)

Na escala da paisagem, a conectividade pode ser generalizada como o grau em que a paisagem facilita ou impede o movimento entre manchas de recursos (Taylor et al., 1993 *apud* Bennet, 1999), sendo fundamental o reconhecimento de que a paisagem é percebida diferentemente por cada espécie, como é atestado por Bennet (1999), segundo o qual:

Uma paisagem ou região específica pode, ao mesmo tempo, oferecer alta conectividade para alguns organismos, como aves móveis e de grande alcance, e baixa conectividade para outros, como caracóis ou pequenos répteis sedentários (Bennet, 1999, p. 8).

Retomando brevemente o que foi abordado no subitem “A Ecologia da Paisagem”, é possível afirmar a existência de dois tipos de conectividade: a estrutural, que se baseia no arranjo físico da paisagem, e a funcional, que diz respeito à capacidade de deslocamento das espécies (Mézter e Décamps, 1997 *apud* Bueno, 2013).

Nesse sentido, a avaliação da conectividade das áreas verdes na bacia se baseou na metodologia de McGarigal e Marks para a análise do Índice de Proximidade entre os fragmentos, listado no grupo de métricas sobre “Vizinho mais próximo” (*Nearest Neighbor*), como apresentado na **Quadro 06**. A análise foi realizada no software ArcMap (versão 10.8), utilizando a extensão V-Late (versão 2.0). De acordo com os autores:

[...] o índice de proximidade quantifica o contexto espacial de um fragmento de habitat em relação aos seus vizinhos; especificamente, o índice distingue distribuições esparsas de pequenos fragmentos de habitat de configurações onde o habitat forma um agrupamento complexo de fragmentos maiores (Mcgarial e Marks, 1995, p.46).

Quadro 06. Métricas da Ecologia da Paisagem para Vizinho mais próximo.

GRUPO	MÉTRICAS	ACRÔNIMO (UNIDADE)
Vizinho mais próximo	Índice de Proximidade	IP (s/dimensão)

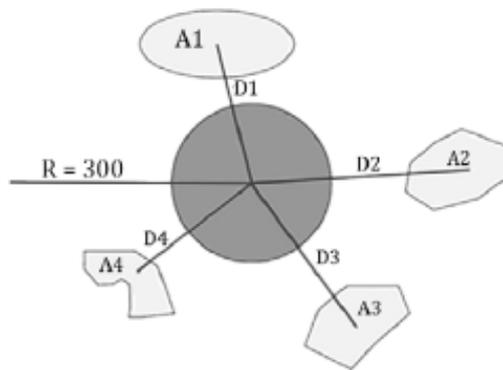
Fonte: Elaborado a partir de de McGarigal e Marks (1995). Sendo IP correspondente à PI (*Proximity Index*).

O processo envolve a consideração das capacidades de deslocamento das espécies (não especificadas) pela matriz, sendo escolhidas as distâncias arbitrárias de 10, 25, 50 e 100 m, que indicam diferentes “faixas de dispersão”. Isso significa dizer que, considerando uma faixa de dispersão de 25 m, dois fragmentos separados estruturalmente – fisicamente – por menos de 25 m estão conectados funcionalmente para aquela espécie (Soto, 2013).

É importante observar que esses valores são generalistas devido à falta de fontes encontradas sobre as capacidades de dispersão das espécies existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. Em estudos futuros, recomenda-se a utilização de dados sobre as espécies ameaçadas e grupos funcionais da área.

A métrica do Índice de Proximidade analisa o entorno de cada fragmento, utilizando buffers correspondentes às faixas de dispersão escolhidas, e, ao olhar para o entorno de um fragmento focal, considera quais fragmentos vizinhos fazem intersecção com a área do buffer, considerando sua área e distância no cálculo, como demonstrado na **Figura 37**.

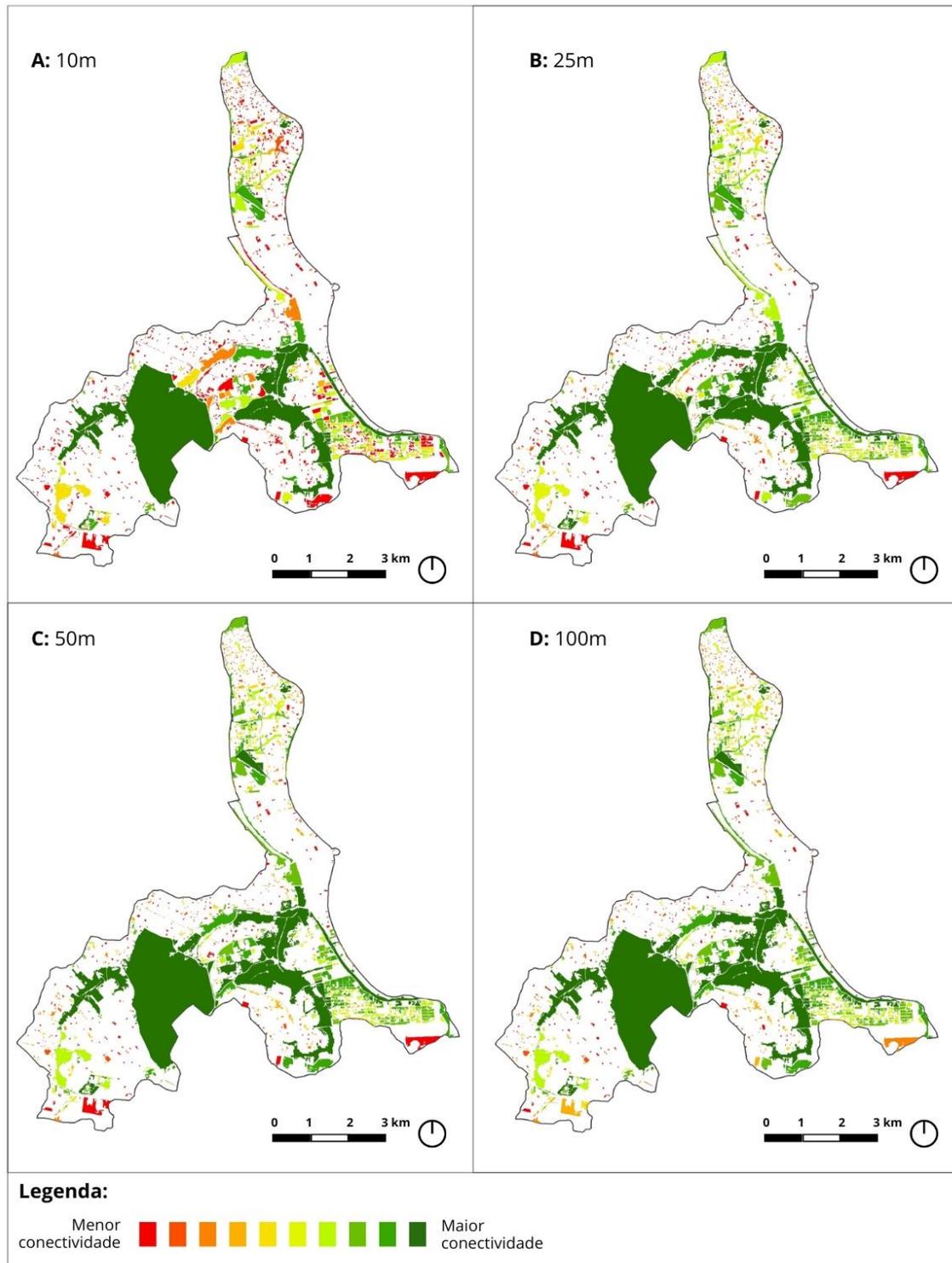
Figura 37. Esquema do Índice de Proximidade. Nota-se que R representa o raio do buffer, D corresponde às distâncias aos fragmentos adjacentes e A corresponde às áreas dos fragmentos de áreas verdes adjacentes.



Fonte: Sandre (2017).

Esse processo de cálculo foi realizado automaticamente pela extensão V-Late, através da qual foi possível obter os resultados apresentados na **Figura 38**.

Figura 38. Mapeamento da conectividade considerando capacidades diferentes de dispersão pelo entorno (A: 10m, B: 25m, C: 50m e D: 100m).



Fonte: Autoria própria.

Considerando espécies com faixa de dispersão de até 10m, o cenário A mostra como as manchas mais fragmentadas constituem pequena possibilidade de fluxo e obtenção de recursos para esses animais, pois representam os menores valores de conectividade.

Para a mesma condição, os fragmentos nas cores vermelha, laranja e amarela indicam que boa parte da paisagem é desconectada, com exceção das grandes manchas de áreas verdes como a Mata do Buraquinho e alguns corredores localizados na área central da bacia.

Nos resultados obtidos em B, C e D - respectivamente representando as faixas de dispersão de 25, 50 e 100 m -, apesar de haver um significativo incremento na conectividade dos fragmentos, as manchas menores ainda não se estabeleceram com valores de máxima conectividade, estando na região média do espectro de cores. Apesar disso, a conectividade funcional entre as áreas verdes à norte e à sudeste da bacia se mantém, sobretudo, pela presença desses fragmentos de habitat menores, que se encontram distribuídos irregularmente pela paisagem. Embora sustentem pouca biodiversidade, eles possuem importância estratégica para a sua conservação, visto que sua localização permite que funcionem como pontos conectores entre fragmentos de áreas verdes maiores, atuando como *stepping stones*.

Sendo assim, sua eventual remoção implicaria na dissolução de importantes nós de conexão entre as manchas mais significativas, dificultando ainda mais o fluxo de espécies pela matriz.

Outro aspecto a ser destacado é que os fragmentos com menor conectividade correspondem às manchas mais isoladas na paisagem, apresentando significativamente menos chances de colonização e recolonização por espécies. Essa condição resulta em uma instabilidade no tamanho populacional das espécies que ali habitam e, além de reduzir a disponibilidade de recursos, aumentam as chances de extinção nesses locais (Taylor et al., 1993 *apud* Soto, 2013).

De maneira geral, observa-se que as manchas maiores mantêm uma melhor conectividade, pois, devido ao seu tamanho, seus limites alcançam mais fragmentos vizinhos. Isso significa que essas áreas extensas têm mais oportunidades de interagir e conectar-se com outras regiões ao redor, facilitando o fluxo de espécies e a troca genética. Por outro lado, embora as manchas menores apresentem, em geral, níveis médios e baixos de conectividade, elas se distribuem por uma área mais ampla da paisagem. Essa distribuição permite que espécies se movam de áreas mais distantes da paisagem em direção às manchas maiores, desempenhando um papel crucial no equilíbrio geral do ecossistema.

A partir do exposto, embora perceba-se, a princípio, como o estabelecimento de conexões ecológicas atua como uma importante estratégia para a conservação da biodiversidade, sua aplicação ainda gera algumas controvérsias na esfera científica.

Nesse debate é frequente a ponderação entre os possíveis efeitos positivos e negativos que essas conexões podem trazer à biodiversidade na paisagem (Tabela 05), tendo em vista a

dificuldade de experimentações empíricas de duração suficientemente longas para estabelecer conclusões significativas de sua eficácia em diversas situações.

Tabela 05. Efeitos positivos e negativos das conexões na paisagem.

EFEITOS POSITIVOS	EFEITOS NEGATIVOS
Facilitam os deslocamentos da fauna através de paisagens transformadas	Facilitam a propagação de doenças, parasitas e pragas através da paisagem e seu acesso aos fragmentos de habitat
Reduzem o isolamento das populações locais	
Facilitam a suplementação de populações pequenas em declínio, de forma que se freiam as tendências à extinção local	Aumentam a competição interespecífica por recursos
Permitem a recolonização de habitats e o restabelecimento de populações após episódios de extinção local	Facilitam a propagação de incêndios e outras perturbações abióticas entre diferentes manchas de habitat
Promovem a manutenção de maior riqueza e diversidade de espécies nativas nos fragmentos de habitats	Podem aumentar as taxas de mortalidade por predação, quando a conexão é frequentada por predadores provenientes da matriz ou associados a habitats de borda
Proporcionam habitat, refúgio e outros recursos necessários para numerosas espécies silvestres	
Facilitam a continuidade dos processos ecológicos naturais em paisagens transformadas	Oferecem habitat, refúgio ou alimentação a espécies prejudiciais e oportunistas, ameaçando a sobrevivência de espécies mais sensíveis
Desempenham funções de regulação dos ecossistemas	

Fonte: San Vicente 2004, baseado em Noss 1987, 1993; Simberloff y Cox 1987; Simberloff et al. 1992, McEuen 1993; Bennett 1999.

San Vicente (2004) destaca que uma das principais dificuldades para obter dados empíricos confiáveis sobre os efeitos da conectividade está, primeiramente, na falta de monitoramento do fluxo de espécies antes e depois do estabelecimento de um novo elemento de conexão. Outra dificuldade é a prática equivocada de atribuir a riqueza das espécies encontradas nas manchas exclusivamente à presença ou ausência de elementos de conexão, ignorando outros parâmetros que influenciam a ocorrência dessas populações, como o tamanho das manchas, as distâncias entre elas, e as características da matriz que as separa, entre outros.

Diante disso, entende-se que a análise para os fins de planejamento dos elementos conectores da paisagem só é viável se considerar diferentes fatores físicos e funcionais, evitando generalizações imprecisas. Reitera-se a necessidade do estudo de outros profissionais da

paisagem – como biólogos – para fornecer uma contextualização cientificamente embasada e crítica do território em questão, a partir de estudos espécie-específicos, capazes de lidar com as complexidades que o tema exige. Apesar disso, o campo da Arquitetura da Paisagem já avançou de forma relevante na implementação de estratégias que visam a proteção dos ecossistemas e a promoção da sustentabilidade urbana, a exemplo da implementação da Infraestrutura Verde, o que evidencia o potencial de colaboração entre disciplinas na busca por soluções integradas para os desafios da conservação e resiliência ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das investigações realizadas ao longo do trabalho, optou-se por trazer uma breve síntese dos passos que foram dados e os temas abordados, para então trazer reflexões acerca dos principais resultados encontrados e fomentar discussões para futuras linhas de pesquisa.

O trabalho discutiu como a urbanização estabelece um importante diálogo com a biodiversidade, de modo a lidar com as atuais necessidades de uma sociedade complexa que urge por soluções efetivas para a conciliação da urbanização, das mudanças climáticas e da preservação da biodiversidade.

Foi estabelecido que a aproximação a esses conhecimentos necessita de uma abordagem multidisciplinar, evitando simplificações de problemas que abrangem tanto a ordem física quanto a ordem funcional da paisagem, a fim de construir análises, metodologias e resultados o mais fidedignos possíveis.

No atual cenário que se encontra João Pessoa, de crescente urbanização e visibilidade, e também de modificação do Plano Diretor, é latente notar como as demandas sociais exigem a articulação consoante à manutenção da qualidade ambiental da cidade, em especial em relação ao recorte da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, por estar completamente inserida no espaço intraurbano da referida realidade urbana e sofrer diretamente os impactos da urbanização e adensamento construtivo.

É sobre essa dimensão que o estudo se desenvolveu, na procura por fomentar debates sobre a relação mantida entre as modificações na paisagem e a conservação da biodiversidade, tendo em vista que uma reflete diretamente na outra. Para tanto, apropriou-se do campo da Ecologia da Paisagem como referência teórico-metodológica para a investigação.

Inicialmente, o trabalho revisou e apresentou uma série de conceitos que norteiam as principais discussões sobre a temática. Em se tratando do conceito de paisagem, o trabalho destacou a polissemia do termo, indicando como é apropriado diferentemente por cada ramo do conhecimento. No que engloba a Arquitetura e o Urbanismo, ele vai envolver as considerações de objetividades e subjetividades no ambiente/espço. Isso significa dizer que a compreensão da paisagem interage tanto com seus elementos físico-formais quanto com as relações culturais e de sentido nutridos pela população. Também discutiu-se como a escala vai interagir com a percepção dessa paisagem, sendo sua leitura uma compreensão dinâmica e inerente ao observador.

Nesta etapa de revisão de literatura também foi debatido o papel da biodiversidade para com a vida humana, demonstrando como a qualidade ambiental impacta diretamente na qualidade de vida da população. Nesse sentido, o trabalho adentrou e discutiu algumas estratégias relacionadas à prática de planejamento sustentável, como o uso de indicadores para a avaliação da qualidade da paisagem, o urbanismo sustentável, a opção pela infraestrutura verde e o reconhecimento da bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento territorial.

Ainda na primeira etapa, foi apresentada a disciplina da Ecologia da Paisagem, sendo utilizada como base para aplicação da teoria na análise da paisagem da bacia. Foi explicado o surgimento de uma nova ética da paisagem, baseada na compreensão do planejamento ecológico da paisagem capaz de compatibilizar as intervenções humanas às capacidades dos ecossistemas, no objetivo de manter os processos naturais que neles ocorrem.

Sob a perspectiva da Ecologia da Paisagem, foram discutidos processos que ocorrem comumente nas áreas verdes de paisagens urbanas, como a fragmentação, o efeito de borda e a modificação na sua conectividade, a fim de exemplificar como a configuração e a composição desses fragmentos interfere na manutenção de sua biodiversidade. Nesse contexto, foi esclarecido que o estudo se voltou à identificação da configuração da paisagem na bacia, se voltando à caracterização da distribuição e padrão das áreas verdes.

O trabalho avançou ao defender ser necessário transpor a descrição meramente formalista da paisagem, deixando clara a não pretensão de esgotamento da temática nestas páginas.

Argumentou-se a importância da adoção de métricas multidisciplinares no planejamento urbano e ambiental, sendo fundamental – e desafiador – o diálogo entre arquitetos e urbanistas e profissionais de outros ramos, como biólogos ou engenheiros ambientais. Dessa maneira, o ponto central levou à percepção de que a avaliação do espaço urbano não pode ser desvinculada da análise ambiental, e que a conexão entre ambos deve partir de um esforço conjunto.

Diante dos conceitos e da revisão apresentada, na segunda etapa, o trabalho realizou uma aproximação e caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe. Foi um desafio conceber a metodologia de análise desse território, que fosse capaz de contemplar o conceito de paisagem abordado anteriormente. Nesse esforço, para a melhor compreensão do objeto, foi estruturada a análise sob diferentes perspectivas.

Foram produzidos mapeamentos temáticos sobre a população e as condições sociodemográficas do território, que permitiram identificar características da ocupação e da dinâmica ambiental que ocorre no local.

A leitura e análise dos dados permitiu a divisão dos bairros integrantes da bacia em setores com características urbanas em comum. Notou-se que o setor mais privilegiado em relação às

condições de vida, que corresponde ao Setor do Baixo Curso do Rio Jaguaribe, é o que mais traz impactos negativos para a qualidade ambiental da paisagem, por conta de haver uma maior pressão urbana sobre o território.

Também foi identificado que grande parte da população em situação mais vulnerável se encontra sujeita a áreas de risco ambiental, especialmente no que se refere às comunidades urbanas. Isso mostra como não há justa distribuição dos ônus e bônus decorrentes da urbanização, levando à instauração de um cenário de desigualdades.

Acerca da perspectiva ambiental, o trabalho sugere a realização futura de um estudo aprofundado sobre quais são as espécies de fauna e flora que existem na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, visto que há uma falta de estudos espécie-específicos ou de dados atualizados sobre a biodiversidade, o que dificultou o estudo e impede a elaboração de ações de proteção futuras.

Outras dificuldades à preservação da biodiversidade percebidas foram a presença de espécies invasoras na arborização urbana e o contraste urbano abrupto sobre os remanescentes florestais, sobretudo nas suas bordas, o que cria áreas de conflito para os animais e os coloca em risco pelo contato com fatores externos, a exemplo das rodovias movimentadas.

Quanto à legislação ambiental aplicável ao território, pode-se afirmar que ela possui tanto falhas quanto benefícios. Por um lado, a legislação pode permitir flexibilizações no manejo de áreas de preservação, o que pode comprometer a conservação ambiental em favor de interesses privados. Por outro lado, ela exerce um controle significativo sobre áreas vitais da cidade, como os corredores verdes que integram as Áreas de Proteção Ambiental, evidenciando seu potencial como uma aliada na conservação.

É importante atestar que as tomadas de decisão para as políticas públicas de cunho ambiental muito se refletem pela ausência de uma cultura e educação ambiental. É essencial o desenvolvimento de uma maior consciência ecológica a todos os envolvidos, seja a população, os agentes privados e as autoridades do Poder Público, que permita a integração do desenvolvimento urbano à preservação.

Em relação ao diagnóstico realizado na terceira etapa, sobre o estudo das métricas da paisagem, foi evidenciada uma paisagem bastante fragmentada com perda significativa de vegetação em muitas áreas da bacia.

Muitas críticas foram apresentadas em relação à distribuição das áreas verdes em fragmentos pequenos e pouco conectados, sendo a maior parte deles isolados. Esse cenário os torna vulneráveis aos impactos de borda e efeitos externos da matriz, o que influencia nas suas

capacidades de sustentar biodiversidade e de servir como habitat, aumentando as chances de extinção nesses fragmentos.

Isso é corroborado pelo dado de que mais de 70% dos fragmentos estudados possuem uma área interna localizada a menos de 100 metros da borda, o que pode resultar em uma redução de até 75% na biodiversidade dessas áreas, tendo em vista a suscetibilidade dessas áreas aos efeitos nocivos da urbanização.

Outrossim, notou-se que a maior parte dos fragmentos se encontra com pouca conectividade, o que pode impedir o fluxo entre as áreas verdes para algumas espécies incapazes de atravessar a matriz.

De acordo com os apontamentos realizados, as consequências negativas da compartimentação do habitat e da perda de áreas verdes sobre as espécies a elas associadas, em geral, não geram dúvidas à luz dos estudos científicos referenciados sobre o tema e a partir dos resultados obtidos.

A fim de lançar mais luz sobre a análise, foi feita uma comparação da paisagem estudada e um estudo que aborda a proporção de cobertura de vegetação em uma paisagem ideal. Rodríguez et al. (2020) sugerem que a cobertura de vegetação em uma paisagem ideal deve corresponder a $\geq 40\%$ da paisagem, com 10% concentrados sob a forma de um único fragmento e os 30% restantes distribuídos uniformemente em grande número de pequenos fragmentos. Eles afirmam que o fragmento contíguo é essencial às espécies que necessitam de grandes áreas de habitat e que são sensíveis à fragmentação e aos distúrbios humanos. Por outro lado, os fragmentos dispersos conseguem atender às espécies que os utilizam para mover-se pela matriz e não sofrem tanto os efeitos da fragmentação. É oportuno ressaltar que esse parâmetro foi estabelecido para uma paisagem com área total com milhares de quilômetros quadrados.

Ao traduzir as porcentagens para a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, considerando a menor escala do recorte, obteve-se que a Mata do Buraquinho – utilizada como representante do fragmento único – corresponde a cerca de 10% da paisagem e os fragmentos pequenos – representados pelos fragmentos restantes – ocupam aproximadamente 22% da paisagem. Isso indica que a Mata do Buraquinho é responsável por garantir uma boa conservação da biodiversidade ao fornecer um habitat contínuo e protegido. Em contraste, os fragmentos florestais restantes não atingem os 30% recomendados. Além disso, o estudo sugere que percentuais ainda maiores podem ser necessários, especialmente devido à proximidade com a Linha do Equador, como é o caso da área em análise, ou quando se avalia uma baixa qualidade da matriz.

Outro ponto escolhido para complementar as discussões sobre a paisagem analisada foi o cálculo do Índice de Áreas Verdes (IAV), que trata da divisão da área total de Áreas Verdes identificadas (em m²) pelo número de habitantes. O valor recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização (SBAU, 1996, apud Garcia, Souza e Paiva, 2016) é de 15m²/hab e diz respeito ao mínimo necessário para que as funções social e ambiental possam ser cumpridas eficientemente. A partir dos dados preliminares do Censo demográfico (IBGE, 2023), do qual constatou-se a presença de uma população de 332.865 habitantes na bacia, obteve-se o valor de IAV para a bacia de 47,4m²/hab, que é um valor mais de 3 vezes maior que o mínimo recomendado, o que indica uma boa proporção de área verde por habitante.

Por sua vez, apesar do dado ser positivo, não significa dizer que represente uma área com cobertura vegetal ideal. A distribuição desses fragmentos, como foi estudada, é bastante heterogênea e fragmentada, na qual a maior parte se encontra sob efeitos nocivos da urbanização, além de que muitos correspondem a lotes desocupados ou vazios urbanos, podendo ser considerados como “áreas verdes com prazo de validade”.

Uma opção interessante para evitar a perda dessas áreas seria integrá-las em uma rede de espaços verdes na cidade, identificando regiões na matriz urbana onde o fluxo e a persistência das espécies seja prejudicada pela escassez de habitat. Juntamente seria possível gerar amenidades à população, aliando a preservação à promoção e manejo dos serviços ecossistêmicos locais.

Por fim, a pesquisa é capaz de atender ao objetivo previsto e consegue dar os primeiros passos para uma compreensão mais aprofundada sobre as dinâmicas da Bacia do Rio Jaguaribe, inserindo-a no panorama das discussões mais atuais sobre o planejamento da paisagem.

Vale ressaltar que a leitura cruzada entre as informações abordadas no trabalho, que perpassam as ordens social, demográfica, ambiental, legal e ecológica, por exemplo, possibilitaram o testemunho da complexidade que é o planejamento da paisagem, sendo possível, não sem dificuldades, entender a cidade como parte constituinte da natureza e perceber a necessidade da abordagem sistêmica no desenvolvimento harmonioso dos espaços urbanos.

Para além disso, ficou clara a necessidade do esforço mútuo de profissionais para a mudança no encaminhamento das nossas cidades, que a cada dia parecem entrar em conflito com aquilo que lhes sustenta, a biodiversidade. O trabalho é capaz de abrir o olhar para as novas possibilidades e questões de investigação futura que possam se somar ao esforço aqui registrado.

Por exemplo, seria possível discutir como profundamente como biodiversidade interage com o uso e a ocupação do solo; como o gabarito das edificações é capaz de influenciar as rotas de fluxo das espécies dentro de uma cidade?; como as áreas verdes representam ônus e bônus para a população de um mesmo território?; quais espécies são mais afetadas pela distribuição das áreas verdes e como isso afeta sua persistência?; entre outras. Todas relacionadas à mudança no modo de planejar e manejar as cidades e suas paisagens. Em uma espera otimista, o trabalho anseia pelo momento em que a busca pela qualidade de vida e a busca pela qualidade ambiental sejam sinônimos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Antônio Cláudio C. de. Avifauna no Refúgio de Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil, com notas naturalísticas sobre as espécies ameaçadas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 18, p. 37-75, 2021. Disponível em: <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v8n18/v08n18a03a.html>>. Acesso em: 06 set. 2024.
- ALVES, Clayriston; FARIAS, Maria; ARAÚJO, Aline. Levantamento dos impactos ambientais na bacia do Jaguaribe em João Pessoa e suas possíveis ações mitigatórias. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 08, 2009. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4826>>. Acesso em: 14 mai. 2024.
- ANDRADE, Patrícia Alonso de. Verticalização em João Pessoa. Produção do espaço e transformações urbanas. *Arquitextos*, São Paulo, ano 17, n. 204.02, **Vitruvius**, 2017. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.204/6555>>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- ARAÚJO, Joyce Chaves Kelly de. **TECENDO CAMINHOS PARA A JUSTIÇA SOCIAL: A revisão do Plano Diretor de João Pessoa e suas implicações nas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)**. João Pessoa. 2023.
- ARAÚJO, Yuri Rommel Vieira; MOREIRA, Zayne Christina Gonçalves. Verde urbano na conservação da biodiversidade em João Pessoa, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 73-82, 2020. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7283560>>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, Víctor et al. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. **Ecology letters**, v. 23, n. 9, p. 1404-1420, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ele.13535>>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- A UNIÃO. **Refúgio do verde e das espécies**. 2023. Disponível em: <https://auniao.pb.gov.br/noticias/caderno_diversidade/refugio-do-verde-e-das-especies>. Acesso em: 23 set. 2024.
- BARBOSA, F. A. R.; PAULA, J. A. & MONTE-MÓR, R. L. M. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise e Realidade de Integração Disciplinar. In: **BARBIERI, A. F. et. al. Biodiversidade, População e Economia: uma região de Mata Atlântica**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/ECMVS/UFMG, 1997. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/h/cdp/biodiv/cap006.html>>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- BARBOSA, Maria Regina; CHAGAS, Earl Celestino de Oliveira; PEREIRA, Luiz de Aquino. Composição Florística de um fragmento de mata ciliar na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 25, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://scholar.archive.org/work/gumh3n3ye5ap5lfiansubckjl4/access/wayback/https://periodicos.ufpb.br/index.php/revnebio/article/download/16039/30271>>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- BARBOSA, Tamires S. **Geomorfologia urbana e mapeamento geomorfológico do município de João Pessoa-PB**, Brasil. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8148>>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- BATISTA, A. B. R. **O mobiliário urbano na ativação dos espaços livres públicos Um estudo de caso do Parque Parahyba I, João Pessoa/ PB**. 2019. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25318>>. Acesso em: 6 jan. 2024.

- BEATLEY, Tim. Exploring the Nature Pyramid. **The nature of cities**, 2012. Disponível em: <<https://www.thenatureofcities.com/2012/08/07/exploring-the-nature-pyramid/>>. Acesso em: 17 fev. 2024.
- BENEDICT, Mark A. et al. **Green infrastructure: linking landscapes and communities**. Island press, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2xTJvYqzFNkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=+Green+Infrastructure:+Linking+Landscapes+and+Communities&ots=3qTg8EZMNt&sig=KLKdRjQRii49ReJz9EoFE9by-A0&redir_esc=y#v=onepage&q=Green%20Infrastructure%3A%20Linking%20Landscapes%20and%20Communities&f=false>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- BEZERRA, Manuela de Luna Freire Duarte. Taxa de (im) permeabilidade urbana intra-lote: um olhar sob a legislação. **Revista Campo do Saber**, v. 1, n. 2, 2015. Disponível: <<https://periodicos.iesp.edu.br/campodosaber/article/view/13>>. Acesso em: 26 set. 2024.
- BORGES, Utaiguara da Nóbrega. **Análise de riscos potenciais de degradação ambiental em bacias hidrográficas urbanas com apoio de tecnologias de Geoinformação de baixo custo**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3189>>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama: Censo 2022**, 2023. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=5300108&tema=1>>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tipologia Intraurbana: Espaços de diferenciação socioeconômica nas Concentrações Urbanas do Brasil**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/17530-tipologia-intraurbana-espacos-de-diferenciacao-socioeconomica-nas-concentracoes-urbanas-do-brasil.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 08 jun. 2024
- BRASIL. **Lei nº 10.257, de 27 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, julho de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- BRITO, Erycles Fabricio Alves; VANZELLA, Elídio. Jardim Botânico Benjamim Maranhão: Contribuições para a Cidade de João Pessoa. **Rev. Mangáio Acad**, v. 2, p. 7-14, 2018. Disponível: <https://www.academia.edu/download/60179726/Artigo_definitivo_0220190801-14720-1qvlq8x.pdf>. Acesso em: 04 set. 2024.
- BUENO, Camila de C. S. **Diversidade de aves em paisagem fragmentada de Mata Atlântica inserida em uma matriz urbana**. 2013. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://rima.ufrjr.br/jspui/handle/20.500.14407/10831>>. Acesso em: 26 fev. 2024.
- CARRIÈRE, Stéphanie M. et al. **Corridors: Compulsory passages? The Malagasy example**. 2011. p. 53-70. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260368969_Corridors_Compulsory_passages_The_Malagasy_example>. Acesso em: 23 jul. 2024.
- CARVALHO, Rodrigo Guimarães. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 26-43, 2014.

Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3172>>. Acesso em: 05 abr. 2024.

CHAN, L. et al. **Handbook on the Singapore Index on Cities' Biodiversity**. 2021. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Singapore: National Parks Board, Singapore. Disponível em: <<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20220027068>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Sustaining life on Earth**. 2000. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-sustain-en.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

COUTINHO, Marco Antônio Farias. **Evolução urbana e qualidade de vida: o caso da av. Epitácio Pessoa**. 2004. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza/ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4555?locale=pt_BR>. Acesso em: 12 mar. 2024.

DICIONÁRIO AMBIENTAL. O que são as Metas de Aichi. **OECD**. 2014. Disponível em: <<https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28727-o-que-sao-as-metas-de-aichi/>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

DIEB, Marília de Azevedo; MARTINS, Paula D. O Rio Jaguaribe e a História Urbana de João Pessoa/Pb: da Harmonia ao Conflito. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL – ENANPUR, 17º, 2017, São Paulo. **Anais XVIII ENANPUR**, São Paulo, 2017. v. 17, n. 1. Disponível em: <<https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/1690/1669>>. Acesso em: 04 mar. 2024.

DRAMSTAD, W.E.; OLSON, J.D.; FORMAN, R.T. T. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning**. Cambridge: Harvard University Graduate School of Design, 1996. Disponível em: <[https://library.navoiy-uni.uz/files/dramstad%20w.e.,%20forman%20r.t.t.,%20olson%20j.d.%20-%20landscape%20ecology%20principles%20in%20landscape%20architecture%20and%20land-use%20planning%20\(1996\)\(80s\).pdf](https://library.navoiy-uni.uz/files/dramstad%20w.e.,%20forman%20r.t.t.,%20olson%20j.d.%20-%20landscape%20ecology%20principles%20in%20landscape%20architecture%20and%20land-use%20planning%20(1996)(80s).pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2024

EGITO, Maria Jacy Caju do. **Expansão urbana e meio ambiente: representação social dos agentes da construção civil em João Pessoa-PB**. 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4581>>. Acesso em: 8 jan. 2024.

FAHRIG, Lenore. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity**. Annual review of ecology, evolution, and systematics, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/docserver/fulltext/ecolsys/34/1/annurev.ecolsys.34.011802.132419.pdf?expires=1722647936&id=id&accname=guest&checksum=FF26215B643A849E665B493CE8C1CA5B>>. Acesso: 04 fev. 2024.

FAHRIG, Lenore. Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. **Journal of biogeography**, v. 40, n. 9, p. 1649-1663, 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbi.12130>>. Acesso em: 07 ago. 2024.

FARR, Douglas. **Urbanismo sustentável. Desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/urbanismo-sustentavel-desenho-urbano-com-a-naturezapdf-pdf-free.html>>. Acesso em: 02 abr. 2024.

- FORMAN, Richard TT; GODRON, Michel. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley& Sons. Inc., 1986.
- FREIRE, Maria. Paisagem e a arquitetura paisagista: conceitos, valores, componentes e competências à intervenção. In: **Anais do 5º Colóquio Ibero-americano Paisagem cultural. Património e Projeto**, 2018. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Estudos do Desenvolvimento Sustentável, Belo Horizonte, Brasil, 26-28 de setembro 2018. Disponível em: <<https://dSPACE.uevora.pt/rdpc/handle/10174/23751>>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica. **A Mata Atlântica é a floresta mais devastada do Brasil**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica>>. Acesso em: 07 ago. 2024.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Panorama das Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica**. 2023. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2023/08/Relato%CC%81rio_UCs-Municipais_2023.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024
- GARCIA, C. S. G.; SOUZA, R. B.; PAIVA, P. D. O. Áreas Verdes Públicas de Lavras (MG). In: **20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 2016, Brasília. Trabalhos Técnicos, Belo Horizonte, MG, p. 28-31. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU). Disponível em: <<https://sbau.org.br/downloads/Anais-do-XX-CBAU.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2024.
- GOMES, Sofia Erika Moreira; BARBOSA, Maria Regina de Vasconcellos; QUIRINO, Zelma Glebya Maciel. Inventário Arbóreo das vias públicas do Centro de João Pessoa, Paraíba. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 351-362, 2019. Disponível em: <<http://www.sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.001.0029>>. Acesso em: 05 set. 2024.
- GOVERNO FEDERAL. Economia e Gestão Pública. **Censo 2022 indica que o Brasil totaliza 203 milhões de habitantes**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2023/06/censo-2022-indica-que-o-brasil-totaliza-203-milhoes-de-habitantes>>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- IFLA AMÉRICAS. **Carta da Paisagem das Américas**. 2018. Disponível em: <http://www.abap.org.br/abap/wp-content/uploads/2021/09/CARTA-DA-PAISAGEM-DAS-AMERICAS.pdf>. Acesso em: 09 set. 2024.
- INSTITUTO INTERNACIONAL PARA SUSTENTABILIDADE. **COP 28 do Clima: reconhecendo avanços, enfrentando desafios e o papel do Brasil para um futuro sustentável**. 2023. Disponível em: <https://www.iis-rio.org/noticias/cop-28-do-clima-reconhecendo-avancos-enfrentando-desafios-e-o-papel-do-brasil-para-um-futuro-sustentavel/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwgrO4BhC2ARIsAKQ7zUmgqNmsMiNdikXSpjDAiEwVQ22NUXgALsnznXcZoNxfOpXCakZwCUUaAt9-EALw_wcB>. Acesso em: 13 jul. 2024.
- JOÃO PESSOA. **Plano de Ação João Pessoa Sustentável**. João Pessoa, 2014. 71 p. Prefeitura Municipal de João Pessoa. Fundo Socioambiental Caixa. BID. Disponível em <<https://webimages.iadb.org/PDF/Joao+Pessoa+Action+Plan.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- JOÃO PESSOA. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. João Pessoa. 2012. Disponível em: <https://issuu.com/pmjponline/docs/seman_mata_atlantica?backgroundColor=%252523222222>. Acesso em: 02 jan. 2024.

- JORNAL DA PARAÍBA. 37% das árvores de JP são de espécies invasoras. **Vida Urbana**, 2014. Disponível em: <<https://jornaldaparaiba.com.br/cotidiano/vidaurbana/37-das-arvores-de-jp-e-de-especies-invasoras>>. Acesso em: 22 set. 2024.
- KIYOTANI, Ilana. O conceito de paisagem no tempo. **Geosul**, v. 29, n. 57, p. 27-42, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/21177-5230.2014v29n57p27>>. Acesso em: 13 mai. 2024.
- LIMA, A. J. R., NERY, J. T. **Revisitando o conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e a governança das águas**. Os Desafios Da Geografia Física Na Fronteira Do Conhecimento, 2017. Disponível em: <<https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1846>>. Acesso em: 25 abr. 2024.
- LIMA, Márcia. " Raça" e pobreza em contextos metropolitanos. **Tempo social**, v. 24, p. 233-254, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/jj/ts/a/brMQKrt8Ym83PhDtsSyfNpP/>>. Acesso em: 18 jun. 2024.
- LIMA, Maria Cecília Pedro Bom de; RAGONHA, Jéssica; SCHENK, Luciana Bongiovanni Martins. A paisagem no planejamento e projeto do território. Um breve percurso entre objetividades e subjetividades. *Arquitextos*, São Paulo, ano 23, n. 274.04, **Vitruvius**. 2023 Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/23.273/8732>>. Acesso em: 08 mar. 2024.
- LONDE, Patrícia Ribeiro; MENDES, Paulo Cezar. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264-272, 2014. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/26487/>>. Acesso em: 02 abr. 2024.
- MEDEIROS, Giancarlo Nóbrega. **A relação entre o mercado imobiliário e arquitetura na faixa litorânea de João Pessoa – PB**. João Pessoa. 2023.
- MEDEIROS, Samara Thaisa Alves. **Proposta para implantação de estruturas para a conexão ecológica entre os fragmentos florestais do Campus I da UFPB e do seu entorno**. João Pessoa. 2010. Disponível em: <<http://www.ccen.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2010.1/samara-thaisa-alves-de-medeiros.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2024.
- MELO, Antônio S. T. et al. **Os aglomerados subnormais dos vales do Jaguaribe e do Timbó: Análise geo-ambiental e qualidade do meio ambiente**. Relatório de Pesquisa. João Pessoa: Centro Universitário de João Pessoa – Unipê – Deptº de Geografia, 2001.
- METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bn/a/Jbchd6rjY35PGkY5BHPz63S/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 4 abr. 2024.
- MCKINNEY, Michael L. Urbanization, biodiversity, and conservation. **Bioscience**, v. 52, n. 10, p. 883-890, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/232687253_Urbanization_Biodiversity_and_Conservation>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: Synthesis**. Washington, D.C.: Island Press, 2005. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2024.

- MUÑOZ, Angelica Maria Mosquera; FREITAS, Simone Rodrigues de. Importância dos Serviços Ecosistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 89-104, 2017. Disponível em: <<https://uninove.emnuvens.com.br/geas/article/view/10049>>. Acesso em: 06 abr. 2024.
- NASCIMENTO, Matilde Roma. **Conectividade das áreas verdes na cidade de Lisboa para a fauna**. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Universidade Nova [s. l.], 2018. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/42366>>. Acesso em: 06 dez. 2023.
- NEGRÃO, Ana Gomes. **Processo de produção e reprodução da cidade: um estudo sobre os estágios evolutivos ao longo dos espaços estruturados pelo corredor da Avenida Dom Pedro II**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, UFPB, João Pessoa. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5544?locale=pt_BR>. Acesso em: 20 mar. 2024
- NUCCI, João Carlos. Análise sistêmica do ambiente urbano, adensamento e qualidade ambiental. **Ciências Biológicas e do Ambiente**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 73-88, 1999. Disponível em: <<https://www.erambiental.com.br/var/userfiles/arquivos69/documentos/12926/Nucci-AnalisePaisagemUrbana-1999.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2024.
- NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. Edição do autor, 2008. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9oaXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=qualidade+ambiental+e+adensamento+urbano+nucci+2008&ots=1Spzd1Q31o&sig=vz6OHJx4I_kQFFyMuLIngUxKLS0&redir_esc=y#v=onepage&q=qualidade%20ambiental%20e%20adensamento%20urbano%20nucci%202008&f=false>. Acesso em: 08 mai. 2024.
- OLIVEIRA, Suênia CC; MELO, Rodrigo S. As trilhas do Jardim Botânico Benjamim Maranhão (João Pessoa-PB) como recurso para interpretação ambiental. **Caderno virtual de turismo**, v. 9, n. 2, 2009. Disponível: <<https://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/article/view/352>>. Acesso em: 04 set. 2024.
- PACHECO, Célia Fortunato. **Critérios e indicadores para espaços verdes urbanos: Aplicação do modelo urge a espaços verdes em Portugal, Lisboa**. Projeto de pesquisa ao abrigo do Programa PRIME, 2018. Disponível em: <<https://silo.tips/download/criterios-e-indicadores-para-espaos-verdes-urbanos-aplicacao-do-modelo-urge-a-esp#>>. Acesso em: 06 jan. 2024
- PARAÍBA. **Decreto nº 35.195, de 23 de julho de 2014**. Cria o Refúgio de Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, no município de João Pessoa. Diário Oficial do Estado da Paraíba, 23 jul. 2014. Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/3306_20180413_140921.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- PELLEGRINO, Paulo. Pode-se Planejar a Paisagem?. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], n. 13, p. 159-179, 2000. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i13p159-179. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/134128>>. Acesso em: 04 mar. 2024.
- PLANO MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. Plano diretor João Pessoa: A cidade que eu quero. **P2b. Relatório do Diagnóstico Técnico**. Fase II. out de 2021. Disponível em: <http://pdjp.com.br/wp-content/uploads/2021/10/115_2021.10.08_P2b_DIAGNOSTICO-TECNICO.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Complexo Beira Rio (CBR)**. João Pessoa Sustentável, 2024. Disponível em: <<https://jpsustentavel.joaopessoa.pb.gov.br/complexo-beira-rio-cbr/>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Filipeia**. Disponível em: <<https://filipeia.joaopessoa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Filipeia: Mapa do Zoneamento – Plano Diretor, 2012**. Disponível em: <<https://filipeia.joaopessoa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Lei Complementar nº 29, de 10 de julho de 2002**. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de João Pessoa e dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente (SISMUMA). Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joaopessoa/lei-complementar/2002/3/29/lei-complementar-n-29-2002-institui-o-codigo-de-meio-ambiente-do-municipio-de-joao-pessoa-e-dispoe-sobre-o-sistema-municipal-de-meio-ambiente-sismuma>>. Acesso em: 15 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Lei Complementar nº164, de 11 de janeiro de 2024**. Aprova a revisão do Plano Diretor Participativo do município de João Pessoa e dá outras providências. João Pessoa, 2024. Disponível em: <https://planodiretor.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2024/04/2024_Diario_444_SUPLEMENTO.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Lei Complementar nº166, de 06 de maio de 2024**. Dispõe sobre o zoneamento e o uso e ocupação do solo do município de João Pessoa/PB - LUOS, e dá outras providências. João Pessoa, 2024. Disponível em: <https://planodiretor.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2024/04/2024_Diario_444_SUPLEMENTO.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2024.

QUEIROZ, Degner Rodrigues de Almeida. **Problemas ambientais decorrentes da ocupação subnormal na bacia do Jaguaribe-João Pessoa-PB**. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5499>>. Acesso em: 02 fev. 2024.

SALES, Lindemberg de Albuquerque. **O processo de verticalização e seus problemas no bairro de Manaíra, João Pessoa-PB**. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/806>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SALES, Wenysgton. **Degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, João Pessoa - PB**. Campina Grande, 2018. Disponível em: <<https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/17381/1/PDF%20-%20Wenysgton%20Allyson%20de%20Sales.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2024.

SANDRE, Adriana A. **Planejamento Ambiental à luz da Ecologia da Paisagem**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-21122017-105418/publico/AdrianaAfonsoSandreCor.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SAN VICENTE, Mikel Gurrutxaga. **Conectividad ecológica del territorio y conservación de la Biodiversidad: nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial**. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/302252844_Conectividad_ecologica_del_territorio_y_conservacion_de_la_biodiversidad_Nuevas_perspectivas_en_ecologia_del_paisaje_y_ordenacion_territorial>. Acesso em: 29 ago. 2024.

- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Paraíba**. Brasília, DF: MAPA, 2019. 84p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/noticias/anexo_noticia/51155_20191213_123041.PDF>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- SILVA, Lígia Maria Tavares da. ST5-627 Planos municipais de conservação e recuperação da Mata Atlântica: o pioneirismo de João Pessoa, PB. **Anais ENANPUR**, v. 15, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenapur/article/view/289>>. Acesso em: 30 set. 2024
- SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da. **Percursos e processos de evolução urbana: o caso da Avenida Epitácio Pessoa na cidade de João Pessoa**. 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3135>>. Acesso em: 27 jul. 2023.
- SOTO, Floriano Alvarez. **Ecologia de paisagem e estratégias para conservação da biodiversidade em ambientes fragmentados. Um estudo de caso: A área do Campus de Ondina-Federação e do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas-Salvador-Bahia**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/36836/1/Dissertacao_Floriano_Alvarez_Soto.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2024.
- SOUZA, Nádson; SILVA, Vanessa; ANDRADE, Edson et al. ANÁLISE DOS EFEITOS DE BORDA NA MATA DO BURAQUINHO, JOÃO PESSOA, PARAÍBA. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 205-217, 2019. Disponível em: <<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/468>>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- STRATEGIC PLAN 2011-2020. Key Elements of the Strategic Plan 2011-2020, including Aichi Biodiversity Targets. **Convention on Biological Diversity (CBD)**. 2018. Disponível em: <<https://www.cbd.int/sp/elements>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- TORRESI, Susana I.; PARDINI, Vera L.; FERREIRA, Vitor F. O que é sustentabilidade?. **Química nova**, v. 33, p. 1-1, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/VkxbRDxfJvvpwRjZfCTsJYC/>>. Acesso em: 8 set. 2024.