



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

LÍVIA SILVA BARBOSA

**QUALIDADE DA PAISAGEM NA ZONA DE ENTORNO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

FORTALEZA
2015

LÍVIA SILVA BARBOSA

QUALIDADE DA PAISAGEM NA ZONA DE ENTORNO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Ecologia e
Recursos Naturais da Universidade
Federal do Ceará, como requisito para a
obtenção do grau de Mestre em Ecologia
e Recursos Naturais.
Área de concentração: Ecologia Terrestre.

Orientadora: Profa. Dra. Francisca Soares
de Araújo.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B199q Barbosa, Livia Silva.

Qualidade da paisagem na zona de entorno de Unidades de Conservação do semiárido brasileiro / Livia Silva Barbosa. – 2015.
55 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2015.

Orientação: Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo.

1. Conservação biológica. 2. Zona de amortecimento. 3. Fragmentação. 4. Conectividade. I. Título.

CDD 577

LÍVIA SILVA BARBOSA

QUALIDADE DA PAISAGEM NA ZONA DE ENTORNO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia Terrestre.

Aprovada em __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rogério Parentoni Martins
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Prof. Dr. Waldir Mantovani
Universidade de São Paulo (USP)

Aos companheiros inseparáveis das
madrugadas, Niki Lauda e Luke
Skywalker, dedico.

AGRADECIMENTOS

Às mulheres inspiradoras da minha vida: Ana-Isa, que me deu a existência, Ana Maria, Liana, Paulina, Rita, Cristine, Isana, Ana Paula, Vilma, Dona Regina, Dona Evangelina, Dona Zuleide, Dona Rita, Ingrid, Priscila, Lya, Carol, Graça, Sylvia, Arlete, Lígia e especialmente a minha orientadora, Tchesca – ímpar! Todas essas estão acima e somente por meio delas este trabalho foi possível – a força criadora é feminina.

Aos meus protetores Paulo Guilherme, Mansueto, André, Rodrigo e especialmente ao meu pai maravilhoso Wagner, por uma vida carregada de confiança e fortes alicerces.

Estrelas aos montes, transbordam em fontes, um corpo dourado em Kris.

Às grandes amigas biólogas Andréia, Érica e Liana, sem as quais a vida certamente não seria extraordinária como é. Se possível fosse expressar meu amor por essa irmandade em linhas, eu o faria.

As amigas da SEMACE, Iole, Márcia, Cássia, Luciana, Lili e Gisela, todas maravilhosas.

Aos amigos da turma mais desunida da biologia: Matheus, Gervina, Germano, Janaína, Juliana, Felipe, Amaurício, Dark Lívia, Gustavo Gatito, Rafael Potiguar, Armando, Talita, Marcela, Ivna, Marina, Júlio, Rebecca e David. Todos eles fazem parte de algo **muito** especial.

Aos meninos da UECE: Fred, Natan, Emiliano e Ruy, que, por sua grande afinidade por vespeiros, enveredaram pela senda da filosofia e contribuíram para que eu desse um pequeno passo na... na ignorância. Afinal, o que podem conhecer os ditos “homens de Sofia” depois que a modernidade nos tirou o mundo?

Do mesmo criador de Adão e Eva: Luana Machado, amiga desde os primórdios, agradeço pela parceria.

Às meninas do laboratório, Vitória e Rafaella, por toda a ajuda.

Aos professores Rafael e Mantovani pela leitura e lapidação do projeto.

Aos professores que bateram o martelo na certeza de que um dia me tornaria bióloga, Ricardo e Gerardo. Foi a melhor coisa que fiz na vida.

Ao Dr. Leonardo, que emendou minha perna enfim e para sempre.

A todos os que amo e que me amam, sem dependência – os que não temem que os caminhos nos separem. A todos que foram importantes, mas eventualmente desapareceram, meus agradecimentos e espera de um reencontro. A todos os que me querem feliz, esses me são os mais caros. Agradeço também aos que virão, para não deixar de citar ninguém.

Por fim, agradeço ao universo e a tudo que está na natureza – encadeado e em movimento. Se o homem é submetido às leis da natureza, não há razão de moralidade. Se há moralidade, é porque existe distância entre esta e aquela. Por me compreender além de bioquímica, agradeço a Deus em todos os seus nomes: Jesus, Zambi, Tupã, Olorum, Oxalá, Krishna, Kali, Iansã, Oxossi, Oxum, Iemanjá, Nossa Senhora da Conceição e Nossa Senhora Aparecida, São Francisco, Padre Cícero, Menino Jesus de Praga, Caboclo Sete Flechas e todas as falanges de anjos que me guiam. Ao sagrado no mundo, sou grata.

“Um dia uma folha me bateu nos cílios.
Achei Deus de uma grande delicadeza.”

(Clarice Lispector)

RESUMO

A prestação de serviços ecossistêmicos é afetada pela estrutura da paisagem e este conceito vem sendo usado para a avaliação e conservação dos ecossistemas naturais. O presente estudo se baseia na premissa de que o mosaico da paisagem, formado por unidades de conservação, outros fragmentos nativos e matrizes no seu entorno, se espacializado de forma a favorecer a manutenção de populações e os fluxos biológicos, pode garantir a manutenção da biodiversidade. Através de métricas descritivas da paisagem e análise de documentos pertinentes, avaliou-se as formas de uso e ocupação do solo no entorno do Parque Nacional de Ubajara e Estação Ecológica de Aiuaba. O entorno do PNU é composto por área conservada (42,12%), solo exposto (41,9%) e vegetação secundária (11,01%), totalizando 53,09% de matriz permeável, sendo 45,1% de áreas nucleares de alta qualidade ambiental. O PNU é composto em 82,97% por vegetação primária. Na Zona de Amortecimento da EEA, encontrou-se 39,52% de área conservada e 31,22% de vegetação secundária - 70,74% de áreas de alta qualidade ambiental, enquanto a EEA é composta em 80,7% por vegetação primária. Observou-se uma composição favorável à conservação, todavia ausência de corpos hídricos (0% no PNU e 0,54% na EEA), baixa proximidade entre fragmentos e alta densidade de bordas são fatores de fragilidade ambiental. Conclui-se que os elementos que compõem a paisagem nessas áreas se inserem no contexto da conservação.

Palavras-chave: Conservação biológica. Zona de Amortecimento. Fragmentação. Conectividade.

ABSTRACT

The landscape structure affects the provision of ecosystem services. This concept has been used for the evaluation and conservation of natural ecosystems. The landscape mosaic is formed by protected areas, other native fragments and matrix in its surroundings. The present study is based on the premise that these components can be spatialized in a way that promote the maintenance of populations, and ensure the maintenance of biodiversity. We evaluated the ways of use and occupation of land surrounding the Ubajara National Park and Aiuaba Ecological Station through descriptive landscape metrics and analysis of relevant documents. The surrounding UNP consists of conserved area (42.12%), bare soil (41.9%) and secondary vegetation (11.01%). The total of 53.09% permeable matrix, with 45.1% of nuclear areas high environmental quality. The PNU is composed of 82.97% for primary vegetation. In the Buffer Zone of the AEE, met 39.52% of conserved land and 31.22% of secondary vegetation - 70.74% high quality environmental areas, while EEA consists in 80.7% by primary vegetation. We observed a composition favorable for conservation. However, the absence of water bodies (UNP 0% and 0.54% in the AEE), low similarity between fragments and high density edges are environmental fragility factors. The landscape elements of these areas are within the context of conservation.

Keywords: Biological conservation. Buffer zone. Fragmentation. Connectivity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Métricas das áreas dos fragmentos no PNU e em sua Zona de Amortecimento	28
Tabela 4.2 – Composição da paisagem da Zona de Amortecimento do PNU	29
Tabela 4.3 – Composição da paisagem no Parque Nacional de Ubajara	32
Tabela 4.4 – Índices de formas dos fragmentos no interior e na Zona de Amortecimento do Parque Nacional de Ubajara	33
Tabela 4.5 – Total e percentual de áreas nucleares na paisagem na Zona de Amortecimento	34
Tabela 4.6 – Total e percentual de áreas nucleares na paisagem no PNU	34
Tabela 4.7 – Medidas de área de borda na Zona de Amortecimento	35
Tabela 4.8 – Medidas de área de borda no PNU	35
Tabela 4.9 – Distância média do vizinho mais próximo na Zona de Amortecimento	36
Tabela 4.10 – Distância média do vizinho mais próximo no PNU	36
Tabela 4.11 – Métricas no perímetro de 3 a 10 km do Parque Nacional de Ubajara	37
Tabela 4.12 – Índices de forma e borda para área de 3 a 10 km dos limites do PNU	37
Tabela 4.13 – Métricas das áreas dos fragmentos na EEA e em sua Zona de Amortecimento	38
Tabela 4.14 – Composição da paisagem da Zona de Amortecimento da EEA	39
Tabela 4.15 – Composição da paisagem na EEA	40
Tabela 4.16 – Índices de forma média ponderada na Zona de Amortecimento e na Estação Ecológica de Aiuaba	41
Tabela 4.17 – Métricas de borda na Zona de Amortecimento	41
Tabela 4.18 – Métricas de borda na Estação Ecológica de Aiuaba	42
Tabela 4.19 – Métricas da paisagem para área de 3 a 10 km do limite da EEA	42
Tabela 4.20 – Índices de forma e borda para área de 3 a 10 km dos limites do EEA	42

LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EEA	Estação Ecológica de Aiuaba
ESEC	Estação Ecológica
FLONA	Floresta Nacional
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Biodiversidade
PARNA	Parque Nacional
PMPNU	Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara
PNU	Parque Nacional de Ubajara
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
ZA	Zona de Amortecimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO SOBRE A CRIAÇÃO DE ZONA DE AMORTECIMENTO NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	18
2.1	Panorama histórico	18
2.2	Zona de Amortecimento na legislação brasileira	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Parque Nacional de Ubajara e seu entorno	22
3.2	Estação Ecológica de Aiuaba	23
3.3	Classificação da paisagem e mapeamento de uso e cobertura do solo ..	25
3.4	Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara e Planos Diretores	27
4	RESULTADOS	28
4.1	Caracterização da estrutura dos fragmentos no contexto da paisagem no PNU	28
4.2	Forma e área dos fragmentos	32
4.3	Bordas na paisagem	34
4.4	Proximidade entre fragmentos	35
4.5	Entorno de 3 a 10 km do Parque Nacional de Ubajara	36
4.6	Caracterização da estrutura dos fragmentos no contexto da paisagem na Estação Ecológica de Aiuaba	37
4.7	Índices de Forma e Bordas na Estação Ecológica de Aiuaba	41
4.8	Entorno de 3 a 10 km da Estação Ecológica de Aiuaba	42
4.9	Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara e Planos Diretores dos Municípios que compõem seu entorno	43
4.10	Plano de Manejo da Estação Ecológica de Aiuaba	45
5	DISCUSSÃO	46
5.1	Métricas da paisagem no PNU	47
5.2	Métricas da paisagem na EEA	50
5.3	Planos de Manejo e Planos Diretores	50
6	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Perda de habitat e fragmentação são os principais fatores que ocasionam perda de biodiversidade (HERNÁNDEZ-STEFANONI, 2005). Apesar dos esforços globais de conservação, através do estabelecimento de áreas protegidas, observa-se deterioração contínua de biodiversidade em todos os táxons (HOFFMANN *et al.*, 2010). O desempenho inadequado das áreas protegidas está associado ao tamanho reduzido dessas áreas, às formas de uso dos entornos e ao modo fragmentado em que as unidades de conservação e demais remanescentes da vegetação nativa encontram-se espacializados na superfície da Terra (BRUNER *et al.*, 2001; DEFRIES *et al.*, 2007; NEPSTAD *et al.*, 2008; JOPPA *et al.*, 2008).

Entre os grandes problemas para a criação e gestão de Unidades de Conservação (UCs) está a ausência de dados biológicos que sirvam de subsídios para tomada de decisões (METZGER, 1999). Conforme o autor, a utilização de métricas descritivas da estrutura espacial da paisagem como indicadores de qualidade ambiental é uma forma de contornar o problema, uma vez que indiretamente mede o quanto a prestação de serviços ecossistêmicos é potencialmente afetada pela estrutura da paisagem.

Chambers *et al.* (2007) discutiram que a política de criação de Unidades de Conservação isoladas gera fragmentação de habitats que são ineficientes para evitar distúrbios antrópicos. Portanto, na ausência de dados biológicos podemos examinar a estrutura da paisagem no entorno de Unidades de Conservação e demonstrar o quanto esse entorno poderá ser eficiente para otimizar a conservação da biodiversidade. No contexto da alta fragmentação, sabe-se que os remanescentes nativos desempenham papel significativo como áreas fontes para recolonização de outros ambientes e resguardam o patrimônio genético que é facilmente erodido em cenários fragmentados (PERFECTO *et al.*, 2009). Para que a conservação da biodiversidade e recursos naturais seja alcançado em longo prazo, UCs não podem ser pensadas isoladamente; elas devem ser planejadas e manejadas conforme redes interligadas de fragmentos, levando-se em consideração o entorno (PERFECTO *et al.*, 2009; PIVELLO, 2005).

Dessa forma, a implementação de Zonas de Amortecimento (ZAs) funcionais se apresenta como um importante mecanismo para proteção de UCs (MILLER *et al.*, 2001; VILHENA *et al.*, 2004).

Segundo Shafer (1999), a literatura internacional aponta que as ZAs reduzem os impactos das ocupações humanas no interior de UCs, bem como as invasões por espécies exóticas, e diminuem a contaminação por agrotóxicos e outros poluentes. Todavia, embora o conceito de ZA tenha se difundido e muitas UCs pelo mundo possuam ZA delimitada, poucos trabalhos apresentam modelos para criação dessas (LYNAGH; URICH, 2002). Guevara e Laborde (2008), ao proporem modelos para criação de áreas protegidas, defendem que a principal função da Zona de Amortecimento deve ser a promoção da conectividade com outros fragmentos de habitat, a fim de propiciar fluxo biológico – premissa que norteia os estudos em ecologia da paisagem. Segundo Naveh e Lieberman (1994), o termo “paisagem” foi introduzido no meio científico por Alexander von Humboldt, no século XIX. O botânico e mentor da geografia física definiu paisagem como a totalidade das características de uma região do planeta. Em 1971, Carl Troll definiu paisagem como “entidade visual total” e cria a geografia da paisagem, abordagem que integra geosfera, biosfera e antroposfera (NAVEH; LIEBERMAN, 1994). Segundo Naveh (1987), a paisagem é manifestação totalizante de entidades físicas, ecológicas e geográficas que, interagindo com processos humanos, criam grandes unidades espaciais.

Para Lucas (1991), o termo “paisagem” considera a estética das unidades geográficas após intervenções humanas, que se manifestam a partir do olhar. Para Turner e Gardner (1990), a paisagem é simplesmente uma área espacialmente heterogênea. Todavia, em uma abordagem da perspectiva da paisagem, três características fundamentais devem ser consideradas: estrutura, função e alterações. Os conjuntos que interagem na paisagem são formados pelo ambiente abiótico, perturbações naturais e perturbações antrópicas. Esses fatores condicionam, em primeiro lugar, a presença de determinadas unidades de paisagem (METZGER, 2001). Em situações nas quais a fragmentação e a perda de habitat criam um grande número de fragmentos em um sistema anteriormente contínuo, as

espécies deverão sofrer um declínio populacional, pois estarão atuando em conjunto os efeitos do tamanho do fragmento e da perda de habitat (BENDER *et al.*, 1998).

Na tentativa de integrar as várias noções de paisagem encontradas na literatura e propor um conceito atual e ecológico, Metzger (2001, p. 4) definiu paisagem como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”. Segundo Metzger (2001), em uma abordagem ecológica, o mosaico formado por tais unidades é considerado como um conjunto de habitats favoráveis (denominados manchas ou fragmentos) ou desfavoráveis (denominados matrizes) para as espécies ou comunidades.

As premissas das métricas de paisagens se baseiam nas teorias de biogeografia de ilhas e de dinâmica de metapopulações, que segundo Forman (1997) têm norteado as pesquisas de ecologia da paisagem sobre o efeito da fragmentação na perda de biodiversidade. Baseado nas premissas dessas duas teorias, Hanski e Gilpin (1997) afirmaram que a configuração espacial (expressa no tamanho das manchas da paisagem, grau de isolamento e conectividade entre as mesmas) são fatores importantes na determinação dos processos como migração, extinção, colonização e recolonização. Portanto, num planejamento de conservação, grande atenção deve ser dada ao tamanho e conectividade de fragmentos, de forma que a espacialização destes favoreça a viabilidade das populações e o intercâmbio de organismos entre populações espacialmente disjuntas, conforme destacou Zanzini (2001).

Embora diferentes organismos percebam a escala e o grau de heterogeneidade da paisagem de formas diferentes (GUSTAFSON; GARDNER, 1996), muitos autores têm testado os efeitos do tamanho e isolamento de fragmentos utilizando grupos biológicos, especialmente os grupos classificados como indicadores, e estes dados oferecem subsídios para classificação das paisagens. Andren (1994) verificou que em paisagens muito fragmentadas, o tamanho da mancha e isolamento irão complementar o efeito da perda de habitat - as populações serão influenciadas pelo tamanho e isolamento das manchas, e não só pela perda de habitat, quando a paisagem apresentar grau de fragmentação maior que 30%. Além disso, conforme Perfecto *et al.* (2009), quando a matriz for de

boa qualidade (alta permeabilidade) em 41% de sua extensão, a conectividade entre os fragmentos é garantida e não há necessidade de corredores ecológicos tradicionais. Segundo os autores, os corredores tradicionais tendem a perder qualidade ao longo do tempo, devido ao uso incompatível de seus entornos.

Premissas baseadas na teoria de ilhas indicam que quanto maior o fragmento melhor a qualidade ambiental. Porém, Forman (1997) concluiu que pequenos fragmentos também são importantes porque propiciam benefícios, embora diferentes dos grandes fragmentos. Segundo o autor, uma “paisagem ótima” possui fragmentos grandes, suplementada por fragmentos pequenos dispersos na matriz. O autor sugere que grandes fragmentos oferecem maior proteção aos recursos hídricos, mantêm populações maiores e viabilizam populações que necessitam de grandes extensões territoriais. Por outro lado, fragmentos pequenos funcionam como trampolins ecológicos ao longo da paisagem, aumentam a densidade de populações e mantêm espécies de bordas.

Diante do exposto, presume-se que a efetividade de reservas naturais para a manutenção da biodiversidade em longo prazo será beneficiada se as reservas naturais forem integradas com uma matriz favorável, capaz de abrigar espécies e favorecer processos ecológicos fundamentais em escala de paisagem (PERES, 2005). Por isso, conhecer a qualidade da paisagem no entorno de Unidades de Conservação será o primeiro passo para propor atividades mitigadoras de impactos em um Plano de Manejo. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo descrever a estrutura da paisagem na zona de entorno de duas UC de proteção integral - Parque Nacional de Ubajara (PNU) e Estação Ecológica de Aiuaba (EEA).

Aceitamos a premissa de que o mosaico da paisagem (formado por unidades de conservação, outros fragmentos nativos e matrizes no seu entorno), se espacializado de forma a favorecer a manutenção de populações e os fluxos biológicos, pode garantir a manutenção da biodiversidade. Portanto, através de imagens de satélite, métricas descritivas da paisagem e análise dos documentos que regem o uso e ocupação do solo na área de entorno do Parque Nacional de Ubajara e Estação Ecológica de Aiuaba, procuramos responder as seguintes questões:

- 1) Como os remanescentes de vegetação nativa e as diferentes matrizes estão espacializadas no entorno destas UCs?
- 2) O mosaico da paisagem observado na Zona de Amortecimento das UCs analisadas favorece a conservação biológica?
- 3) As políticas públicas que norteiam a gestão do solo no entorno e nas UCs são satisfatórias?

2 REVISÃO SOBRE A CRIAÇÃO DE ZONA DE AMORTECIMENTO NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

2.1 Panorama histórico

Segundo Shafer (1999), foi em 1933, nos Estados Unidos, que pesquisadores e gestores lançaram a discussão sobre a necessidade de zonas que protegessem o entorno de Unidades de Conservação. Em 1941, tais discussões deram origem ao que veio a ser denominado zona tampão. Em 1970, o termo zona tampão, que posteriormente se firmou como Zona de Amortecimento, foi popularizado pelos programas internacionais *Man and the Biosphere* e *The Biosphere Reserves* (MARTINO, 2001). Segundo o autor, as reservas da biosfera eram planejadas de forma a contemplar um anel interno (área do núcleo), um segundo anel (zona tampão) e, por fim, um terceiro anel (zona de transição).

As primeiras zonas de amortecimento foram criadas em 1976 e, porque tinham objetivos semelhantes aos dos parques nacionais, eram selecionadas principalmente pelo seu relevante papel na conservação biológica (Martino, 2001). Segundo Vilhena *et al.* (2004), atualmente, muitos são os critérios utilizados para delimitação de ZAs, dentre os quais destacam-se, pela sua relevância e utilização a nível mundial: biofísicos, socioeconômicos e de gestão.

Duas posições antagônicas têm sido discutidas acerca da funcionalidade das ZAs: enquanto alguns autores propõem que as ZAs devem funcionar como extensões dos parques nacionais, outros defendem que o principal objetivo das zonas tampão deve ser integrar a população com a Unidade de Conservação (LI *et al.*, 1999).

Para Adlercreutz (2006), enquanto a proteção da área do núcleo da UC pode ser a finalidade última da Zona de Amortecimento, certamente não é a única. No caso de muitos sítios naturais, a função da ZA é agir como um "tampão" de duas vias, evitando influências externas que possam afetar o núcleo da UC, bem como evitando danos para as propriedades adjacentes. Em muitos casos, as zonas tampão são projetadas com o objetivo de favorecer a conectividade da paisagem;

em outros, a Zona de Amortecimento tem papel de vincular a UC com o contexto socioeconômico em que está localizada (REAP, 2006).

Martino (2001), após revisão de literatura e planos de gestão de UCs, identificou que as duas definições de ZAs mais citadas são: (i) áreas periféricas a um parque nacional ou reserva equivalente, onde são delimitadas restrições de utilização de recursos e desenvolvimento; (ii) áreas adjacentes às áreas protegidas, em que o uso da terra é parcialmente restrito, de forma a adicionar áreas de proteção para a área protegida em si, oferecendo benefícios para as comunidades rurais vizinhas. Neste segundo caso, a ZA também tem a função de beneficiar a população com os serviços ecossistêmicos da área núcleo.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO, 2008), em muitas áreas de proteção do mundo existem limites definidos para a zona tampão. Todavia, as condições de uso e ocupação dentro da zona não são especificadas. Devido à ausência de suporte legal, as formas de uso da terra nas zonas tampão são flexíveis e tornam a política conservacionista ineficaz.

2.2 Zona de Amortecimento na legislação brasileira

A lei que define o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) reputa como Zona de Amortecimento “o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (inciso XVIII, Art. 2, Lei 9985/00). Ainda segundo o SNUC, Art. 25, as UCs, com exceção de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) devem possuir uma Zona de Amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos.

O órgão responsável pela administração da UC é quem deve estabelecer as normas específicas e regulamentar a ocupação e o uso dos recursos da ZA. Tais normas, bem como os limites da ZA poderão ser definidos no ato de criação da unidade ou posteriormente (Art. 25, § 1º, Lei 9985/00). A Zona de Amortecimento de uma UC é definida através do Plano de Manejo da UC – documento técnico

mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais da Unidade de Conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área. Embora seja de fundamental importância para a criação e gestão da unidade, muitas UCs nacionais, estaduais e municipais não possuem Plano de Manejo. Em alguns casos, as UCs não são sequer decretadas formalmente por meio de leis específicas.

No intuito de limitar o uso e ocupação dos solos nos entornos das UCs que não possuem Plano de Manejo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), até 2010, regulamentava que o entorno de 10 km de UCs devem ser considerados como ZAs, para UCs sem Plano de Manejo. Porém, em 2010, a resolução do CONAMA que regulamenta as ZAs foi substituída. De acordo com a nova Resolução CONAMA nº 428/2010, a Zona de Amortecimento de UC sem Plano de Manejo diminuiu de 10 mil para três mil metros. Os empreendimentos de significativo impacto ambiental que pretendam se instalar nessa faixa territorial devem ser aprovados pelo órgão responsável pela UC. Fica implícito na legislação brasileira que a Zona de Amortecimento tem como objetivo proteger os recursos do interior da Unidade de Conservação das agressões externas a ela. Além da definição vaga, observa-se a inexistência de normas prévias que estabeleçam quais avaliações devem ser feitas e que critérios devem ser levados em conta na delimitação e regulamentação das ZAs. No que tange o aspecto técnico e científico de criação, delimitação e regulamentação das UCs e suas ZAs o legislador não se pronuncia. É de responsabilidade do órgão executor do Sistema Nacional de Meio Ambiente manifestar-se sobre quais são as atividades potencialmente causadora de impacto na Unidade de Conservação, em sua Zona de Amortecimento, mosaicos ou corredores ecológicos e propor diretrizes e ações para compatibilizar, integrar e otimizar a relação com a população do entorno ou do interior da unidade (Decreto Federal nº 4340/2002).

Em relação à delimitação da Zona de Amortecimento, o roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), se limita a observar que a categoria de manejo da UC em foco é o fator determinante para definição do tipo de atividades nas ZAs que serão estabelecidas (IBAMA, 2002). A definição vaga de ZA presente na legislação brasileira dá margem para que uma ampla gama de

abordagens e propostas sejam elencadas em um Plano de Manejo. Na ausência de premissas unificadoras para execução destes, cada plano leva em consideração premissas particulares, obtidas através de discussões entre os interessados, de forma que os resultados propostos em planos de manejos de diferentes UCs brasileiras são diversos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Parque Nacional de Ubajara e seu entorno

O Parque Nacional de Ubajara (PNU) está localizado no noroeste do estado do Ceará, próximo à divisa com o Estado do Piauí. O Parque abrange áreas dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha. Seu entorno imediato de 10 km compreende também parte dos municípios de Mucambo e Ibiapina. O Parque Nacional de Ubajara foi criado pelo Decreto Federal nº 45.954/1959 com uma área inicial de 4.000 ha e atualmente não possui ZA legalmente delimitada através de decreto.

O Planalto da Ibiapaba, ou Serra Grande, como é popularmente conhecido, é parte da Unidade Geomorfológica dos Planaltos Sedimentares. É formado por rochas sedimentares e cristalinas, com predomínio de rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba. O planalto tem forma de *glint* - formando paredão vertical de até 900 m de altitude. Geologicamente, a área está situada na província da Borborema (NEVES, 1999).

O Parque Nacional de Ubajara se encontra quase que totalmente inserido na área do paredão vertical; abrange nascentes da bacia hidrográfica do Parnaíba, onde a drenagem principal é representada pelo rio Jaburu. Abrange também nascentes da bacia do Rio Coreaú, inserido totalmente em território do estado do Ceará. As UCs mais próximas ao parque são a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Ibiapaba, APA da Serra da Meruoca, a Floresta Nacional (FLONA) de Sobral e o Parque Nacional de Sete Cidades, no Piauí.

No domínio climático semiárido brasileiro, segundo Nimer (1972), o clima predominante é o tropical quente semiárido, as temperaturas médias anuais são relativamente constantes e elevadas (aproximadamente 25°C) e a precipitação apresenta forte sazonalidade. No entanto, devido ao caráter acidentado do relevo e a umidade resultante da elevada altitude, o Parque Nacional de Ubajara apresenta um ambiente diferenciado em relação ao semiárido do nordeste do Brasil.

Na área de estudo os tipos climáticos predominantes são o “Tropical Quente Semiárido Brando” nas áreas mais rebaixadas e “Tropical Quente Subúmido”

nas áreas mais elevadas (CPRM, 1998). O município apresenta temperaturas médias entre 19°C nos meses de chuva e 29°C nos meses secos e as precipitações variam de 1.000 a 1.600 mm/ano nas áreas elevadas e são inferiores a 900 mm/ano nas áreas de depressão (CPRM, 1998).

Sobre o planalto sedimentar predomina a hortifruticultura, enquanto nas áreas rebaixadas é comum o extrativismo vegetal (carvão e madeira), a pecuária e a agricultura (com predomínio de culturas de feijão, mandioca e milho) (ANDRADE, 1987).

A parte mais úmida do entorno do Parque tem como principais formas de uso e ocupação as atividades relacionadas à hortifruticultura e ao turismo. Devido à presença de vertentes bastante íngremes, que dificultam a fixação de populações humanas, a ocupação restringe-se à depressão periférica de embasamento cristalino e ao topo da encosta suavemente declinada do planalto sedimentar. No entorno mais seco, que abrange a depressão sertaneja, as atividades principais são a agricultura temporária de milho e feijão, carvoarias, silvicultura de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth.*) e corte seletivo de madeira.

A ocupação na Serra da Ibiapaba se deu inicialmente por povos indígenas. O processo de ocupação teve grande crescimento com a chegada de colonizadores e atualmente encontra-se avançado sobre o planalto sedimentar e na depressão sertaneja, especialmente nas proximidades de recursos hídricos.

3.2 Estação Ecológica de Aiuaba

A Estação Ecológica de Aiuaba (EEA) está localizada na microrregião do Sertão dos Inhamuns, região situada a sudoeste do Estado do Ceará, sendo formada pelos municípios de Catarina, Saboeiro, Tauá, Arneiroz, Parambu e Aiuaba, constituindo parte da sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, início do sistema hidrográfico do Rio Jaguaribe. A sudoeste do município de Aiuaba está localizada a Estação Ecológica de Aiuaba, na Depressão Sertaneja Setentrional, uma das regiões ecogeográficas definidas por Velloso *et al.* (2002) para o bioma Caatinga.

A Estação Ecológica de Aiuaba foi reconhecida como tal pelo Decreto sem número de 6 de fevereiro de 2001, com área de 11.746,50 ha, perfazendo

perímetro aproximado de 72,77 km, conforme informações obtidas no Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio). Cabe salientar que a unidade possui problemas de delimitação, já que os limites do Decreto de Criação da Estação Ecológica (ESEC) não correspondem aos marcos de delimitação implantados. Além disso, a unidade não possui Plano de Manejo, o que dificulta a referenciabilidade da informação acerca da área da unidade com base em um documento oficial.

Geomorfologicamente, a EEA apresenta formas estruturais com superfície tabular inumada, formas erosivas com superfícies tabular e conservada, formas dissecadas de topos convexos, aguçados e ligeiramente tabulares e formas de acumulação (SOUZA, 1983). Quase toda a área está sobre o embasamento cristalino, com a predominância de rochas metamórficas, embora as porções mais elevadas da mesma apresentem terrenos sedimentares (CORREIA FILHO *et al.*, 1983), com solos dos tipos Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, pálido a moderado de textura argilosa (JACOMINE *et al.*, 1973). De acordo com Jacomine *et al.* (1973), o clima é definido como quente e semiárido e a temperatura média mensal varia de 24°C a 28°C. As chuvas ocorrem de dezembro a maio, com a maior precipitação pluviométrica média mensal em março.

A vegetação predominante é a caatinga, apresentando diferentes fisionomias, havendo também registro da vegetação de carrasco na sua porção oeste, a qual liga-se à parte sul do Planalto da Ibiapaba (OLIVEIRA *et al.*, 1983, 1988). A presença de diferentes formações vegetais provavelmente está relacionada à heterogeneidade fisiográfica da área, com diferentes classes de solo e variações no relevo (APNE, 1999). Praticamente todas as espécies na área de estudo perdem suas folhas simultaneamente durante a estação seca, o que caracteriza a vegetação como caducifólia, de acordo com o IBGE (1992).

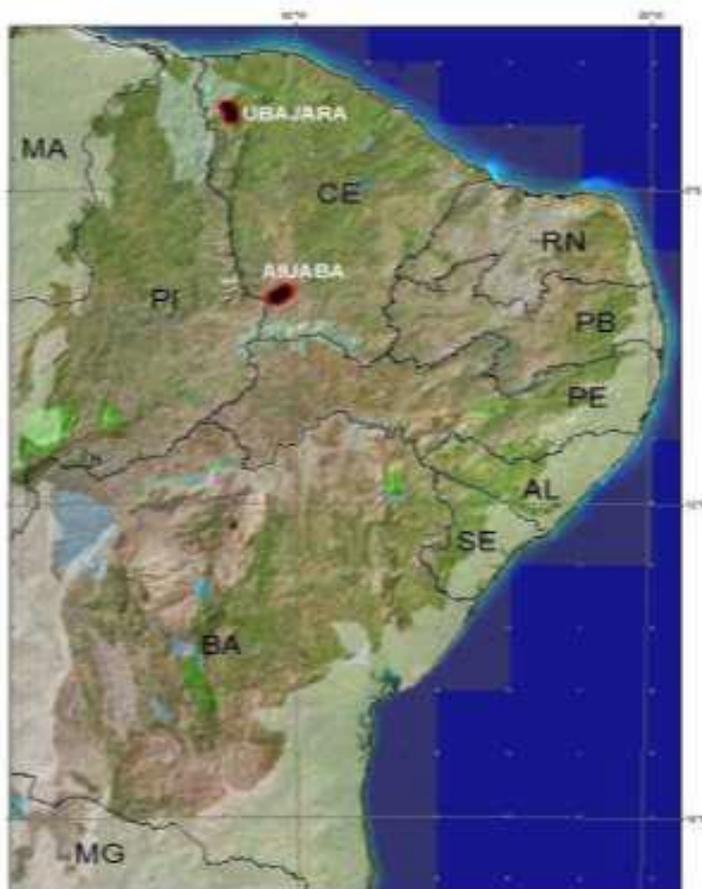


Figura 3.1: Localização do Parque Nacional de Ubajara e Estação Ecológica de Aiuaba.

3.3 Classificação da paisagem e mapeamento de uso e cobertura do solo

O presente trabalho tem como área de análise o entorno de 10 km imediatos aos limites do PNU e da ESEC de Aiuaba, bem como as próprias unidades. O entorno delimitado de 3 km imediatos aos limites das unidades foi, para efeito desse estudo, considerado como Zona de Amortecimento, com base na legislação vigente.

Para avaliar formas e tamanhos, mensurar o percentual de fragmentos de habitat conservados, determinar a densidade das bordas antrópicas no mosaico da paisagem e avaliar a conectividade estrutural entre os fragmentos, foram elaborados mapas temáticos utilizando imagens de satélite *WorldView* de 50 cm de resolução. Os mapas temáticos elaborados contêm informações sobre localização, tamanho e estágio sucessional dos fragmentos de duas faixas de entorno (até 3 e 10 km) e cada fragmento foi classificado de acordo com sua fisionomia.

Para a elaboração do mapa de uso da terra, as imagens de satélite foram submetidas ao processo de segmentação no programa SPRING 5.1 (CÂMARA *et al.*, 1996), pelo método de crescimento de regiões, com índice de similaridade de 1 e área de 500 pixels. A imagem foi então submetida ao classificador “*Bhattacharya*”, com limiar de aceitação de 99%, considerando sete classes de cobertura do solo. Posteriormente, foram feitas correções manuais na delimitação dos polígonos baseados nos padrões de coloração e textura das imagens e pontos visitados no campo, conforme descritos a seguir:

- 1) Vegetação conservada – áreas onde a vegetação nativa apresenta características fisionômicas de vegetação conservada ou em nível avançado de regeneração.
- 2) Vegetação secundária – áreas de vegetação nativa sob diferentes níveis de regeneração. Visualmente, a fisionomia e a flora constituinte apresentam-se bastante descaracterizadas em relação aos remanescentes conservados. Inclui áreas de terrenos agrícolas antigos que atualmente estão em regeneração inicial, áreas de extrativismo de madeira em regeneração e demais tipos de sucessão secundária. Inclui também áreas de silvicultura de sabiás situadas no entorno leste do PNU, onde não foi possível separar pelo padrão de coloração e textura da imagem.
- 3) Solo Exposto – áreas nas quais a vegetação foi totalmente suprimida para pastagens, culturas temporárias e hortifruticulturas irrigadas. As áreas de hortifruticulturas predominam no entorno oeste do PNU. Inclui também queimadas e bancos de areia (de rios, lagoas e açudes).
- 4) Água – corpos hídricos naturais (lagoas e alagadiços) ou artificiais (açudes);
- 5) Zona Urbana – áreas com edificações e/ou impermeabilização do solo. Inclui as cidades (sedes municipais), vilas, povoados e empreendimentos na zona rural.
- 6) Afloramento – afloramentos rochosos.

- 7) Nuvens – Áreas das imagens de satélite cobertas por nuvens e suas respectivas sombras.

Após a delimitação dos polígonos das diferentes classes, o cálculo das métricas de paisagem foi realizado no Analista Patch 4.0, interface do FRAGSTATS no ArcGIS 10.1 (REMPEL *et al.*, 2012), a partir do mapa de uso da terra no formato *raster*. As métricas foram calculadas no nível de classe e no nível de paisagem 1) nas áreas internas das UCs, 2) nas Zonas de Amortecimento (perímetro de 3 km imediatos aos limites da UCs) e 3) do entorno posterior a Zona de Amortecimento, de 3 a 10 km dos limites das UCs.

3.4 Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara e Planos Diretores

Além dos mapas, foram analisados o Plano de Manejo do PNU e os Planos Diretores dos municípios que compõem a Zona de Amortecimento (de Ubajara, Tianguá, Frecheirinha, Mucambo e Ibiapina) e demais documentos que norteiam a gestão da ZA.

Os Planos Diretores foram avaliados de forma a averiguar em que medida os municípios que compõem a ZA delimitam diretrizes e ações de compatibilização do uso dos solos com a conservação biológica.

A ESEC de Aiuaba não possui Plano de Manejo e o município de Aiuaba não possui plano diretor. Dessa forma, não serão apresentados resultados desse tópico para unidade.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da estrutura dos fragmentos no contexto da paisagem no PNU

Foram mapeados 849 fragmentos distribuídos em sete classes (vegetação conservada, vegetação secundária, solo exposto, zona urbana, afloramento rochoso, nuvens e água), sendo 706 fragmentos na área de entorno (19.797,58 ha) e 143 fragmentos no interior do PNU (6.106,09 ha).

A área média encontrada por fragmento é de 2.804 ha na área de entorno e 4.270 ha no PNU, mostrando que em média os fragmentos do PNU são maiores. O desvio padrão da área dos fragmentos foi maior no PNU, evidenciando maior variação entre os tamanhos de fragmentos dentro do parque (Tabela 4.1).

Paisagem	Número de fragmentos	Área total dos fragmentos (ha)	Área média dos fragmentos (ha)	Desvio padrão da área dos fragmentos
ZA	706	19797,58	2804	23194
PNU	143	6106,09	4270	44964

Tabela 4.1: Métricas das áreas dos fragmentos no PNU e em sua Zona de Amortecimento.

Observou-se, no entorno do PNU, uma paisagem composta predominantemente por área conservada (42,12%) e solo exposto (41,9%). Ao considerar área composta por vegetação secundária (11,01%) como uma matriz permeável, haja vista a qualidade ambiental que se pode inferir dessas zonas, verificamos que 53,09% da paisagem no entorno do PNU trata-se de áreas de alta qualidade ambiental (Tabela 4.2).

Zona de Amortecimento					
Classes	Área da classe (ha)	Porcentagem na paisagem (%)	Número de fragmentos	Área média de fragmentos (ha)	Desvio padrão da área dos fragmentos
Veg. Conservada	8330,85	42,12	204	40,84	259,68
Veg. Secundária	2180,61	11,01	188	11,6	31,69
Solo Exposto	8289,03	41,9	269	30,81	298,01
Afloramento	2,18	0,01	1	2,18	0
Nuvem	682,59	3,45	23	29,68	35,93
Zona Urbana	301,44	1,52	14	21,53	40,07
Água	10,89	0,06	7	1,56	1,21

Tabela 4.2: Composição da paisagem da Zona de Amortecimento do PNU

A paisagem no interior do PNU apresenta-se mais homogênea que no entorno (Gráfico 4.2). Como o esperado para uma área de preservação, 88,77% da paisagem trata-se de vegetação conservada. Embora existam 96 áreas de solo exposto dentro do PNU, estas tratam-se de áreas diminutas e representam apenas 5,6% da paisagem. O alto desvio padrão encontrado quando comparadas as áreas dos fragmentos de vegetação conservada se dá devido a presença de grandes fragmentos em meio a pequenos (Tabela 4.3). No interior do PNU, a área correspondente ao recurso hídrico é insignificante no contexto da paisagem – índice de porcentagem na paisagem de 0% (Tabela 4.3).

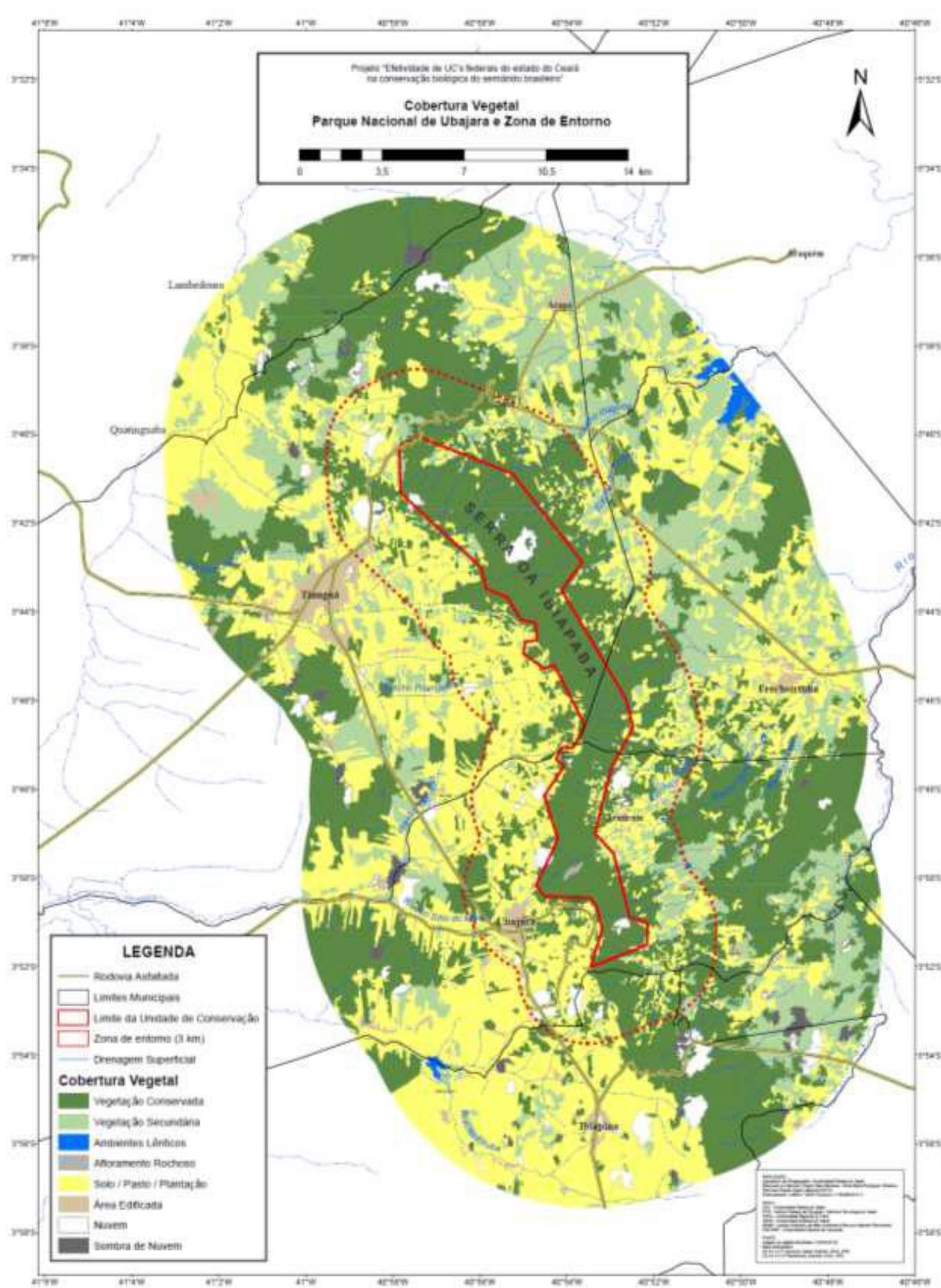


Figura 4.2: Mapa de cobertura vegetal do Parque Nacional de Ubajara.

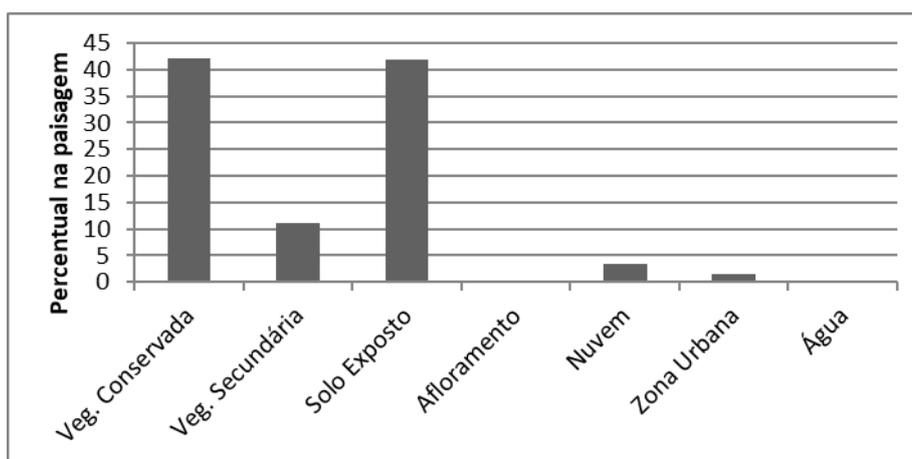


Gráfico 4.1: Composição da paisagem da Zona de Amortecimento.

PNU					
Classes	Área da classe (ha)	Percentagem na paisagem (%)	Número de fragmentos	Área média de fragmentos (ha)	Desvio padrão da área dos fragmentos
Veg. Conservada	5420,6	88,77	16	338,79	1306,52
Veg. Secundária	117,13	1,92	19	6,16	8,68
Solo Exposto	342,04	5,6	96	3,56	5,69
Afloramento	21,87	0,36	3	7,29	8,7
Nuvem	204,45	3,35	9	22,72	35,92
Zona Urbana	-	-	-	-	-
Água	-	-	-	-	-

Tabela 4.3: Composição da paisagem no Parque Nacional de Ubajara.

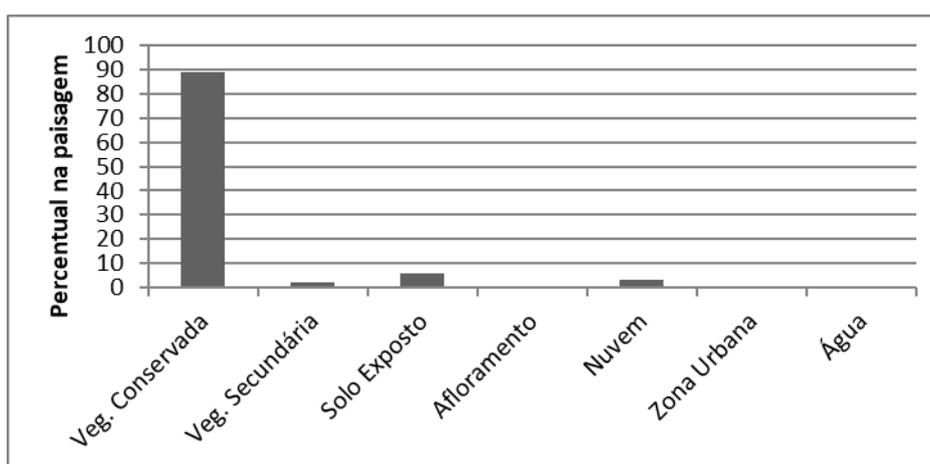


Gráfico 4.2: Composição da paisagem no Parque Nacional de Ubajara.

4.2 Forma e área dos fragmentos

O índice de forma calculado mede a complexidade da forma do fragmento comparada à forma padrão, que na versão *raster* do *software*

FRAGSTATS é avaliado com o padrão quadrado (McGARIGAL; MARKS, 1995). Este índice é igual a 1 quando o fragmento é quadrado e aumenta sem limite quanto mais irregular for a forma do fragmento. Esse índice pode ser diretamente relacionado ao efeito de borda, uma vez que fragmentos que apresentam índice mais próximo de 1 apresentam baixa razão borda/interior.

Os fragmentos do interior do Parque apresentaram índice de forma média menor em todas as classes analisadas, o que indica paisagem mais estável no interior do parque. Estes fragmentos apresentam menor porção de área sob efeito de borda (Tabela 4.4).

Classes	Zona de Amortecimento		PNU
	Forma média ponderada	Forma média ponderada	Forma média ponderada
Paisagem	765		553
Vegetação Conservada	636		572
Vegetação Secundária	3,1		206
Solo Exposto	1085		201
Afloramento	134		179
Nuvem	169		201
Zona Urbana	228		-

Tabela 4.4: Índices de formas dos fragmentos no interior e na Zona de Amortecimento do Parque Nacional de Ubajara.

A área dos fragmentos é o índice de habitat mais importante para as espécies, conforme sugerido por Ranta *et al.* (1998). Segundo os autores, grandes fragmentos, mesmo que expostos ao efeito de borda, conseguem preservar sua área nuclear, a qual é responsável pela manutenção da maior parte das espécies em uma paisagem. Quanto aos fatores que afetam negativamente os fragmentos, destacam-se áreas reduzidas e formas alongadas.

O índice de área nuclear permite a leitura da paisagem ao revelar a representatividade dessas áreas no ambiente estudado. Observou-se que na ZA, o percentual de áreas nucleares de vegetação conservada e secundária é de 36% e 9,1%, respectivamente, totalizando um somatório de 45,1% de área nuclear (Tabela 4.5). No interior do PNU há predominância de áreas nucleares de vegetação conservada (82,97%), como o esperado para uma área de preservação (Tabela 4.6).

Zona de Amortecimento		
Classes	Área nuclear total (ha)	Percentual de área nuclear
Vegetação Conservada	2999,54	36
Vegetação Secundária	199,94	9,1
Solo Exposto	2125,73	25,6
Afloramento	0	0
Nuvem	24,045	35,22
Zona Urbana	68,39	22,68
Água	0	0

Tabela 4.5: Total e percentual de áreas nucleares na paisagem na Zona de Amortecimento.

PNU		
Classes	Área nuclear total (ha)	Percentual de área nuclear
Vegetação Conservada	4497,85	82,97
Vegetação Secundária	13,58	11,59
Solo Exposto	24,17	7
Afloramento	4,76	21,76
Nuvem	90,67	26,5
Zona Urbana	-	-
Água	-	-

Tabela 4.6: Total e percentual de áreas nucleares na paisagem no PNU.

4.3 Bordas na paisagem

A média de borda por fragmento em vegetação conservada e secundária, dentro do PNU e em sua Zona de Amortecimento mostra que as áreas de vegetação conservada apresentam maiores médias de borda por fragmento. Tal resultado indica uma espacialização desfavorável dos fragmentos conservados (tabelas 4.7 e 4.8).

A conformação observada mostrou que as áreas de vegetação conservada são as que estão submetidas a maiores perturbações, o que pode levar a alterações progressivas na composição de espécies (Tabela 4.7).

O total de borda encontrado para vegetação conservada foi de 83199,6 m, com média de 407,83 m de borda por fragmento observado na Zona de Amortecimento (Tabela 4.7). Esse valor corresponde a uma densidade de borda de 4,2% para a vegetação conservada na ZA. No interior do PNU, a densidade de borda para fragmentos de vegetação conservada foi de 2,91% da paisagem (Tabela 4.8).

Zona de Amortecimento			
Classes	Total de borda (m)	Média de borda por fragmento (m)	Densidade de borda (m ha)
Paisagem	130534,8	184,89	12777
Vegetação Conservada	83199,6	407,83	4402
Vegetação Secundária	39969,6	212,6	2137
Solo Exposto	104478	388,39	5652
Afloramento	79,2	79,2	4,97
Nuvem	6811,2	296,13	321
Zona Urbana	4197,6	299,82	234
Água	382,8	54,68	23

Tabela 4.7: Medidas de área de borda na Zona de Amortecimento.

PNU			
Classes	Total de borda (m)	Média de borda por fragmento (m)	Densidade de borda (m ha)
Paisagem	21231	148,46	5060
Vegetação Conservada	17774,4	1110,9	2584
Vegetação Secundária	2839,2	149,43	419
Solo Exposto	10197,6	106,22	1621
Afloramento	453,6	151,2	60,79
Nuvem	2629,2	292,13	373
Zona Urbana	-	-	-
Água	-	-	-

Tabela 4.8: Medidas de área de borda no PNU.

4.4 Proximidade entre fragmentos

O índice de proximidade quantifica o contexto espacial de um fragmento na sua relação com os vizinhos. A dinâmica das populações nos fragmentos é influenciada pela proximidade com áreas viáveis para sobrevivência e colonização, bem como pela proximidade com outras subpopulações da mesma espécie e competidores.

A proximidade entre áreas de vegetação conservada foi maior no interior do PNU (distância média de 56,64 m) que na ZA (distância média 103,56 m) (Tabelas 4.8 e 4.9).

A grande distância média entre zonas urbanas, mesmo na Zona de Amortecimento (1362,33 m), mostra o quanto estas estão isoladas na paisagem

(Tabela 4.9). Tal medida denota uma paisagem natural agrupada em grandes porções de área.

Zona de Amortecimento	
Classes	Distância média do vizinho mais próximo (m)
Paisagem	17,55
Vegetação Conservada	103,56
Vegetação Secundária	198,17
Solo Exposto	92,78
Afloramento	0,01
Nuvem	521,26
Zona Urbana	1362,33
Água	1328,71

Tabela 4.9: Distância média do vizinho mais próximo na Zona de Amortecimento.

PNU	
Classes	Distância média do vizinho mais próximo (m)
Paisagem	35,2
Vegetação Conservada	56,64
Vegetação Secundária	192,34
Solo Exposto	129,16
Afloramento	6626,71
Nuvem	1499,66
Zona Urbana	-
Água	-

Tabela 4.10: Distância média do vizinho mais próximo no PNU.

4.5 Entorno de 3 a 10 km do Parque Nacional de Ubajara

Foi observado que o entorno além dos limites da Zona de Amortecimento (perímetro de 3 a 10 km ao redor do PNU) é composto predominantemente por solo exposto (37,73%), vegetação conservada (34,3%) e vegetação secundária (22,3%). Totalizando 53,6% de área favorável a biodiversidade, a zona ora analisada apresenta grandes fragmentos de vegetação conservada – com área média de 10.503 ha por fragmento (Tabela 4.11) – as maiores áreas contíguas observadas nessa região.

Observou-se uma pequena quantidade de fragmentos de água (17), com área média de 183 ha, o que corresponde a somente 0,46% da paisagem. O total de zonas urbanas corresponde somente a 2,25% da paisagem.

Métricas de 3 a 10 km no entorno do PNU				
Classe	Número de Fragmentos	Porcentagem na Paisagem	Área Média de Fragmentos	Área (ha)
Paisagem	1076	100	6177	66465
Veg. secundária	322	22,3	4599	14810
Veg. conservada	217	34,3	10503	22791
Solo exposto	375	37,73	6688	25080
Zona urbana	67	2,25	2241	1502
Sombra	31	1,06	2273	704
Nuvem	46	1,9	2737	1259
Água	17	0,46	1830	311
Zona urbana	1	0,008	578	5,78521

Tabela 4.11: Métricas no perímetro de 3 a 10 km do Parque Nacional de Ubajara.

Métricas de 3 a 10 km no entorno da PNU			
Classe	Forma Média Ponderada	Densidade de Borda (m/ha)	Média de Borda/Fragmento (m)
Paisagem	678	8626	5328
Veg. secundária	446	24	5133
Veg. conservada	610	2124	6506
Solo exposto	939	3287	5827
Zona urbana	321	299	2966
Sombra	230	155	3332
Nuvem	197	213	3083
Água	257	55	2182
Zona urbana	305	3,9	2606

Tabela 4.12: Índices de forma e borda para área de 3 a 10 km dos limites do PNU.

Quanto a forma e índices de borda, as áreas de vegetação conservada e secundária apresentam formas bem distribuída, com índice de forma média ponderada 6,1 e 4,46, respectivamente (Tabela 4.12).

4.6 Caracterização da estrutura dos fragmentos no contexto da paisagem na Estação Ecológica de Aiuaba

Foram mapeados 609 fragmentos distribuídos em oito classes (vegetação conservada, vegetação secundária, solo exposto, sombra, nuvem, água e zona urbana), sendo 469 fragmentos na Zona de Amortecimento (6106,09 ha) e 113 fragmentos no interior da EEA (11.753 ha) (Tabela 4.13).

Paisagem	Número de fragmentos	Área total dos fragmentos (ha)	Área média dos fragmentos (ha)	Desvio padrão da área dos fragmentos
ZA	469	22158	10401	33354
EEA	113	11753	4724	88063

Tabela 4.13: Métricas das áreas dos fragmentos na EEA e em sua Zona de Amortecimento.

Observou-se, na Zona de Amortecimento da EEA, uma paisagem composta, predominantemente por área conservada (39,52%) e vegetação secundária (31,22%). Dessa forma, encontrou-se que 70,74% da paisagem na ZA trata-se de áreas de alta qualidade ambiental (Tabela 4.15). Somente três áreas urbanas foram encontradas na ZA, ocupando 1.643 ha, o que corresponde a 0,23% da paisagem (Tabela 4.14).

A paisagem no interior da EEA apresenta-se homogênea e conservada, sendo composta em 80,7% por vegetação primária (Tabela 4.15). Somente 5,3% da paisagem trata-se de solo exposto (Gráfico 4.3).

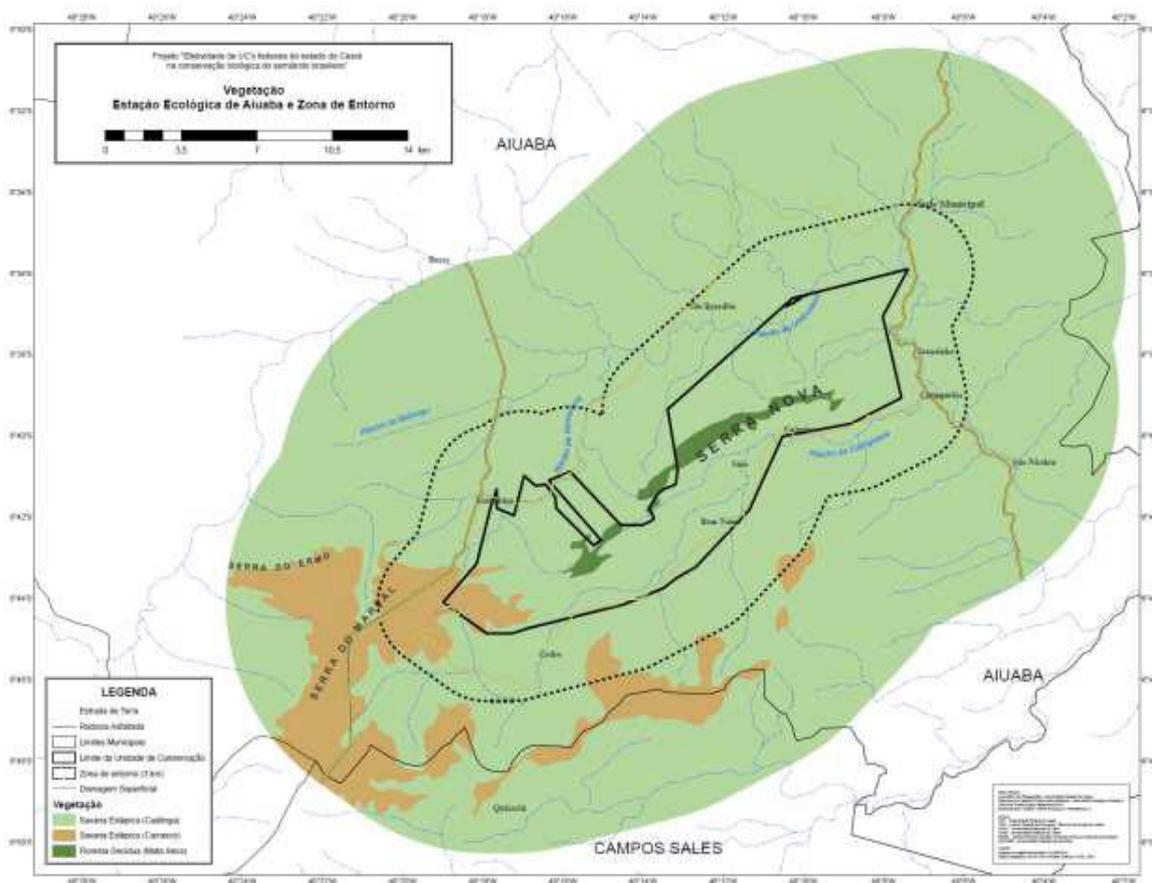


Figura 4.4: Tipos de vegetação presentes na ESEC de Aiuaba.

Zona de Amortecimento (EEA)					
Classe	Área da classe (ha)	Porcentagem na paisagem (%)	Número de fragmentos	Área média de fragmentos (ha)	Desvio padrão da área dos fragmentos
Paisagem	22158	100	469	4724	33354
Água	1484	1,13	17	252	5283
Veg. secundária	4143	31,22	167	6919	15502
Sombra	2255	1,4253	14	315	1490
Solo exposto	5538	25	185	2993	10988
Nuvem	1479	1,59	22	325	2040
Veg. conservada	14355	39,52	61	8757	86071
Zona urbana	1643	0,23	3	46	808

Tabela 4.14: Composição da paisagem da Zona de Amortecimento da EEA.

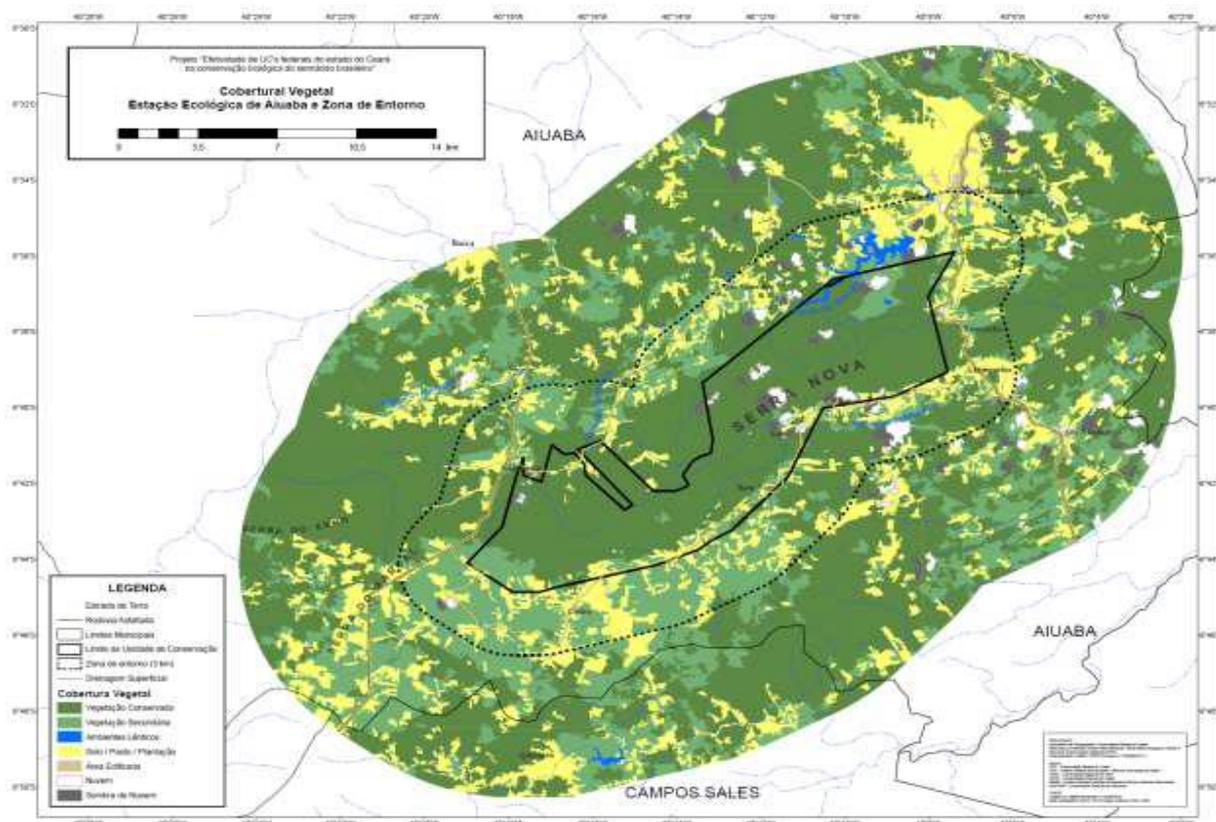


Figura 4.5: Mapa de cobertura vegetal do ESEC de Aiuaba.

EEA					
Classe	Área da classe (ha)	Porcentagem na paisagem (%)	Número de fragmentos	Área média de fragmentos (ha)	Desvio padrão da área dos fragmentos
Paisagem	11753	100	113	10401	88063
Veg. Secundária	1086	9,24	32	3394	6807
Sombra	229	1,95	12	1913	1647
Nuvem	270	2,3	10	2709	1586
Veg. conservada	9484	80,7	11	86225	270387
Solo exposto	618	5,3	40	1546	3295
Água	63	0,54	8	796	1530

Tabela 4.15: Composição da paisagem na EEA.

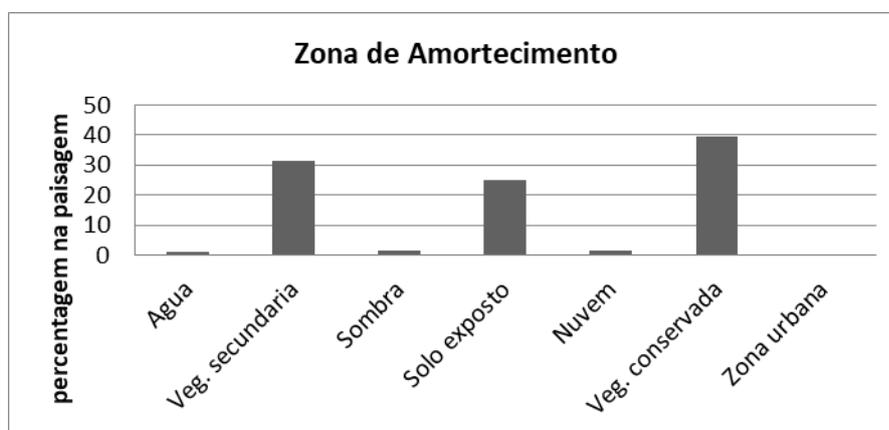


Gráfico 4.3: Composição da paisagem na Zona de Amortecimento da EEA.

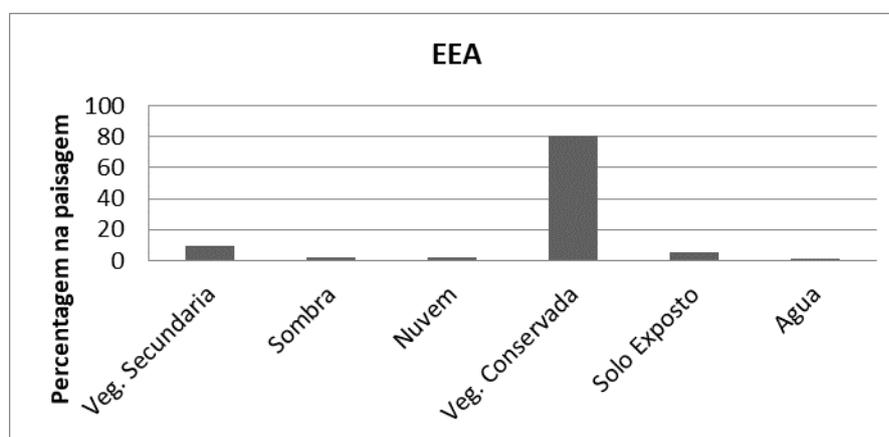


Gráfico 4.4: Composição da paisagem na EEA.

4.7 Índices de Forma e Bordas na Estação Ecológica de Aiuaba

Os índices de forma média dos fragmentos das classes analisadas foram maiores na Zona de Amortecimento quando comparados aos valores no interior da ESEC (Tabela 4.16). Esta conformação é um indício de maior estabilidade no interior da EEA em relação ao seu entorno. Os índices de forma média dos fragmentos demonstram a proporção de área em cada fragmento que está sob efeito de borda.

Forma Média ponderada		
Classe	Zona de amortecimento	EEA
Paisagem	643	436
Vegetação conservada	933	475
Vegetação secundaria	406	278
Solo exposto	542	342
Água	509	315
Nuvem	169	181
Zona urbana	245	
Sombra	200	160

Tabela 4.16: Índices de forma média ponderada na Zona de Amortecimento e na Estação Ecológica de Aiuaba.

O total de borda, a média de borda por fragmento e a densidade de borda na EEA foram mais elevados na vegetação conservada do que nas demais classes (Tabela 4.18). Já na Zona de Entorno da ESEC, o total de borda e densidade de borda foram maiores, respectivamente, em vegetação secundária e em solo exposto, sendo apenas a média de borda por fragmento mais elevada na vegetação conservada (Tabela 4.17). Esse resultado se deve ao fato de a vegetação secundária e de solo exposto apresentarem menores áreas.

Zona de amortecimento			
Classe	Total de Borda (m)	Densidade de Borda	Média de Borda por Fragmento
Paisagem	20815027	9393	44381
Água	400415	180	23553
Vegetação secundaria	6841646	3087	40967
Sombra	425527	192	30394
Solo exposto	7591379	3425	41034
Nuvem	403478	182	18339
Vegetação conservada	5056212	2281	82888
Zona urbana	96367	43,49	32122

Tabela 4.17: Métricas de borda na Zona de Amortecimento.

EEA			
Classe	Total de Borda (m)	Densidade de Borda	Média de Borda por Fragmento
Paisagem	4751200	4042	42046
Veg. secundaria	1174227	999	36694
Sombra	265509	225	22125
Nuvem	322681	274	32268
Veg. conservada	1778309	1512	161664
Solo exposto	1066607	907	26665
Agua	143864	122	17983

Tabela 4.18: Métricas de borda na Estação Ecológica de Aiuaba.

4.8 Entorno de 3 a 10 km da Estação Ecológica de Aiuaba

A zona de entorno de 3 a 10 km do perímetro da EEA é composta predominantemente por vegetação conservada (60,14%), vegetação secundária (20,7%) e solo exposto (16,5%) (tabela 4.19). Dessa maneira, foi observada uma conformação favorável à conservação mesmo nos limites mais distantes da UC analisada, totalizando 80,84% da paisagem composta de áreas permeáveis. As áreas de vegetação conservada apresentam as formas mais irregulares, porém tratam-se das maiores áreas contíguas do perímetro (área médias dos fragmentos de 18143 ha).

Métricas de 3 a 10 km no entorno da EEA				
Classe	Número de Fragmentos	Porcentagem na Paisagem (%)	Área Média de Fragmentos (ha)	Área (ha)
Paisagem	1114	100	6282	69989
Veg. secundaria	326	20,7	4444	14488
Veg. conservada	232	60,14	18143	42092
Solo exposto	432	16,5	2668	11527
Sombra	38	1	1903	723
Nuvem	35	1,24	2482	868
Agua	47	0,2	305	143
Zona urbana	4	0,22	3663	146

Tabela 4.19: Métricas da paisagem para área de 3 a 10 km do limite da EEA.

Métricas de 3 a 10 km no entorno da EEA			
Classe	Forma Média Ponderada	Densidade de Borda (m/ha)	Média de Borda/Fragmento (m)
Paisagem	524	8953	56252
Veg. secundaria	463	2505	53783
Veg. conservada	611	3638	109760
Solo exposto	333	2413	39109
Sombra	193	137	25398
Nuvem	196	153	30752
Agua	281	77	11491
Zona urbana	284	27	47598

Tabela 4.20: Índices de forma e borda para área de 3 a 10 km dos limites do EEA.

4.9 Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara e Planos Diretores dos Municípios que compõe seu entorno

O Parque Nacional de Ubajara, criado em 30 de abril de 1959, teve o seu primeiro Plano de Manejo publicado em 1981 (IBDF, 1981). Este Plano de Manejo, que ainda se encontra em vigor, apresenta cerca de 67% das atividades previstas já implementadas, conforme dados do ICMBio. O Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara (PMPNU) traz como objetivos:

1. Proteger amostra da Floresta Úmida (Perenifólia e Subperenifólia) e da Floresta Estacional (Mata Seca) em sua gradiência decidual.
2. Proteger a diversidade faunística existente nos ambientes cavernícolas, de mata úmida, mata seca e de transição.
3. Proteger as espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção do Nordeste brasileiro, existentes na área do Parque Nacional, tais como: *Cyathea sp.* (samambaiaçu), *Colobosauroides cearensis* (lagartinho), *Tamandua tetradactyla* (tamanduá), *Puma concolor* (onça parda ou suçuarana), *Hemitriccus mirandae* (maria-do-Nordeste), e *Carduelis yarellii* (pintassilgo-do-Nordeste).
4. Contribuir para a proteção dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), em especial a bacia hidrográfica do rio Ubajara.
5. Contribuir para a proteção do Planalto da Ibiapaba.
6. Proteger a encosta, tendo em vista a sua maior vulnerabilidade aos deslizamentos e outros processos erosivos.
7. Proteger os afloramentos de rochas calcárias, bem como os ecossistemas cavernícolas e abrigos sob rocha neles existentes.
8. Proteger os sítios paleontológicos, arqueológicos e históricos.
9. Promover a educação ambiental na Unidade de Conservação, a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza.
10. Favorecer, junto às comunidades vizinhas, condições para a educação ambiental visando ao conhecimento e à conscientização em

relação aos valores naturais e culturais da Unidade de Conservação e seu entorno.

11. Contribuir para o desenvolvimento do ecoturismo regional.
12. Possibilitar e estimular a pesquisa científica, compatível com os objetivos do Parque Nacional.
13. Contribuir para o desenvolvimento socioeconômico da microrregião da Ibiapaba.
14. Favorecer a integração entre as unidades de conservação localizadas na área de influência do Parque Nacional.
15. Incentivar o aumento de áreas protegidas na região, estimulando a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs).
16. Contribuir para a consolidação do corredor ecológico da encosta da Ibiapaba.

Em relação aos objetivos do PMPNU que dialogam com a paisagem, destacam-se o incentivo ao aumento de áreas protegidas e criação do corredor ecológico da Ibiapaba. O PMPNU traz em seu corpo a referência da existência de algumas áreas do entorno com possibilidades de serem transformadas em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). Tais medidas estão em sintonia com os preceitos da conservação uma vez que visam o aumento da proteção e da conectividade da paisagem, todavia, essas medidas não foram implementadas.

Atualmente, as únicas RPPNs cadastradas no Cadastro Nacional de UCs próximo ao PNU estão localizadas no município de Crateús. São elas: RPPN Francisco Braz de Oliveira, RPPN Serra das Almas e RPPN Serra das Almas II. Porém, não há nenhuma RPPN formalizada na Zona de Amortecimento do parque. Como resultado, observou-se que PMPNU não guia ou estabelece rumos específicos para o manejo do parque e, mais ainda, há fragilidades que continuam persistindo ou se agravando ao longo do tempo.

Quanto aos documentos dos municípios envolvidos analisados, observou-se, no que diz respeito ao meio ambiente, um excesso de informações sem

aplicação para o manejo ambiental. Os documentos analisados são insatisfatórios e insuficientes para gestão ambiental no âmbito municipal.

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305 de 2010), cabe ao município exercer a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da lei. Os municípios ora em análise não possuem tais documentos.

No tocante a política de gestão de resíduos, os documentos analisados têm como objetivo tão somente fornecer dados técnicos que subsidiem as prefeituras na contratação de empresas especializada na execução dos serviços de limpeza pública.

Conclui-se, ao final da avaliação desses documentos, que a preparação do Plano de Manejo e documentos correlatos, tal qual como ocorre, claramente não se justifica, pois segue um modelo insustentável, demasiado abrangente e, por isso, inaplicável.

4.10 Plano de Manejo da Estação Ecológica de Aiuaba

A Estação Ecológica de Aiuaba não possui plano de manejo e o município de Aiuaba não possui Plano Diretor, dessa forma, não há como avaliar de forma satisfatória as políticas públicas adotadas em relação a gestão ambiental.

5 DISCUSSÃO

5.1 Métricas da paisagem no PNU

As informações geradas sobre o tamanho do fragmento podem ser utilizadas para modelos de riqueza de espécies, ocupação e padrões de distribuição de espécies em uma paisagem (ROBBINS *et al.*, 1989; McGARIGAL; MARKS, 1995), variando conforme o grupo biológico estudado. Ao comparar estudos populacionais com a área dos fragmentos em uma paisagem, pode-se estimar o tamanho médio das populações circunscritas nesta e avaliar, com base em estudos anteriores, a viabilidade dessas populações. Desta forma, ao mapear a paisagem e obter informações sobre o tamanho dos fragmentos, obtêm-se um instrumento válido para análise de populações.

Os maiores fragmentos encontrados na análise estão localizados dentro do PNU. Conforme Stouffer e Bierregaard Junior (1995), tais fragmentos possuem maior potencial de proteção a diversidade biológica, além de, conforme Saunders *et al.* (1991), apresentarem maior diversidade de habitat, o que se reflete em maior riqueza de espécies.

Conforme sugerido por Perfecto *et al.* (2009), conclui-se que, no entorno do PNU a conectividade entre os fragmentos é garantida e não há necessidade de corredores ecológicos tradicionais, uma vez que em mais de 41% de sua extensão tal área apresenta alta permeabilidade. Embora a maioria dos fragmentos encontrados no entorno do PNU seja de solo exposto, estes representam um total de 41,87% da paisagem. Tal resultado sugere que, tendo como parâmetro de avaliação a composição da paisagem, a Zona de Amortecimento do PNU é favorável a conservação biológica e adequada ao objetivo do parque (gráfico 4.1).

Hennei e Merriam (1990) corroboram com essa interpretação, pois encontraram que fragmentos conectados unicamente por corredores de baixa qualidade são mais vulneráveis a extinções locais, uma vez que a sobrevivência dos animais que os utilizam pode ser reduzida. Dessa forma, o uso de corredores ecológicos não deve ser priorizado para esforço de conservação.

A conformação observada no interior do parque é esperada para áreas conservadas. Áreas de clareiras e pequenos fragmentos dispersos em meio a grandes fazem parte da dinâmica de vegetação natural e geram nichos específicos para coexistências de espécies de diferentes hábitos (VEMAP, 1995). Todavia, a ausência de corpos hídricos no interior do parque, tendo como escala de análise a paisagem, é um fator de risco ambiental.

Oliveira *et al.* (1997), observaram que a presença de grandes porções de recursos hídricos em uma paisagem natural é de extrema importância para a fauna silvestre, que não precisa se expor a percorrer grandes distâncias para obter água. Em ambientes florestais, como o PNU, espera-se que cerca de 80% das espécies lenhosas dependam da fauna para dispersar suas sementes (CHAOMAN; CHAPMAN, 1999; CHARLES-DOMINIQUE, 1993). Dessa forma, a ausência de corpos hídricos dentro do PNU é desfavorável ao objetivo de conservação da biodiversidade. Tal resultado sugere que a fauna que habita o parque deve se deslocar para além dos limites deste em busca de água, expondo-se a condições adversas e acarretando maiores riscos a sobrevivência. Em adicional, a baixa densidade de corpos hídricos no entorno do PNU (0,06%), reforça o quão deletéria está tal conformação espacial.

O índice de área nuclear, áreas que sofrem pouca ou nenhuma influência de efeito de borda, mostrou-se favorável a biodiversidade. Mesmo ao subtrair as áreas mais vulneráveis da análise da paisagem, o percentual de áreas favoráveis mostrou-se aceitável conforme o parâmetro discutido anteriormente por Perfecto *et al.*, 2009 (Tabela 4.5).

A quantidade de bordas na paisagem também serve de parâmetro para determinar o estado de conservação de uma área, uma vez que indica alterações na composição e abundância de espécies na área marginal dos fragmentos (FORMAN; GORDON, 1986). Ranta *et al.* (1998), encontraram que bordas maiores que 100 m acarretam diminuição significativa nas áreas nucleares dos fragmentos estudados. Conforme os autores, à medida que o limite de 100 m de borda por fragmento é excedido, as áreas nucleares decrescem rapidamente.

Admite-se que quanto maior a densidade de bordas na paisagem, maior será o grau de comprometimento da fauna e flora locais, dada a alta competição com espécies generalistas (RANTA *et al.*, 1998). Segundo os autores, muitas espécies de interior de fragmentos são especialistas e apresentam restrições de habitat e por isso, são mais sensíveis a alterações provindas de bordas.

O total de borda para vegetação conservada e a média de borda por fragmento observado na ZA (tabela 4.7), é considerado alto conforme o parâmetro estipulado por Ranta *et al.* (1998) para florestas tropicais. Tal conformação denuncia uma alta permeabilidade das condições impostas pelo ambiente periférico no interior dos fragmentos (ESTRADA; COASTES-ESTRADA, 2002).

A distância do vizinho mais próximo é calculada pela distância entre bordas dos fragmentos vizinhos de mesma classe, explicitando assim o contexto espacial desses fragmentos (McGARIGAL; MARKS, 1995). Tal parâmetro é percebido de forma diversa conforme o grupo biológico estudado e os efeitos da distância vão desde o comprometimento do fluxo gênico, da capacidade de estocar carbono até extinções locais.

A distância entre fragmentos vizinhos de vegetação conservada na Zona de Amortecimento é maior que no PNU, uma vez que se trata de uma área mais antropizada. Conforme haja aumento dessa distância, maior será o impacto negativo sobre o fluxo gênico nessa área. Tal dado pode ser diretamente relacionado ao hábito de um grupo biológico que se deseja investigar.

5.2 Métricas da paisagem na EEA

Observou-se, na Zona de Amortecimento da EEA, uma paisagem bem conservada, que apresenta 70,74% de áreas de alta qualidade ambiental. Tal conformação está adequada para uma ZA funcional, pois esta garante o fluxo biológico nos arredores da UC. As três áreas urbanas observadas na ZA ocupam somente 1.643 ha, o que corresponde a 0,23% da paisagem. Dessa forma, pode-se considerar que a ocupação humana nos arredores da UC na conformação atual não causa impacto significativo.

A paisagem no interior da EEA apresenta-se homogênea e conservada, sendo composta em 80,7% por vegetação primária, como o esperado para uma UC de proteção integral. Somente 5,3% da paisagem trata-se de solo exposto. Os índices de forma média dos fragmentos das classes analisadas foram maiores na Zona de Amortecimento quando comparados aos valores no interior da ESEC. Esta conformação é um indício de maior estabilidade no interior da EEA em relação ao seu entorno.

O total de borda, a média de borda por fragmento e a densidade de borda na EEA foram mais elevados na vegetação conservada do que nas demais classes. Isso se dá por que os fragmentos de vegetação conservada são também os maiores. Ranta *et al.* (1998), devemos primeiramente avaliar o tamanho dos fragmentos para termos um parâmetro da qualidade ambiental. Todos os outros índices devem utilizar o tamanho do fragmento como parâmetro de análise. Dessa forma, considera-se que a alta quantidade de bordas encontrada na paisagem não é um preditor de baixa qualidade.

O resultado observado na zona de entorno de 3 a 10 km do perímetro da EEA também se mostrou favorável. Totalizando 80,84% da paisagem composta de áreas permeáveis, essa região possui alta qualidade ambiental e favorece a manutenção da Estação.

A baixa quantidade de corpos hídricos se deve a própria localização da Estação. Diferentemente do PARNA de Ubajara, a EEA se propõe a conservar uma área de caatinga, que naturalmente é mais seca que florestas. Além disso, a dispersão da maioria das espécies da caatinga se dá por agente físicos, especialmente pelo vento, e não pela fauna. As espécies que habitam esse ambiente são adaptadas ao estresse hídrico e, por tanto, a ausência de corpos hídricos no interior e entorno da reserva não é alarmante como no caso do PNU.

Os resultados obtidos indicam tão somente a necessidade de preservação da situação atual, sendo desnecessário manejo para melhoria da qualidade ambiental no entorno da UC.

A ausência de Plano de Manejo que regulariza as atividades a serem desenvolvidas no interior e entorno da UC é o maior impacto observado no presente estudo.

5.3 Planos de Manejo e Planos Diretores

Ao analisar objetivos elencados no Plano de Manejo do PNU, observou-se que estes têm pouca ou nenhuma aplicação prática, sendo elementos pouco aproveitados. Devido ao baixo grau de aplicação do documento, conclui-se que eles não se inserem na conjuntura para a qual foram preparados e que estão em descrédito entre os usuários.

Dessa forma, sugere-se que o Plano de Manejo seja realizado efetivamente pelos gestores das unidades, com calendários contínuos de monitoramento e avaliação das médias. É necessário a realização de encontros regulares, abertos à comunidade, que versem sobre as experiências implementadas no parque e definam metas a serem executadas.

Recomendamos maior aproximação dos gestores da Unidade de Conservação com a Academia e gestores municipais, para elaboração de objetivos práticos e de aplicação viável, com detalhamento suficiente para permitir a execução local.

Dentre os objetivos viáveis destacam-se: construção de aterro sanitário para atender a demanda da região, o que pode ser feitos através dos consórcios propostos pelo governo federal; fiscalização do uso agrotóxicos; universalização da rede de esgotamento sanitário ou estímulo à construção de fossas sépticas adequadas nas pequenas propriedades; execução de concursos públicos para formação de quadro permanente e especializado para compor as secretarias ambientais dos municípios e acompanhar os processos de licenciamento e fiscalização ambiental na região.

6 CONCLUSÕES

A prestação de serviços ecossistêmicos é afetada pela estrutura da paisagem e este conceito vem sendo usado para a avaliação e conservação dos ecossistemas naturais. Nesse contexto, a área dos fragmentos conservados, referidos na literatura como o parâmetro mais importante na avaliação da paisagem (RANTA *et al.*, 1998), mostrou-se favorável na Zona de Amortecimento do PNU, bem como no próprio parque. Todavia, tal parâmetro apresentou-se bem próximo ao limite considerado aceitável. Dessa forma, políticas de conservação devem ser implementadas na Zona de Amortecimento no PNU.

Por meio do presente estudo foi possível identificar fatores que contribuem para conservação. Dentre eles destacam-se: baixa densidade de estradas, o que dificulta o acesso; grande distanciamento entre áreas urbanas, que garante grandes porções contínuas de área que não são afetadas diretamente por aquelas; percentual aceitável de área conservada.

Quanto aos fatores que afetam negativamente a conservação dos fragmentos, destacam-se a proximidade relativamente baixa entre estes e a alta densidade de bordas na Zona de Amortecimento. Tais variáveis podem ser manejadas e seu impacto é variável conforme a permeabilidade da matriz na qual tais fragmentos estão inseridos. Dessa forma, determinar atividades compatíveis com a conservação, através de leis de regulação de uso do solo na ZA, deve ser prioridade na revisão do Plano de Manejo do Parque.

No interior do PNU observou-se uma paisagem homogênea e conservada, composta principalmente por grande proporção de vegetação nativa e algumas clareiras – conformação esperada para uma área de preservação. Embora tal resultado seja positivo, a ausência de corpos hídricos e a ausência das nascentes dentro do perímetro do parque são fatores de fragilidade ambiental, que podem comprometer tanto a manutenção da diversidade quanto dos próprios recursos hídricos.

O aumento da área de conservação esquadrihada pelo PNU de forma a abranger as nascentes é tão necessário quanto o aumento da conectividade da paisagem. Por meio de Mosaicos de Unidades (previsto no Sistema Nacional de

Unidade de Conservação), UCs podem ser interligadas e planejadas conjuntamente. A ligação das áreas de conservação pode ser realizada de forma a garantir maior proteção aos recursos hídricos favorecendo também a biota que depende diretamente deste.

Os principais problemas elencados no Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara são: crescimento urbano, poluição dos recursos hídricos, caça, lixo, trânsito de animais de carga, linha de transmissão de energia elétrica e teleférico. A distribuição inadequada de resíduos sólidos em lixões ilegais na região, a oferta insuficiente de esgotamento sanitário e o uso indiscriminado de agrotóxicos são os principais fatores que desencadeiam a poluição na região. Esses fatores devem ser corrigidos por meio de gestão adequada das atividades humanas e dentre elas destacam-se: construção de aterro sanitário que atenda a demanda da população da região, ampliação da rede de saneamento básico e fiscalização das atividades realizadas.

A Estação Ecológica de Aiuaba, bem como o seu entorno, encontram-se bem conservados e não foram detectados grandes impactos na Unidade. Todavia, a ausência de mecanismos de controle, como Plano de Manejo e Planos Diretores, são fatores deletérios. Dessa forma, sugere-se que o entorno de 10 km da Estação seja indicado como Zona de Amortecimento através de documento oficial, a fim de garantir que a situação observada se perpetue.

REFERÊNCIAS

- ADLERCREUTZ, T. The World Heritage Convention (WHC), Buffer Zones and Sweden, In: **The World Heritage Convention and the Buffer Zone**. ICOMOS Symposium, Japan, 2006.
- ANDREN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review. **Oikos**, n. 71, p. 355-366. 1994.
- BENDER, D. J.; CONTRERAS, T. A.; FAHRIG, L. Habitat loss and population decline: a metaanalysis of patch size effect. **Ecology**, n. 79, p. 517-533. 1998.
- BENNETT, A. F. **Linkages in the Landscape** – The role on corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN – The World Conservation Union. Margate-UK: Tanet Press Ltd, 2003. 254p.
- BRUNER, A. G. *et al.* Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science**, n. 291, p. 152-128. 2001.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. Speciation and coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. **Vegetation**. New York, n. 107, p. 75-85. 1993.
- COLLINGE, S. K. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**, n. 36, p. 59-77. 1996.
- CORREIA FILHO, E. P.; FARIAS, M. T. B.; SOUSA, J. V. Geologia. In: OLIVEIRA, J. G. B. (Coord.) **Projeto Aiuaba: relatório técnico (maio/1982-outubro/1983)**. p. 5-50. Fortaleza: FCPC/UFC/NECO, 1983.
- CPRM. Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará. **Fortaleza: CPRM – Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará**. Cd-rom. 2000.
- DEFRIES, R. *et al.* Land use change around protect areas: management to balance human needs and ecological function. **Ecological Applications**, n. 17, p. 1031-1038. 2007.
- FAHRIG, L.; MERRIAN, G. Conservation of fragmented population. **Conservation Biology**, n. 8, p. 50-59. 1994.
- FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics: the ecology of landscape and regions**. New York: Cambridge University Press, 1997. 633p.
- FORMAN, R. T. T.; GORDRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley, 1986. 169 p.

GUEVARA S.; LABORDE J. The landscape approach: designing new reserves for protection of biological and cultural diversity in Latin America. **Environmental Ethics**, n. 30, p. 251-262. 2008.

GUSTAFSON, E. J.; GARDNER, R. H. The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonization. **Ecology**, v. 77, n. 1, p. 94-107. 1996.

HANSEN, A. J. Contribution of source-sink theory to protected area science. In: Liu, J. *et al.* (Eds). **Sources, Sinks, and Sustainability across Landscapes**. p. 339-360. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

HENEI, K.; MERRIAN, G. The elements of connectivity where corridor quality is variable. **Landscape Ecology**, n. 4, p. 157-170. 1990.

HERNÁNDEZ-STEFANONI, J. L. Relationships between Landscape Patterns and Species Richness of Trees, Shrubs and Vines in a Tropical Forest. **Plant Ecology**, n. 179, p. 53-65. 2005.

HOFFMANN, C. *et al.* The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. **Science**, n. 330, p. 1503–1509. 2010.

IBAMA. 2002. **Roteiro metodológico de planejamento parques nacionais, reserva biológica, estação ecológica**. Diretoria de Ecossistemas/Direc do IBAMA, 136p.

JACOMINE, P. K. T., ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Boletim Técnico 28, v. 1 e 2 (Série Pedologia, 16). Recife: Sudene, 1973.

JOPPA, L. N.; BANE, S. R.; PIMM, S. L. On the protection of “protected areas”. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, n. 105, p. 6673–6678. 2008.

KOTLIAR, N. B.; WIENS, J. A. Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. **Oikos**, n. 59, p. 253-260. 1990.

LI, W.; WANG, Z.; TANG, H. Designing the buffer zone of a nature reserve: a case study in Yancheng Biosphere Reserve, China. **Biological Conservation**, n. 90, p. 159-165. 1999.

LUCAS, O. W. R. **The design of forest landscapes**. New York: Oxford University Press, 1991. 391p.

LYNAGH, F. M.; URICH, P. Critical Review of Buffer Zone Theory and practice: A Philippine Case Study. **Society and Natural Resources**, n. 15, p. 129-145. 2002.

MARTINO, J. Buffer Zones Around Protected Areas: A Brief Literature Review. **Electronic Green Journal**, n. 1, p. 1-15. 2001.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; ENE, E. **FRAGSTATS v4**: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. 2012. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, n. 1, p. 1-9. 2011.

MILLER, K; CHANG, E; JOHNSON, N. **Defining common ground for the mesoamerican biological corridor**. Washington-DC, USA: World Resources Institute, 2001. 45p..

NAVEH, Z. Biocybernetic and thermodynamic perspective of landscape functions and land use patterns. **Landscape Ecology**, n. 1, p. 75-83. 1987.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. Landscape ecology, theory and application. 2. ed. New York: Springer Verlag, 1994. 360p.

NEPSTAD, S. *et al.* Rolla Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. **Conservation Biology**, n. 20, p. 65-73. 2008.

NEVES, B. B. Brito. América do sul: Quatro fusões, quatro fissões e o processo acrecionário andino. **VII simpósio nacional de estudos tectônicos, SBG**. Bahia, 1999.

NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil: subsídios à geografia regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, [s.l.], n. 34, p. 5-51. 1972.

PERES, C. A. Porque precisamos de megareservas na Amazônia. **Natureza e conservação**, n. 3, p. 8-16. 2005.

OLIVEIRA, J. G. B., CESAR, H. L.; NUNES, E. P. Vegetação. In: OLIVEIRA, J. G. B. (Coord.) **Projeto Aiuaba: relatório técnico, maio/1982-out./1983**, p. 117-130. Fortaleza: FCPC/UFC/NECO, 1983.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; WRIGHT, A. **Nature's Matrix: Linking Agriculture, Conservation and Food Sovereignty**. London, England: Earthscan, 2009. 217p.

PIVELLO, V. R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA L. C.; FELFILI, J. M. (Eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**, p. 401-413. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 615 p.

RANTA, P. *et al.* The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403. London, 1998.

REAP, J. K. Buffer Zones for Protecting Heritage Properties in the United States. In: The World Heritage Convention and the Buffer Zone: **ICOMOS Symposium**. Japan. 2006.

SHAFER, C. L. US National Park Buffer Zones: Historical scientific, Social and Legal Aspects. **Environmental Management**, n. 23, p. 49-73. 1999.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology**: the analysis and interpretation in landscape heterogeneity. New York: Springer Verlag, 1990. 536p.

VELLOSO, A. L., SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste/Instituto de Conservação Ambiental/The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 75p.

VILHENA, F. *et al.* Parámetros para la delimitación u manejo adaptativo de zonas de amortiguamiento em parques nacionales del Cerrado, Brasil. **Recursos Naturales y Ambiente**, n. 1, p. 16-24. 2004.

WELLS, M.; BRANDON, K. **People and parks: Linking protected area management with local communities**. Washington-DC: World Bank/World Wildlife Fund/US Agency for International Development, 1992.

WELLS, M.; BRANDON, K. The principles and practice of buffer zones and local participation in biodiversity conservation. **Ambio**, v. 22, n. 2-3, p. 157- 162. 1993.

ZANZINI, A. C. **Princípios de ecologia e manejo da paisagem para a conservação da fauna silvestre**. Lavras: Universidade Federal de Lavras – FAEP, 2001. 117p.