



Ministério da  
Ciência e Tecnologia

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ÁREAS  
PROTEGIDAS NA AMAZÔNIA

**ESTRUTURA DA PAISAGEM E A CONECTIVIDADE ENTRE OS  
FRAGMENTOS FLORESTAIS DO ENTORNO DA  
CIDADE UNIVERSITÁRIA DO ESTADO DO AMAZONAS**

ANA RITA DE OLIVEIRA BRAGA

Manaus, Amazonas  
Junho, 2016

**ANA RITA DE OLIVEIRA BRAGA**

**ESTRUTURA DA PAISAGEM E A CONECTIVIDADE ENTRE  
OS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO ENTORNO DA  
CIDADE UNIVERSITÁRIA DO ESTADO DO AMAZONAS**

**ORIENTADOR: DR. PAULO MAURÍCIO LIMA DE ALENCASTRO GRAÇA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia.

Manaus, Amazonas  
Junho, 2016



Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
MESTRADO DE DISCENTE DO MESTRADO  
PROFISSIONAL EM GESTÃO DE ÁREAS  
PROTEGIDAS NA AMAZÔNIA DO  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA  
AMAZÔNIA

No dia vinte e dois de Julho do ano de 2016, às 15:00 horas, no Auditório da Diretoria do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Campus I, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros titulares: Dr. Gil Vieira - INPA, Dr. Moacir Alberto Assis Campos - INPA e o Dr. Sergio Henrique Borges - INPA e os membros suplentes: Dra. Rita de Cássia Guimarães Mesquita - INPA e o Dr. Irving Foster Brown - UFAC, sob a presidência do primeiro, afim de proceder a arguição pública do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado da aluna **Ana Rita de Oliveira Braga**, intitulado "Estrutura da paisagem e a conectividade entre os fragmentos florestais do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas", sob a Orientação: Dr. Paulo Mauricio Lima de Alencastro Graça - INPA.

Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora tendo recebido o conceito final:

APROVADA    ( ) REPROVADA     POR UNANIMIDADE    ( ) POR MAIORIA

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos seguintes membros da Comissão Examinadora:

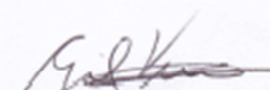
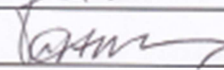
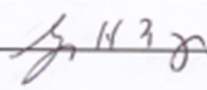
Dr. Gil Vieira

Dr. Moacir Alberto Assis Campos

Dr. Sergio Henrique Borges

Dra. Rita de Cássia Guimarães Mesquita

Dr. Irving Foster Brown

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observações:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B813 Braga, Ana Rita de Oliveira  
Estrutura da paisagem e a conectividade entre os fragmentos florestais do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas / Ana Rita de Oliveira Braga. --- Manaus: [s.n.], 2016. 68 f.: il.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2016.  
Orientador: Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça  
Área de concentração: Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia

1. Conservação Ambiental. 2. Fragmentação Florestal. 3. Urbanização.  
I. Título.

CDD 333.72

**Sinopse:**

Esse trabalho apresenta a avaliação da estrutura da paisagem e a conectividade entre os fragmentos florestais do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas para fins de conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Conservação Ambiental, Fragmentação Florestal, Urbanização.

Dedico à minha família, em especial, ao meu companheiro de vida, Vinícius John com muito amor.

## AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento mais que especial ao meu querido professor Dr. Paulo Maurício Alencastro Graça pela orientação sempre crucial, disponibilidade e paciência em ensinar os procedimentos de sensoriamento remoto, sobretudo pelo respeito recebido durante essa parceria. Sua orientação foi essencial na execução dessa pesquisa. Minha admiração cresce a cada dia.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFAM) pela compreensão e incentivo, fatores determinantes para execução de minha pesquisa.

À Carminha, secretária do MPGAP, pelo carinho e gentileza prestados ao longo desse período, sempre nos avisando sobre os prazos e compromissos.

Aos professores do MPGAP que tanto nos inspiraram, em especial, aos professores Stanley Arguedas, Henrique Pereira, Cintia Cornelius, Rita Mesquita e, claro, Paulo Maurício.

Aos colegas da turma de 2014 pela amizade e convívio, foi muito construtivo e divertido estudar com vocês. Todos são especiais: Alexander, Ana Cláudia, Aurélio (valeu demais nossas conversas e planos), Dieguito (você é uma viagem, dispensa comentários!), Guilherme, James, Joel, Miqueias, Ruberval, Virgínia, Silvio e Peba. Principalmente a minha amiga Arianna agradeço pela importantíssima ajuda no auxílio na aquisição de dados e geoprocessamento. Foi um encontro especial!

Ao meu companheiro de vida Vinícius John pela amizade, paciência, apoio e importante ajuda nesse trabalho. Por me apresentar as boas coisas da vida. É um privilégio viver ao seu lado...

À minha família pelo carinho, amor e orações.

Obrigada a todos.

## RESUMO

O município de Iranduba está passando por um processo de urbanização acelerado, influenciado pelas grandes obras de infraestrutura executadas, tais como a ponte Rio Negro, duplicação da rodovia Manoel Urbano e, mais recentemente, a implementação da Cidade Universitária do Estado do Amazonas. A região mais próxima a Manaus experimenta uma brusca alteração na paisagem, voltada à urbanização do espaço e a ocupação humana. Nessa região está localizada a Área de Proteção Ambiental Margem Direita do Rio Negro que, apesar da antiga ação antrópica, ainda apresenta remanescentes florestais. Esse trabalho apresenta a avaliação da estrutura da paisagem e a conectividade entre os fragmentos florestais do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas para fins de conservação ambiental. Por meio do emprego de métricas de paisagem utilizando o programa Fragstats 4.2, foi quantificado o número dos fragmentos e realizado a análise estrutural dos fragmentos florestais em termos de área, área núcleo e composição de bordas. Finalmente, foram identificadas quatro manchas de fragmentos florestais no entorno da Cidade Universitária com áreas maior que 100 ha que possuem características importantes para a conservação ambiental.

## **ABSTRACT**

The municipality (county) of Iranduba is undergoing for an accelerated process of urbanization under the influence of major infrastructure projects such as construction of the Rio Negro Bridge, doubling the width of the Manoel Urbano Highway and, recently, the building the “University City” of the State University of Amazonas. The region closest to Manaus has undergone rapid change in its landscape because of human occupation and urbanization of the area. This is the region where the Environmental Protection Area (APA) of the Right Bank of Rio Negro located. Despite a long history of anthropic action, this APA still has remaining forest. This study presents an evaluation (for the purpose of conservation) of landscape structure and connectivity among forest fragments surrounding the University City. Through landscape metrics calculated using the Fragstats 4.2 program, the number of the fragments was quantified and a structural analysis of these forest fragments was carried out in terms of total area, core area and the composition fragment edges. Finally, four forest fragments were detected near the University City with areas greater than 100 ha that have important characteristics for environmental conservation.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
3.1 Ecologia da paisagem .....	15
3.2 Fragmentação da paisagem.....	18
3.3 Floresta Amazônica e o monitoramento ambiental .....	22
3.4 A Área de proteção ambiental Margem Direita do Rio Negro, Setor Paduari-Solimões .....	24
3.5 Cidade Universitária do Estado do Amazonas .....	29
3.6 Urbanização da área de influência da Rodovia Manoel Urbano e seus impactos.....	32
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>35</b>
4.1 Objetivo geral .....	35
4.2 Objetivos específicos .....	35
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
5.1 Caracterização da área de estudo.....	36
5.2 Mapeamento do uso e cobertura da terra.....	38
5.3 Caracterização estrutural da paisagem.....	42
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
6.1 Mapa temático da área de estudo.....	47
6.2 Dinâmica de uso e cobertura da terra .....	49
6.3 Caracterização da estrutura da paisagem do entorno da Cidade Universitária da UEA .....	51
6.4 Análise do estado de conservação dos fragmentos florestais com área superior a 100 ha.....	55
6.5 Áreas relevantes para a conservação ambiental.....	58
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>62</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características da imagem Landsat 8. ....	39
Tabela 2.	Matriz de confusão comparando os resultados da classificação, obtida pelo classificador Maxver, com a referência de campo.....	48
Tabela 3.	Distribuição da paisagem.....	51
Tabela 4.	Estatística descritiva das métricas de paisagem do entorno da Cidade Universitária da UEA. ....	52
Tabela 5.	Fragmentos de Floresta e de Vegetação Secundária.....	54
Tabela 6.	Fragmentos florestais com área superior a 100 ha.....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Áreas desmatadas e protegidas dos municípios da RMM, em 2013. (Fonte: Rodrigues, 2014).....	12
Figura 2.	Taxas de desmatamento no Amazonas. (Fonte: o próprio autor, dados obtidos do sítio do INPE: <a href="http://www.obt.inpe.br">www.obt.inpe.br</a> ) .....	23
Figura 3.	Áreas degradadas no Amazonas. (Fonte: o próprio autor, dados obtidos do sítio eletrônico do INPE: <a href="http://www.obt.inpe.br">www.obt.inpe.br</a> ) .....	23
Figura 4.	Mapa de Localização da APA MD do Rio Negro. (Fonte: Arianna Bianca) .....	26
Figura 5.	Mapa das Unidades de Conservação. (Fonte: SEINFRA, 2012).....	27
Figura 6.	Valores percentuais de importância biológica das unidades de conservação estaduais de uso sustentável do Amazonas. (Fonte: WWF-Brasil, 2011) .....	28
Figura 7.	Valores percentuais de vulnerabilidade das unidades de conservação de uso sustentável estaduais do Amazonas. (Fonte: WWF-Brasil, 2011) .....	28
Figura 8.	Efetividade de gestão das unidades de conservação de uso sustentável do Amazonas. (Fonte: WWF-Brasil, 2011).....	29
Figura 9.	Mapa de localização da Cidade Universitária da UEA. (Fonte: SEINFRA, 2012).....	30
Figura 10.	Mapa do projeto básico avançado da Cidade Universitária da UEA. (Fonte: SEINFRA, 2012).....	31
Figura 11.	Mapa de localização da área de estudo no município de Iranduba – AM. ....	36
Figura 12.	Mapa das áreas de influências da Cidade Universitária da UEA. (Fonte: SEINFRA, 2012) .....	38
Figura 13.	Fluxograma metodológico. (Fonte: o próprio autor) .....	39
Figura 14.	(A) e (B) Vegetação secundária em diferentes estádios de regeneração natural. ..	40
Figura 15.	(A) Pasto limpo e (B) Cultura perene de mamão. ....	41
Figura 16.	Cursos d’água: (A) Igarapé do Guedes e (B) Balneário. ....	41
Figura 17.	Mapa temático de uso e cobertura da terra obtido pela classificação Maxver. ....	47
Figura 18.	Dinâmica de uso e cobertura da terra: (A) Comunidade rural e (B) Construção de novos empreendimentos.....	49
Figura 19.	Dinâmica de uso e cobertura da terra: (A) Fragmentos florestais de maior porte e (B) Abertura de novas estradas.....	50
Figura 20.	Processo de urbanização do espaço rural próximo à Cidade Universitária. ....	50
Figura 21.	Fragmentos florestais acima de 100 ha.....	58
Figura 22.	Fragmentos florestais no entorno da Cidade Universitária. Fragmentos maiores do que 100 ha circunvizinhos da Cidade Universitária estão numerados em negrito.....	59

## 1 INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônia cobre quase metade do território brasileiro (49%), o que representa aproximadamente 4,2 milhões de km<sup>2</sup>, distribuídos pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do estado do Maranhão (IBGE, 2014). Além de ser o último reduto de florestas tropicais do mundo, a floresta Amazônica é responsável por executar importantes serviços ambientais em escala global, como: manutenção da biodiversidade, ciclagem de água e armazenamento de carbono (Fearnside, 1997).

Os serviços ambientais, em sua maioria, não são mensurados pelas métricas convencionais das economias de mercado, sua relevância não é percebida individualmente pelos consumidores urbanos e rurais (Peres *et. al.*, 2013). A exuberância da biodiversidade Amazônica coincide com a dificuldade em gerar renda a partir do uso racional. A intensificação das pressões antrópicas promove um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos do solo, transformando florestas em áreas fragmentadas (Valente e Vettorazzi, 2002). Estima-se que a conversão da cobertura florestal da Amazônia para outros usos do solo corresponda a aproximadamente 20% de sua área (INPE, 2015).

O aumento do desmatamento na Amazônia deve-se principalmente ao modelo de ocupação tradicional ainda vigente que se constitui em um fenômeno de natureza complexa, atribuído a uma diversidade de fatores (Alencar *et al.*, 2004). Os principais vetores são as atividades comerciais em grande escala como mineração, criação de gado, pesca comercial, silvicultura, agricultura e construção de represas para hidrelétricas (Figueira, 2013). O estado do Amazonas apresenta uma imensa área territorial de mais 1,5 milhão de km<sup>2</sup>, com aproximadamente 98% de suas florestas ainda conservadas (SEMA, 2016). Além disso, mais de 50% de seu território corresponde a áreas protegidas, representadas principalmente por terras indígenas e unidades de conservação de diversas categorias de usos (SEMA, 2016).

No Amazonas, o desmatamento e a degradação florestal concentram-se na região sul, conhecida como “arco do desmatamento”, atribuído ao avanço da fronteira agrícola do país. Outra região em que se observa esse processo é a Região Metropolitana de Manaus (RMM). Seus municípios perderam aproximadamente 137 mil ha de florestas entre os anos de 1998 e

2013, com destaque para Itacoatiara e Iranduba que já suprimiram mais de 20% de suas florestas (Rodrigues, 2014), Figura 1.

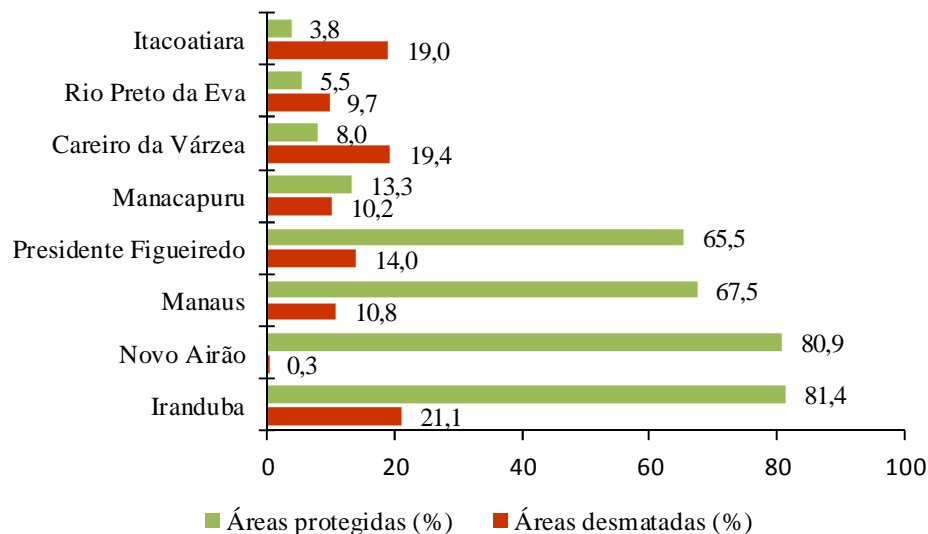


Figura 1. Áreas desmatadas e protegidas dos municípios da RMM, em 2013. (Fonte: Rodrigues, 2014)

O município de Iranduba localiza-se entre os rios, Negro e Solimões, distante 25 km de Manaus, e apresenta um cenário de transformação frenético. Esse processo teve início com a construção da Ponte Rio Negro, com extensão de 3,5 km, inaugurada em outubro de 2011, que liga Manaus a Iranduba, Manacapuru e Novo Airão. Outros grandes projetos deram prosseguimento à transformação da paisagem, como a duplicação da rodovia Manoel Urbano (AM-070) e a construção da Cidade Universitária da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Esse último prevê a construção do *campus* universitário, além de *resort*, hotéis e condomínios residenciais, em um complexo de aproximadamente 1.199 hectares. Em decorrência disso, diversos empreendimentos imobiliários se instalaram nas proximidades da Rodovia Manoel Urbano.

Nessa região, os remanescentes de vegetação nativa são as áreas mais propensas a sofrerem as pressões antrópicas, através dos processos de ocupação humana e da utilização indiscriminada dos recursos naturais. Essa vulnerabilidade pode resultar em assoreamento dos igarapés, degradação dos solos, perdas da cobertura florestal, formação de ilhas de calor, mudanças na estrutura da paisagem, aumento da fragmentação dos ecossistemas naturais e isolamento de espécies vegetais e animais.

Os fragmentos florestais são importantes porque podem conservar razoável diversidade biológica e realizar serviços ambientais que favorecem o bem estar do ser humano. Os fragmentos do entorno da Cidade Universitária são especialmente importantes

porque apresentam conectividade com as florestas de terra firme do interflúvio dos rios Negro-Japurá-Solimões, que serve como área fonte de recolonização de plantas e animais. Um dos maiores impactos da atividade humana é a interrupção da conectividade entre os remanescentes florestais (McGarigal, 2001).

A ecologia de paisagem é a área de conhecimento que busca entender os processos e padrões ecológicos que ocorrem em florestas fragmentadas. Emprega informações de diversas áreas da ciência com vistas a identificar os principais impactos locais da fragmentação, para proporcionar mecanismos capazes de reabilitar as funções dos ecossistemas degradados (Basile, 2006). A paisagem é uma unidade heterogênea, composta por um complexo de unidades interativas formadas geralmente pela combinação entre ecossistemas, unidades de vegetação ou uso e ocupação das terras (Metzger, 1998). Na aplicação prática dos conceitos da ecologia de paisagem é necessária a caracterização da paisagem, em que são empregadas as técnicas de geoprocessamento, em especial sensoriamento remoto e o sistema de informações geográficas (Valente e Vettorazzi, 2002).

O papel estratégico da aplicação do sensoriamento remoto na caracterização de paisagem deve-se principalmente as suas características de multiespectrabilidade, visão sinóptica e repetitividade (Valente e Vettorazzi, 2002). Enquanto que os sistemas de informações geográficas se destacam pela capacidade de interação e análises dos diferentes planos de informações que caracterizam as paisagens (Valente e Vettorazzi, 2002). Esses instrumentos possibilitam a avaliação da paisagem em nível de mancha, classe e matriz por meio de métricas ou índices da ecologia de paisagem, como os índices de área, densidade, tamanho, borda, área nuclear, distância.

## **2 JUSTIFICATIVA**

A Cidade Universitária do Estado do Amazonas está inserida na Área de Proteção Ambiental da Margem Direita do Rio Negro (Setor Paduari – Solimões) que deveria funcionar como zona de amortecimento para um complexo de áreas protegidas de várias categorias e administradas por diferentes esferas governamentais, denominada como Mosaico do Baixo Rio Negro. Ao mesmo tempo está situada no núcleo de expansão da RMM. Verifica-se, portanto, a necessidade de apresentar, no âmbito do planejamento para ocupação humana, mecanismos que visem frear ou mitigar as pressões antrópicas aos remanescentes florestais.

Para isto é imprescindível que se estabeleça espaços para a conservação ambiental que contemple, prioritariamente, os fragmentos florestais com melhor integridade estrutural e maior potencial em promover a conectividade, envolvendo a área de influência direta e indireta do empreendimento. Tal iniciativa não representaria benefícios apenas ao meio ambiente, mas, sobretudo, ofereceria elementos para uma melhor qualidade de vida de sua população, proporcionada pela floresta por meio de seus serviços ambientais.

Deriva disto a importância em se realizar este estudo que visa contribuir com subsídios para o estabelecimento de espaços destinados à conservação ambiental dos fragmentos florestais presentes na Cidade Universitária e em seu entorno. Almejando um desenvolvimento verdadeiramente inovador e alicerçado nos preceitos da sustentabilidade ambiental, com capacidade de exercer, deste modo, seu papel singular nesta região, promovendo o desenvolvimento econômico e cultural, aliado à saúde do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida de sua futura população.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Ecologia da paisagem

A ecologia de paisagem é uma área de conhecimento voltada para o estudo da paisagem, concebida pelo geógrafo alemão Carl Troll que convocou, em 1939, geógrafos e ecologistas a atuarem em estreita colaboração para unificar os princípios da vida e da terra. Para Troll (1971) a paisagem poderia ser definida como uma entidade total, espacial e visual, unindo a geoesfera, biosfera e a nooesfera (a esfera da consciência e mente humana). O surgimento dessa ciência pode ser atribuído ao crescimento da consciência sobre as questões ambientais em grandes escalas, que exigiam análises sob a perspectiva da paisagem, o reconhecimento da importância da escala para detectar o padrão espacial, o surgimento da visão dinâmica de ecossistemas, que também pode ser aplicado à paisagem e os avanços tecnológicos em sensoriamento remoto, *hardwares* e *softwares* (McGarigal, 2001).

A ecologia de paisagem distingue-se da ecologia por estudar amplas escalas espaciais que coincidem com a forma com que o homem tipicamente avista o mundo, por meio de uma “lente grossa” (McGarigal, 2001). Apresenta duas principais abordagens: uma geográfica e outra ecológica. Sob a ótica geográfica, seus estudos contemplam a influência do homem sobre a paisagem e a gestão territorial, investigando inter-relações espaciais. Na abordagem ecológica estuda a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e como isso interage com a conservação da biodiversidade. Na prática, trouxe da geografia a abordagem horizontal e da ecologia a abordagem vertical, com tema central na paisagem (Soares-Filho, 1998).

A ecologia de paisagem procura compreender a dinâmica da heterogeneidade espacial e o papel do homem (Soares-Filho, 1998) como agente dominante na formação e transformação da paisagem (McGarigal, 2001). Possui como enfoque a heterogeneidade espacial como condutor dos processos e padrões ecológicos (Soares-Filho, 1998) em ambientes naturais, seminaturais e construídos, e estabelece o princípio de que os padrões espaciais afetam os processos ecológicos e esses, por sua vez, afetam os padrões espaciais (McGarigal, 2001). A ecologia da paisagem é influenciada pelo arcabouço teórico da biogeografia de ilhas e, posteriormente, de metapopulações (Metzger, 2001).



Os processos ecológicos podem ser considerados serviços que as paisagens realizam e que resultam em benefícios aos seres humanos, como: a manutenção da biodiversidade, ciclagem de nutrientes, sequestro e armazenamento de carbono, manutenção do ciclo hidrológico (McGarigal, 2001), propagação do fogo, polinização, dispersão de sementes, predação, competição ou deslocamento de animais em paisagens heterogêneas (Metzger, 2001). Os padrões espaciais são determinados a partir da combinação entre modelo físico abiótico da região, respostas demográficas a esse modelo e regimes de perturbações (McGarigal, 2001), estabelece a estrutura da paisagem por meio da composição e configuração dos elementos. Na composição caracterizam-se os elementos possíveis de serem identificados no mapa e julgados com capacidade de interferir no funcionamento da paisagem. Enquanto que na configuração consideram-se o arranjo e o contexto desses elementos, isto é, o aspecto espacial da paisagem. Ambas definem a heterogeneidade da paisagem (McGarigal, 2001).

A paisagem, como todos os seres vivos, apresenta estrutura, função e mudança. A ecologia de paisagem, portanto, estuda essas três características. A estrutura atua na distribuição de energia, materiais e espécies relacionados aos tamanhos, formas, números, tipos e configurações dos ecossistemas. A função é determinada pelos fluxos de energia, materiais e espécies entre ecossistemas. Enquanto que a mudança são alterações na estrutura e função do mosaico da paisagem durante o tempo (Pereira *et al.*, 2001). A paisagem é representada por uma textura ou padrão, expressos por um arranjo repetitivo, formado pelo mosaico de manchas e seus corredores dispostos em uma matriz de fundo (Metzger, 1998). Dessa forma, portanto, para descrever uma paisagem, é necessário caracterizar esses três componentes básicos: manchas, corredores e matriz (Forman e Godron, 1986).

As manchas podem ser definidas como uma superfície não linear distinta em aparência da sua vizinhança (Metzger, 1998), apresentam condições ambientais relativamente homogêneas (numa determinada escala), são dinâmicas e ocorrem em várias escalas espaciais e temporais, dependentes do fenômeno investigado (McGarigal, 2001). As manchas diferem em relação ao tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de fronteira (Metzger, 1998) e sofrem influências do seu entorno (McGarigal, 2001). O limite de cada mancha é distinguido pela descontinuidade abrupta da paisagem (McGarigal, 2001). As espécies de acordo com as suas habilidades fisiológicas respondem diferentemente a estrutura da mancha, esse limite inferior é denominado de “grão”, em contrapartida, a “extensão” é o limite superior de heterogeneidade da mancha ao qual o organismo responde (Pereira *et al.*, 2001).

Os corredores se apresentam como estruturas lineares da paisagem, conectam pelo menos dois fragmentos, diferenciam-se das unidades vizinhas (Metzger, 1998) em relação a sua estrutura ou função (McGarigal, 2001). Esses podem atuar positivamente, facilitando o movimento dos organismos na paisagem, como fonte de fatores bióticos e abióticos, ou negativamente, servindo de barreiras que proíbem ou impedem o fluxo de energia, nutrientes minerais e espécies (McGarigal, 2001). Os corredores são essenciais no controle dos fluxos hídricos e biológicos, reduzem os riscos de extinção local, favorecem as recolonizações, beneficiam as metapopulações, podem funcionar como habitats suplementares na paisagem e refúgio para a fauna em habitats perturbados (Metzger, 1998). O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) especifica em sua definição que os corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, que conectam unidades de conservação. Permitem o fluxo genético e a movimentação da biota, facilitando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas e a manutenção de populações que demandam extensas áreas (Brasil, 2000).

A matriz é o elemento mais extenso e mais conectado da paisagem, apresenta papel dominante para o seu funcionamento, é importante na análise e compreensão da estrutura da paisagem (Casimiro, 2009). Em estudos de fragmentação, a matriz é considerada como o conjunto de não-habitat para a espécie ou comunidade alvo da investigação. Porém, o que constitui a matriz é dependente da escala de investigação (Pereira *et al.*, 2001).

A conectividade é caracterizada pela capacidade da paisagem, ou das unidades da paisagem, de facilitar os fluxos biológicos de organismos, sementes e grãos de pólen (Metzger, 1998). Os principais fatores que atuam para a conectividade são: proximidade dos elementos de habitat, densidade de corredores, *stepping stones*<sup>1</sup> e permeabilidade da matriz (Metzger, 2001). A conectividade pode ser avaliada sob a perspectiva estrutural ou funcional. Na estrutural (ou espacial) a conectividade é caracterizada pela disposição do arranjo espacial dos fragmentos, pela densidade e complexidade dos corredores e pela permeabilidade da matriz, ou seja, pela ligação entre as unidades da paisagem (Metzger, 1998). Enquanto a conectividade funcional é justamente a resposta de cada espécie a estrutura da paisagem, que pode permitir ou não o deslocamento de subpopulações ou metapopulações (Metzger, 1998). O grau de conectividade deve sempre considerar a capacidade das espécies se deslocarem na matriz. Apesar de a conectividade estrutural inferir sobre a conectividade funcional, para

---

<sup>1</sup> Pontos de ligação, ou seja, pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz.

algumas espécies a disposição do arranjo espacial tem pouca relação com o deslocamento na paisagem (Metzger, 1998).

A estrutura de paisagem pode ser observada a partir das propriedades de percolação, em que o arranjo espacial de fragmentos permite o deslocamento de uma ponta à outra de espécie restrita a determinado hábitat (Metzger, 1998). A teoria da percolação indica que existe uma probabilidade crítica, a partir da proporção de ocupação por habitats e não habitats, em que a paisagem deixa de ser conectada. Segundo essa teoria o limiar de percolação seria diferente para cada tipo paisagem e caracterizado por bruscas mudanças estruturais e funcionais (Metzger, 1998).

A estrutura da paisagem pode ser definida por fatores como área, forma e disposição espacial das unidades (Metzger, 1998). Para sua caracterização existe uma variabilidade de índices em ecologia da paisagem agrupados em categorias, como: índices de área, densidade, tamanho e variabilidade da métrica, borda, área nuclear, distância, entre outros (Valente e Vettorazzi, 2002). Existem na atualidade inúmeros *softwares* para a aplicação de índices e métodos estatísticos, além de serem utilizados sistemas de informações geográficos e dados de sensores remotos que se propõe a avaliar e quantificar o grau de fragmentação da paisagem (Volotão, 1998). Com a aplicação de *softwares*, posteriormente, podem ser verificadas áreas de florestas contínuas, fragmentação, bem como, qualidade estrutural.

### **3.2 Fragmentação da paisagem**

Nos últimos 40 anos a espécie humana tem experimentado um crescimento populacional exponencial. Nesse período a população mundial dobrou, o planeta já comporta mais de 7 bilhões de pessoas a uma taxa de crescimento estimada em 1,2% ao ano. Embora seja reducionista estabelecer uma relação direta entre população-degradação dos recursos naturais, o fato é que esse aumento populacional provocou alterações rápidas e profundas em macroescalas (Figueira, 2013).

A fragmentação da paisagem caracteriza-se por ser um processo no qual o habitat contínuo é dividido em partes, alterando as condições ambientais para cada unidade fragmentada e sua relação com o entorno (Rambaldi, 2003), originados por processos naturais ou causados pela ação antrópica (MMA, 2003). Esses fragmentos de habitats geralmente ficam isolados uns dos outros, envolvidos em uma paisagem altamente modificada dominada

pelo homem, como descrito no modelo de biogeografia de ilhas<sup>2</sup> (Primack e Rodrigues, 2001). Isso resulta em muitas mudanças físicas e ecológicas nos fragmentos florestais (Lovejoy *et al.*, 1986; Bierregaard *et al.*, 1992; Nascimento e Laurance, 2006). Com consequências sobre a estrutura e os processos das comunidades vegetais (MMA, 2003).

A movimentação dos organismos fica comprometida pelas barreiras da fragmentação que interferem nos fluxos gênicos aumentando, por conseguinte, o nível de endogamia entre as populações (Louzada *et al.*, 2013). Estas populações são influenciadas por fatores como: a distância entre os fragmentos ou o grau de isolamento; o tamanho e a forma do fragmento; o tipo de matriz circundante e o efeito de borda. Esses fatores interferem nas taxas de natalidade e mortalidade por meio do efeito de borda, a deriva genética e as interações entre plantas e animais (Viana *et al.*, 1992; Viana e Pinheiro, 1998). A maior ameaça à biodiversidade é a perda de habitats (Primack e Rodrigues, 2001).

Os ecossistemas apresentam limites em relação a sua capacidade de resiliência e os impactos de suas perturbações podem ser observados pela alteração dos regimes de inundação, aumento de materiais suspensos nos recursos hídricos, contaminação química e mudanças na estrutura das comunidades aquáticas (McGarigal, 2001). Em ecossistemas terrestres a degradação pode ser avaliada por meio do declínio sem precedentes de milhares de espécies e a extinção de outras (McGarigal, 2001), influenciadas pela alteração no padrão de migração, dispersão e exposição de habitats às condições adversas da sua matriz (Tilman *et al.*, 1994).

Os fatores estressantes e a degradação de habitats florestais tendem a reduzir a diversidade de organismos estritamente florestais, porém, a relação de causa e efeito entre processos de perda de integridade de habitat em si e a perda de espécies, tanto no espaço como no tempo, raramente é linear (Peres, 2013). Sabe-se que ocorre uma dinâmica de compensação substitutiva para cada unidade de habitat primário subtraído por outro habitats de hostilidade variável, referentes às necessidades ecológicas de cada espécie no ecossistema. Tal assunto permanece mal compreendido, sobretudo, se for considerada a influência da paisagem em que cada mancha se insere (Peres, 2013). Inúmeras crises ecológicas são ocasionadas pela mudança no uso da terra que ocorrem ao longo de amplas escalas espaciais, ou seja, na paisagem (McGarigal, 2001).

---

<sup>2</sup>De acordo com a teoria da biogeografia de ilhas, a riqueza de espécies diminui com o aumento do isolamento da ilha, ou seja, quanto mais afastada do continente, menor é a taxa de colonização por novas espécies (MacArthur e Wilson, 1967).

O Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) é um projeto de cooperação bilateral entre o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e o Smithsonian Institution (SI) dos Estados Unidos. É o maior e mais antigo estudo de fragmentação de habitats em andamento, iniciado na década de 1980. Sua missão é determinar os impactos ecológicos do desmatamento e da fragmentação florestal sobre a fauna e flora Amazônica para subsidiar diferentes setores da sociedade para a conservação e o uso racional dos recursos florestais ([www.pdbff.inpa.gov.br](http://www.pdbff.inpa.gov.br), 2016).

A área de estudo do PDBFF é de 1.000 km<sup>2</sup>, localizada na Amazônia Central, próxima a Manaus, inclui 11 fragmentos de florestas variando de 1 a 100 ha, circundados por áreas de pastagem e florestas intactas, utilizadas como parcelas-controle. Os resultados das pesquisas realizadas nesse projeto tem contribuído para conhecer as resposta da floresta tropical à fragmentação, como segue (Laurance, 2001):

- Florestas recentemente fragmentadas são fortemente influenciadas pelo efeito de borda, composto por várias mudanças ecológicas associadas às abruptas bordas artificiais dos fragmentos de florestas. A radiação solar e os ventos quentes e secos penetram a floresta, vindos das pastagens que circulam os fragmentos, em função disso, o microclima da floresta é alterado;
- Alguns insetos, sapos, mamíferos e aves insetívoras do subdossel da floresta são especialmente sensíveis à fragmentação e evitam as bordas da floresta;
- As taxas de mortalidade de árvores aumentam drasticamente próximo à borda, em função do aumento de turbulências e dos estresses hídricos, o que ocasiona o aumento intenso de clareiras que alteram a estrutura e a composição da floresta;
- As árvores maiores são as mais vulneráveis à fragmentação;
- A matriz que envolve os fragmentos influencia fortemente a sua biota, ou seja, quanto mais difícil são as condições externas, maior é o efeito de borda. Com isso os fragmentos circundados por florestas secundárias experimentam menos extinções locais do que em meio a pastagens;
- Corredores ligando os fragmentos podem ajudar a reduzir os impactos da fragmentação para algumas, mas não para todas as espécies;
- As espécies mais vulneráveis são, provavelmente, aquelas afetadas negativamente pela fragmentação e caça, como os felinos, antas e muitos primatas.

- Por outro lado, a fragmentação e o efeito de borda parecem não ter influenciado alguns grupos de mamíferos e sapos, que se mantiveram estável ou aumentaram a riqueza de espécies ([www.pdbff.inpa.gov.br](http://www.pdbff.inpa.gov.br), 2016).

Metzger (1998), numa análise bibliográfica sobre o tema, cita que geralmente o parâmetro mais importante para explicar as variações de riquezas de espécies é a área do fragmento. Em seu estudo, observou que existem várias hipóteses que corroboram isso, como a necessidade que as espécies apresentam de áreas mínimas, com recursos disponíveis necessários a sua sobrevivência. Essa área mínima é determinada pelo tamanho do território de um indivíduo e pelo número mínimo de indivíduos necessários para manter uma população geneticamente viável. Verificou também que a redução ou a perda da diversidade de habitats ocasionada pela fragmentação, contribui para a diminuição da riqueza e extinção de espécies, provoca o aumento das competições intra e interespecífica. Outro fator relacionado à diminuição de área é o aumento de áreas sob efeito de borda (Id., *ibid*).

Há de se considerar também que, em comunidades biológicas, as espécies-chave cumprem importante papel na organização da comunidade e manutenção de espécies (Primack e Rodrigues, 2001). As espécies-chave geralmente são compostas por predadores de topo de cadeia, que controlam população de herbívoros. Sua eliminação da comunidade pode representar uma série de extinções em cascata (Primack e Rodrigues, 2001) e o aumento dos riscos de extinções estocásticas (MacArthur e Wilson, 1967). As relações ecológicas de espécies dependentes podem ser de mutualismo, comensalismo e, ainda, nas variadas formas de interações entre a fauna e a flora (Metzger, 1998).

A relação entre a área dos fragmentos, sobretudo a diversidade de espécies e outros atributos ecológicos, foram descritas na teoria de biogeografia de ilhas (MacArthur e Wilson, 1967). Essa teoria baseia-se na premissa de que as ilhas não funcionam como um sistema fechado (MacArthur e Wilson, 1967). Muitas vezes é inadequado aplicar a teoria da biogeografia de ilhas aos fragmentos de habitats continentais, considerando a distância do fragmento a uma única fonte de recursos. O isolamento depende das distâncias e áreas dos fragmentos vizinhos, do padrão espacial da paisagem e das características da matriz no qual o fragmento está inserido (Metzger, 1998). A redução da riqueza e a uniformidade biológica provoca a diminuição da diversidade de habitats, as espécies que respondem positivamente as mudanças tendem a se tornar dominantes naquele ambiente (Metzger, 1998).

### 3.3 Floresta Amazônica e o monitoramento ambiental

O uso de ferramentas de geotecnologias na realização de monitoramento da Amazônia Legal representou um grande avanço para a preservação e conservação dos recursos naturais desse bioma, que passou a ser intensamente monitorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio de projetos como o Prodes, Deter, Degrad e TerraClass. Esses projetos utilizam imagens de satélites para realizar análises de desmatamento, degradação florestal e mapeamento do uso e cobertura da terra.

O Prodes realiza o monitoramento do desmatamento por corte raso, utiliza imagens de satélite da série Landsat que apresentam resolução espacial de 30 metros e resolução temporal de 16 dias, detecta, exclusivamente, desmatamentos superiores a 6,25 ha. Anualmente são publicadas duas taxas de desmatamento: em dezembro são divulgadas as estimativas de desmatamento para o ano corrente e, no primeiro semestre do ano seguinte, é divulgado o desmatamento consolidado, identificado pelos incrementos de áreas desflorestadas em cada imagem de satélite (INPE, 2015). Essas taxas são utilizadas pelo governo brasileiro para a elaboração de políticas públicas.

O desmatamento no Amazonas decresceu significativamente a partir do ano de 2005, flutuou em torno de 600 km<sup>2</sup>/ano no período de 2007 a 2014 (INPE, 2015). Com menor registro em 2009. O ano de 2015, no entanto, rompeu com essa dinâmica, apresentou aproximadamente 800 km<sup>2</sup> de áreas desflorestadas (Figura 2). Nesse ano, foi registrada a ocorrência do fenômeno climático El Niño, que “causa secas na Amazônia que, por sua vez, provê condições para incêndios destrutivos” (Fearnside, 2006).

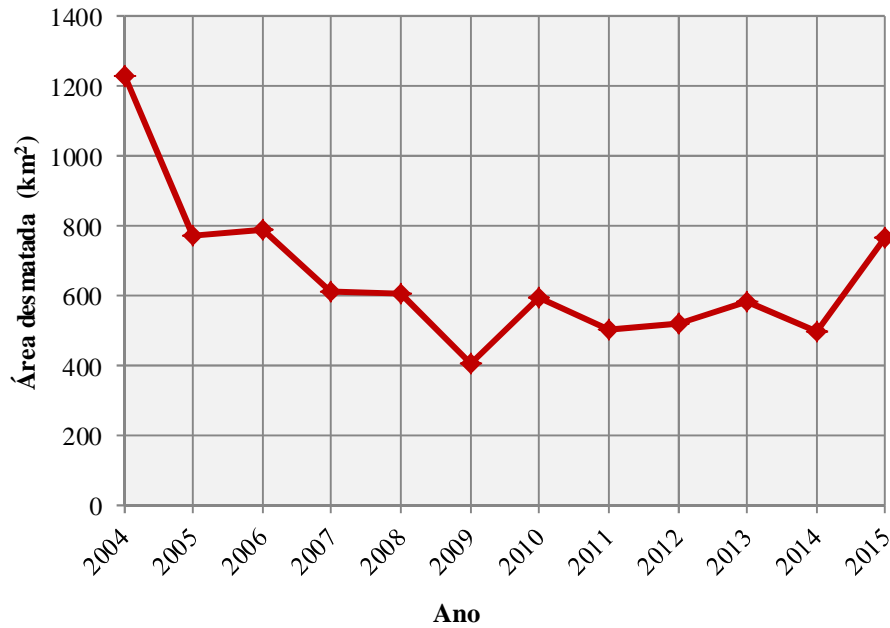


Figura 2. Taxas de desmatamento no Amazonas. (Fonte: o próprio autor, dados obtidos do sítio do INPE: [www.obt.inpe.br](http://www.obt.inpe.br))

Embora as taxas de desmatamento decrescentes sejam positivas para a Amazônia, quando se analisa os dados da degradação ambiental, as informações apresentam um contexto diferente, pois a degradação cresceu a partir de 2010. O maior registro ocorreu no ano de 2012, com mais de 1.200 km<sup>2</sup> de áreas degradadas (Figura 3). O processo de degradação é preocupante porque ocasiona, entre outras coisas, a perda de biodiversidade e o aumento expressivo das taxas de extinções (Louzada *et al.*, 2013).

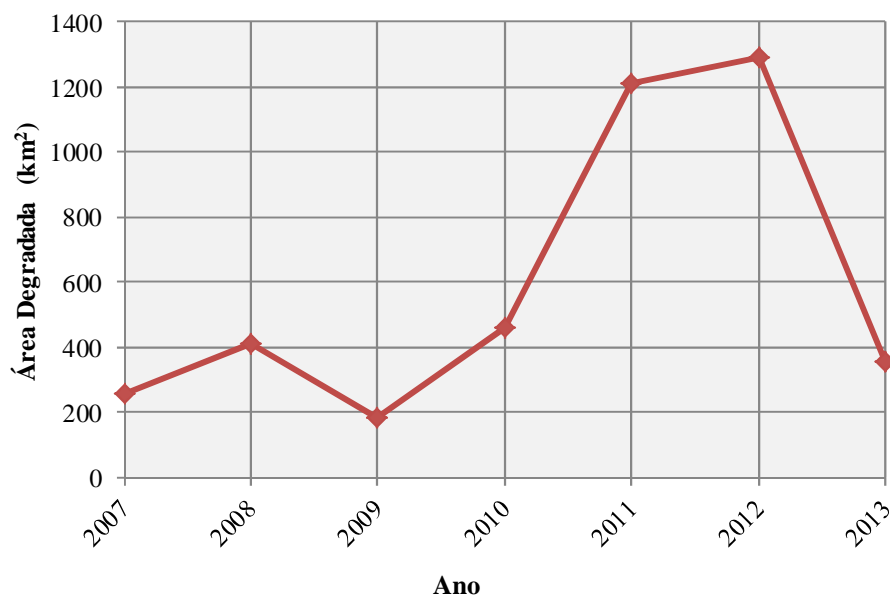


Figura 3. Áreas degradadas no Amazonas. (Fonte: o próprio autor, dados obtidos do sítio eletrônico do INPE: [www.obt.inpe.br](http://www.obt.inpe.br))



A distribuição espacial das áreas desmatadas e dos focos de calor está associada ao processo de expansão da fronteira agrícola e reflete diretamente o crescimento das seguintes atividades: extração de madeira, abertura de pastagem e expansão do cultivo de grãos (IBGE, 2015). Contudo, vale destacar que as decisões de governo para as construções de obras de infraestruturas também contribuem para o aumento da taxa de desmatamento (Fearnside, 2006). Essa dinâmica favorece a formação de um mosaico de usos do espaço amazônico que dá origem a uma nova paisagem (IBGE, 2015).

Em outro nível de análise, o projeto TerraClass classifica o desflorestamento da Amazônia Legal tendo como base os dados apresentados pelo Prodes e imagens de satélites. Utiliza as seguintes classes temáticas para mapear o desflorestamento: agricultura anual, mosaico de ocupações, área urbana, mineração, pasto limpo, pasto sujo, regeneração com pasto, pasto com solo exposto, vegetação secundária, área não observada e outros. Desse modo é possível avaliar a dinâmica de uso e cobertura da terra em área que sofreram corte raso.

Atualmente, encontram-se disponíveis na plataforma do INPE os resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal para todas as áreas desflorestadas relacionadas pelo PRODES até o ano de 2015. De acordo com os últimos dados divulgados por esse Projeto, a classe Agricultura está em crescente avanço, principalmente nos Estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia, representa 6% do desflorestamento, enquanto que a Pastagem 60%. Do total de áreas mapeadas, a classe Vegetação Secundária abrange 23% (INPE, 2016).

Os dados digitais resultantes dos Projetos PRODES e TerraClass são disponibilizados por meio do sítio de *internet* do INPE, divididos em suas respectivas órbitas-ponto do sistema global de referência do satélite Landsat, no Sistema de Projeção latitude/longitude e Sistema Geodésico de Referência SAD 69.

### **3.4 A Área de proteção ambiental Margem Direita do Rio Negro, Setor Paduari-Solimões**

As Unidades de conservação (UCs) integram as áreas protegidas existentes no Brasil, regidas por meio da Lei nº 9.985 de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC). As UCs têm como objetivos a preservação e a conservação dos recursos naturais, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção. São divididas em dois grupos, Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. O primeiro visa preservar a natureza e admite apenas o uso

indireto dos seus recursos naturais e o segundo trata das unidades que têm o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (Brasil, 2000). São sete as categorias de UC de uso sustentável, entre elas encontra-se a Área de Proteção Ambiental (APA), foco deste trabalho que, pela definição do SNUC, caracteriza-se como:

“Art.15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

§ 1º A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.”

Após a criação dessa categoria de UCs deve ser elaborado o plano de manejo, que é definido como um documento técnico fundamentado nos objetivos gerais de uma unidade de conservação. Nele se estabelece o zoneamento, as normas para utilização e manejo dos recursos naturais e a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade, deve ser elaborado no prazo de cinco anos, a partir da data de sua criação (Brasil, 2000). Na prática, o plano define o que é permitido ou não, e onde, oferecendo subsídios para ações mais eficazes no sentido de garantir os plenos objetivos da unidade. O plano de manejo deve fazer a interação dos padrões espaciais de uso do solo, com a teoria da conservação e planejamento de reservas (Piratelli *et al.*, 2013). A implementação e a consolidação de um plano de manejo deve abranger a área da unidade de conservação, suas zonas de amortecimento (exceto APAs) e seus corredores ecológicos (Brasil, 2000).

Das categorias de uso sustentável, a APA é possivelmente a UC mais complexa de ser administrada, uma vez que se presta ao exercício do ordenamento territorial e ao diálogo com os diversos atores envolvidos no conselho gestor. Pádua (2001) destaca que o processo de gestão desses espaços, via de regra, é difícil, sendo algumas vezes impossível, o que faz com que o espírito participativo do SNUC torne-se algo ideal e pouco real.

O desconhecimento de boa parte da população residente da APA sobre os direitos e restrições eventualmente impostas por essa categoria de UC (Costa e Silva, 2012) é um fator que contribui para os conflitos na gestão. Somado a isso, ainda persiste um problema básico, muitas unidades não dispõem de Plano de Manejo que deveria ser o instrumento orientador do uso e manejo do território e que poderia assegurar a gestão compartilhada da unidade (Id., *ibid.*). Enfim, são inúmeros os ingredientes que fazem desta categoria uma “missão quase impossível” de gestão participativa e um “prato feito” para conflitos pelo uso de recursos naturais.

A APA Margem Direita do Rio Negro Setor Paduari-Solimões (Figura 4) foi criada pela Lei nº 16.498 de 2 de abril de 1995, redelimitada pela Lei nº 2.646 de 22 de maio de 2001 e novamente, redemilitada pela Lei n. 3.355 de 26 de dezembro de 2008. Oficialmente apresenta uma área de 461.740,67 ha, localizada entre os paralelos S 2° 6' 13'' e S 3° 18' 55'' e os meridianos O 59° 59' 08'' e O 61° 30' 56''.

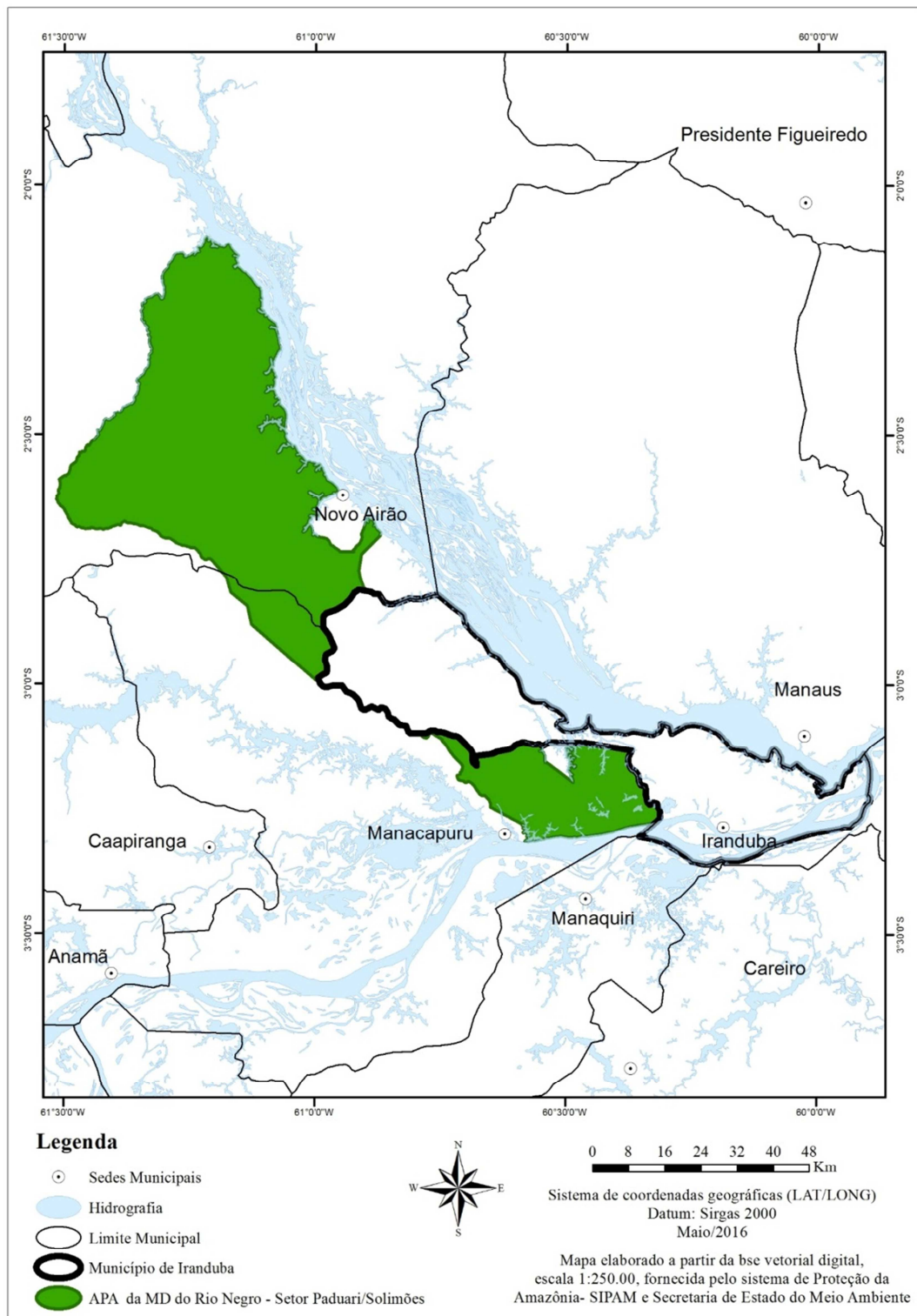


Figura 4. Mapa de Localização da APA MD do Rio Negro. (Fonte: Arianna Bianca)

Sua abrangência alcança os municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, que fazem parte da RMM, capital do estado do Amazonas (Observatório de UC, 2016). Essa UC tem como objetivo geral proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, por meio do ecoturismo, tendo em vista as belezas das paisagens proporcionadas pelos rios, pelos igapós, pelas florestas e por sua fauna peculiar (WWF-Brasil, 2011).

APA Margem Direita do Rio Negro está localizada numa região conhecida como Baixo Rio Negro (Figura 5). Essa região possui um importante complexo de unidades de conservação de várias categorias, administradas pelas esferas federal, estadual e municipal, tais como: Parque Nacional de Anavilhanas, Área de Proteção Ambiental da Margem Esquerda do Rio Negro-Setor Aturiá/Apuauzinho, Área de Proteção Ambiental da Margem Esquerda do Rio Negro-Setor Tarumã-açu/Tarumã-mirim, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Negro, Parque Estadual do Rio Negro - Setor Sul e Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Essas UCs correspondem a uma área total de 1.727,731 hectares que, por sua proximidade geográfica, compõem o mosaico do baixo Rio Negro.

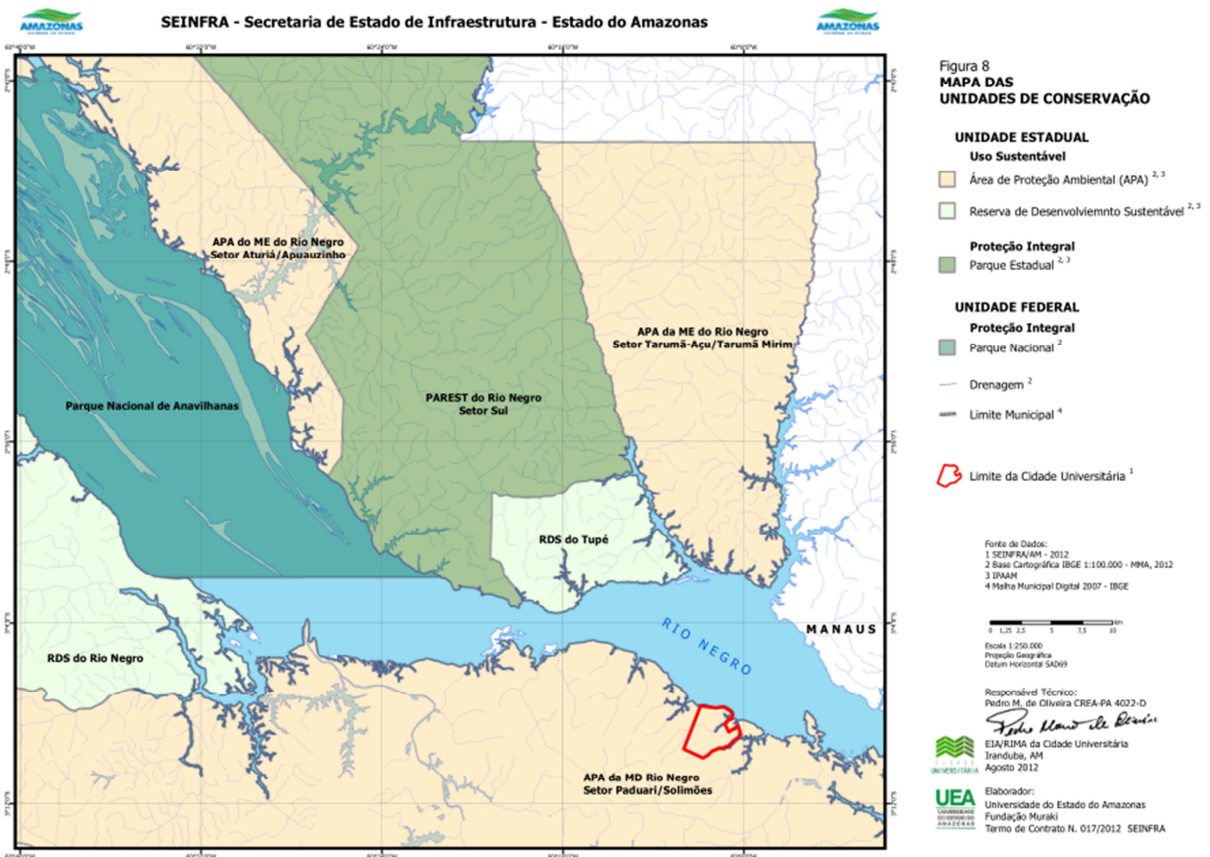


Figura 5. Mapa das Unidades de Conservação. (Fonte: SEINFRA, 2012)

Para avaliar a situação das unidades de conservação de uso sustentável estaduais foi aplicado o RAPPAM<sup>3</sup> em 2009. De acordo com os resultados dessa avaliação, a importância biológica da APA Margem Direita do Rio Negro é baixa, devido ao seu histórico recente de ocupação, que a tornou uma das principais regiões de expansão urbana da região, Figura 6.

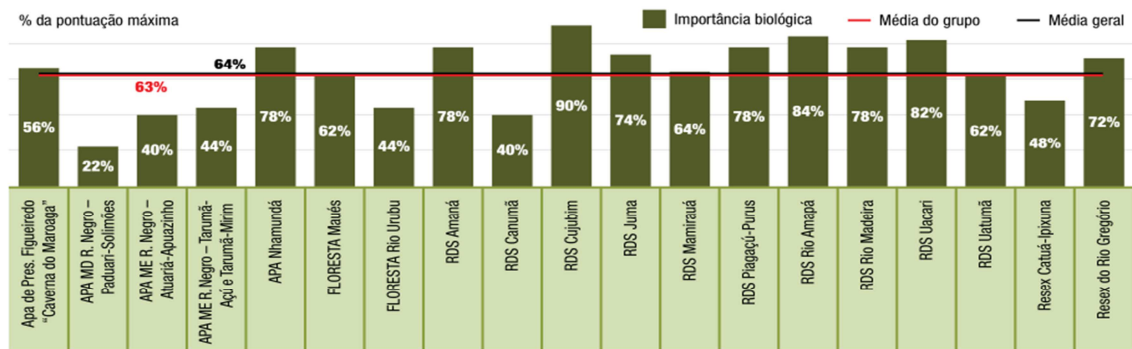


Figura 6. Valores percentuais de importância biológica das unidades de conservação estaduais de uso sustentável do Amazonas. (Fonte: WWF-Brasil, 2011)

Quanto à importância socioeconômica a APA Margem Direita do Rio Negro foi considerada como mediana, em virtude de abrigar inúmeras atividades empresariais. Destacase como a UC de maior vulnerabilidade ambiental e uma das três unidades mais pressionada, Figura 7.

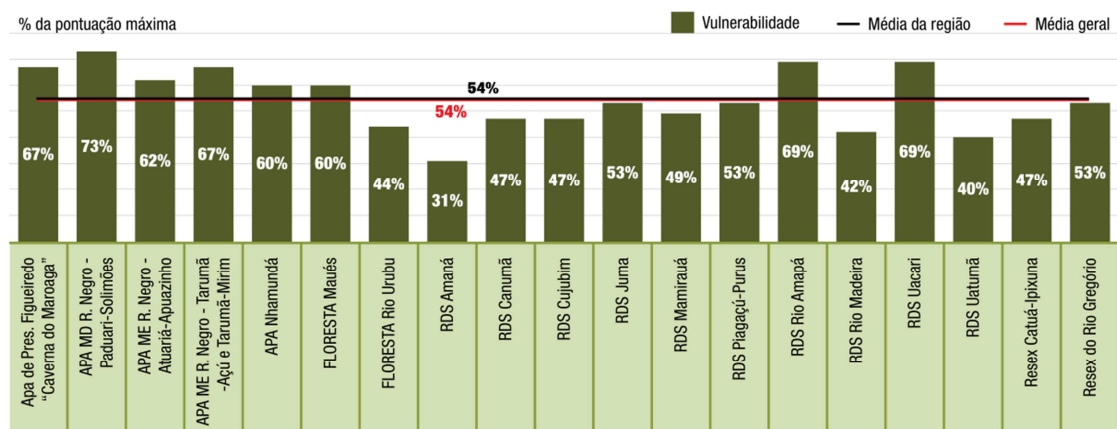


Figura 7. Valores percentuais de vulnerabilidade das unidades de conservação de uso sustentável estaduais do Amazonas. (Fonte: WWF-Brasil, 2011)

O SNUC (2000), no artigo 26, define que quando existir um conjunto de unidades de conservação e áreas protegidas constituindo um mosaico, a gestão do conjunto deverá ser feita

<sup>3</sup> Rappam é um método para avaliação rápida e priorização do manejo de unidades de conservação que tem a finalidade de fornecer ferramentas para o desenvolvimento de políticas adequadas à proteção de florestas e à formação de uma rede viável de unidades de conservação (Simões e Oliveira, 2006).

de forma integrada e participativa, considerando-se os seus distintos objetivos de conservação, de forma a compatibilizar a presença da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regional. Nesse sentido, para realizar a administração da extensa área da APA Margem Direita do Rio Negro Setor Paduari-Solimões, são compartilhados os funcionários temporários do Mosaico do Baixo Rio Negro. No entanto, verificou-se uma baixa efetividade de gestão da unidade (Figura 8), situação similar às todas as UCs estaduais dessa categoria (WWF-Brasil, 2011).

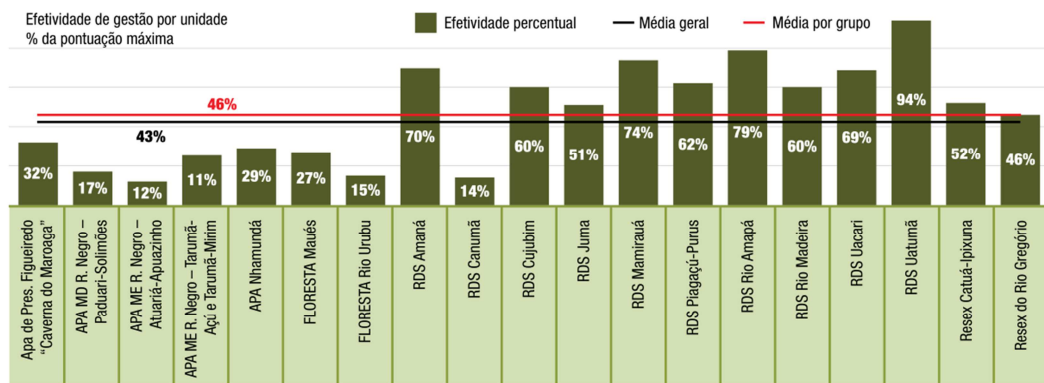


Figura 8. Efetividade de gestão das unidades de conservação de uso sustentável do Amazonas. (Fonte: WWF-Brasil, 2011)

A APA Margem Direita do Rio Negro, Setor Paduari-Solimões, possui papel estratégico para a conservação e manutenção da biodiversidade Amazônica, uma vez que está próxima a importantes áreas protegidas e serve como área de amortecimento das pressões ambientais, portanto os reflexos de sua gestão repercutem invariavelmente sobre todas essas áreas.

### 3.5 Cidade Universitária do Estado do Amazonas

A Cidade Universitária do Estado do Amazonas está sendo construída no município de Iranduba (RMM), na margem direita do Rio Negro. Sua área de abrangência envolve parte dos municípios da RMM, como Iranduba, Manacapuru, Novo Airão e, ainda, Manaus, que fica distante 8,5 km em linha reta (SEINFRA, 2012).

O Decreto nº. 31.728, de 26 de outubro de 2011, declarou a área de implantação da Cidade Universitária como de interesse público para fins de desapropriação e construção da referida cidade, com área de 11.997.705,50 m<sup>2</sup> e perímetro de 15.718,83 m, que corresponde à Área de Influência Direta (AID) do projeto.

Em 2012 foi apresentado ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), órgão ambiental estadual, o Estudo de Impactos Ambientais e o respectivo Relatório de Impactos Ambientais (EIA/RIMA) da Cidade Universitária do Estado do Amazonas, com vistas ao licenciamento ambiental para a construção da primeira etapa do *Campus*, localizado na margem direita do Rio Negro no município de Iranduba (Figura 9).

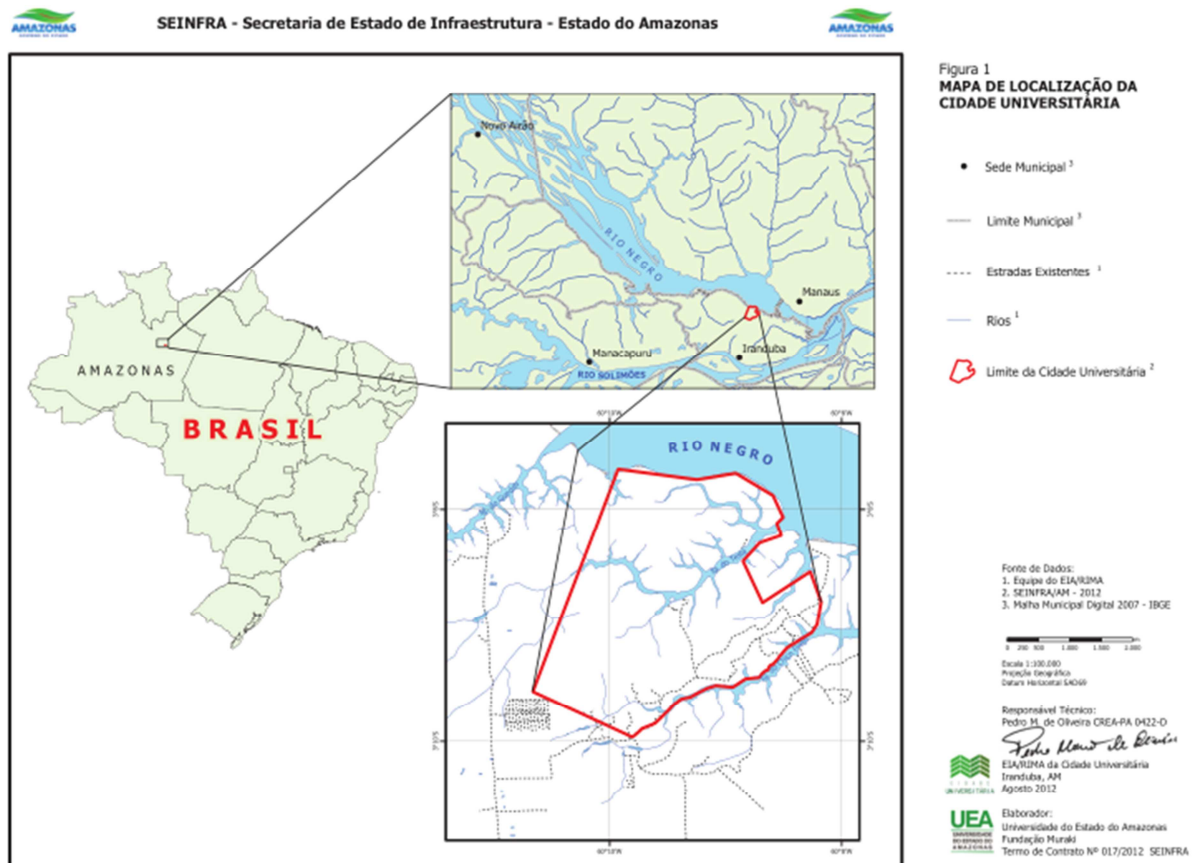


Figura 9. Mapa de localização da Cidade Universitária da UEA. (Fonte: SEINFRA, 2012)

Atualmente, a Cidade Universitária está na primeira etapa de implantação de seu projeto, com a realização de obras de construção do *Campus* da UEA, que inclui as edificações da Reitoria (10,1 ha), da Escola Superior de Tecnologia – EST (9,4 ha), da Escola superior de Saúde – ESA (10,1 ha), da Escola Superior de Ciências Sociais – ESO, (6,8 ha), Núcleo Residencial Universitário (Alojamentos 1 e 2 com 3,9 ha) e área comercial (1,9 ha), bem como as vias de acesso inicial, com área de 12,5 ha, totalizando 54,79 ha situado na Área Diretamente Afetada (ADA). O projeto está orçado em R\$ 300 milhões e prevê a reunião de todos os *campi* em um único complexo ([www.new.d24am.com](http://www.new.d24am.com)).

Para as etapas posteriores serão executadas as demais obras como Centro Tecnológico, Campus da Terra, Hospital Universitário, *shopping center*, condomínios (residencial e

empresarial), hotéis, setor cultural, setor de comércio e serviço, parques, zoológico e complementação da infraestrutura viária da Cidade Universitária (vias e ciclovias, interligadas ao eixo Monumental). Essa etapa compõe o projeto básico avançado e está em fase de elaboração, posteriormente seguirá para o licenciamento ambiental.

Segundo informações do EIA/RIMA da Cidade Universitária o ordenamento da ocupação da área será realizado através de um Plano Diretor Urbano, que deverá conter a divisão de glebas para as diversas atividades da Cidade Universitária. As áreas verdes que irão compor o projeto básico avançado, a ser realizado posteriormente à conclusão da primeira etapa de implantação do *Campus* da UEA, serão formadas pelas seguintes áreas: vila agropecuária, parque temático, parque linear urbano, parque zoológico, área verde e área de preservação permanente (Figura 10).

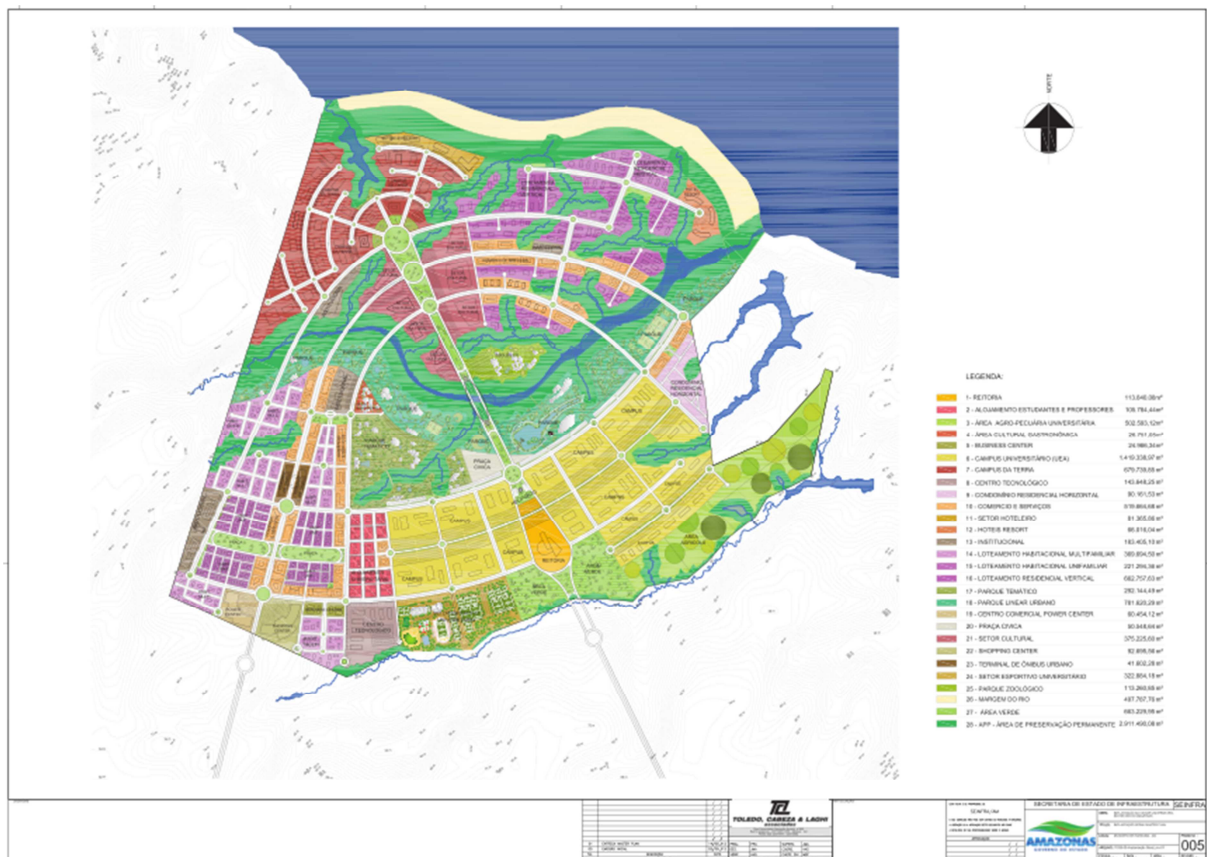


Figura 10. Mapa do projeto básico avançado da Cidade Universitária da UEA. (Fonte: SEINFRA, 2012)

Em todo o escopo do EIA/RIMA é recorrente a ideia de que Cidade Universitária é um projeto inovador e diferenciado, pois prevê a utilização de alta tecnologia e requalificação ambiental, compatível com o conceito de cidades inovadoras, atrelado aos preceitos da



Agenda 21 Brasileira. Tem o objetivo de ser um marco indutor do desenvolvimento socioeconômico do Estado e estabelecer uma nova área de expansão urbana.

### **3.6 Urbanização da área de influência da Rodovia Manoel Urbano e seus impactos**

Os municípios de Iranduba e Manacapuru (RMM), com suas sedes localizadas a 22 km e 84 km de Manaus, respectivamente, apresentavam inúmeros elementos que contribuíram para despertar interesses diversos como: áreas de solos férteis, com terrenos banhados pelo Rio Solimões e presença da terra preta de índio, importante para o cultivo de frutas e hortaliças; jazidas de argilas, utilizadas para a produção de telhas e tijolos; praias fluviais com potencial turístico, localizadas próximas à cidade de Manaus (Sousa, 2013). Com o advento da Ponte do Rio Negro, inaugurada em 2011, outro elemento ganhou destaque na região, os terrenos ainda não parcelados para uso e ocupação imobiliária (Sousa, 2013).

Os atributos supracitados motivaram a ocupação humana desses espaços que tiveram suas distâncias “encurtadas” com a Capital, provocando o crescimento do desmatamento nessa região. Esse processo foi intensificado com a implantação da Ponte do Rio Negro que liga Manaus aos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão. Esse empreendimento provocou uma verdadeira “corrida imobiliária” para a ocupação das áreas adjacentes à Rodovia Manoel Urbano, muito antes da inauguração da Ponte, fato amplamente divulgado pela imprensa local e confirmado pelo grande número de novos empreendimentos.

Outras ações de Estado e da iniciativa privada também influenciaram as dinâmicas socioespaciais no espaço urbano-regional, como a implantação do gasoduto Coari-Manaus (2006 a 2009) e a criação da RMM em 2007 (Sousa, 2013). Caracterizada como uma região metropolitana singular, sem adensando do espaço nem conurbação, mas, ainda assim, com legitimidade jurídica por meio da aprovação na Assembleia Legislativa do Amazonas (Maciel e Lima, 2013). Atualmente estão sendo executadas duas obras públicas estaduais de grande envergadura: a construção da Cidade Universitária do Estado do Amazonas e a duplicação da Rodovia Manoel Urbano (AM-070). Essa última consiste na ampliação do leito para a construção de uma rodovia inteiramente nova, capaz de suportar o intenso tráfego esperado para o local ([www.g1.globo.com](http://www.g1.globo.com)).

Os empreendimentos supracitados intensificaram os processos de mudança na paisagem e provocaram pressão social, econômica e ambiental, repercutindo em impactos negativos para muito além das áreas de influências indiretas previstas nos estudos de impactos ambientais. Ademais, tendo em vista o modelo de expansão urbana praticado na cidade de

Manaus, os municípios de Iranduba e Manacapuru, tornaram-se susceptíveis a absorver e imprimir o mesmo padrão de ocupação desordenado do solo e degradação dos recursos naturais.

No campo socioeconômico, o “boom imobiliário” provocou o crescimento do número e intensidade dos conflitos, levando a transformação do meio rural em urbano. Com o decreto de desapropriação para a construção da Cidade Universitária, houve um deslocamento de comunidades ribeirinhas do Rio Negro. As áreas adjacentes à Rodovia Manoel Urbano, que não foram afetadas pelo decreto, vivenciam uma mudança brusca na paisagem, que pressiona pequenos agricultores a cederem espaço para esse novo cenário. O assassinato de Maria das Dores Priante, em 12 de agosto de 2015, na Comunidade Portelinha, em Iranduba foi um evento trágico que ilustra o processo de transformação. A moradora, presidente da Associação Comunitária Rural Portelinha, lutava contra o comércio ilegal de lotes e foi supostamente assassinada pelo ex-presidente da Comunidade, que negociava lotes com empresários de Manaus ([www.reporterbrasil.org.br](http://www.reporterbrasil.org.br), 2015).

Em Iranduba, observa-se uma dinâmica típica de metropolização e um novo processo de modelagem do espaço, com dois padrões de ocupação distintos. De um lado, o padrão formal, voltado para um público de maior renda com a implementação de grandes bairros planejados e condomínios fechados, que emprega propagandas em *outdoors* e sítios de *internet*, disponibilizando informações sobre o empreendimento e associando-os ao bem estar de morar próximo à natureza (Maciel e Lima, 2013). De outro lado, verifica-se um padrão informal de ocupação do espaço, para a implementação de loteamentos de terrenos de pequenas dimensões, com características urbanas de bairros periféricos e utilização de materiais de propaganda menos elaborados, sem maior consistência de conteúdo informativo, representando uma forma mais simplificada de adquirir um imóvel, o que não significa uma forma menor de comercialização da terra (Maciel e Lima, 2013).

Inúmeros empreendimentos imobiliários encontram-se em fase de construção nas Rodovias Manoel Urbano e Carlos Braga. O IPAAM afirma que os empreendimentos imobiliários localizados nessas rodovias possuem licença ambiental, plano de controle ambiental, composto por critérios para a instalação, como: controle de taludes, implantação de vegetação em área suprimida, destinação adequada para resíduos e controle do canteiro de obras quanto ao esgotamento sanitário ([www.new.d24am.com](http://www.new.d24am.com)).

A população estimada para o município de Iranduba, no ano de 2015, é de 45.984 habitantes (IBGE, 2016). Enquanto que a projeção da população residente para o ano de 2020 é de 51.485 habitantes. A população estimada, para o ano de 2020, nas proximidades da sede

de Iranduba e Rodovia Manoel Urbano, é de 8.024 habitantes para os empreendimentos imobiliários em curso. Considerando os empreendimentos habitacionais da Cidade Universitária, projetados para mais de 86 mil habitantes, e a população flutuante da universidade de 11 mil pessoas, totaliza mais de 105 mil pessoas. Assim, a população total do município projetada é de aproximadamente 157.333 habitantes (SEINFRA, 2012). Um expressivo crescimento exponencial para um horizonte temporal de apenas quatro anos.

A projeção de crescimento populacional, discorrida acima, relaciona apenas os empreendimentos formais legalmente instituídos. Se fosse considerada a dinâmica de ocupação do solo observada com a implementação de inúmeros empreendimentos informais nos meandros da Rodovia Manoel Urbano, essa estimativa possivelmente seria ampliada. Embora Iranduba se destaque na RMM como um dos municípios com maior cobertura verde por habitante, o contexto frenético de mudança na paisagem sinaliza uma preocupação com a gestão territorial do espaço, principalmente por estar dentro de uma área de proteção ambiental.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar a estrutura da paisagem e a conectividade entre os fragmentos florestais do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas para fins de conservação ambiental.

### **4.2 Objetivos específicos**

1. Quantificar o arranjo espacial de fragmentos florestais que compõe a paisagem;
2. Caracterizar o padrão espacial da paisagem por meio de métricas da paisagem;
3. Realizar a análise estrutural dos fragmentos florestais em termos de área, núcleo e composição de bordas;
4. Identificar áreas relevantes para a conservação ambiental com capacidade de promover a conectividade entre os remanescentes florestais.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido na área de entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas, no município de Iranduba – AM, Região Metropolitana de Manaus (RMM), aproximadamente entre os paralelos  $60^{\circ}10'00''$  W e meridianos  $3^{\circ}17'00''$  S (Figura 11).

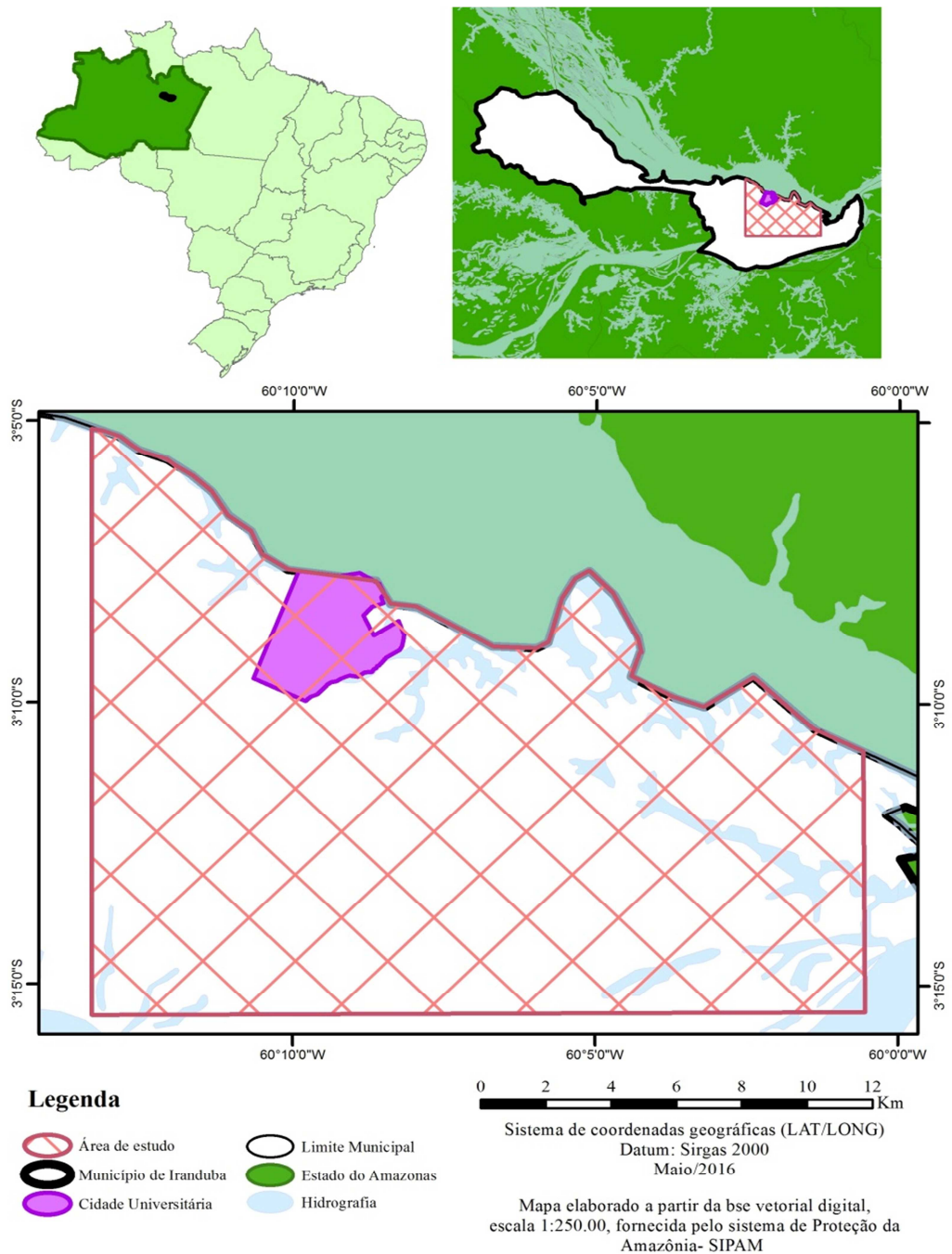


Figura 11. Mapa de localização da área de estudo no município de Iranduba – AM.

O município de Iranduba apresenta uma configuração geográfica com a presença marcante de dois setores distintos, distantes entre si e com padrões de ocupação humana e paisagens bióticas diferenciadas (Rodrigues, 2014). O divisor geográfico que caracteriza esse ambiente é o rio Ariaú, o setor localizado a oeste desse rio é mais associado ao rio Negro e incorpora uma paisagem dominada por matas de terra firme com cobertura florestal mais íntegra, contando com uma menor e mais recente ocupação humana. Diferente do que se observa na região a leste do rio Ariaú, com uma paisagem mais variada, composta por várzeas, fragmentos florestais das matas de terra firme, vegetações secundárias, áreas de cultivos e áreas com solo exposto (Rodrigues, 2014). Nessa última região encontra-se a área da Cidade Universitária do Amazonas, enfoque deste trabalho.

De acordo com o mapa fitoecológico elaborado pelo projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1978), a área de estudo apresenta duas tipologias características: Floresta de Terras Baixas de Platô (Floresta Tropical de Terra Firme) e Florestas de Terras Baixas com Relevo Dissecado. Ocorre também nessa área florestas de igapós, denominadas pelo projeto RADAMBRASIL como áreas de formações pioneiras, compostas por áreas de acumulações inundáveis periodicamente pelos rios de águas pretas.

O EIA/RIMA da Cidade Universitária afirma que a cobertura vegetal original da área de influência direta encontra-se bastante alterada e fragmentada, devido às modificações no uso da terra iniciadas a partir da década de 1950 e aceleradas posteriormente nos anos 1990. Apresenta como padrão de ocupação humana maior concentração das atividades nas margens dos cursos d'água, como usualmente observado na Amazônia (SEINFRA, 2012).

Os solos predominantes da região são latossolos sobrepostos na Formação Alter do Chão, representado nas duas margens do Rio Negro. Em relação à variação de temperatura, há pouca amplitude anual, com mínima em torno de 22° C nos meses de junho e julho, enquanto que geralmente em setembro são registradas as temperaturas máximas, em média de 36° C. O mês com maior precipitação pluviométrica é março, com média de 304 mm (INMET, 2015).

A área de estudo deste trabalho são os remanescentes florestais presentes no entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas, que coincide com a Área de Influência Indireta (AII) do projeto e compreende o Igarapé do Guedes, o ramal do Km 13 e suas respectivas comunidades, o Igarapé do Coã, sua foz e suas comunidades Figura 12.

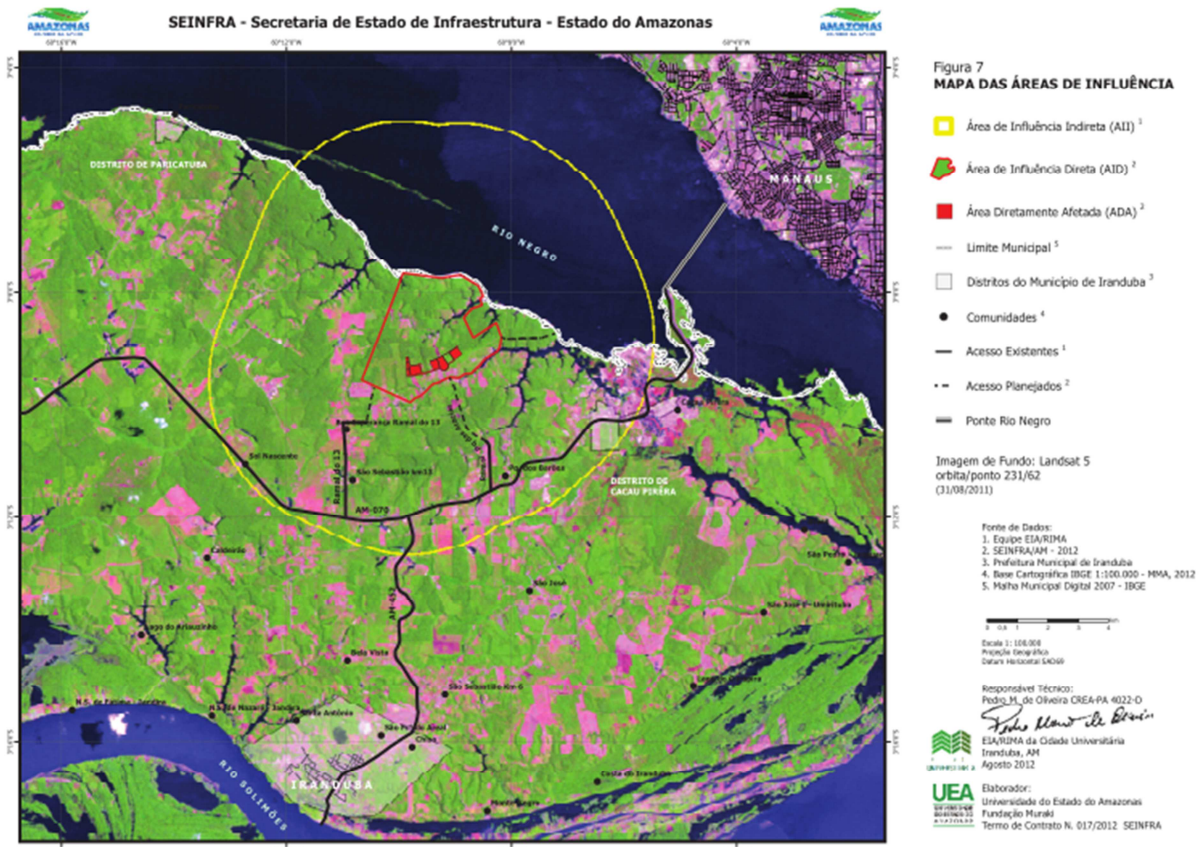


Figura 12. Mapa das áreas de influências da Cidade Universitária da UEA. (Fonte: SEINFRA, 2012)

As informações apresentadas neste trabalho sobre a Cidade Universitária da UEA foram embasadas no Estudo Prévio de Impacto Ambiental e Relatório de Impactos Ambientais (SEINFRA, 2012), apresentados ao IPAAM no ano de 2012 e disponível publicamente para consulta em seu sítio de *internet* <http://www.ipaam.am.gov.br>.

## 5.2 Mapeamento do uso e cobertura da terra

Os procedimentos metodológicos empregados nesse estudo foram: aquisição da cena, classificação digital da imagem, elaboração de mapa temático de uso e ocupação da terra, validação em campo, obtenção de métricas da paisagem, análise da paisagem e a seleção de áreas para conservação, conforme fluxograma metodológico (Figura 13).

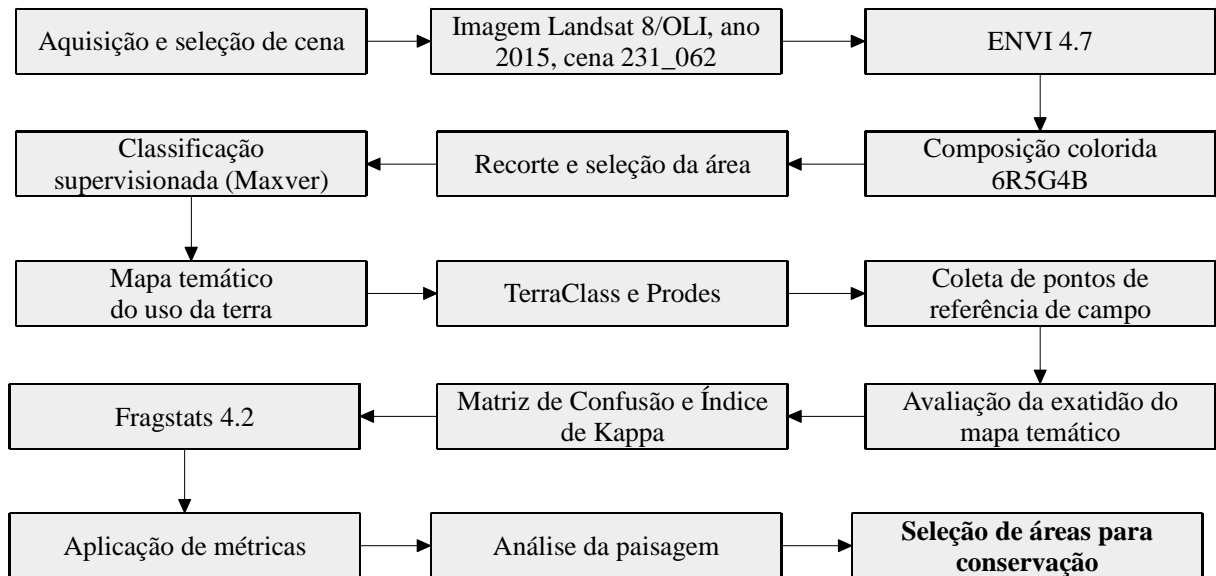


Figura 13. Fluxograma metodológico. (Fonte: o próprio autor)

Para a elaboração do mapa temático da área de estudo, foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 8/OLI, selecionada a cena com menor cobertura de nuvens. A imagem utilizada foi disponibilizada gratuitamente no sítio de *internet* norte americano Glovis, do Serviço Geológico dos Estados Unidos (<http://www.usgs.gov>). A Tabela 1 apresenta as características da imagem utilizada no trabalho.

Tabela 1. Características da imagem Landsat 8.

Data de Aquisição	Agosto de 2015	
Cena	Órbita 231 e ponto 62	
Resolução Radiométrica	12 bits (16 bits operacional)	
Resolução Temporal	16 dias	
Instrumento Imageador	Operacional Terra Imager (OLI)	
Projeção	Projeção UTM, Datum WGS 1984	
Largura de faixa	170 x 183 km	
Correção geométrica	Sim	
<b>Bandas Espectrais</b>	<b>Comprimento de Onda (nm)</b>	<b>Resolução Espacial (m)</b>
Banda 1 – Costeira, Aerossol*	430-450	30
Banda 2 – Azul*	450-510	
Banda 3 – Verde*	530-590	
Banda 4 – Vermelho*	640-690	
Banda 5 – Infravermelho Próximo*	850-880	
Banda 6 – Infravermelho Médio (SWIR1)*	1.570-1.650	15
Banda 7 – Infravermelho Médio (SWIR2)*	2.110-2.290	
Banda 8 – Pancromático	500-680	
Banda 9 – Cirrus*	1.360-1.380	30
Banda 10 – Infravermelho Termal (TIRS1)	10.600-11.190	
Banda 11 – Infravermelho Termal (TIRS2)	11.500-12.510	

\* Bandas Multiespectrais



Nesse trabalho foram utilizadas as bandas referentes aos canais 2 a 7, correspondentes, respectivamente, às faixas espectrais: azul, verde, vermelho, infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (SWIR 1 e SWIR 2). Na primeira etapa realizou-se a visualização da imagem na composição colorida “falsa cor” 6G5R4B, na interface do *software* Envi, versão 4.7.

Em virtude das dimensões da cena do satélite Landsat, foi realizado um recorte delimitando a área de estudo proposta. Na elaboração do mapa temático foram consideradas as seguintes classes:

1) floresta: representada pela floresta primária intacta e com algum grau de degradação, mas que mantém o predomínio da cobertura florestal.

2) vegetação secundária: vegetação em processo de sucessão ecológica em diferentes estádios de regeneração natural, constituída por áreas abandonadas pela agricultura ou pecuária, com dominância de espécies nativas e pioneiras arbóreas e, também, áreas em processo avançado de regeneração, Figura 14.



Figura 14. (A) e (B) Vegetação secundária em diferentes estádios de regeneração natural. (Fonte: o próprio autor)

3) solo exposto: compreende a cobertura da terra em que o solo apresenta-se descoberto pela vegetação durante o preparo do solo para atividades agrícolas, assim como as áreas utilizadas para pastagem, mineração, mosaico de ocupações e áreas urbanas Figura 15.



Figura 15. (A) Pasto limpo e (B) Cultura perene de mamão. (Fonte: o próprio autor)

e 4) cursos d'água: compreende os corpos d'água, tais como rios, lagos naturais e artificiais, Figura 16.



Figura 16. Cursos d'água: (A) Igarapé do Guedes e (B) Balneário. (Fonte: o próprio autor)

A classificação supervisionada da imagem foi realizada aplicando o algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER), que associa classes considerando pontos individuais da imagem (INPE, 2015). Paralelamente para auxiliar na observação de zonas de conflitos foram utilizadas imagens de alta resolução a partir do *software* Google Earth Pro.

Posteriormente, com emprego do *software* QGis (versão 2.8), foi realizada a sobreposição das informações do projeto TerraClass 2012 e do PRODES, ano de 2015. Com isso foram confirmadas as classes temáticas coincidentes e identificadas áreas divergentes, para auxílio da caracterização do uso da terra em campo e obtenção de pontos de controle de mapeamento.

Foram verificados os tipos de uso e cobertura da terra do mapa temático e sua correspondência com a referência à realidade terrestre, com a coleta de 30 pontos de controle para cada classe temática e medidos a exatidão global e o índice Kappa, a partir da matriz de confusão. A matriz de confusão realiza a correlação de informações entre os dados de referência de campo com os dados classificados, com o objetivo de demonstrar a qualidade da classificação digital de uma imagem (Prina e Trentin, 2015). Os índices utilizados foram calculados de maneira a permitir a avaliação da exatidão global da classificação e também individualmente para cada classe. As visitas à área de pesquisa foram realizadas, via terrestre, com acesso principal pela Rodovia Manoel Urbano e acessos secundários por inúmeros ramais (estradas de terra) localizados no entorno da Cidade Universitária da UEA. Foram realizados registros fotográficos georreferenciados por meio uma câmera fotográfica digital com GPS, modelo Nikon Coolpix P6000, e, também, coleta de pontos de controles georreferenciados, utilizando aparelho de navegação Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo Garmin GPSmap 60CSx.

### **5.3 Caracterização estrutural da paisagem**

O mapa temático derivado da classificação foi importado em formato *raster* (matricial) para o *software* Fragstats, versão 4.2. Foram aplicadas métricas de paisagem para quantificar o arranjo espacial, realizar a análise estrutural da paisagem, identificar o padrão espacial e realizar a análise da conectividade entre os remanescentes florestais do entorno da Cidade Universitária. Dessa forma, atendeu-se aos objetivos específicos 1º ao 3º (item 4.2, p. 35).

O Fragstats foi desenvolvido por MacGarigal e Marks (1995) e opera em ambiente DOS ou UNIX, com entrada de dados em formato *raster* (células de *pixels*). Esse programa permite quantificar a estrutura da paisagem e os padrões espaciais, fornecendo valores quantitativos de extensão de área e de distribuição espacial de fragmentos na paisagem. O Fragstats permite, também, calcular várias estatísticas em várias escalas: individualmente para cada mancha no mosaico, para cada tipo de mancha (classe) no mosaico, para o mosaico na paisagem como o todo (Pereira *et al.*, 2001). Com o emprego de técnicas analíticas de sistemas de informações geográficas (SIG), o programa calcula índices espaciais estatísticos que possibilitam a descrição do ambiente em relação ao nível de uniformidade, ou fragmentação, da vegetação na paisagem. Essas informações contribuem para mensurar os

impactos da perda de vegetação para os habitats e a biodiversidade em determinadas áreas (Volotão, 1998).

Optou-se por empregar métricas que possibilitassem caracterizar os fragmentos e avaliar, no contexto da paisagem, a conectividade entre os remanescentes florestais. Foram utilizados os seguintes índices:

**(1) Número de fragmentos (NP)**

Essa métrica quantifica o número de fragmentos presente em cada classe.

$$NP = n_i,$$

em que:

$n_i$  = número de fragmentos da classe.

**(2) Densidade de fragmentos (PD)**

Expressa a quantificação do número de fragmentos por unidade de área. Utilizando a unidade de área 100 ha.

$$PD = \frac{n_i}{A} \times 10000 \times 100,$$

em que:

$n_i$  = número de fragmentos da classe;

$A$  = área total da paisagem.

**(3) Área (AREA)**

Constitui-se em uma métrica muito importante para a compreensão da paisagem, sendo útil tanto para modelos de riqueza de espécies, ocupação e padrões de distribuição de espécies, quanto para a composição de índices de correção de classe e de paisagem (MacGarigal e Marks, 1995).

AREA é igual à área ( $m^2$ ) do fragmento, dividido por 10.000 (para converter para hectares), como segue:

$$AREA = a_{ij} \left( \frac{1}{10.000} \right),$$

em que:

$a_{ij}$  = área ( $m^2$ ) da mancha  $ij$ .

Para verificar a área que cada classe de fragmentos ocupa na paisagem, utilizou-se a fórmula abaixo:

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left( \frac{1}{10.000} \right),$$

em que:

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) da mancha ij.

Enquanto que para mensurar a área da paisagem em estudo, empregou-se a equação abaixo:

$$TA = A \left( \frac{1}{10.000} \right),$$

em que:

A = area total da paisagem (m<sup>2</sup>).

#### (4) **Perímetro (PERIM)**

Essa métrica pode ser relacionada com o grau do efeito de borda em cada unidade de habitat fragmentado. O efeito de borda nesse caso é calculado por meio da razão perímetro/área do fragmento (McGarigal e Marks, 1995).

$$PERIM = p_{ij},$$

em que:

$p_{ij}$  = perímetro (m) do fragmento ij.

#### (5) **Índice de forma (SHAPE)**

O índice de forma descreve a complexidade da forma do fragmento, comparada à forma padrão (McGarigal e Marks, 1995). Desse modo, quando a forma se aproxima de um, o fragmento é circular (vetorial) ou quadrado (raster) e aumenta sem limite, em detrimento do aumento da irregularidade do fragmento.

SHAPE é igual ao perímetro (m) do fragmento dividido pela raiz quadrada de sua área (m<sup>2</sup>), ajustada por uma constante (0,25) para ajustar um padrão quadrado (Mc Garigal; Marks, 1995).

$$SHAPE = \frac{.25P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}},$$

em que:

$P_{ij}$  = perímetro do fragmento j (m);

$a_{ij}$  = área do fragmento j (m<sup>2</sup>).

#### (6) **Área nuclear (CORE)**

Definida como a área do interior do fragmento (em hectares) que não sofre o efeito de borda (McGarigal e Marks, 1995). Para esse estudo considerou-se a como faixa de borda 100 metros para todos os fragmentos. Com isso, a área central é considerada como a área

dentro da mancha, além da distância de borda, o significado principal está relacionado ao efeito de borda (Pereira *et al.*, 2001).

$$\text{CORE} = a_{ij}^c \left( \frac{1}{10.000} \right),$$

em que,

$a_{ij}^c$  = área nuclear ( $\text{m}^2$ ) do fragmento  $ij$  baseada na profundidade de borda especificada (m).

#### (7) Distância ao vizinho mais próximo (ENN)

A distância euclidiana do vizinho mais próximo mede a distância (m) mais curta em linha reta entre uma mancha e seu vizinho mais próximo da mesma classe (McGarigal e Marks, 1995). Essa métrica representa o isolamento da mancha, também traz informações sobre os efeitos da sucessão ecológica, pois a vizinhança influencia na resposta sucessional do ambiente perturbado (McGarigal, 2001). Geralmente as interações ecológicas entre espécies variam de acordo com a distância, por exemplo, a concorrência por recursos entre as plantas (McGarigal, 2001). Essa métrica é um indicador importante para avaliação de metapopulações que dependem do número e arranjo espacial das manchas, em que a probabilidade de uma mancha de habitat ocupada está diretamente relacionada com a proximidade com outras manchas.

$$\text{ENN} = h_{ij},$$

em que:

$h_{ij}$  = distância em metros para o vizinho mais próximo;

ENN se aproxima de 0, quando a distância para o vizinho mais próximo diminui.

#### (8) Agregação

Essa métrica refere-se à tendência das manchas de determinadas classes se distribuírem espacialmente. A agregação está intimamente relacionada com a dispersão, subdivisão e isolamento dos fragmentos, sendo importante para avaliar a conectividade entre os remanescentes florestais por meio do índice de agrupamento. Nesse aspecto, quando as manchas se apresentam mais concentradas, o índice se aproxima de 1, enquanto que quando a distribuição das manchas ocorre de maneira desagregada, o índice se aproxima de -1. O índice de Clumpy é igual a zero quando a classe tem distribuição aleatória e igual a 1 apenas quando a paisagem é constituída por uma única mancha e inclui uma borda composta da classe focal (McGarigal e Marks, 1995).

$$\text{Given } G_1 = \left( \frac{g_{ii}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right)$$

$$CLUMPY = \begin{cases} \frac{G_i - P_i}{1 - P_i} & \text{for } G_i \geq P_i \\ \frac{G_i - P_i}{1 - P_i} & \text{for } G_i < P_i; P_i \geq .5 \\ \frac{P_i - G_i}{-P_i} & \text{for } G_i < P_i; P_i < .5 \end{cases},$$

em que:

$g_{ii}$  = número de prováveis adjacências entre *pixels* de uma mesma classe, baseado no método de dupla contagem;

$g_{ik}$  = número de adjacências entre *pixels* de uma mesma classe, baseado no método de dupla contagem;

$P_i$  = proporção da paisagem ocupada pela classe  $i$ .

### (9) Conectividade

A métrica avalia a conexão entre duas manchas. Isto é, a conectividade é igual ao número de uniões funcionais entre todas as manchas de uma classe, dividido pelo número total de possíveis uniões entre todas as manchas de uma classe correspondente. A conectividade é igual à zero, quando a classe focal consiste em uma única mancha ou não se observam ligações entre as manchas dessa classe. Porém quando todas as manchas de determinada classe forem conectadas, seu valor é igual a cem (McGarigal e Marks, 1995). Nesse estudo a conectividade foi baseada em um critério de distância estabelecido de 500 m.

$$CONNECT = \left[ \frac{\sum_{j \neq k}^n c_{ijk}}{\frac{n_i(n_i - 1)}{2}} \right] (100),$$

em que:

$c_{ijk}$  = junção entre mancha  $j$  e  $k$  ( $0$  = separado,  $1$  = unido) de uma classe ( $i$ ), baseada na distância limite especificada;

$n_i$  = número de manchas na paisagem da classe correspondente.

Os dados gerados no Fragstats foram tabulados em planilha eletrônica de cálculo Microsoft Excel. A partir da aplicação das métricas de paisagem também foram identificadas áreas relevantes para a conservação ambiental presentes na Cidade Universitária e em seu entorno, utilizando critérios como: maior área núcleo, menor efeito de borda, maior integridade estrutural e maior potencial em promover a conectividade entre remanescentes florestais. As áreas com atributos para a conservação ambiental foram relacionadas, atendendo ao 4º objetivo específico proposto para este trabalho (item 4.2, p. 35).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Mapa temático da área de estudo

A área total mapeada foi de 44.782,02 ha (Figura 17). A cobertura florestal apresentou maior representatividade na composição da paisagem, abrangendo 31% da área. Seguida pela classe vegetação secundária e solo exposto, que, juntas corresponderam a aproximadamente 40% dessa paisagem, o que pode ser justificado pela antiga ocupação antrópica desse espaço. Os fragmentos florestais retratados na paisagem apresentam-se dispersos numa matriz altamente modificada, com predomínio de áreas agrícolas e pastagens, em transição para matriz urbana, principalmente, a leste da área de implantação do *campus* universitário. Essas atividades pressionam a conversão da floresta nativa e contribui para o processo de fragmentação florestal (Valente e Vettorazzi, 2002).

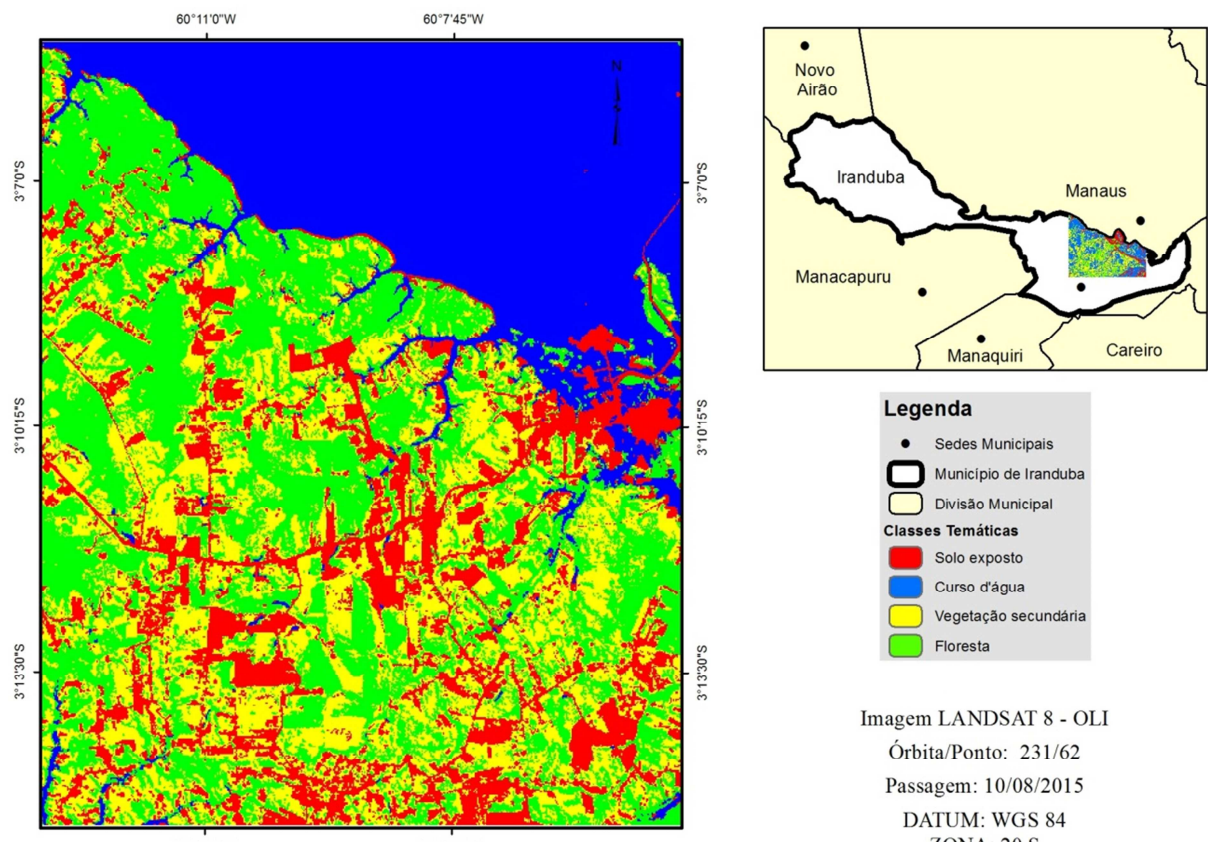


Figura 17. Mapa temático de uso e cobertura da terra obtido pela classificação Maxver.



Os resultados da avaliação da acurácia do mapa obtido pela classificação supervisionada do algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER) estão apresentados na matriz de confusão (tabela 2). Na diagonal da Tabela 2, verifica-se a exatidão de cada classe temática. As classes de maior concordância foram floresta e solo exposto (30 pontos amostrais), seguida por cursos d'água (29 pontos amostrais) e vegetação secundária, que apresentou a menor exatidão (27 pontos amostrais). Os elementos fora da diagonal principal da matriz de confusão correspondem aos erros de classificação, seja por comissão ou omissão. Nesse caso, a classe que representou maior erro de comissão foi floresta, com 9,1% dos pontos amostrais (pixel) de outras classes temáticas (vegetação secundária e cursos d'água), incluídos indevidamente nessa categoria. Quanto aos erros de omissão, a classe que mostrou maior erro foi vegetação secundária, com 10% dos pontos de referência de campo classificados nas classes temáticas de floresta e solo exposto. O índice de Kappa avalia a concordância entre os erros de comissão e omissão, para este trabalho, resultou em valor de 0,95, considerado excelente, pois evidencia uma alta concordância entre as classificações (Landis e Koch, 1977). Por fim, a exatidão global observada foi de 97%, também demonstrando um elevado grau de concordância. Esse valor é superior ao mínimo aceitável (82%) Anderson *et al.*, (1979)

Tabela 2. Matriz de confusão comparando os resultados da classificação, obtida pelo classificador Maxver, com a referência de campo.

Classes	Referência de Campo				Total
	Floresta	Vegetação secundária	Solo exposto	Cursos d'água	
Floresta	<u>30</u>	2	0	1	33
Vegetação secundária	0	<u>27</u>	0	0	27
Solo exposto	0	1	<u>30</u>	0	31
Cursos d'água	0	0	0	<u>29</u>	29
Total	30	30	30	30	120
Erro de comissão	9,1%	0	3,2%	0	12,3%
Erro de omissão	0	10%	0	3,3%	13,3%
Exatidão global = 97%			Índice de Kappa = 0,95		

## 6.2 Dinâmica de uso e cobertura da terra

Durante o trabalho de campo foi verificado duas dinâmicas de ocupação do espaço. O setor localizado a oeste da Cidade Universitária da UEA apresenta uma ocupação caracterizada pela presença das propriedades de maior porte, compostas por chácaras e áreas utilizadas para pecuária, piscicultura, agricultura de culturas anuais e perenes. Percebeu-se nessa região um fluxo de população ribeirinha por meio do Igarapé do Guedes. Apresenta, também, nesse conjunto, comunidades organizadas (Figura 18).



Figura 18. Dinâmica de uso e cobertura da terra: (A) Comunidade rural e (B) Construção de novos empreendimentos. (Fonte: (A) <http://am.mgfimoveis.com.br/venda-am-manaus-vendo-terreno-proximo-cidade-universitaria-iranduba-41392800> e (B) o próprio autor)

A vegetação predominante dessa área é composta por vegetação secundária, em diferentes estádios de regeneração, as áreas mais jovens encontram-se adjacentes às estradas principais em regime de pousio. O porte da vegetação aumenta, conforme se adentra aos ramais meandrosos. Observou-se a ocorrência de fragmentos florestais marcada, preliminarmente, por apresentar menor porte e menor adensamento de vegetação lenhosa.

O setor situado a leste da Cidade Universitária, especialmente próximo à área de edificação da Universidade, apresenta aparentemente abertura de novas estradas (Figura 19). Seu entorno encontra-se ocupado por pequenos lotes comparáveis a terrenos de bairros periféricos, nos quais, por apresentar pequenas dimensões, se supõe ser inviável a produção do setor primário. Essa região abriga, ainda, diversas áreas em pousio, pastos abandonados e desenvolvimento de atividades econômicas como estaleiro, hotel de selva, entre outras. A vegetação dessa área apresentou o maior porte observado, contudo encontra-se reduzida em pequenos fragmentos.



Figura 19. Dinâmica de uso e cobertura da terra: (A) Fragmentos florestais de maior porte e (B) Abertura de novas estradas. (Fonte: o próprio autor)

Em toda área investigada, percebeu-se a mesma tônica de transformação do espaço rural em urbano, tanto para estabelecer moradia quanto para implementar atividades econômicas (Figura 20). Esse fenômeno é descrito pelos geógrafos como periurbanização e caracteriza-se pela metropolização do espaço. Nesse processo, os espaços rurais e urbanos não se apresentam de forma dicotômica, o urbano é o protagonista, provocando significativas transformações (Araújo, 2014), introduzindo atividades e funções para estabelecer residência, comércio, indústria e serviços. O processo de periurbanização foi acelerado pela ponte Rio Negro, que facilitou o acesso à região, porém, a implantação da Cidade Universitária, com todos os atributos projetados, possivelmente, consolidará a metropolização e, na ausência de planejamento e monitoramento do processo de ocupação, pressionará a perda de cobertura florestal.



Figura 20. Processo de urbanização do espaço rural próximo à Cidade Universitária. (Fonte: o próprio autor)

### 6.3 Caracterização da estrutura da paisagem do entorno da Cidade Universitária da UEA

Na paisagem desse estudo, a classe vegetação secundária apresentou maior ocorrência em número de manchas, seguida por solo exposto, floresta e curso d'água (Tabela 3). A quantidade de manchas em cada classe é importante para demonstrar o padrão espacial, tendo em vista que expressa o grau de fragmentação da paisagem (Calegari *et al.*, 2010). Desse modo, a classe floresta apresentou uma grande quantidade de manchas, fato que demonstra que este tipo de cobertura está sofrendo um processo de fragmentação florestal ocasionado pela crescente expansão das atividades humanas na região. Observa-se também na Tabela 3 que há uma elevada quantidade de manchas na classe de vegetação secundária, superior àquela observada para o solo exposto, composta predominantemente de pastos e agricultura. Isto pode caracterizar uma dinâmica moderada do uso da terra, com áreas permanecendo em pousio por mais tempo, na expectativa de que a valorização da terra supere os benefícios das atividades agrícolas. Deve-se também considerar que grande parte dessas terras em pousio possivelmente está relacionada aos sistemas de rotação de terras em áreas de agricultura familiar.

Tabela 3. Distribuição da paisagem

<b>Classes temáticas</b>	<b>Nº de Manchas</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Paisagem (%)</b>
1 Floresta	962	13.909,41	31,1
2 Vegetação secundária	1.413	8.889,03	19,8
3 Solo exposto	985	8.849,16	19,8
4 Cursos d'água	301	13.134,42	29,3
<b>Total Geral</b>	<b>3.661</b>	<b>44.782,02</b>	100

As áreas de vegetação secundária concentraram-se, principalmente, adjacentes às estradas (Figura 17) e apresentaram pequenas dimensões (Tabela 4). Assim, mesmo tendo maior número de manchas, essas áreas apresentam menor representatividade na paisagem do que a classe floresta (Tabela 3). Por outro lado, ainda se verifica fragmentos de florestas em maior extensão na paisagem, sobretudo, nas áreas de difícil acesso. Com emprego da estatística descritiva das métricas da paisagem, foi realizada a caracterização dos remanescentes com cobertura vegetal da área de estudo, representada pelas classes floresta e vegetação secundária (Tabela 4).

Tabela 4. Estatística descritiva das métricas de paisagem do entorno da Cidade Universitária da UEA.

Variáveis	Floresta				Vegetação Secundária			
	Mínimo	Média	Máximo	Desvio padrão	Mínimo	Média	Máximo	Desvio padrão
Área (ha)	0,27	14,46	2.229,30	117,52	0,27	6,29	657,72	30,05
Perímetro (m)	240	2.861	343.260	16.720	240	2.200	163.080	7.858
Forma	1	1,77	18,16	1,33	1	1,89	15,89	1,35
Área núcleo (ha)	0	3,77	954,81	41,95	0	0,39	94,59	3,94
DVMP* (m)	0,02	699,59	6.398,91	1.211,63	0,03	192,87	1.920,52	316,59
Densidade (Frag/100 ha)	4,73(frag./100 ha)				6,51 frag./100 ha			

\* Distância ao vizinho mais próximo

A métrica área indicou grande variabilidade entre os fragmentos florestais da paisagem do entorno da Cidade Universitária, apresentou área média estimada de 14,46 ha, alta densidade de fragmentos (4,73 frag./100 ha), indicando a existência de número significativo de fragmentos com tamanho menor que a área média, contudo, nota-se também a presença de fragmentos de maior tamanho, corroborado pelo alto desvio padrão verificado (Tabela 4). A área média estimada para vegetação secundária foi de 6,29 ha, com densidade de fragmentos (6,51 frag./100 ha) superior ao observado na classe floresta, demonstrando o número expressivo de fragmentos com tamanho inferior à média observada. Desse modo, o baixo desvio padrão observado sugere que os fragmentos dessa classe estão concentrados em áreas de menor tamanho. O tamanho médio dos fragmentos pode ser um indicativo de fragmentação da paisagem, uma vez que essa variável está em função do número de fragmentos e da área total que a classe ocupa. Assim, paisagens mais fragmentadas são aquelas que apresentam menores valores para tamanho médio de mancha (McGarigal *et al.*, 2002). Ao se avaliar conjuntamente o tamanho médio e a densidade de fragmentos é possível entender os diferentes aspectos estruturais de uma paisagem, como a fragmentação florestal, porque permite avaliar a distribuição dos fragmentos por unidade de área (Valente e Vettorazzi, 2002).

O perímetro apresentou grande variabilidade entre os fragmentos, os maiores perímetros foram registrados para a classe floresta, que apresentou média estimada de 2.861 m, com elevado desvio padrão, indicando a alta dispersão entre os valores dessa variável e a média estimada (Tabela 4). Tendo em vista a intensa relação dessa variável com a métrica de área, pode-se inferir que esse resultado seja um indicativo da diversidade de áreas encontradas nessa paisagem. O índice de forma demonstrou que os fragmentos avaliados possuem formas intensamente recortadas, apresentando média do índice de forma dos fragmentos de floresta de 1,77, e para vegetação secundária no valor de 1,89 (Tabela 4). A

complexidade da forma dos fragmentos, especialmente aqueles muito finos e compridos ou com formas muito irregulares, influencia diretamente a relação entre o perímetro e a área do fragmento. Quanto maior a relação, maior será a quantidade de borda que pode afetar grande parte ou integralmente o fragmento florestal, excluindo espécies sensíveis às essas condições (MMA, 2003).

Na composição de área núcleo, verificou-se que os fragmentos florestais apresentam diferentes estádios de conservação, com média de apenas 3,77 ha (Tabela 4). O alto desvio padrão expressa a existência de áreas núcleos maiores, como o fragmento 131, que possui área núcleo de 954,81 ha. A área núcleo representa um excelente indicativo da qualidade dos fragmentos florestais (McGarigal e Marks, 1995) e, quanto menor, maior a proporção de borda de um fragmento (MMA, 2003). O resultado da métrica distância ao vizinho mais próximo demonstra que os fragmentos florestais estão em média 699,59 m distante até a borda mais próxima (Tabela 4). O grau de isolamento afeta diretamente a qualidade de um remanescente florestal e pode interferir na movimentação dos organismos e na dispersão de espécies florestais. Quanto maior o isolamento, maior será a taxa de crescimento de espécies de borda, que podem ocupar todo o remanescente (Valente e Vettorazzi, 2002).

Numa análise preliminar da paisagem, considerando as informações da Tabela 4, os fragmentos florestais se caracterizam por apresentar pequenos tamanhos, com pouca área núcleo, formas complexas e encontram-se distantes de outros fragmentos da mesma classe. Desse modo, avaliados conjuntamente, esses índices permitem afirmar que a cobertura florestal da área encontra-se bastante fragmentada e fortemente influenciada pelas ações antrópicas desenvolvidas na matriz.

A Tabela 5 apresenta a distribuição das classes de tamanho que os fragmentos de floresta e vegetação secundária ocupam na paisagem. Essas informações são importantes para subsidiar estratégias para a conservação da biodiversidade (Viana *et al.*, 1992).

Tabela 5. Fragmentos de Floresta e de Vegetação Secundária.

Classes de tamanho (ha)	Floresta			Vegetação secundária		
	Quantidade	Área média (ha)	Área total (ha)	Quantidade	Área média (ha)	Área total (ha)
≤10	881	1,22	1.076,58	1.277	1,33	1.703,34
11 a 20	27	14,55	392,76	60	14,49	869,67
21 a 30	14	24,32	340,47	21	24,51	514,71
31 a 40	8	34,17	273,33	8	33,46	267,66
41 a 50	7	42,31	296,19	11	44,75	492,21
51 a 100	9	69,31	623,79	19	64,17	1.219,14
101 a 200	5	160,60	802,98	12	154,49	1.853,91
201 a 300	1	294,84	294,84	2	250,83	501,66
301 a 400	0	0	0	1	380,88	380,88
401 a 500	2	422,10	844,20	1	428,13	428,13
> 500	8	1.120,53	8.964,27	1	657,72	657,72
<b>Total Geral</b>	<b>962</b>	<b>14,46</b>	<b>13.909,41</b>	<b>1.413</b>	<b>6,29</b>	<b>8.889,03</b>

A Tabela 5 evidencia a concentração de pequenos fragmentos com área menor que 10 hectares nas classes de floresta e vegetação secundária, representando, respectivamente, 92% e 90% do total de fragmentos, fator determinante para o resultado da área média estimada para ambas as classes. Nesse aspecto, os fragmentos menores que 10 hectares representaram apenas 7,8% da área total da classe floresta, enquanto que na vegetação secundária representaram 19,2% de sua classe.

Os fragmentos florestais com área menor que 10 hectares não apresentaram área núcleo e possuem índice de forma médio de 1,5, indicando irregularidade de sua geometria, apenas 20% desses fragmentos apresentaram forma próxima a circular. Esses fragmentos sem área núcleo, associados ao pequeno tamanho e a irregularidade da forma, possivelmente estão integralmente afetados pelas influências de suas bordas. Nesse contexto, as bordas são áreas de transição entre as unidades de paisagem sob forte influência da matriz e apresentam composição de espécies diferentes da área núcleo (Valente e Vettorazzi, 2002). As bordas na paisagem podem ser consideradas como áreas de controle dos fluxos de materiais energéticos e biológicos (Metzger, 1998).

A dinâmica do ecossistema nos fragmentos pequenos é determinada por fatores externos, com maior exposição ao efeito de borda, que pode atingir até 500 m de distância no interior da mancha, modificando a estrutura florestal por meio do aumento da mortalidade de

árvores e taxas de substituição, modificação nas taxas de recrutamento e alterações microclimáticas severas (MMA, 2003). Principalmente quando os fragmentos apresentam forma mais complexa, resultando em menor área central efetivamente preservada, com isso, o fragmento torna-se mais predisposto às perturbações antrópicas como fogo, caça, exploração madeireira, espécies invasoras, etc. (MMA, 2003). Os pequenos fragmentos florestais geralmente apresentam menor ocorrência de indivíduos da mesma espécie, o que influencia diretamente no aumento da probabilidade de endogamia e extinção local (Costa, 2003). Contudo esses fragmentos podem funcionar como pontos de ligação (*stepping stones*) entre os fragmentos florestais dispersos na paisagem, promovendo, assim, maior heterogeneidade de habitats distribuídos na matriz (Almeida, 2008).

#### **6.4 Análise do estado de conservação dos fragmentos florestais com área superior a 100 ha**

Foram relacionados na Tabela 5 os fragmentos florestais com área superior a 100 ha. Verificou-se a baixa ocorrência de fragmentos nas classes de floresta e vegetação secundária, perfazendo 33 manchas, distribuídas equitativamente nas duas classes, compondo, na cobertura da paisagem, respectivamente, 1,7% e 1,2%. Avaliando a distribuição por classe de tamanho dos fragmentos florestais, destaca-se a ocorrência de oito remanescentes com área superior a 500 ha. Essas informações são corroboradas pelo levantamento realizado por Rodrigues (2014), que identificou, nessa mesma região, a existência de diversos fragmentos florestais variando entre 100 e 1.000 ha.

À medida que se restringe a análise para fragmentos florestais acima de 100 ha, o resultado do índice de forma aumenta significativamente, retratando que os maiores fragmentos da paisagem possuem geometrias mais irregulares (Tabela 6). Quando se avalia a relação perímetro e área dos fragmentos florestais, verifica-se que eles apresentam alta razão perímetro e área, denotando maior exposição ao efeito de borda e menor quantidade de área central (MMA, 2003). O fragmento florestal 1507 possui maior área, maior perímetro e forma mais irregular (18,16). Esse elevado fator de forma se deve pela atribuição de peso diferenciado em função do tamanho do fragmento (Valente e Vettorazzi, 2002).

O fragmento de floresta que apresentou forma mais simples, 4662, possui índice de forma de 3,1 e ocupa 184,86 ha, com isso, dispõe de menor razão perímetro e área. “A análise da forma de um fragmento não pode ser feita de maneira isolada, pois está diretamente relacionada ao tamanho do fragmento e tem grande influência no efeito de borda a que esse fragmento está submetido” (Valente e Vettorazzi, 2002).



Tabela 6. Fragmentos florestais com área superior a 100 ha.

<b>Frag- mento</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Perímetro/ Área</b>	<b>Forma</b>	<b>Área Núcleo (ha)</b>	<b>Área Núcleo (%)</b>	<b>Distância ao vizinho mais próximo (m)</b>
<b>1507</b>	2.229,30	343.260	154	18,2	532,26	23,9	320,39
<b>131</b>	1.965,87	204.480	104	11,5	954,81	48,6	2.193,05
<b>613</b>	1.135,17	167.580	148	12,4	347,22	30,6	1.835,63
<b>6006</b>	903,78	92.340	102	7,7	420,21	46,5	1.882,86
<b>2501</b>	734,13	133.680	182	12,3	209,52	28,5	748,91
<b>3984</b>	689,22	135.120	196	12,8	158,67	23,0	347,06
<b>1928</b>	676,80	104.400	154	10,0	207,99	30,7	364,39
<b>4646</b>	630,00	107.040	170	10,6	138,78	22,0	3.095,87
<b>2955</b>	424,71	60.840	143	7,3	171,00	40,3	236,74
<b>1263</b>	419,49	45.300	108	5,5	209,43	49,9	4.535,33
<b>4669</b>	294,84	59.700	202	8,7	34,74	11,8	316,61
<b>3160</b>	199,89	54.600	273	9,6	6,66	3,3	486,70
<b>4662</b>	184,86	17.040	92	3,1	56,88	30,8	2.844,69
<b>1582</b>	181,80	33.900	186	6,3	48,69	26,8	358,73
<b>6374</b>	122,85	28.500	232	6,4	10,35	8,4	374,91
<b>5314</b>	113,58	26.340	232	6,1	7,02	6,2	943,57

A Tabela 6 relaciona os fragmentos florestais com área superior a 100 ha e suas respectivas áreas núcleos. O fragmento 1263 apresentou área de 419,49 ha e maior área núcleo da paisagem com 209,43 ha, que corresponde a aproximadamente 49,9% de todo o fragmento. Seguido pelo fragmento 131 com área de 1.965,87 ha, sendo 48,6% ocupada por sua área núcleo, assim como o fragmento 6006 com área de 903,78 ha, com 46,5% ocupada por sua área núcleo. Em contrapartida, o fragmento 3160, com área de 199,89 ha, apresentou apenas 3,3% de área núcleo e índice de forma 9,6. Situação similar se verifica no fragmento 5314 que possui área de 113,58 ha e apenas 6,2% de sua área com presença de área núcleo, com índice de forma de 6,1. Sugerindo a existência de elevada perda de habitats e consequente comprometimento da fauna e flora locais, o que pode contribuir para o acirramento da competição entre espécies generalistas, tolerantes às condições ambientais da borda, com as espécies de interior da mata denominadas de especialistas, sensíveis à mudança na estrutura da paisagem.

Em relação à distância ao vizinho mais próximo, na Tabela 6 estão relacionados os fragmentos de floresta que ilustram adequadamente a composição da paisagem da área de

estudo. Destaca-se a situação do fragmento de floresta 2955, que apresenta uma área de 424,71 ha e distância de 236,74 m de outro fragmento, o que possivelmente favorece a movimentação de metapopulações entre manchas e contribui para novos processos de recolonização de fauna e flora, auxiliando na conservação ambiental. Assim como o fragmento 4669 com área de 294,84 ha e distância do vizinho mais próximo de 316,61 m. Por outro lado o fragmento 1263 encontra-se 4.535,33 m distante da borda mais próxima, assim, esses remanescentes encontram-se mais distantes uns dos outros e sob maior influência dos outros usos e cobertura do solo (Valente e Vettorazzi, 2002).

Para essa paisagem, o índice de Clumpy apresentou na classe floresta 0,78%. Esse agrupamento observado pode facilitar a troca gênica entre as espécies da fauna e flora e representar um indicativo positivo para a conservação ambiental desses fragmentos. Entretanto, percebeu-se, por meio da métrica de conectividade, que a classe floresta apresenta baixo grau de ligação entre os remanescentes, pois seu índice (0,56%) se distancia de 1. A classe de vegetação secundária encontra-se numa situação de maior isolamento, apresentando índice de conectividade substancialmente inferior (0,47%) à classe floresta, sugerindo que os fragmentos dessa classe sejam resultado direto da dinâmica de uso da terra. Nas duas classes, essa métrica retrata a configuração dessa paisagem composta por inúmeros fragmentos florestais e de vegetação secundária com alto grau de isolamento, indicando que a paisagem encontra-se bastante antropizada e apresenta um número reduzido de ligação entre os remanescentes florestais, o que dificulta o fluxo de metapopulações. Por outro lado, no mapa temático da área de estudo (Figura 17) é possível observar que as áreas de vegetação secundária estão distribuídas, na maioria das vezes, adjacentes às áreas de floresta, isso pode conferir maior porosidade à matriz. A conectividade caracterizada pela capacidade da paisagem de facilitar o fluxo genético e a complexidade do mosaico são parâmetros relevantes que interferem no funcionamento dos fragmentos (Metzger, 1998). Em paisagens intensamente cultivadas, a conectividade tende a diminuir. Esse processo pode ser mitigado, sendo necessária a incorporação de estratégias que promovam a conectividade, como o estabelecimento de corredores em matas ciliares, aumento da porosidade da matriz a partir da regeneração natural de espécies arbóreas ou ainda disseminação de sistemas agroflorestais (Viana e Pinheiro, 1998).

## 6.5 Áreas relevantes para a conservação ambiental

Pode-se observar na Figura 21 o contexto da paisagem da área de estudo, com a representação dos fragmentos florestais com áreas acima de 100 ha, a primeira etapa do *Campus* da UEA, bem como a área desapropriada para a implementação da Cidade Universitária.

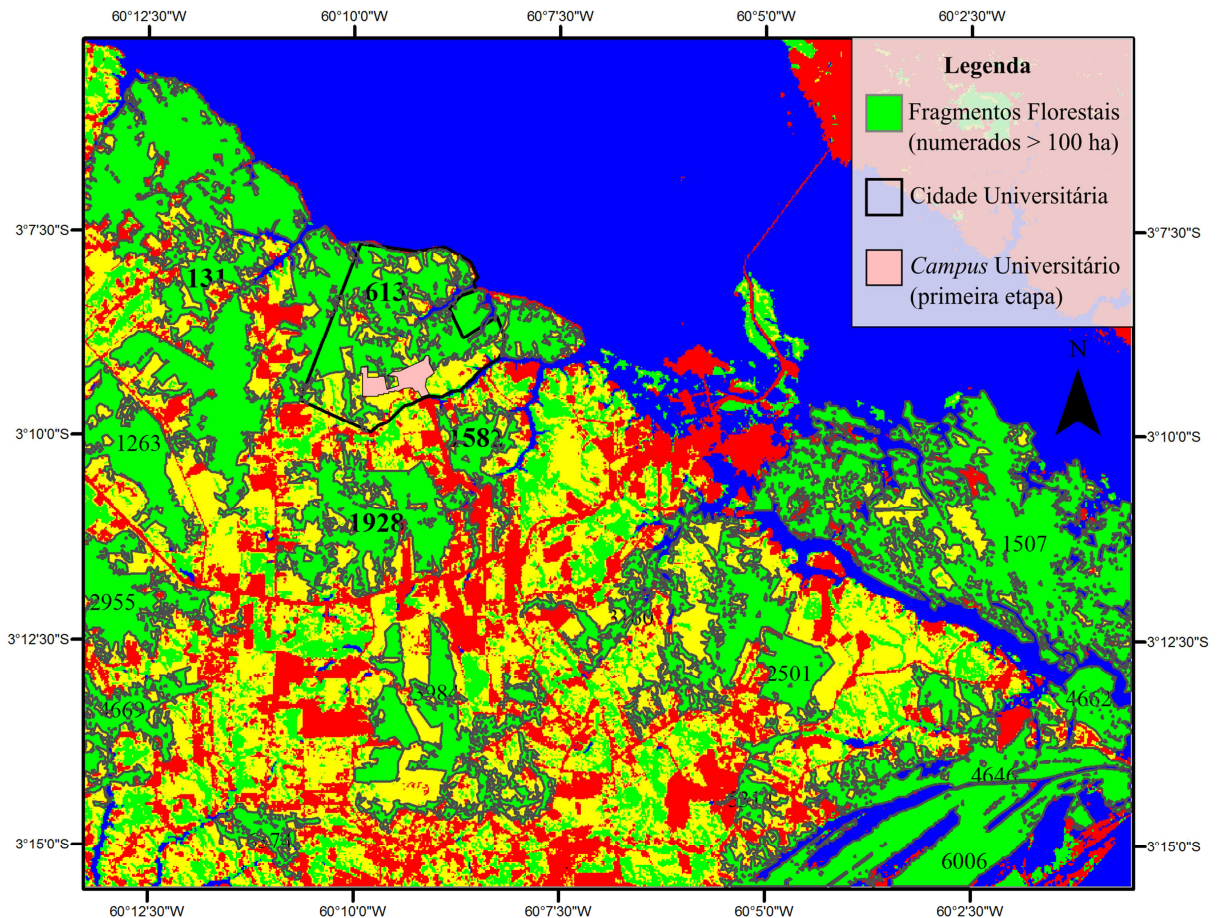


Figura 21. Fragmentos florestais acima de 100 ha.

Algumas características são consagradas pela academia para a escolha de áreas relevantes para a conservação ambiental, sendo: reservas maiores são preferíveis, unidades são preferíveis a subdivisões, reservas próximas entre si são melhores do que aquelas distantes, reservas circulares são melhores do que lineares e fragmentos devem ser conectados por corredores (Primack e Rodrigues, 2001). A oeste da Cidade Universitária é possível notar a existência de um grande fragmento florestal, intensamente recortado, mas que dispõe de uma relativa porosidade da matriz, que permite a percolação desse fragmento nessa região. A irregularidade da forma é marcante em todos os fragmentos com área superior a 100 ha, o que

dificulta a escolha de áreas para a conservação ambiental com menor proporção borda-área (MMA, 2003).

Na área focal da Cidade Universitária do Estado do Amazonas verifica-se a ocorrência de apenas quatro fragmentos florestais acima de 100 ha (1582, 1928, 131 e 613) Figura 22.

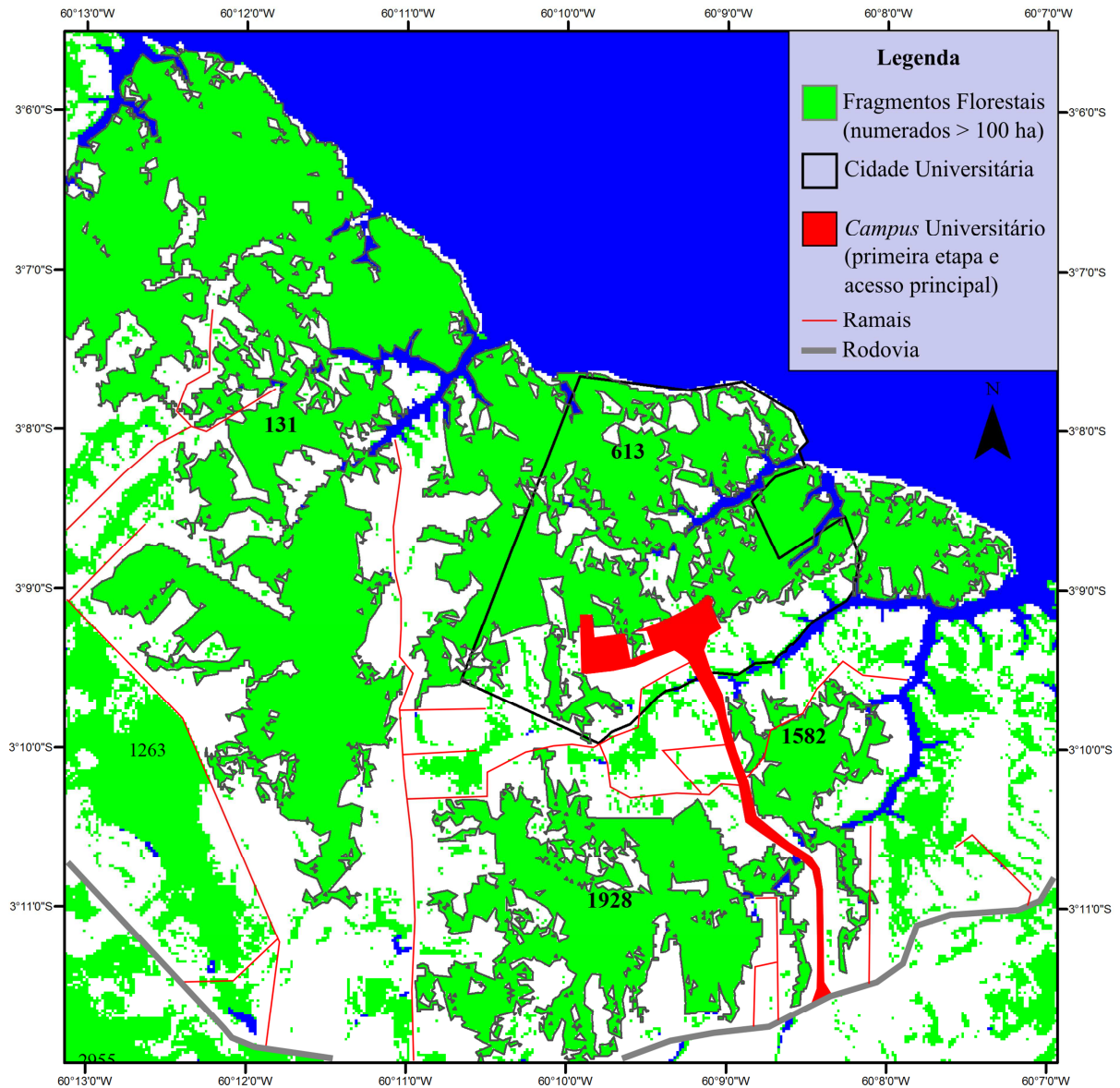


Figura 22. Fragmentos florestais no entorno da Cidade Universitária. Fragmentos maiores do que 100 ha circunvizinhos da Cidade Universitária estão numerados em negrito.

Os fragmentos florestais relacionados na Figura 22 apresentam diferentes atributos para a conservação ambiental, o fragmento 131 apresenta a maior área e proporção de área núcleo, porém possui alto índice de forma, enquanto que o fragmento 1582 apresenta menor relação perímetro área e, no entanto, possui menor proporção de área núcleo (26,8), sendo importante porque foi onde, em campo, verificou-se o maior porte da vegetação arbórea.

Observa-se que o fragmento 613 está inserido quase integralmente na área de implantação do projeto básico avançado da Cidade Universitária, que apresentará, dentre outras unidades, setor cultural, comércio e serviço, *campus* da terra, parque temático e empreendimentos residenciais. Além disso, esse fragmento se destaca por ser vizinho próximo ao fragmento 131, que apresenta uma área de 1.965,87 ha e possui conectividade com as florestas de terra firme do interflúvio dos rios Negro-Japurá-Solimões, evidenciando ser um importante fragmento para a conservação ambiental. Viana e Pinheiro (1998) destacam que para selecionar áreas para proteção ambiental devem ser consideradas as características e o potencial de conservação dos fragmentos vizinho, pois o enfoque holístico de paisagem é fundamental para a eficácia dessas unidades para a conservação da biodiversidade.

Muitos estudos em ecossistemas fragmentados demonstram que é essencial a compreensão conjunta dos fatores que podem estar atuando simultaneamente sobre os fragmentos florestais como tamanho, forma, idade, uso da matriz (MMA, 2003). Nesse aspecto, é importante salientar que, nessa paisagem, a fragmentação é marcante nas adjacências das estradas que interceptam a área, essa ação antrópica resulta na “formação de diferentes tipos vegetacionais, como pastagens em diferentes níveis de degradação, capoeiras com diferentes estádios de regeneração e fragmentos de mata nativa com diferentes tamanhos e formas” (MMA, 2003). As barreiras criadas na paisagem como estradas e urbanização, podem representar obstáculos ao movimento de organismos com impactos cumulativos em amplas escalas espaciais (McGarigal, 2001). Desse modo, esses fatores representam uma dificuldade adicional ao estabelecimento de ligação entre fragmentos florestais.

Se por um lado os grandes fragmentos, que possuem menor grau de isolamento, menor nível de degradação e menor risco de perturbação devem ser priorizados para a conservação ambiental, por outro lado, os fragmentos pequenos que sejam raros na paisagem pela sua localização também devem ser priorizados (Viana e Pinheiro, 1998). Independente dos critérios para a escolha do remanescente a ser conservado, a efetividade da conservação ambiental deve envolver o homem no processo, pois, embora ele esteja na origem dos problemas ambientais, também é parte essencial de sua resolução (Metzger, 2001).

Ressalta-se que essa é uma análise simplificada da paisagem, haja vista que deve ser considerado na análise fatores como o histórico de perturbações que cada área foi submetida, bem como as faces de exposição da mancha ao efeito de borda. O conhecimento gerado por esse estudo pode subsidiar a priorização de fragmentos viáveis a conservação ambiental, entretanto, outros estudos se fazem necessários para complementar as informações sobre a biodiversidade ainda existente e a dinâmica de ocupação desse espaço.

Por se tratar de um processo de fragmentação ocorrendo dentro de uma APA, os resultados desse trabalho poderão subsidiar ações voltadas para assegurar a sustentabilidade dos fragmentos florestais. Dentro do contexto ambiental da APA Margem Direita do Rio Negro Setor Paduari–Solimões, os fragmentos florestais localizados no entorno da Cidade Universitária, embora estejam imersos numa matriz altamente modificada em transição para matriz urbana, ainda apresentam características estruturais (área, perímetro, forma e área nuclear) importantes para a conservação ambiental. Além disso, os remanescentes ainda mantêm conectividade com as florestas de terra firme do interflúvio dos rios Negro-Japurá-Solimões. O fluxo de material genético entre as áreas fragmentadas do entorno da Cidade Universitária e as florestas da Amazônia central, uma das regiões de maior biodiversidade do planeta, são importantes para a manutenção da diversidade de flora e fauna. Em se tratando de fauna aquática, as florestas de igapó mantêm a conexão pelo Rio Negro com áreas similares no arquipélago Anavilhanas, lago do Ubim e margem esquerda (Tupé, Tarumã–Mirim, Tarumã–Açú e Cuieiras).

No processo de implementação da APA poderiam ser estabelecidas normas e restrições para a utilização racional dos recursos naturais, considerando a conservação dos remanescentes florestais. O fato da APA ser constituída por terras públicas e/ou privadas, impõe uma variedade de atores para realizar a gestão desse espaço. Isso se torna mais complexo, pela extensão ocupada e a proximidade a um grande centro urbano, como Manaus. “Porém o espaço democrático, conquistado com a criação do conselho, é um grande passo inicial para a construção de uma gestão efetivamente participativa” (Jacintho, 2003).

Embora a área de abrangência desse estudo ocupe apenas uma parte ínfima da APA Margem Direita do Rio Negro – Setor Paduari Solimões, seus resultados devem servir de alerta para a perda de cobertura florestal e fragmentação da paisagem em curso naquela região. A aplicação das ferramentas de sensoriamento remoto permitiu conhecer a estrutura da paisagem, esses dados podem ser utilizados para auxiliar na gestão da área, tanto como subsídio, quanto para a difusão de informação e conscientização dos atores envolvidos com o processo.

## 7 CONCLUSÕES

A ecologia de paisagem, por meio de suas métricas, permitiu caracterizar satisfatoriamente a estrutura da paisagem do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas. A fragmentação está intimamente relacionada ao processo de uso e ocupação do solo praticado ao longo do tempo e agravada pela transição do ambiente rural em urbano. Dessa maneira, a área do presente estudo apresentou uma alta diversidade de fragmentos florestais quanto às características (área, perímetro, forma e área nuclear) e distribuição, sendo necessário avaliar os índices de paisagem conjuntamente.

Os fragmentos florestais apresentaram diferentes níveis de conservação ambiental, com um número significativo de fragmentos com área menor do que 10 ha, denotando grande degradação ambiental da paisagem. Contudo verificam-se ainda um número relevante de fragmentos com áreas acima de 100 ha, algumas com áreas núcleos significativas. No entanto, observou-se um relevante grau de isolamento desses fragmentos na paisagem, recortados por diversas estradas indicando forte pressão antrópica.

O processo de perda de cobertura florestal deve ser motivo de preocupação, pois é evidente a contribuição das áreas antropizadas (cerca de 40%) na composição desse mosaico. A ocupação do espaço está ocorrendo de maneira acelerada, com empreendimentos de diferentes perfis, o que torna imprescindível a implementação de áreas de conservação ambiental que agreguem elementos para uma melhor qualidade de vida, tendo em vista não repetir o mesmo modelo de ocupação urbana da cidade de Manaus. O êxito disso está em garantir a efetividade da execução do ordenamento territorial, objetivo central da área de proteção ambiental.

A gestão territorial precisa ser planejada em termos de paisagem, considerando os atributos de cada ambiente e sua importância para a conservação da biodiversidade das unidades de conservação pertencentes ao mosaico do baixo Rio Negro. Os resultados desse trabalho demonstram a existência de uma diversidade de áreas verdes que poderiam ser direcionadas para a conservação ambiental.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, A. *et al.* 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam). 89 p.

Anderson, J.R. *et al.* 1979. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington: USGS. 28P.

Araújo, L.C. 2014. Periurbanização na metrópole: Bairro Chácaras Bom Retiro, Goiânia-GO. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. 125p.

Basile, A. 2006. Caracterização estrutural e física de fragmentos florestais no contexto da paisagem da Bacia do Rio Corumbataí. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 87 pp.

Brasil, 2000. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm)). Acesso: 05/01/2016.

Calegari, L. *et al.* Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.871-880.

Casimiro, P. C. 2009. Estrutura, composição e configuração da paisagem conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da ecologia da paisagem. *Revista portuguesa de estudos regionais*, 75.

Costa, G.B.; Silva, A.S. 2012. Os Desafios da Gestão Participativa de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) no Brasil e as Contribuições da Noção de Negociação Política. *Revista Gestão & Política Públicas*, vol. 2(2): 441-459.

Diário do Amazonas. (<http://new.d24am.com/amazonia/meio-ambiente/empreendimentos-imobiliarios-abrem-clareiras-longo-rodovia-070/138589>). Acesso: 06/01/2015.

Fearnside, P.M. 1997. Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural. p. 314-344 In: C. Cavalcanti (ed.) *Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas*. São Paulo, SP: Editora Cortez. 436pp.



Fearnside, P.M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. Revista Acta Amazônica, VOL. 36(3) 2006. P. 395-400.

Figueira, 2013. Ecologia de Paisagem e a Biologia de Conservação. In: Piratelli, A.J.; Francisco, M.R. Conservação da Biodiversidade: dos conceitos às ações. 1 ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2013. p. 103-115.

Forman, R.T.T.; Godron, M. 1986. Landscape Ecology. New York, John Wiley & Sons. 619p.

G1 Amazonas, 2016. (<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/01/seinfra-anuncia-novas-obras-de-manutencao-na-rodovia-am-070.html>). Acesso: 12/01/2016.

IBGE, 2014. Mapa de Biomas e de Vegetação. (<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>). Acesso: 10/05/2016.

IBGE, 2015. Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia por Satélites Sistemas Prodes, Deter, Degrad E Queimadas 2007-2008. ([http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas\\_doc3.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas_doc3.shtm)). Acesso: 04/08/2015.

IBGE, 2016. Cidades. (<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=130185>). Acesso: 12/01/2016.

IMAZON, 2011. Áreas Protegidas na Amazônia brasileira : avanços e desafios / [organizadores Adalberto Veríssimo... [et al.] ]. Belém: Imazon ; São Paulo : Instituto Socioambiental, 2011.

INMET, 2015. Climatologia de meses e trimestres de maiores e menores temperaturas e pluviosidades médias no período de 1961-2009. (<http://www.inmet.gov.br>). Acesso: 25/05/2015.

INPA, 2015. Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. (<http://pdbff.inpa.gov.br/>). Acesso: 10/05/2015.

INPE, 2015. Projeto Degrad: Resultado 2007-2013. (<http://www.obt.inpe.br/degrad/>). Acesso: 18/05/2015.

INPE, 2015. Projeto Prodes: Taxas de desmatamento de 2004-2014. ([http://www.obt.inpe.br/prodes/sisprodes2000\\_2014.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/sisprodes2000_2014.htm)). Acesso: 18/05/2015.

INPE, 2015. Projeto TerraClass 2012. ([http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/terraclass2012.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2012.php)). Acesso: 09/04/2015.

INPE, 2016. Lançados novos dados do TerraClass Amazônia. ([http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=4173](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4173)). Acesso: 10/05/2016

Jacinto, L.R.C. 2003. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: O caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 121pp.

Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; **33**: 159-174

Laurance, W. F. *et al.* 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology*, 82:105-116.

Louzada, J. *et al.* 2013. Corredores lineares de vegetação em paisagens agrícolas do sul de Minas Gerais: histórico, funções ecológicas e valor de conservação. In: Peres, A.C.; Balow, J.; Gardner, T.A.; Vieira, I.C.G. Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas no Brasil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, p.135-159.

Maciél, J.B.; Lima, M.C. 2013. A metropolização do espaço em Iranduba: uma nova configuração com expansão imobiliária. ([http://www.fecilcam.br/anais/ii\\_seurb/documentos/maciél-jesse-burlamaque.pdf](http://www.fecilcam.br/anais/ii_seurb/documentos/maciél-jesse-burlamaque.pdf)). Acesso: 06/01/2015. II Simpósio de estudos urbanos: a dinâmica das cidades e a produção do espaço. 24pp.

MacArthur, R. H., Wilson, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press.

McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

McGarigal, K., SA Cushman, MC Neel, and E Ene. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors

at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site:  
<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

Metzger, J.P. 1998. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 71 (3-1).

Metzger, J.P. 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica* V1 (n1) BN00701122001.

MMA/SBF, 2003. Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas / Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.). Brasília. 510 p.

Nascimento, H. E. M., Laurance W. F. 2006. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. *Acta Amaz.* vol.36 no.2. ([http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044-59672006000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000200008)). Acesso: 10/06/2015.

Observatório de UC. 2016. Informações do RAPPAM. (<http://observatorio.wwf.org.br/unidades/cadastro/602/>). Acesso: 03/01/2016.

Pádua, Maria T. J. 2001. Área de proteção Ambiental. In.: Benjamin, A. H. (org). *Direito Ambiental das Áreas Protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação*, Rio de Janeiro, Forense Universitário.

Pereira, et al. 2001. Métricas da paisagem na caracterização da ocupação da Amazônia. *Geografia*. Vol.26(1):59-60. Rio Claro.

Peres, C.A. 2013. Conservação da biodiversidade em paisagens florestais antropizadas. In: Peres, A.C.; Balow, J.; Gardner, T.A.; Vieira, I.C.G. *Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas no Brasil*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, p.9-20.

Perroca, M. G.; Gaidzinski, R. R. Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa. *Rev. Esc. Enferm. USP*, 2003; 37 (1): 72-80. (<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v37n1/09.pdf>). Acesso: 23/05/2016.

- Piratelli, A.J.; Favoretto, G.R.; Bellemo, A.C. 2013. *Biologia da Conservação: uma ciência multidisciplinar*. In: Piratelli, A.J.; Francisco, M.R. *Conservação da biodiversidade: dos conceitos às ações*. Technical books, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.19-39.
- Primack, R.B.; Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. ed. Planta, 12ª edição, Londrina, Paraná. 382p.
- Prina, B.Z; Trentin, R. 2015. GMC: Geração de Matriz de Confusão a partir de uma classificação digital de imagem do ArcGIS®. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. (<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0031.pdf>). Acesso: 20/05/2016.
- RADAMBRASIL.1978. Levantamento de Recursos Naturais. Vol. 18. Folha AS.20. Manaus. Projeto RADAMBRASIL, Departamento de Produção Mineral, Rio de Janeiro-RJ. 628p.
- Rambaldi, D.M.; Oliveira, D.A.S. 2003. *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Distrito Federal. 510 p.
- Rempel, C. 2009. *A ecologia de paisagem e suas ferramentas podem aprimorar o zoneamento ambiental? O caso da região política do Vale do Taquari*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – Rio Grande do Sul. 146p.
- Repórter Brasil, 2015. *Assassinato revela a violência da especulação imobiliária perto de Manaus*. (<http://reporterbrasil.org.br/2015/10/assassinato-revela-a-violencia-da-especulacao-imobiliaria-perto-de-manaus/>). Acesso: 11/01/2016.
- Rodrigues, M.S et. al. 2014. *Irاندuba: características socioambientais de um município em transformação*. Documentos Técnicos FVA, Número 2, Manaus, Am. 34pp.
- SEINFRA, 2012. *Estudo Prévio de Impacto Ambiental e Relatório de Impactos Ambientais*. ([http://www.ipaam.am.gov.br/pagina\\_interna.php?cod=92](http://www.ipaam.am.gov.br/pagina_interna.php?cod=92)). Acesso: 07/04/2015.
- Sema, 2016. (<http://www.meioambiente.am.gov.br/a-secretaria/>). Acesso: 25/05/2016.
- Simões, L.L. Oliveira, L.R.C.N. 2006. *Implementação da Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação do Instituto Florestal e da Fundação Florestal de São Paulo*. WWF Brasil e Instituto Floresta. São Paulo, 2006.

Soares-Filho, B. S. Modelagem da dinâmica da paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

Sousa, I.S. 2013. A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações no espaço urbano-regional à produção do capital. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 250p.

Tilman, D.; May, R. M.; Lehman, C. L.; Nowak, M. A. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371:65-66.

Troll, C. 1971. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. *Geoforum* 8: 43-46.

USGS, 2015. Imagem de Satélite Landsat 8, órbita/ponto: 231/62. (<http://www.usgs.gov>). Acesso: 10/09/2015.

Valente, R.O.A.; Vettorazzi, C.A. 2002. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. *Scientia Forestalis*. N.62, p.114-129.

Viana, V.M.; Pinheiro, L.A.F.V.1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* v. 12, n. 32, p. 25-42.

Viana, V.M.; Tabanez, A.A.J.; Martins, J.L.A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992. p. 400-407.

Volotão, C.F.S. 1998. Trabalho de análise espacial: Métricas do Fragstats. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campo – São Paulo. 45p.

WWF Brasil, 2011. Efetividade de gestão das unidades de conservação no Estado do Amazonas. WWF Brasil, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília. 72 pp.